

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

**PERFIL FERMENTATIVO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
ESTABILIDADE AERÓBICA DE SILAGENS DE MILHO
(*Zea mays*) ACRESCIDAS COM CAPIM TIFTON-85
(*Cynodon spp.*)**

Autora: Camila Destro Ribeiro Novaes
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Costa Mello Gonçalves

Rio Verde - GO
Abril – 2019

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

**PERFIL FERMENTATIVO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
ESTABILIDADE AERÓBICA DE SILAGENS DE MILHO
(*Zea mays*) ACRESCIDAS COM CAPIM TIFTON-85
(*Cynodon spp.*)**

Autora: Camila Destro Ribeiro Novaes
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Costa Mello Gonçalves

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

Rio Verde – GO
Abril – 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

N935p Novaes, Camila Destro Ribeiro
Perfil fermentativo, composição química e
estabilidade aeróbica de silagens de milho (zea mays)
acrescidas com capim tifton-85 (cynodon spp.) /
Camila Destro Ribeiro Novaes; orientadora Mariana
Costa Mello Gonçalves . -- Rio Verde, 2019.
64 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Zootecnia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Bactérias ácido-lácticas. 2. fungos. 3.
gramíneas. 4. preservação de forragem. 5. valor
nutritivo. I. Gonçalves, Mariana Costa Mello,
orient. II. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/96, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 11/03/2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumprir quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde 25/06/19
Local Data

Camila Dantas Ribeiro Naves

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]
Assinatura do(a) Orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CÂMPUS RIO VERDE - GO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ATA Nº/102
ATA DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ao décimo quinto dia do mês de abril do ano de dois mil e dezenove, às 13h30min (treze horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof.^a Dra. Mariana Costa Mello Gonçalves (orientadora), Prof.^a Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa (avaliadora interna), Prof.^a Dra. Kátia Cylene Guimarães (avaliadora interna) e Prof. Dr. Wilton Ladeira da Silva (avaliador externo), sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada no auditório da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, para procederem à avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, área de concentração **Zootecnia – Produção Animal**, da autoria de CAMILA DESTRO RIBEIRO NOVAES, discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dra. Mariana Costa Mello Gonçalves, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora da Dissertação para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, na área de concentração **Zootecnia – Produção Animal**, pelo Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGZ da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, eu, Viviane Proto Ferreira, secretária do PPGZ, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em quatro vias de igual teor.


Prof. Dr. Wilton Ladeira da Silva
Avaliador externo
UFG/Goiania


Prof.^a Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV


Prof.^a Dra. Mariana Costa Mello Gonçalves
Presidente da banca
IF Goiano/ RV


Prof.^a Dr.^a Kátia Cylene Guimarães
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO
CÂMPUS RIO VERDE - GO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
Câmpus Rio Verde
CEP 75001-870 – Caixa Postal 55
Fone: (64) 3620-5843. Fax: (64) 3620-5840
Rio Verde GO

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

AVALIAÇÃO DO PERFIL FERMENTATIVO, COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E ESTABILIDADE AERÓBICA DE SILAGEM DE MILHO COM
DIFERENTES NÍVEIS DE CAPIM TIFTON 85

Autora: Camila Destro Ribeiro Novaes
Orientadora: Mariana Costa Mello Gonçalves

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

APROVADA em 15 de abril de 2019.



Prof. Dr. Wilton Ladeira da Silva
Avaliador externo
UFG/Goiânia



Prof.^a Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV



Prof.^a Dra. Mariana Costa Mello Gonçalves
Presidente da banca
IF Goiano/RV



Prof.^a Dra. Kátia Cylene Guimarães
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por toda força, sabedoria e paciência nos momentos de dificuldade, dando-me coragem para seguir a caminhada rumo a este estudo

Aos meus pais Gisele Destro Ribeiro e José Edivaldo Ribeiro, por todo amor, conselho, incentivo e confiança que me passaram. Mesmo muitos quilômetros distantes conseguiram de alguma forma ajudar-me.

Igor Novais Pires, meu esposo, meu amigo e companheiro, sempre ao meu lado apoiando-me com muita paciência e carinho para que esta pesquisa fosse concluída da melhor forma.

A minha parceira de laboratório Laura, que esteve presente em todas as fases desse experimento, seja cortando milho, acordando de madrugada e fazendo placa até o anoitecer. Sem sua ajuda não conseguiria finalizar esse estudo.

Aos meus amigos, irmãos de instituto Mariana e Dheyne que foram meu ombro amigo, minhas risadas e companheiros que levarei para toda vida. E, a todos meus amigos que de alguma forma fizeram a diferença, sem vocês teria sido muito mais difícil.

A todos os laboratórios que nos receberam com todo carinho e proporcionaram este grande aprendizado.

A minha orientadora Mariana, agradeço esta oportunidade e por todos os ensinamentos.

BIOGRAFIA DO AUTOR

CAMILA DESTRO RIBEIRO NOVAES, filha de José Edivaldo Ribeiro e Gisele Destro de Lima Ribeiro. Nasceu no município de Umuarama-PR, no dia 29 de setembro de 1992. Ingressou no curso de Bacharelado em Medicina Veterinária em 2010 pela faculdade Anhanguera de Dourados, no município de Dourados-MS e realizou estágio supervisionado na empresa JBS. Apresentou trabalho de conclusão de curso sob orientação do Prof. Rodrigo de Almeida, no segundo semestre de 2014. Iniciou seu primeiro trabalho em uma fábrica de ração como gerente de produção no município de Aquidauana-MS, em 2015 junto com a pós-graduação (*LatoSensu*) em Reprodução e Nutrição Animal de grande porte, finalizando ambos em 2017. No primeiro semestre de 2017 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, em nível de Mestrado, na área de nutrição de ruminantes sob a orientação da Prof.^a Mariana Costa Mello Gonçalves. Em abril de 2019 submeteu a banca avaliadora a dissertação intitulada: Perfil fermentativo, composição química e estabilidade aeróbica de silagens de milho (*Zea mays*) acrescidas com capim-Tifton-85 (*Cynodon* spp.)

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	VIII
INTRODUÇÃO GERAL.....	2
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
1.1. Ensilagem.....	4
1.2. Milho (<i>Zea mays</i>)	5
1.3. Capim-Tifton-85(<i>Cynodon</i> spp.).....	5
1.4. Processo de fermentação.....	6
1.5. Micro-organismos desejáveis e indesejáveis na produção de silagem.....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
CAPÍTULO I - Perdas fermentativas, composição química bromatológica, perfil microbiológico e estabilidade aeróbia de silagens mistas de milho com Tifton 85.....	13
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução	16
Material e métodos.....	17
Local de execução do estudo.....	17
Tratamentos.....	17
Colheita e ensilagem.....	17
Amostragem.....	17
Perdas fermentativas e recuperação de matéria seca.....	18
Análise microbiológica.....	18
Análises laboratoriais.....	19
Estabilidade aeróbia.....	19
Delineamento experimental e análise estatística.....	20
Resultados e Discussão.....	20
Perdas fermentativas e recuperação de matéria seca.....	20
Perfil microbiológico.....	23
Perfil fermentativo das silagens.....	24
Estabilidade aeróbica.....	28

Composição química-bromatológica.....	30
Conclusões.....	34
Referências.....	34

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Fenômenos que podem ocorrer no processo de fermentação da forragem e consequências para qualidade da silagem.....	8
Tabela 2: Composição química-bromatológica das forragens utilizadas na produção das silagens.....	41
Tabela 3: Perdas fermentativas e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens de milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85...	41
Tabela 4: Perfil microbiológico silagens milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85.....	42
Tabela 5: Produção de ácidos orgânicos de silagens mistas de milho com diferentes níveis de substituição por Tifton-85.....	43
Tabela 6: Composição química-bromatológica das silagens de milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85.....	44
Tabela 7: Perfil microbiológico das silagens durante a estabilidade aeróbia....	45
Tabela 8: Parâmetros de estabilidade aeróbia das silagens de milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85 por períodos de 216 horas (9 dias).....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<p>Figura 1: Perdas fermentativas na forma de efluente, gases e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base na matéria natural (%MN).....</p>	47
<p>Figura 2: Perfil microbiológico das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 nos diferentes períodos de abertura.....</p>	48
<p>Figura 3: Concentração de ácidos orgânicos das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base no material natural (%MN) após diferentes tempos de fermentação.....</p>	49
<p>Figura 4: Potencial de hidrogênio iônico (pH) em diferentes períodos de fermentação e nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base na matéria natural (MN).....</p>	50
<p>Figura 5: Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-tifton-85 com base na matéria natural (%MN).....</p>	51
<p>Figura 6: Conteúdo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base na matéria natural (%MN).....</p>	52

- Figura 7:** Perfil microbiológico (BAL, bactérias ácido-lácticas; fungos filamentosos e leveduras) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim tifton-85 durante o período de estabilidade aeróbia 53
- Figura 8:** Temperatura e diferença em relação ao ambiente das silagens de milho com diferentes níveis de substituição capim tifton-85 (%MN) durante a exposição ao ar..... 54

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

- % - porcentagem
- %MN – porcentagem da matéria natural
- %MS – porcentagem da matéria seca
- %NT – porcentagem do nitrogênio total
- BDA – Agar Batata Dextrose
- CEL – celulose
- CHOs – carboidratos solúveis
- CV – coeficiente de variação
- DIC - delineamento inteiramente ao acaso
- DIVMS - digestibilidade *in vitro* da matéria seca
- DMS - diferença mínima significativa
- E - produção de efluente
- EE – extrato etéreo
- FDA – fibra insolúvel em detergente ácido
- FDN – fibra insolúvel em detergente neutro
- g - grama
- HEM – Hemicelulose
- HPLC – cromatógrafo líquido de alto desempenho
- kg – quilograma
- LIG – lignina
- log – logaritmo
- mEq – miliequivalente
- MFab - massa de forragem na abertura
- MFe - massa de forragem no fechamento
- mg – miligrama
- MM – matéria mineral
- MO – matéria orgânica
- MS - matéria seca
- MSab - teor de MS da forragem na abertura
- MSen - teor de MS da forragem na ensilagem

MSFe - teor de MS da forragem no fechamento

MT - máxima temperatura

MVfe - massa verde de forragem ensilada

N-NH₃ – nitrogênio amoniacal

NT – nitrogênio total

Pab - peso do conjunto (tubo, areia e tela) na abertura

PB – proteína bruta

PCab - peso do silo cheio na abertura

PCen - peso do silo cheio na ensilagem

Pen - peso do conjunto (tubo, areia, tecido não tecido, e tela) na ensilagem

PG - perdas por gases

pH – potencial de hidrogênio iônico

RMS - recuperação de matéria seca

TMQE – tempo para atingir a quebra da estabilidade aeróbia

TMT – tempo para atingir a máxima temperatura

UFC – unidade formadora de colônia

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino comercial do mundo, estando atrás apenas da Índia. A região Centro-Oeste é responsável por 34,8% deste rebanho, sendo a principal produtora de bovinos do país (IBGE, 2016).

A oferta de alimento através das pastagens é a forma econômica de se alimentar o rebanho bovino. Entretanto, a estacionalidade limita esta forma de alimentação (Melo et al., 2016). Desta forma, a conservação de forragens como silagem tem sido uma alternativa comum para a alimentação de ruminantes em todo o mundo. O método de ensilagem, quando realizado de forma adequada, consegue manter as características nutricionais da planta, e é o mais adequado para a conservação dos alimentos volumosos. Com isso, a silagem pode ser utilizada como volumoso principal ou suplemento na alimentação dos ruminantes em época de escassez de forragens (Gilhaus; Hölzel, 2016).

A fermentação para produção da silagem ocorre a partir de carboidratos solúveis, realizada predominantemente por bactérias ácido-láticas, que produzem ácidos orgânicos, como o ácido lático em condições anaeróbicas. O milho apresenta diversas vantagens como forragem para produção de silagem, sendo a cultura mais comum para este fim (Carvalho et al., 2016). Porém, nos últimos anos cresceu o interesse na utilização de gramíneas forrageiras como matéria-prima para a produção de silagem, com intuito principalmente de reduzir custos, uma vez que o Brasil apresenta grande parte de seu território formado com pastagens (Bottega et al., 2017).

Cultivares e híbridos do gênero *Cynodon* têm merecido destaque pela boa produtividade e pelo elevado valor nutritivo. Por apresentar alta produção de matéria seca, elevado valor nutritivo e rápida taxa de crescimento, além de colmos finos, o capim-Tifton-85 pode ser utilizado para produção de feno e de silagem (Souza et al. 2006; Cabreira et al. 2011), sendo uma opção para ser utilizado em associação com o milho.

Com isso, vários estudos vêm sendo realizados para identificar características específicas de fermentação e seus pontos críticos, e ainda possíveis alternativas para salientá-las (Santos et al., 2014; Bottega et al., 2017; Gomes et al., 2019). Uma vez que gramíneas forrageiras apresentam baixos conteúdos de matéria seca e carboidratos

solúveis e alta umidade e capacidade tamponante, fatores que combinados dificultam a rápida queda do pH e proporcionam condições para o desenvolvimento de microorganismos indesejáveis (Muck, 2010).

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Ensilagem

A ensilagem é uma técnica que consiste em preservar forragens por meio de fermentação anaeróbica, após o seu corte, picagem, compactação e vedação em silos. O produto final dessa fermentação, denominado silagem, é obtido pela ação de micro-organismos sobre os açúcares presentes nas plantas com a produção de ácidos, resultando em queda do pH até valores próximos de 4 (Pahlow et al. 2003).

Alguns fatores da planta são extremamente importantes quando o assunto é produção de silagem. A concentração de açúcares solúveis em água, teor de matéria seca e a capacidade tampão influenciam a qualidade de fermentação no silo. Quando as forragens apresentam esses três fatores em níveis adequados, diz-se que são forrageiras de alta capacidade fermentativa (Reis et al., 2013).

Na ensilagem, considera-se ideal o teor de matéria seca (MS) entre 28 a 35%. Quando uma planta forrageira apresenta alta MS, ou seja, acima de 35% pode ocasionar problemas no momento de compactação, isso facilita a entrada de ar no silo e ocasiona o desenvolvimento de micro-organismos anaeróbios e aeróbios facultativos. Plantas com menos de 28% de matéria seca possuem grandes chances de apresentar perdas de nutrientes por efluentes, diminuindo a qualidade da silagem (Pahlow et al. 2003; Cruz et al., 2008)

O teor de MS da planta forrageira está diretamente relacionado com a atividade da água (A_w). Esta variável se refere a proporção de água efetivamente disponível para o crescimento populacional dos micro-organismos e para a realização de suas reações metabólicas. Altos índices de A_w podem comprometer a qualidade da fermentação pela elevada ocorrência de deterioração dos nutrientes pelos micro-organismos (Jobim et al., 2007).

O conteúdo da planta em carboidratos solúveis (CHOs) também é importante para produzir uma silagem de boa qualidade. Dentre os CHOs principais aproveitados como substrato para a fermentação são a glicose, frutose, sacarose e frutanas, que geram ácidos orgânicos como o ácido lático. A produção deste ácido garante a redução do pH do meio e resultam em boa conservação do alimento (Ribeiro et al., 2008).

A resistência da massa ensilada a redução do pH, chamada de capacidade tampão, também é uma característica que influencia na qualidade da fermentação.

Sabe-se que a baixa capacidade tampão deve gerar uma silagem de melhor qualidade, pois, ocorre rápido declínio do pH, atuando de forma favorável sobre a microbiologia da silagem (Jobim et al., 2007).

O milho e o sorgo são culturas mais adaptadas ao processo de ensilagem, resultando geralmente em silagens de boa qualidade sem uso de aditivos ou pré-murchamento. O milho é a cultura mais indicada para locais de solos mais férteis e clima mais favorável e com alta tecnologia (Allen et al., 2003). Entretanto gramíneas tropicais apresentam alto potencial produtivo, mas perto do potencial que possuem, são opções poucos exploradas para produção de silagem no Brasil. O capim-Tifton-85 é uma das gramíneas C4 mais eficientes fotossinteticamente e em condições adequadas, produções superiores a 20 toneladas de MS ha⁻¹ ano⁻¹ podem ser observadas (Pedreira, 2010; De Assis et al. 2018).

1.2 Milho (*Zea mays*)

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família Gramineae/Poaceae. O caráter monoico e a sua morfologia característica resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas (Magalhães, 2002).

Tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho, pela sua composição bromatológica preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem como: teor de matéria seca (MS) entre 30% a 35%, e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar boa fermentação microbiana (Oliveira, 1998).

1.3 Capim-Tifton-85(*Cynodon* spp.)

O capim-Tifton-85 é um híbrido, resultado do cruzamento do Tifton-68 com introdução proveniente da África do Sul. Caracteriza-se como uma planta perene, estolonífera e rizomatosa, com hastes longas e folhas largas, de coloração verde-escura e porte relativamente alto. É um capim recomendado para fenação e pastejo, em decorrência da boa relação lâmina foliar/colmo que possui. Apresenta boa resistência a doenças, ao déficit hídrico, ao fogo e baixa resistência à acidez (BURTON et al., 1993). Entretanto, alguns trabalhos já relatam o uso do capim -

Tifton-85 na produção de silagem, tanto pela boa produtividade e pelo elevado valor nutritivo como também pelo seu rápido crescimento (Schocken-Iturrino et al. 2005; Castro et al. 2006; Weirich et al. 2018).

1.4 Processo de fermentação

O processo de produção de uma boa silagem pode ser dividido em etapas: fase aeróbia no silo, fermentação em anaerobiose, estabilidade em anaerobiose e fase aeróbia após a abertura do silo. A fase aeróbia no silo consiste na etapa inicial de produção após a vedação da forragem. Neste momento ocorre a morte dos tecidos vegetais e a exaustão de oxigênio que é consumido por micro-organismos aeróbios da microbiota da planta. Essa fase aeróbia gera um ambiente anaeróbico e produz compostos bioquímicos que agem na estabilidade da silagem. Porém, se esta etapa persistir por um longo período pode gerar elevação da temperatura e ocasionar a perda de matéria seca (Santos; Zanine, 2007).

A fase de fermentação inicia-se após a colonização do ambiente por micro-organismos anaeróbios. Os principais responsáveis pelo processo fermentativo são bactérias ácido-láticas (BAL) que são responsáveis pela produção de ácido lático, um ácido forte que gera rápida queda do pH. A fase de fermentação deve ocorrer até que o pH da silagem seja baixo que não possa mais haver crescimento de outros micro-organismos. A duração desta etapa é influenciada por fatores como: compactação, teor de carboidratos solúveis, tempo de enchimento do silo e boa vedação. Sob condições adequadas a fase fermentativa deve ser curta o suficiente para acidificar o ambiente sem gerar perdas de MS e fermentações indesejadas com produção de outros ácidos orgânicos, como fermentações secundárias que ocorrem quando há presença de enterobactérias (Pahtow et al., 2003).

A fase de estabilidade em anaerobiose é a etapa final em que a silagem está pronta para ser consumida. Nesse momento o ambiente deve estar completamente anaeróbico e quase não há mais alterações na composição química (Reis et al., 2013). Por fim, a fase aeróbica pós-abertura consiste na entrada do ar após a abertura do silo, com desenvolvimento de micro-organismos aeróbios como leveduras e fungos, que conseqüentemente causam aquecimento e perda de MS.

1.5 Micro-organismos desejáveis e indesejáveis na produção de silagem

Dentre os micro-organismos que participam do processo de produção da silagem, as bactérias ácido-lácticas (BAL) são as principais produtoras de ácido láctico, produzido a partir da fermentação de carboidratos solúveis. Normalmente as que atuam nessa atividade microbiológica pertencem aos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcuse* *Streptococcus*. E essas são divididas em dois grupos: homofermentativas, que produzem somente o ácido láctico a partir de hexoses; heterofermentativas, facultativas e obrigatórias, que produzem outros ácidos orgânicos além do ácido láctico, como o ácido acético e CO₂ (Tabela1).

A fermentação heterolática pode ocasionar grandes perdas de matéria seca (MS) e energia na fase anaeróbiada ensilagem. Porém, as BALs têm sido utilizadas como aditivos microbianos considerando que a produção de outros ácidos orgânicos podem aumentar o período de estabilidade aeróbia e diminuir a proliferação de leveduras e fungos durante a utilização da silagem (Reis et al., 2008).

Durante a ensilagem pode ocorrer o crescimento de enterobactérias, micro-organismos indesejáveis no processo, pois podem ser patogênicos aos animais. Uma das fermentações indesejáveis que também pode ocorrer durante o processo de conservação de forragem é a fermentação butírica, realizada por bactérias do gênero *Clostridium* na ausência de oxigênio. Tem efeito negativo quando se trata de qualidade da forragem conservada e se desenvolve quando o pH da massa não está suficientemente baixo (McDonald et al., 1991).

As espécies do gênero *Clostridium* são bactérias estritamente anaeróbias e o seu desenvolvimento na silagem durante a fermentação está ligado a lenta e insuficiente acidificação (pH > 4,5), que é atribuída a excessiva aquosidade da forragem, a insuficiência de açúcares fermentescíveis e a considerável concentração de nitrogênio na planta (Spoelstra, 1983; Pahlow et al., 2003). Os clostrídeos estão presentes em número muito variável em cada tipo de solo e possuem função importante na degradação da matéria orgânica. Entretanto, o esterco é um ambiente adaptado a proliferação destas bactérias, podendo elevar o número de clostrídeos no solo quando o esterco é depositado como adubo (Rammer, 1996).

Tabela 1: Fenômenos que podem ocorrer no processo de fermentação da forragem e consequências para qualidade da silagem

Fermentação	O ₂	pH		Substrato	Produto Final	Resultado na silagem	
		Ótimo	Limite				
Homolática	Não	4,5 - 5,0	3,2 - 3,8	Açúcares	Ácido láctico	Rápida Inibe fermentações indesejadas	↓ pH
Heterolática	Não	5,5 - 6,0	3,8 - 4,4	Açúcares Ácidos orgânicos	Lático Acético Álcool CO ₂	Ácido Ácido Perdas de MS	forte fraco
Acética	Sim/não	7,0	4,3 - 4,6	Açúcares	Ácido acético Álcool CO ₂	Ácido Perdas de MS	fraco
Butírica	Não	7 - 7,5	4,0 - 4,8	Açúcares Lático Proteínas	Ácido butírico Amônia Aminas CO ₂	Ácido Perdas Perdas Baixo consumo	fraco de MS PB
Fungos	Sim	5,0 - 7,0	2,5 - 3,5	Açúcares MO	Amônia CO ₂	Perdas de MS Baixo consumo	
Leveduras	Sim/não	4,0 - 6,0	1,3 - 2,5	Açúcares Ácido láctico	Ácido acético Álcool CO ₂	Elevação do pH Perdas de MS	

MS, matéria seca; O₂, oxigênio; CO₂, dióxido de carbono; PB, proteína bruta; pH, potencial de hidrogênio iônico; MO, matéria orgânica; Fonte: Adaptada de Jobim e Gonçalves (2003)

As leveduras envolvidas com a deterioração aeróbia podem ser classificadas em dois grupos: as espécies que utilizam ácidos orgânicos (*Cândida*, *Endomycopsis*, *Hansenula* e *Pichia*) e as que consomem açúcares, como as espécies que pertencem ao gênero *Torulopsis* (Jonsson; Pahlow, 1984). Segundo McDonald et al. (1991) as leveduras são capazes de se desenvolverem em baixas concentrações de oxigênio e em ambientes com pH muito ácido (pH < 4,0), ocorrendo a sucessão de populações ao longo das etapas de ensilagem. Os fungos filamentosos podem ser considerados coadjuvantes na deterioração aeróbia de silagens, pois, durante o desabastecimento do silo, o desenvolvimento deles acontece em sucessão ao crescimento das leveduras.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn silage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 547-608, 2003.
- BOTTEGA, E. L., BASSO, K. C., PIVA, J. T., & MORAES, R. F. Cultivo de milho em consórcio com capins tropicais. **Revista de Ciências Agroveterinárias**,16(1), 18-25, 2017.
- BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of “Tifton 85” bermudagrass. **Crop Science**, v. 33, p. 644-645, 1993.
- CASTRO, Flávio Geraldo Ferreira 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.
- CABREIRA J., CLÓVES et al. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 2, 2011.
- CARVALHO, A. F. G., MARTIN, T. N., SANTOS, S., MÜLLER, T. M., & PIRAN FILHO, F. A. Perfil agrônomo e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. **Revista de laFacultad de Agronomía**, La Plata, 114(2), 149-159, 2016.
- CRUZ, J. C. C., ALBEMAZ, W. M. A., &Ferreira, J. J. **Qualidade da silagem de milho em função do teor de matéria seca na ocasião da colheita**. Embrapa Milho e Sorgo, 2008.
- DE ASSIS FARIAS FILHO, João et al. Production and quality of Tifton 85 pastures overseeded with black oat: effects of irrigation and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 5, p. 2071-2080, 2018.
- GILHAUS, K., &Hölzel, N. Seasonal variations of fodder quality and availability as constraints for stocking rates in year-round grazing schemes. **Agriculture, Ecosystems&Environment**, 234, 5-15, 2016.

GOMES, A. L. M., JACOVACI, F. A., BOLSON, D. C., NUSSIO, L. G., JOBIM, C. C., DANIEL, J. L. P. Effects of light wilting and heterolactic inoculant on the formation of volatile organic compounds, fermentative losses and aerobic stability of oat silage. **Animal Feed Science and Technology**, 194-198, 2019.

IBGE, 2016 -Rebanho bovino brasileiro cresce e chega a 212,3 milhões de cabeças de gado. US Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/09/rebanho-bovino-alcanca-215-2-milhoes-de-cabecas-em-2015>>.

Acesso em 07 de Junho de 2017.

JOBIM, C. C., GONÇALVES, G. D. Microbiologia de forragens conservadas. **Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens**. Jaboticabal: Funep, 1-26, 2003.

JOBIM, C. C., NUSSIO, L. G., REIS, R. A., & SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 101-119, 2007.

JONSSON, A.; PAHLOW, G. Systematic classification and biochemical characterisation of yeasts growing in grass silage inoculated with *Lactobacillus* cultures. **Animal Research and Development**, v. 20, p. 7–22, 1984.

JUNGES, D. **Aditivo microbiano na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbia por termografia em infravermelho**. 2010. 100 (Dissertação Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MAGALHÃES, Paulo César et al. **Fisiologia do milho**. CEP, v. 35701, p. 970, 2002.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe Publications. 339p, 1991.

MELO, M. J. A. F., Backes, A. A., Fagundes, J. L., Melo, M. T., Silva, G. P., & Freire, A. P. L. Características fermentativas e composição química da silagem de capim tanzânia com aditivos. **Boletim de Indústria Animal**, 73(3), 189-197, 2016.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 183-191, 2010.

OLIVEIRA, Jackson Silva. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (**INFOTECA-E**), 1998.

PAHLOW, G., MUCK, R. E., DRIEHUIS, F., ELFERINK, S. J. W. H. O., & Spoelstra, S. F. Microbiology of ensiling. **Agronomy**, 42, 31-94, 2003.

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**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 31-94, 2003.

PEDREIRA, C. G. S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 78-130, 2010.

RAMMER, C. **Manure in grass silage production. Effects on silage fermentation and its hygienic quality**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1996. 47p. (Doctoral Thesis) - Swedish University of Agricultural Sciences, 1996.

REIS, R. A., BERNARDES, T. F., & SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, 714p., 2013.

REIS, R. A., SIQUEIRA, G. R., ROTH, M. T. P., & ROTH, A. P. T. PFatores que afetam o consumo de forragens conservadas. **Produção e utilização de forragens conservadas**. Masson, Maringá, PR, 9-40, 2008.

SANTOS, E. M., & ZANINE, A. D. M. Silagem de gramíneas tropicais. In **Colloquium Agrariae**, 2, 32-45, 2007.

SANTOS, E. M., PEREIRA, O. G., GARCIA, R., FERREIRA, C. L. L. F., Oliveira, J. S., & Silva, T. C. Effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation profile and dry matter recovery of guinea grass silages. **Journal of dairyscience**, 4423-4432, 2014.

SCHOCKEN-ITURRINO, Rúben Pablo et al. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-Tifton 85 após a abertura dos silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 464-471, 2005

SOUZA, Viviane Glaucia de FACIG et al. Efeito da substituição de pré-secado de capim-tifton-85 por silagem de sorgo no consumo e na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2006.

SPOELSTRA, S.F. Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, p. 145-152, 1983.

WEIRICH, Daiane Thais et al. Perfil microbiológico e estabilidade aeróbia em silagem de capim-tifton 85, a vácuo e sem vácuo, adicionados ou não inoculante microbiano. **Bioscience Journal**, p. 151-161, 2018.

CAPÍTULO I

Artigo redigido de acordo com as normas da revista científica:

African Journal of Range & Forage Science

**PERFIL FERMENTATIVO E MICROBIOLÓGICO,
COMPOSIÇÃO QUÍMICA-BROMATOLÓGICA, E
ESTABILIDADE AERÓBIA
DE SILAGENS MISTAS DE MILHO (*Zea mays*) COM
CAPIM-TIFTON-85 (*Cynodon spp*)**

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o perfil fermentativo, crescimento microbiológico, composição bromatológica e a estabilidade aeróbica de silagem produzida à base de milho (*Zeamays*) com diferentes níveis de inclusão de capim-tifton-85 (*Cynodon spp.*). Os níveis foram iguais a 0, 25, 50, 75 e 100 % com base na matéria natural (MN), em que os tratamentos: T1= 100% de silagem de milho; T2= 75 % de silagem de milho com a inclusão de 25% de capim-tifton-85; T3= 50% de silagem de milho e 50% de capim-tifton-85; T4= 25% silagem de milho e 75% de capim-tifton-85 e T5= 100% de silagem de capim-tifton-85. Foram feitas análises microbiológicas para contagem de bactérias ácido-lácticas (BAL), leveduras e fungos filamentos por plaqueamento em superfície em meio BDA. Análises químico-bromatológicas, perdas fermentativas e recuperação de matéria seca foram realizadas por meio de amostragem das silagens. A estabilidade aeróbica das silagens foi avaliada por meio de temperatura das mesmas expostas ao ar. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso (DIC) e os dados foram submetidos a análise de normalidade dos resíduos empregando os testes Shapiro-Wilk a 5% de significância sendo feito estudo de regressão polinomial. A substituição até o nível de 38,8 %MN reduziu a produção de efluente ($P<0,05$). Houve redução linear na recuperação de matéria seca com níveis crescentes de substituição ($P<0,05$). Os ácidos orgânicos no período final de abertura apresentaram comportamento quadrático, com exceção do ácido propiônico que foi linear ($P<0,05$). Os valores de pH foram lineares e crescentes para aberturas de 2 e 7 dias e quadrático para abertura após 14, 21 e 60 dias ($P<0,05$). O nível de 51,50 %MN garantiu a menor proteólise da silagem ($P<0,05$). O nível de 40 %MN apresentou a maior digestibilidade da matéria seca ($P<0,05$). Houve redução linear na contagem de fungos durante a estabilidade aeróbia com níveis crescentes de substituição ($P<0,05$). Maior estabilidade aeróbia foi verificada para silagens com maiores proporções de capim-tifton 85. O nível de 40 %MN garante o equilíbrio entre as perdas fermentativas, valor nutritivo e a estabilidade aeróbia das silagens.

Palavras-chave: Bactérias ácido-lácticas, fungos, gramíneas, preservação de forragem, valor nutritivo.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the fermentation profile, microbiological growth, bromatological composition and aerobic stability of corn silage (*Zea mays*) with different inclusion levels of tifton-85 grass (*Cynodon* spp.). The levels were equal to 0, 25, 50, 75 and 100% based on the natural matter (NM), where the treatments: T1 = 100% corn silage; T2 = 75% corn silage with the inclusion of 25% tifton-85 grass; T3 = 50% corn silage and 50% tifton-85 grass; T4 = 25% corn silage and 75% tifton-85 grass and T5 = 100% tifton-85 grass silage. Microbiological analyzes were performed to count lactic acid bacteria (LAB), yeasts and fungi filaments by surface plating in BDA medium. Chemical-bromatological analyzes, fermentative losses and dry matter recovery were performed by silage sampling. The silages aerobic stability was evaluated by their temperature when exposed to the air. The experimental design was completely randomized and the data were submitted to analysis of normality of the residues using the Shapiro-Wilk tests at 5% of significance and a polynomial regression study was performed. The substitution up to the 38.8% NM level reduced the effluent production ($P < 0.05$). There was a linear reduction in dry matter recovery with increasing substitution levels ($P < 0.05$). The organic acids in the final opening period showed quadratic behavior, except for the propionic acid which was linear ($P < 0.05$). The pH values had a linear and increasing behavior when the opening occurred on days 2 and 7 and quadratic for openings after day 14, 21 and 60 ($P < 0.05$). The 51.50% NM level guaranteed the lowest proteolysis of the silage ($P < 0.05$). The 40% NM level presented the highest dry matter digestibility ($P < 0.05$). There was a linear reduction in fungal counts during aerobic stability with increasing substitution levels ($P < 0.05$). Greater aerobic stability was verified for silages with higher proportions of Tifton 85 grass. The 40% NM level guarantees the balance between fermentative losses, nutritive value and aerobic stability of silages.

Key words: Lactic acid bacteria, molds, grass, forage preservation, nutritional value

Introdução

A pastagem é a forma econômica de fornecer alimento para ruminantes. Todavia, apesar da maior parte do mundo oferecer condições ideais para o cultivo de pastagens de elevado potencial produtivo e valor nutritivo, não há como negligenciar o fenômeno que atingi todas as gramíneas naturais ou cultivadas, a sazonalidade. Em geral a produção das pastagens é caracterizada por alta e baixa intensidade produtiva, sendo elevada produção vegetal na época chuvosa e baixa na época seca (Neuman et al. 2007; Read et al. 2017).

Na época chuvosa com condições ideais para o desenvolvimento vegetal pode surgir à produção de material excedente. Neste sentido, a conservação do excedente de produção na forma de silagem pode ser alternativa para complementação do volumoso na entressafra. Além de reduzir o custo de produção, uma vez que a silagem de milho apresenta alto valor agregado. Entretanto, as forrageiras tropicais apresentam baixo conteúdo de carboidratos solúveis, matéria seca, comprometendo o rápido declínio do pH da silagem e conseqüentemente proporciona condições para o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*(McDonald et al. 1991; Muck et al. 2010; Cezário et al. 2015).

O capim-Tifton-85 apresenta alta relação folha: colmo conferindo a forrageira alto conteúdo de proteína bruta e boa digestibilidade, apresentando conseqüentemente alto valor nutritivo(Bow e Muir, 2010; Pontes et al. 2017).Vários estudos foram realizados buscando avaliar a eficiência da utilização de gramíneas na forma de silagem (Santos et al. 2014; Bureeno et al. 2016; Gomes et al. 2019). Entretanto, a literatura carece de informação sobre o efeito da associação do milho e capim-Tifton-85sobre as características do processo de fermentação e qualidade da silagem. E ainda até que ponto essa associação é benéfica para tais características.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o perfil fermentativo, crescimento microbiológico, composição bromatológica e a estabilidade aeróbica de silagem produzida à base de milho com diferentes níveis de inclusão de capim-Tifton-85.Tendo em mente a hipótese de que a substituição de milho por capim-Tifton-85 afetaria a fermentação, alterando a concentração dos ácidos orgânicos e pH, conseqüentemente, a microbiologia, o que poderia contribuir para a melhora na manutenção da estabilidade aeróbia. Além disso, os níveis crescentes de substituição proporcionariam aumento no valor nutritivo da silagem até um ponto ótimo.

Material e métodos

Local de execução do estudo

O estudo foi conduzido no laboratório de Microbiologia e Forragicultura e Pastagem do Instituto Federal Goiano – campus Rio Verde (17°48' S; 50°55' W; 748 m de altitude), localizado no município de Rio Verde, Goiás, Brasil. Segundo Köppen o clima é classificado como Tropical úmido (Aw) com inverno seco e verão chuvoso, apresentando 25°C e 1600 mm para temperatura e precipitação média anual, respectivamente.

Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos da silagem de milho (*Zeamays*) com diferentes níveis de substituição de capim-Tifton-85 (*Cynodon spp.*), sendo os níveis iguais a 0, 25, 50, 75 e 100 % com base na matéria natural (MN), em que: T1= 100% de silagem de milho; T2= 75 % de silagem de milho com a inclusão de 25% de capim-Tifton-85; T3= 50% de silagem de milho e 50% de capim-Tifton-85; T4= 25% silagem de milho e 75% de capim-Tifton-85 e T5= 100% de silagem de capim-Tifton-85.

Colheita e ensilagem

O milho e o capim-Tifton-85 foram colhidos com 30 e 27 % de matéria seca, respectivamente. Posteriormente foram picados em ensiladeira estacionária regulada para tamanho de partícula 30 mm. O material picado foi pesado na proporção adequada ao respectivo tratamento e ensilado em silos experimentais de PVC, com 100 mm de diâmetro e 400 mm de comprimento, com auxílio de soquetes de madeira até atingir a massa específica média de $608,88 \pm 44,23 \text{ kg m}^{-3}$. No fundo de cada silo foram colocados 1 kg de areia fina e seca, e uma tela de nylon com uma camada de tecido não tecido (TNT) entre a areia e a forragem.

Amostragem

Foram colhidas amostras para determinação da composição química bromatológica do milho e do capim-Tifton-85 no momento da ensilagem (500 g) que foram levadas imediatamente a estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Para determinação das análises microbiológicas foram colhidas 25 g da silagem de cada silo experimental no momento da ensilagem, 2, 7, 14, 21 e 60 dias, que foram levadas imediatamente ao laboratório de microbiologia para processamento. Foram colhidas 500

mg de amostra de silagem de cada silo, após 60 dias de fermentação, para determinação da composição bromatológica. Essas foram retiradas após a eliminação da silagem parte superior (10 cm) e inferior (10 cm) do silo e homogeneizada em local forrado com plástico. Após a colheita, as amostras foram levadas a estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Ainda no momento da abertura dos silos (2, 7, 14 e 21 dias) foram colhidas 25 g para determinação dos ácidos orgânicos. Foram ainda retiradas amostras para determinação do potencial de hidrogênio iônico (9 g) e uma contraprova de 500 g levada ao congelador.

Após a abertura dos silos experimentais foram colhidas ainda amostras (2 kg) para aferição da estabilidade aeróbia das silagens.

Perdas fermentativas e recuperação de matéria seca

As perdas fermentativas em forma de gases e efluentes e a recuperação de matéria seca foram determinadas por gravimetria (Jobim et al. 2007), definidas como:

$$PG = \frac{PCen - PCab}{MSen * MSab} \times 10000$$

$$E = \frac{Pab - Pen}{(MVfe)} \times 1000$$

$$RMS = \frac{(Mfab * MSab)}{(Mfe * MSfe)} \times 100$$

em que, PG: perdas por gases (% da MS); PCen: peso do silo cheio na ensilagem (kg); MSen: teor de MS da forragem na ensilagem (%); PCab: peso do silo cheio na abertura (kg); MSab: teor de MS da forragem na abertura (%); E: produção de efluente (kg/t de massa natural); Pab: peso do conjunto (tubo, areia e tela) na abertura (kg); Pen: peso do conjunto (tubo, areia, tecido não tecido e tela) na ensilagem (kg); MVfe: massa verde de forragem ensilada (kg); RMS: recuperação de matéria seca; Mfab: massa de forragem na abertura; Mfe: massa de forragem no fechamento; MSfe: teor de MS da forragem no fechamento.

Análise microbiológica

Foram colhidas 25 g de amostra de cada silo experimental nos tempos de fermentação de 0 (momento da ensilagem), 2, 7, 14, 21 e 60 dias. As amostras foram

homogeneizadas em 225 mL de solução salina estéril (água peptonada 0,1%), posteriormente, foi realizada a diluição seriada até 10^{-7} . A partir desta diluição foi feito plaqueamento em superfície em meio Agar Batata Dextrose (BDA) nas diluições 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} . Após plaqueamento, as placas foram incubadas por até 72 horas a 28°C para contagem de leveduras e até 120 horas para fungos filamentosos. Foram utilizadas as diluições de 10^{-5} , 10^{-6} e 10^{-7} em meio BDA, e as placas foram incubadas por 48 horas a 32°C para contagem de bactérias ácido-lácticas (BAL). A contagem das unidades formadoras de colônia (UFC) foi realizada em placas que continham de 25 a 250 colônias.

Análises laboratoriais

As análises químico bromatológicas do material *in natura* e da silagem foram realizadas para determinação da matéria seca (MS; Método 934.01; AOAC, 1990); matéria mineral (MM; Método 934.01; AOAC, 1990); proteína bruta (PB), obtida pela determinação do N total e o fator de correção 6,25 (Método 920.87; AOAC, 1990); extrato etéreo (EE; Método 920.85; AOAC, 1990). A fibra em detergente neutro (FDN; Mertens, 2002); fibra em detergente ácido (FDA; Método 973.18; AOAC, 1990); e lignina em ácido sulfúrico (Van Soest e Robertson, 1985). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada utilizando o equipamento “Daisy incubator” da Ankom Technology conforme metodologia descrita por Tilley e Terry (1963). O potencial de hidrogênio iônico (pH) e o nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foram determinados conforme metodologia descrita por Bolsen et al. (1992). Os ácidos orgânicos (ácido láctico, acético, propiônico e butírico) foram determinados em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC) de acordo com Kung Junior (1996). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Estabilidade aeróbia

A estabilidade aeróbia das silagens foi avaliada por meio da temperatura das mesmas expostas ao ar, de acordo com método descrito por Moran et al. (1996). Amostras de 2 kg de cada silo após 60 dias de ensilagem foram colocadas em recipientes plásticos sem tampa. As temperaturas das silagens e do ambiente foram mensuradas a cada cinco minutos com auxílio de *dataloggers*, inseridos no centro da massa em cada recipiente. Avaliou-se o tempo em horas para elevação da temperatura em 2°C em relação a temperatura ambiente. Durante a avaliação da estabilidade foram

realizadas amostragens no período de 0, 1, 3, 6 e 9 dias de exposição ao ar para determinação de pH e contagem de micro-organismos (leveduras e fungos filamentosos), que são indicadores de deterioração aeróbia. A determinação do perfil microbiológico no período de estabilidade aeróbia seguiu os procedimentos já descritos no tópico análises microbiológicas.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso (DIC), composto por cinco tratamentos de substituição de milho por capim-Tifton-85 e cinco períodos de abertura, com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais (minisilos). Os dados obtidos das análises microbiológicas foram submetidos primeiramente ao cálculo de média, multiplicada pela diluição (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} e 10^{-7}) e por fim aplicado o logaritmo de base dez.

Os dados foram submetidos a análise de normalidade dos resíduos empregando os testes Shapiro-Wilk. Após, foi realizada a análise de variância (ANOVA) a 5% de significância, com a verificação de diferenças significativas entre as médias de tratamentos foi realizado o estudo de regressão polinomial, considerando o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = m + t_{ij} + e_{ij},$$

em que,

Y_{ij} é o valor observado na unidade experimental em função dos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 (i), na repetição j;

m é a média geral;

t_{ij} é efeito do nível de substituição;

e_{ij} é o erro experimental da unidade experimental que recebeu os níveis de substituição

Os procedimentos de análise de dados foram executados por meio do software R Development Core Team (2016) utilizando o pacote ExpDes (Ferreira et al. 2014).

Resultados e Discussão

Perdas fermentativas e recuperação de matéria seca

A produção de efluente variou de 54,82 a 161,30 kg t⁻¹ de MN nas silagens de milho substituído por capim-Tifton-85 (Tabela 3), sofrendo efeito dos níveis de substituição (P<0,05). Verificou-se comportamento quadrático para os níveis de substituição nas silagens (P<0,05), estimando valor mínimo de produção de efluentes

(56,93 kg t⁻¹ MN) para o nível de 38,82 %MN de capim-Tifton-85 (Figura 1). O comportamento quadrático dos níveis de substituição possivelmente é resultado da redução da porosidade da massa ensilada, conseqüentemente melhor compactação, garantindo a exaustão rápida do oxigênio e ao baixo desenvolvimento de micro-organismos indesejados (Holmes; Bolsen, 2009). Em segundo momento, o aumento na produção de efluente é resultado do incremento de umidade na massa ensilada, 3 unidades percentuais, (Tabela 2), na capacidade tamponante do Tifton-85, (28,00 e 2,52mEq/100 g MS) respectivamente; na redução nos teores de carboidratos solúveis (20,2 e 66 g kg⁻¹) respectivamente; e na dificuldade na compactação, e somados dificultam a boa fermentação da planta forrageira, levando ao desenvolvimento de enterobactérias e clostrídios e aumento na produção de efluentes (Neres et al. 2014; Sucu et al. 2016; Barmaki et al. 2017),.

Outro fator que pode ter contribuído para maior produção de efluentes nas silagens com maior proporção de capim-Tifton-85 (Figura 1) foi o tamanho de partícula único para as duas plantas forrageiras (30 mm), ficando fora do intervalo recomendado para forrageiras úmidas. Segundo a Wilkinson e Rinne (2017) forragens murchas ou secas (28 a 35 g kg⁻¹ MS) podem ser processadas com comprimento médio de partícula de 25 a 50 mm para facilitar a compactação e evitar perdas. Entretanto, forragens úmidas (20 a 28 g kg⁻¹ MS) devem ser processadas com comprimento médio de 80 a 100 mm para reduzir a produção de efluentes. Em adição, Silva et al. (2015) relataram que silagens com conteúdo menor que 30 g kg⁻¹ MS podem apresentar alta produção de efluentes por fermentação de bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em perdas de compostos solúveis e minerais.

A produção de efluente além de representar perda de nutrientes para a produção animal ainda é um potencial poluir do meio ambiente causando maiores danos que o esgoto doméstico quando não controlado ou tratado, demandando valores superiores a 49.000 mg L⁻¹ de oxigênio para oxidar a matéria orgânica (Gebrehanna et al. 2014). Valores inferiores de produção de efluentes foram observados para silagem de capim-elefante (25,2 a 31,3 kg t⁻¹ MN), milho (19,57 a 29,54 kg t⁻¹ MN) (Santos et al. 2013; Coelho et al. 2018).

A perda de matéria seca na forma de gases não foi influenciada (P>0,05) pelos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 (Tabela 3), apresentando valor médio de 0,1674 %MS de perda (Figura 1). O desenvolvimento de micro-organismos produtores de gases (bactérias gênero *Clostridium* e enterobactérias) entre as silagens

podem não ter sido suficiente para garantir diferenciação na produção de gases. Outro fator para este resultado pode ser a grande variação entre as repetições que influiu o coeficiente de variação (CV= 40, Tabela 3) e conseqüentemente a diferença mínima significativa (DMS) prejudicando a acurácia do teste estatístico. Andrade et al. (2010) não verificaram efeito da adição de diferentes níveis de farelo de mandioca, casca de café e farelo de cacau sobre a produção de gases durante a fermentação de capim-elefante, apresentando valores médios superiores (6,1; 3,0 e 2,8 %MS, respectivamente) ao encontrados no presente estudo. Basso et al. (2012) relataram valores superiores (4,93 %MS) aos encontrados para perda de MS na forma de gases de silagem de milho. Neste sentido, os baixos valores de produção de gases indicam que houve fermentação adequada das silagens.

A recuperação de matéria seca (RMS) das silagens sofreu efeito dos níveis de substituição (Tabela 3), obtendo comportamento linear decrescente ($P < 0,05$). Em que, a cada 1% de milho substituído por capim-Tifton-85 reduziu em 0,2025% (Figura 1). Este resultado indica que a substituição do milho por capim-Tifton-85 pode levar a perdas significativas de MS, decorridas pelo somatório das perdas ocorridas na forma de efluentes e gases nas silagens produzidas (principalmente o primeiro, Figura 1).

Corroborando com a RMS estão as concentrações crescentes de ácido butírico observados nas silagens produzidas (Figura 3), indicando fermentação indesejada que podem ser responsáveis por até 51 % de perda na MS e 18% no conteúdo de energia bruta (McDonald et al. 1991; Muck, 2010). As perdas de MS durante o processo de produção de silagem são classificadas em inevitáveis (respiração da planta após o corte, fermentação, produção de efluentes e secagem a campo) e evitáveis (fermentações secundárias, deterioração aeróbica no armazenamento e deterioração aeróbica a partir da abertura do silo), em que o somatório das mesmas deve atingir o limite máximo de 10% (McDonald et al. 1991).

Com base nesse parâmetro o nível máximo de substituição máximo estimado deve ser de 25,77 %MN. Neres et al. (2014) relataram valores superiores de RMS (80%) aos encontrados no presente estudo para silagem exclusiva de capim-Tifton-85 indicando fermentação de maior qualidade, podendo estar ligado ao conteúdo de umidade das forragens.

Perfil microbiológico

Independente do período de fermentação das silagens (Tabela 4) apenas a contagem de fungos filamentosos apresentou efeito da substituição de milho por capim-Tifton-85 para todos os dias de abertura ($P < 0,05$), com exceção do período de 60 dias de fermentação que apresentou efeito significativo apenas para contagem de BAL ($P < 0,05$). Foi verificado comportamento linear decrescente para os níveis de substituição aos 2, 7, 14 e 21 dias de fermentação das silagens, com reduções de 0,0215; 0,0480; 0,0480 e 0,0463 log UFC g⁻¹ de silagem, respectivamente (Figura 2). Neres et al. (2013) relataram valores médios superiores para contagem de BAL e fungos em silagem de capim-Tifton-85, 6,83 e 4,36 log UFC g⁻¹.

A redução na contagem de fungos filamentosos nas silagens com acréscimos nos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 deve-se à exaustão do oxigênio com o avançar a fermentação (2,7,14 e 21 dias), pois, são estritamente aeróbicos (Muck, 2010), e de menor produção de ácido acético das silagens com maiores níveis de substituição (Figura 3), uma vez que o ácido acético é altamente antimicrobiano (Woolford, 1990). Em adição, a produção de ácido propiônico via degradação de 1,2-propanodiol (Kroonerman et al. 2002) nas silagens podem apresentar efeito sinérgico sobre a contagem de fungos, uma vez que também apresenta efeito antimicrobiano (Moon, 1983; Morais et al. 2017).

França et al. (2015) relataram redução na contagem de fungos de 0,03 log UFC g⁻¹ de silagem para cada dia de fermentação em silagens de farelo úmido de glúten de milho. Em meta-análise realizada por Blajman et al. (2018) visando estabelecer os efeitos das fermentações homofermentativas e heterofermentativas sobre a qualidade da silagem de milho, os autores relataram que a maior produção de ácido acético e propiônico nas silagens são decorrentes da redução no desenvolvimento de fungos na massa ensilada.

Contudo, o desenvolvimento de fungos na silagem é indesejável, já que estão envolvidos no processo de deterioração, consumindo açúcar e ácido láctico após a exposição ao ar (Moon, 1983). Outro fator importante sobre o desenvolvimento de fungos nas silagens é seu impacto negativo sobre a fibra da forragem, uma vez que volumosos fornecem fibra dietética ao animal, além da produção de micotoxinas que é prejudicial para saúde dos animais que consomem o alimento contaminado (Scudamore e Livesey, 1998; Muck, 2010).

Para BAL aos 60 dias de fermentação foi verificado comportamento quadrático

para os níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 ($P < 0,05$), estimando ponto mínimo próximo a zero para o nível de 36,92 %MN de substituição (Figura 2). Este resultado pode estar relacionado com a inibição do desenvolvimento de BAL pela redução do pH pela produção de ácidos orgânicos (Figura 4), principalmente ácido lático, e a menor perda dos mesmos via efluente (Figura 1). Posteriormente, com o aumento nos níveis substituição de capim-Tifton-85 proporcionou condições ótimas de desenvolvimento para as BAL, por causa da resistência queda do pH, pela maior capacidade tampão (Figura 4) e a menor concentração de ácidos orgânicos fortes, pelo menor conteúdo de carboidratos solúveis disponíveis e por perdas na forma de efluente por lixiviação (Figura 1). Confirmando estes argumentos McDonald et al. (1991) relataram que pH abaixo de 3,8 inibe o desenvolvimento de BAL. E Siqueira et al. (2010) relataram que o aumento pH das silagens acima do limite (3,8) proporcionou o aumento na produção de ácido lático, uma vez que garante as BAL uma faixa ótima de desenvolvimento.

Não foram detectadas UFCs de leveduras durante os períodos de abertura das silagens (Tabela 4 e Figura 2). A ausência de leveduras nas silagens pode estar relacionada com a exaustão de açúcares remanescentes, após a fermentação láctica (Figura 3), quando as BAL são inibidas pelo pH baixo. Este resultado aponta boa fermentação, uma vez que as leveduras podem ser responsáveis pela depressão na qualidade da silagem via produção de etanol (Muck, 2010).

Perfil fermentativo das silagens

As concentrações dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) das silagens com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) para a abertura, após 2 dias de fermentação (Tabela 5). A concentração média foi de 107,39 g kg⁻¹ MS para ácido lático, 31,53 g kg⁻¹ MS para ácido acético, 0,85 g kg⁻¹ MS para ácido propiônico e 26,15 g kg⁻¹ MS para ácido butírico. A ausência de diferenças está relacionada com a fase de consumo de oxigênio no interior dos silos, em que há ainda pouco desenvolvimento de micro-organismos anaeróbicos produtores de ácidos. Em adição, os altos valores de coeficiente de variação encontrados podem explicar a falta de poder do teste (por exemplo, lático, acético e butírico; (Tabela 5), que pode ser atribuída ao período inicial de fermentação com pouca estabilidade no processo.

Houve efeito nas concentrações dos ácidos orgânicos, após 7 dias de

fermentação ($P < 0,05$). Verificou-se efeito quadrático para ácido láctico, acético e propiônico ($P < 0,05$) (Tabela 5). Foi estimado valor máximo de $76,81 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para ácido láctico e $25,11 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para ácido acético para os níveis de substituição de 33,42 e 29 %MN de milho por capim-Tifton-85 e mínimo de $0,7924 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para substituição de 18,7% MN, respectivamente (Figura 3). Todavia, verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para ácido butírico nas silagens, para cada 1% de substituição houve acréscimo de $0,238 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ na concentração (Figura 3). O comportamento quadrático das concentrações dos ácidos láctico, acético e propiônico é resultado da melhor fermentação da combinação dos níveis de substituição do milho por capim-Tifton-85, principalmente pelas menores perdas de nutrientes e produtos da fermentação observados na forma de efluente (Figura 1). Já o aumento linear nas concentrações de ácido butírico é fruto da maior capacidade tampão com aumento na proporção de capim-Tifton-85 em relação ao milho, impedindo a rápida queda do pH (Figura 4) das silagens, proporcionando condições de desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* que são responsáveis pela produção de ácido butírico em detrimento aos demais ácidos orgânicos (Figura 2).

Essa dinâmica de fermentação de substituição do milho por capim-Tifton-85 explicam os aumentos crescentes de ácido butírico e a reduções nas concentrações dos ácidos láctico, acético e propiônico. Segundo McDonald et al. (1991) as bactérias do gênero *Clostritium* realizam a fermentação do ácido láctico em ácido butírico, diminuindo assim o potencial de acidificação do meio e redução do pH, uma vez que o primeiro é um ácido forte e o segundo é um ácido fraco.

As concentrações dos ácidos orgânicos após 14 dias de fermentação apresentaram efeito dos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 ($P < 0,05$), com exceção do ácido acético ($P > 0,05$) (Tabela 5). Para o ácido láctico, verificou-se comportamento quadrático ($P < 0,05$), estimando valor máximo de $52,39 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para o nível de 83,02 %MN de capim-Tifton-85 em substituição ao milho (Figura 3). Já, para a concentração do ácido propiônico aos 14 dias de fermentação verificou-se comportamento linear crescente ($P > 0,05$) (Tabela 4), apresentando acréscimo de $0,0032 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para cada 1% de capim-Tifton-85 em substituição ao milho (Figura 3).

Para o ácido butírico foi verificado efeito quadrático para os níveis de substituição ($P < 0,05$) (Tabela 5), estimando valor mínimo de $15,14 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para o nível de 9,45 %MN (Figura 3). O comportamento crescente de ácido láctico até o ponto de mudança está relacionado com as melhores condições de fermentação por bactéria

homofermentativas obtidas com as menores perdas na forma de efluente (Figura 1). Após esse nível de substituição, o comportamento decrescente nas concentrações de ácido láctico está relacionado com a maior perda em forma de efluentes e a fermentação do mesmo em ácido butírico (McDonald et al. 1991), que pode ser observada pelo comportamento quadrático inverso do mesmo (Figura 3).

Já o acréscimo na concentração de ácido propiônico com aumento nos níveis de substituição pode ser fruto da tendência a maior fermentação heterolática, principalmente pelos elevados valores de pH observados (pH), propiciando condições para o desenvolvimento de alguns micro-organismos como *Propionibacterium* sp. e *Clostridium propionicum* (McDonald et al. 1991).

As concentrações dos ácidos orgânicos, após 21 dias de fermentação, apresentaram efeito nos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 ($P < 0,05$) (Tabela 5). Verificou-se comportamento quadrático para todos os ácidos orgânicos analisados ($P < 0,05$), com exceção do ácido propiônico. Foram estimados os valores máximos de 58,46, 14,53 e 23,84 g kg⁻¹ para substituição os níveis de 41,25, 35,43 e 47,24% MN para ácido láctico e acético, respectivamente (Figura 3). Comportamento linear crescente foi verificado para a concentração de ácido propiônico ($P < 0,05$), em que a cada 1% de milho substituído por capim proporciona acréscimo de 0,0018 g kg⁻¹ MS na concentração do ácido (Figura 3). O comportamento quadrático dos ácidos acéticos deve-se ao padrão de perdas por efluente já observado e discutido anteriormente (Figura 1). E, o aumento linear do ácido propiônico é resultado provavelmente das melhores condições para o desenvolvimento de *Propionibacterium* sp. e *Clostridium propionicum* (McDonald et al. 1991).

De modo geral, a concentração de ácido láctico das silagens para os níveis de substituição estimados está próxima a relatada por McDonald et al. (1991), que é de 50 g kg⁻¹ MS, indicando adequada fermentação da massa ensilada. Já em relação ao conteúdo de ácido acético, as silagens produzidas apresentam indícios de fermentação indesejada, uma vez que apresentaram valores acima de 8 g kg⁻¹ MS. Entretanto, Tomich et al. (2003) reportaram que concentrações de até 35 g kg⁻¹ MS podem ser consideradas como de boa qualidade, sendo este limite acima dos valores encontrados para as presentes silagens (Figura 3). O mesmo foi observado para o conteúdo de ácido propiônico, em que as silagens produzidas não ultrapassaram o limite (10 g kg⁻¹ MS) para serem consideradas de boa qualidade (Mahanna, 1994; Kaiser et al. 2004). Entretanto, a concentração de ácido butírico das silagens foi superior ao recomendado

por McDonald et al. (1991) e Mahanna (1994, que é de $1 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$, indicando que as silagens produzidas apresentaram fermentações indesejadas, diminuindo o valor nutritivo da forrageira ensilada.

O pH das silagens variaram de 3,37 a 4,57 no intervalo de abertura de 2 a 60 dias de fermentação (Tabela 5). Houve efeito dos níveis de substituição de milho por Tifton-85 sobre o pH das silagens nos diferentes períodos de abertura ($P > 0,05$). Com estudo de regressão verificou-se efeito linear crescente dos níveis de substituição ($P > 0,05$), para o pH nos períodos de 2 e 7 dias de fermentação, estimando acréscimos de 0,0093 e 0,0086 unidades para cada 1% de milho substituído durante a ensilagem (Figura 4). Entretanto, para os períodos de 14, 21 e 60 dias de fermentação verificou-se efeito quadrático ($P > 0,05$) dos níveis de substituição sobre o pH das silagens (Tabela 5). Com estudo de regressão foram estimados valores mínimos de 3,09, 3,42 e 3,46 para os níveis de 21, 10,5 e 17,5 %MN de substituição para abertura após 14, 21 e 60 dias de fermentação, respectivamente (Figura 4).

As silagens mistas produzidas após 7 dias de fermentação podem ser consideradas de qualidade, uma vez que apresentaram valores médios abaixo ou dentro do intervalo de 3,8 a 4,2 (McDonald et al. 1991), com exceção da silagem exclusiva de capim-Tifton-85 (nível de 100% MN). Este intervalo de pH garante a inibição de enzimas proteolíticas da planta, enterobactérias e clostrídios, garantindo a conservação da forrageira ensilada (Zhang et al. 2016). Valores mais altos são relatados na literatura para silagens exclusivas de capim, estabilizando com valores próximos a 4,9 (Cezário et al., 2015). O comportamento linear crescente observado para pH das silagens após 2 e 7 dias de fermentação com diferentes níveis de substituição (Figura 4), é oriundo do menor conteúdo de carboidrato solúvel do capim-Tifton-85 em relação ao milho, deprimindo a produção de ácidos orgânicos (Brüning et al. 2017) e maior conteúdo de substâncias tamponantes como íons de potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (Smith, 1962), consequentemente reduzem a velocidade de queda do pH e garantem uma silagem com pH mais elevado. É de conhecimento do meio científico que silagens de capim estabilizam com valor mais elevado de pH (Cezário et al. 2015).

Entretanto, o comportamento quadrático dos valores de pH após 14, 21 e 60 dias e após a fermentação, é fruto de redução da perda na forma de efluente (Figura 1) que garantiu maior conteúdo de substratos para produção de ácidos orgânicos fortes (Figura 3), levando aos menores pH (Figura 4). E, posteriormente o sinergismo de eventos contribui para os maiores valores de pH, como: a maior produção de ácido butírico que

é um ácido mais fraco (Muck, 2010), a maior capacidade tampão (Smith, 1962), menor quantidade de carboidratos solúveis (Brüning et al. 2017), o maior conteúdo de umidade da silagem (Tabela 2) e ainda a maior proteólise (Figura 4).

Portanto, assim como o pH, o nitrogênio amoniacal com base no nitrogênio total (N-NH₃/NT) também sofreu efeito dos níveis de substituição (P<0,05) (Tabela 5). Verificou-se efeito quadrático (P<0,05), sendo estimado o valor mínimo de 3,28%N-NH₃/NT com a substituição de 51,50 %MN do milho por capim-Tifton-85 (Figura 4). Este resultado é em virtude dos diversos fatores citados acima, que garantiram a redução do pH a valores mínimos. Estes fatores proporcionaram a redução do desenvolvimento de micro-organismos que degradam a proteína da forragem, como bactérias do gênero *Clostridium*, que são produtoras de ácido butírico (Figura 3). Cezário et al. (2015) relataram valores superiores aos encontrados no presente estudo para N-NH₃ igual *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com 35 dias de idade (9,1 %NT). Contudo, com base neste parâmetro todas as silagens produzidas são consideradas como de boa qualidade, uma vez que apresentaram teores de N-NH₃/NT inferiores ao limite de 10% NT (McDonald et al. 1991).

Estabilidade aeróbica

Após três dias de estabilidade aeróbia, a contagem de BAL não apresentou diferença significativa (P>0,05) entre as silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 (Tabela 7), apresentando média de 0,94 log UFC g⁻¹ de silagem (Figura 7). Entretanto, verificou-se efeito sobre a contagem de fungos filamentosos (P<0,05). Com estudo de regressão foi observado linear decrescente (P<0,05), com redução de 0,07 log UFC g⁻¹ de silagem para cada 1% de milho substituído por capim-Tifton-85.

Em relação ao sexto dias após a abertura dos silos, as silagens apresentaram efeito dos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 para a contagem de BAL (P<0,05) (Tabela 7). Foi verificado comportamento quadrático para BAL (P<0,05), estimado o valor de mínimo próximo ao zero para o nível de 72,14 %MN de Tifton-85 (Figura 7). Entretanto, verificou-se efeito linear decrescente (P<0,05), para contagem de fungos em função dos níveis de substituição (Tabela 6), em que a cada 1% de milho substituído resultou na redução de 0,07 log UFC g⁻¹ de silagem (Figura 7).

Não houve diferença significativa para a BAL e fungos após nove dias de exposição ao ar (P>0,05) (Tabela 7), apresentando valor médio de 7,49 e 5,39 log

UFCg⁻¹ de silagem (Figura 7). Não foram detectadas UFCs de leveduras durante o período de exposição ao ar. O comportamento quadrático observado para a contagem de BAL possivelmente deve-se ao maior pH das silagens com o maiores níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85, além dos menor conteúdo de substrato como açúcares remanescentes e produtos da fermentação para o desenvolvimento destes micro-organismos. Neste sentido, Andrade et al. (2012) afirmam que, a deterioração de gramíneas tropicais são realizadas principalmente por bactérias aeróbias, devido a características de pH e ausência de substrato. A redução na contagem de fungo com o aumento nos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 deve-se ao efeito sinérgico da combinação da produção de ácido acético e propiônico (Figura 3), que são capazes de reduzir o crescimento de fungos, aumentando assim, a estabilidade aeróbia das silagens (Moon, 1983).

A silagem de milho exclusiva foi a que apresentou maiores temperaturas durante o período de exposição ao ar, seguida dos níveis 25, 50, 75 %MN e, por fim pela silagem exclusiva de capim-Tifton-85 (Figura 8). A máxima temperatura (MT) atingida pelas silagens de milho após a exposição ao ar sofreu efeito ($P < 0,05$) dos diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85 (Tabela 8), sendo verificado comprimento linear decrescente com redução de 0,1013 °C a cada 1% de milho substituído. A redução linear na MT é fruto do menor desenvolvimento de micro-organismos deterioradores como fungos (Figura 8), por causa do menor conteúdo de carboidratos solúveis disponíveis, após a fermentação e menor conteúdo de produtos da fermentação, ácido láctico (Figura 3), em consequência da menor oferta de carboidratos solúveis disponíveis com o aumento dos níveis de capim-Tifton-85. Além do sinergismo das concentrações de ácido acético e propiônico (Figura 3) que desempenham papel de inibição do desenvolvimento de fungos (Moon, 1983; Muck, 2010).

O tempo para atingir a máxima temperatura não sofreu efeito dos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 ($P > 0,05$). O tempo para atingir a quebra da estabilidade aeróbia (TMQE) apresentou aumentos numéricos com acréscimo nos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85, mas para os níveis de 75 e 100 %MN o período de avaliação não foi suficiente para detectar a ocorrência do evento (Tabela 8). Apenas as silagens com os níveis de 0, 25 e 50 %MN apresentaram a diferenças de temperatura em relação ao ambiente maiores que a limite (2°C), caracterizando a quebra da estabilidade aeróbia, sendo a diferença com maior expressão na silagem exclusiva de milho (Figura 8). Outro aspecto importante é o tempo em que cada silagem produzida

leva para atingir a quebra da estabilidade, a silagem de milho é a mais precoce, seguida do nível 25 e 50 %MN de substituição.

O maior TMT e TMQE observados com o aumento no nível de substituição de milho por capim-Tifton-85 são resultado do menor conteúdo de carboidratos solúveis remanescentes e produtos da fermentação, como ácido láctico (Figura 3), que são substratos para os micro-organismos aeróbicos que causam a deterioração da silagem, e que geram calor durante esse processo. Neste sentido, silagens com maiores proporções de milho são mais susceptíveis a deterioração aeróbia, pela grande quantidade de carboidratos solúveis e alto teor de amido (Castro et al. 2006). Consequentemente produzindo maior calor e redução no valor nutritivo, devido ao maior desenvolvimento de micro-organismos, como fungos e leveduras (Bernardes et al. 2009).

As silagens produzidas com os níveis de 75 e 100 %MN de substituição não atingiram a temperatura limite (2°C acima da temperatura ambiente) para que ocorresse a quebra da estabilidade aeróbia dentro do período de tempo avaliado no presente estudo (216 horas). O comportamento esperado era quadrático para TMQE sendo inverso às perdas fermentativas, por exemplo, efluente; (Figura 1) e similar a DIVMS (Figura 6), em que houve menores perdas de nutrientes e consequentemente maiores produções de ácido láctico (Figura 3), resultando em uma silagem com maior qualidade.

Entretanto, como observado o tempo de avaliação da estabilidade aeróbia foi insuficiente para detectar a TMQE dos níveis 75 e 100 %MN, devido ao menor desenvolvimento de micro-organismos deterioradores (Figura 7), em função da ação do ácido acético e propiônico e dos menores conteúdos de substratos remanescentes da fermentação (Moon, 1983; Morais et al. 2017). Neres et al. (2013) reportam que silagens exclusivas de capim-Tifton-85 apresentam alta estabilidade aeróbia, uma vez que não aumentos rápidos de temperatura caracterizando deterioração da mesma (Castro et al. 2006).

Neste sentido, estudos posteriores devem aumentar o período de avaliação da estabilidade aeróbia a fim de detectar o ponto de quebra da estabilidade destas silagens.

Composição química bromatológica

O teor de matéria seca (MS) das silagens variou de 246,60 a 313,90 g/kg da matéria natural (MN) (Tabela 6), sofrendo efeito da substituição de milho por capim-Tifton-85 ($P < 0,05$). A MS das silagens apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), em que foi estimada a redução de aproximadamente 0,6886 g/kg MS para

cada 1% de milho substituído por Tifton-85 com base na MN (Figura 5). A redução linear observada no teor de MS das silagens é pela diferença entre as forragens que compõem a silagem. Uma vez que o capim-Tifton-85 apresenta conteúdo de MS que o milho (Tabela 2), e confere efeito de diluição dessa fração à medida que o capim é adicionado. Neste sentido, Bergamaschine et al. (2006) relataram que gramíneas tropicais apresentam baixo conteúdo de MS (>300 g/kg MN), e pode levar a maior formação de efluentes, além da maior possibilidade de fermentação por enterobactérias e *Clostridium*, conseqüentemente depreciando a qualidade da silagem final e a aceitabilidade pelos animais (Muck e Shinnors, 2001). Efeitos inversos, mas com mesmo princípio foram relatados por diversos autores que empregaram aditivos sequestrantes de umidade, como: casca de café, farelo de mandioca e farelo de cacau (Andrade et al. 2010), farelo de arroz (Negrão et al. 2016) e farelo de babaçu (Rezende et al. 2011).

O teor de matéria mineral (MM) variou de 16,7 a 18 g kg⁻¹ MS, foi verificado efeito significativo dos níveis de inclusão sobre a MM ($P<0,05$) (Tabela 6). Houve efeito linear decrescente ($P<0,05$), sendo a redução de 0,0129 g kg⁻¹ MS na MM para cada 1% MN de Tifton-85 adicionado (Figura 5). Este resultado por ser fruto da maior produção de efluente nas silagens com o aumento dos níveis de substituição (Figura 1), devido as maiores possibilidades de perdas, com isso ocorre perdas do material orgânico, aumentando a participação relativa de cinzas. O efluente é uma fonte carreadora do conteúdo mineral das silagens por meio da lixiviação (Loures et al. 2003; Brant et al. 2017). Neste sentido, Purves e McDonald (1963) relataram que o conteúdo de minerais no efluente chega a ser superior aos encontrados na silagem final.

A substituição do milho por capim-Tifton-85 influenciou o teor de proteína bruta (PB) das silagens ($P<0,05$) (Tabela 6). Verificou-se linear efeito crescente para os níveis de substituição ($P<0,05$), com acréscimo de 0,9968 g kg⁻¹ MS para cada 1% MN de milho substituído (Figura 5). Já o aumento linear nos teores de proteína bruta (PB) é resultado do maior conteúdo dessa fração no capim-Tifton-85 do que no milho (Tabela 2). Animais ruminantes apresentam exigência mínima de 70 g kg⁻¹ MS de PB para a manutenção dos micro-organismos ruminais a fim de não comprometer a utilização de carboidratos fibrosos dietéticos (Lazzarini et al. 2009). Neste sentido, todas as silagens produzidas garantem o nível mínimo de PB para ruminantes, sendo superado em grande relevância com o aumento da substituição de milho por capim-Tifton-85 que apresenta alta relação lâmina foliar: colmo. Um ponto importante a favor do emprego do capim-

Tifton-85 em silagens mistas é o incremento significativo no teor de PB das silagens, uma vez que a mesma é considerada o ingrediente mais oneroso na formulação de dietas (Gutierrez et al. 2018). Neres et al. (2014) relataram valor de 182,20 g kg⁻¹ de PB para silagem exclusiva de Tifton-85, valor semelhante ao encontrado neste trabalho (tabela 6) com 100% de silagem de capim-Tifton-85 o teor de PB chegou a 167,93 g kg⁻¹.

O teor de extrato etéreo (EE) das silagens confeccionadas não sofreu efeito dos níveis de substituição de milho por Tifton-85 ($P > 0,05$) (Tabela 6), apresentando valor médio de 45,30 g kg⁻¹MS (Figura 5). Valores de EE das silagens produzidas estão acima do relatado na literatura para silagens exclusivas de milho e Tifton-85, 17,00 e 24,60 g kg⁻¹ MS, respectivamente (Barmaki et al. 2017; Avila et al. 2017). Com o processo de fermentação da silagem há concentração nos conteúdos das frações, pelo consumo de carboidratos solúveis para produção de ácidos orgânicos, consumo de MS e perdas na forma de efluentes e gases (Borreani et al. 2018), explicando a maior concentração de EE nas silagens produzidas em relação ao material *in natura*. A ausência de significância entre as silagens produzidas para EE deve-se a proximidade dos conteúdos dessa fração nas matérias-primas (Tabela 2). Contudo, as silagens produzidas no presente estudo apresentam teores de EE abaixo do limite (60 a 70 g kg⁻¹ MS) recomendado pelo National Research Council (NRC, 2001).

O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) foi influenciado pela substituição de milho por Tifton-85 ($P < 0,05$) (Tabela 6). Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$), em que a cada 1% MN de substituição reduziu a FDN em 1,7136 g kg⁻¹MS (Figura 6). A redução linear no conteúdo de FDN observado com aumento nos níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 é resultado da menor proporção dessa fração entre as forrageiras constituintes das silagens (Tabela 2), conferindo efeito de diluição da FDN nas silagens de acordo com o nível de substituição. Neres et al. (2014) relataram valores de 732,10 g kg⁻¹ MS de FDN para silagem exclusiva de capim-Tifton-85, está acima dos valores encontrados (aproximadamente 33 g kg⁻¹ MS). Entretanto, valores de FDN para silagem exclusiva de milho estão acima dos relatados na literatura, que variam de 424 a 611 g kg⁻¹ MS (Barmaki et al. 2017; Izumi et al. 2018), e demonstra grande variabilidade entre as estimativas de seu conteúdo.

Houve efeito da substituição nas silagens para o conteúdo de fibra em detergente ácido (FDA) ($P < 0,05$) (Tabela 6). Verificou-se efeito linear crescente para os níveis de substituição ($P < 0,05$), estimando acréscimo de 0,9898 g kg⁻¹ MS para cada 1% de milho substituído por Tifton-85 (Figura 6). O aumento no teor de FDA das silagens com a

substituição crescente deve-se ao maior conteúdo dessa fração no capim-Tifton-85 em relação a milho, aproximadamente 80 g kg⁻¹ MS maior (Tabela 2). Neres et al. (2014) e Avila et al. (2017) relataram valores de 396,20 e 388 g kg⁻¹ MS de FDA para silagens exclusivas de Tifton-85 que estão dentro do intervalo encontrado no presente estudo.

A concentração de celulose (CEL) das silagens variou de 313,20 a 363,50 g kg⁻¹MS (Tabela 6). Não houve efeito dos níveis de substituição sobre a CEL (P>0,05) (Figura 6). Esse resultado possivelmente, deve-se a proximidade no conteúdo dessa fração entre as forrageiras utilizadas para a confecção das silagens (Tabela 2). Barmaki et al. (2017) relataram conteúdo de 253 g kg⁻¹ MS e Izumi et al. (2018) reportaram conteúdo de 184 g kg⁻¹ para CEL valores estes abaixo dos encontrados no presente estudo, indicando grande variabilidade nas estimativas entre os estudos. Neres et al. (2014) relataram valor inferiores de CEL (320,80 g kg⁻¹ MS) para silagem exclusiva de capim-Tifton-85.

Entretanto, houve efeito sobre a concentração de hemicelulose (HEM) das silagens (P<0,05) (Tabela 6). Verificou-se efeito linear decrescente (P<0,05), estimando redução de 2,4102 g kg⁻¹ MS para cada 1% de substituição (Figura 6). A redução dos teores de HEM deve-se a menor concentração dessa fração no capim-Tifton-85 em relação ao milho (Tabela 2), realizando efeito de diluição na silagem final. Neres et al. (2014) relataram valor superior de HEM ao encontrados no presente estudo para silagem exclusiva de capim-Tifton-85(335,80 g kg⁻¹ MS). Todavia, valores inferiores foram relatados para silagem exclusiva de milho (229 g kg⁻¹ MS) (Ferraretto et al. 2018). A variação nos conteúdos de CEL e HEM podem estar ligados com a determinação das frações de FDN e FDA, uma vez que seu conteúdo é obtido pela diferença das mesmas.

O teor de lignina (LIG) sofreu efeito dos níveis de substituição de milho por Tifton-85 (P<0,05) (Tabela 6). Verificou-se efeito linear crescente (P<0,05), estimando acréscimo de 0,1163 g kg⁻¹ MS para 1% de substituição (Figura 6). A substituição de milho por capim-Tifton-85 aumentou o teor de LIG nas silagens, resultado ligado a maior concentração de LIG no capim do que no milho (Tabela 2). Valores superiores foram relatados na literatura para o conteúdo de LIG em silagens exclusivas de capim-Tifton-85 e milho (60,30 e 46,30 g kg⁻¹ MS, respectivamente) (Neres et al.2014; Ferraretto et al. 2018). O aumento nos conteúdos de LIG com os níveis crescentes de capim-Tifton-85 é desfavorável com a produção animal. Uma vez que esse composto é um polímero amorfo de fenilpropanoide presente na parede celular vegetal e

apresentando função estrutural, dificultando a ação dos micro-organismos ruminais e consequente provoca depressão no desempenho animal (Maranhão et al. 2009).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de milho sofreu influência dos níveis de substituição por capim-Tifton-85 ($P < 0,05$) (Tabela 6). Houve efeito quadrático para a DIVMS, sendo estimado valor máximo $827,7381 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ com substituição de 23,66 %MN (Figura 6). O leve aumento da DIVMS das silagens até o nível de substituição 23,66%MN possivelmente é oriundo da menor perda de nutrientes ocorrida na forma de efluentes (Figura 1). Conforme McDonald et al. (1991), o efluente apresenta grandes quantidade de compostos orgânicos, como: açúcares, ácidos orgânicos, proteínas e outros componentes, sendo então uma fonte de substratos para micro-organismos do rúmen. Posteriormente, a redução na DIVMS deve-se exclusivamente ao acréscimo significativo nos teores de LIG das silagens produzidas (Tabela 2). A concentração de LIG é um fator limitante a ação dos micro-organismos ruminais (Jung e Allen, 1995), por ser um metabolito estrutural presente na parede celular ligada quimicamente a carboidratos e proteínas, formando macromoléculas impedindo o acesso ao conteúdo celular (Van Soest 1994; Moore e Jung, 2001).

Conclusões

Os níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 influenciam os parâmetros fermentativos, microbiológicos, nutritivos e de estabilidade aeróbia das silagens produzidas.

Recomenda-se o nível de substituição de 40 %MN para garantir o equilíbrio entre as perdas fermentativas, valor nutritivo e digestibilidade final da silagem.

Estudos futuros a fim de verificar os efeitos da utilização da silagem mista com capim-Tifton-85 em detrimento a silagem de milho sobre o desempenho e viabilidade econômica devem ser realizados.

Referências

- Andrade AP, Quadros DG, Bezerra ARG, Almeida JAR, Silva PHS, Araújo JAM. 2012. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. *Semina: Ciências Agrárias*, 33 [Em português com resumo em Inglês].
- Andrade IVOU, Pires AJVU, Carvalho GGPDU, Veloso CMU, Bonomo PU. 2010. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-

elefante contendo subprodutos agrícolas. *Revista Brasileira de Zootecnia* [Em português com resumo em Inglês].

- Avila ASD, Zambom MA, Faccenda A, Eckstein, EI, Anschau FA, Garcias J, ... Fornari JL. 2017. Tifton-85 bermudagrass (*Cynodon* sp.) silage as a replacement for Tifton-85 hay to feed lactating cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46: 766-772.
- Barmaki S, Alamouti AA, Khadem AA, Afzalzadeh A. 2018. Effectiveness of chopped lucerne hay as a moisture absorbent for low dry-matter maize silage: Effluent reduction, fermentation quality and intake by sheep. *Grass and Forage Science* 73: 406-412.
- Basso FC, Bernardes TF, Roth APDTP, Lodo BN, Berchielli TT, Reis RA. 2012. Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41: 1789-1794.
- Bergamaschine AF, Passipiéri M, Veriano Filho WV, Isepon OJ, Correa LDA. 2006. Quality and nutritive value of marandugrass (*Brachiaria brizanthia*, cv. Marandu) silage prepared with additive or wilting. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 1454-1462.
- Bernardes TF, Reis RA, Amaral RCD. 2009. Chemical and microbiological changes and aerobic stability of Marandu grass silages after silo opening. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 1-8.
- Blajman JE, Paez RB, Vinderola CG, Lingua MS, Signorini ML. 2018. A meta-analysis on the effectiveness of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria for corn silage. *Journal of applied microbiology* 125 : 1655-1669.
- Bolsen KK, Lin C, Brent BE, Feyerherm AM, Urban JE, Aimutis WR. 1992. Effect of Silage Additives on the Microbial Succession and Fermentation Process of Alfalfa and Corn Silages¹. *Journal of Dairy Science* 75: 3066-3083.
- Borreani G, Tabacco E, Schmidt RJ, Holmes BJ, Muck RE. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of dairy science* 101: 3952-3979.
- Bow JR, Muir JP. 2010. Dynamics of harvesting and feeding *Cynodon* hybrid Tifton-85 hay of varying maturities to wether kids. *Small Ruminant Research* 93: 198-201.
- Brant LMS, Pimentel PRS, Rigueira JPS, Alves DD, Carvalho MAM, Alves WS. 2017. Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage added with dehydrated banana peel. *ActaScientiarum. Animal Sciences* 39: 123-129.

- Brüning D, Gerlach K, Weiß K, Südekum KH. 2018. Effect of compaction, delayed sealing and aerobic exposure on forage choice and short-term intake of maize silage by goats. *Grass and Forage Science* 73: 392-405.
- Bureenok S, Sisaath K, Yuangklang C, Vasupen K, Schonewille JT. 2016. Ensiling characteristics of silages of Stylo legume (*Stylosanthes guianensis*), Guinea grass (*Panicum maximum*) and their mixture, treated with fermented juice of lactic bacteria, and feed intake and digestibility in goats of rations based on these silages. *Small Ruminant Research* 134: 84-89.
- Castro FGF, Nussio LG, Haddad CM, Campos FP, Coelho RM, Mari LJ, Toledo PA. 2006. 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* 35: 358-371 [Em português com resumo em inglês].
- Cezário AS, Ribeiro KG, Santos SA, Valadares Filho SC, Pereira OG. 2015. Silages of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu harvested at two regrowth ages: microbial inoculant responses in silage fermentation, ruminant digestion and beef cattle performance. *Animal Feed Science and Technology* 208: 33-43.
- Coelho MM, Gonçalves LC, Rodrigues JAS, Keller KM, Anjos GVDSD, Ottoni D, ... Jayme DG. 2018. Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage re-ensiled with bacterial inoculant. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 53: 1045-1052.
- Ferraretto LF, Shaver RD, Luck BD. 2018. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *Journal of Dairy Science* 101: 3937-3951.
- Ferreira EB, Cavalcanti PP, Nogueira DA. 2014. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. *Applied Mathematics* 5: 2952.
- França AMS, Ferreira IC, Hermisdorff IDC, Mendonça EP, Fernandes EDA, Rossi DA. 2015. Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. *Ciência Rural* 45: 684-689 [Em português com resumo em inglês].
- Gebrehan MM, Gordon RJ, Madani A, VanderZaag AC, Wood JD. 2014. Silage effluent management: a review. *Journal of Environmental Management* 143: 113-122.

- Gomes ALM, Jacovaci FA, Bolson DC, Nussio LG, Jobim CC, Daniel, J. L. P. 2019. Effects of light wilting and heterolactic inoculant on the formation of volatile organic compounds, fermentative losses and aerobic stability of oat silage. *Animal Feed Science and Technology* 247: 194-198.
- Gutierrez, Gabriela Santistevan et al. Nitrogen compounds balance and microbial protein synthesis in supplemented crossbred dairy cows in pasture. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, 2018.
- Holmes BJ, Bolsen KK. 2009. What's new in silage management. *Proceedings 15th International Silage*.
- Izumi K, Tamura T, Fujii R, Nakatsuji H, Morita S. 2018. Effects of substituting kraft pulp with corn silage on dry matter intake, ruminal mat formation, rumen fermentation, and rumination activity in non-lactating cows. *Animal Science Journal*.
- Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 101-119.
- Kaiser GA, Piltz JW, Burns HM, Griffiths NW. 2004. Successful silage, 2nd ed. NSW, Australia: Dairy Australia and New South Wales department of primary industries publishers.
- Kung Jr L. 1996. Preparation of silage water extracts for chemical analyses. Standard operating procedure – 001 2.03.96. ed. University of Delaware Ruminant Nutrition Lab. – WorriLOW 309.
- Lazzarini I, Detmann E, Sampaio CB, Paulino MF, Valadares Filho SDC, Souza MAD, Oliveira FA. 2009. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 2021-2030.
- Loures DRS, Garcia R, Pereira OG, Cecon PR, Souza AD. 2003. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32: 1851-1858 [Em português com resumo em inglês].
- Mahanna WC. (1994). Silage fermentation and additive use in North America. *Proceedings of the Silage Production from Seed to Animal*, pp. 85–95. NRAES, New York.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. 1991. The biochemistry of silage. 2.ed. Marlow: Chalcombe Pub, p.340.

- Mertens DR. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC international* 85: 1217-1240.
- Moon NJ. 1983. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. *Journal of applied Bacteriology* 55: 453-460.
- Moore KJ, Jung HJG. 2001. Lignin and fiber digestion. *Journal of range management*, 420-430.
- Morais G, Daniel JLP, Kleinshmitt C, Carvalho PA, Fernandes J, Nussio LG. 2017. Additives for grain silages: A review. *Slovak J. Anim. Sci.* 50: 42-54.
- Moran JP, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR. 1996. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In *International Silage Conference* 11: 162-163.
- Muck RE. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 183-191.
- Muck RE, Shinnors KJ. 2001. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In *International Grassland Congress* 19: 753-762.
- National Research Council - NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 381.
- Negrão FDM, Zanine ADM, Souza ALD, Cabral LDS, Ferreira DDJ, Dantas CCO. 2016. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim "Brachiaria decumbens" com inclusão de farelo de arroz. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 17.
- Neres MA, Hermes PR, Ames JP, Zambom MA, Castagnara DD, Souza LCD. 2014. Use of additives and pre-wilting in Tifton-85 bermudagrass silage production. *Ciência e Agrotecnologia* 38: 85-93.
- Neres MA, Zambom MA, Fernandes T, Castagnara DD, Rodrigues JFH, Taffarel LE, ... Pozza MSDS. 2013. Microbiological profile and aerobic stability of Tifton-85 bermudagrass silage with different additives. *Revista Brasileira de Zootecnia* 42: 381-387.
- Newman YC, Sinclair TR, Blount AS, Lugo ML, Valencia E. 2007. Forage production of tropical grasses under extended daylength at subtropical and tropical latitudes. *Environmental and experimental botany* 61: 18-24.
- Official Methods of Analysis – AOAC 1990. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA, 15.ed., 1298p.

- Pontes LDS, Baldissera TC, Giostri AF, Stafin G, Santos BRC, Carvalho PDF. 2017. Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. *Grass and Forage Science* 72: 663-675.
- Purves D, McDonald P. 1963. The potential value of silage effluent as a fertilizer. *Grass and Forage Science* 18: 220-222.
- Read JJ, Lang DJ, Aiken GE. 2017. Seasonal nitrogen effects on nutritive value in binary mixtures of tall fescue and bermudagrass. *Grass and Forage Science* 72: 467-480.
- Rezende AAS, Pascoal LAF, Van Cleef EHCB, Gonçalves JS, Olszewski N, Bezerra APA. 2011. Chemical composition and fermentative characteristics of sugar cane silages containing babassu meal. *Archivos de Zootecnia* 60: 1031-1039.
- Santos EM, Pereira OG, Garcia R, Ferreira CLLF, Oliveira JS, Silva TC. 2014. Effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation profile and dry matter recovery of guinea grass silages. *Journal of dairy science* 97: 4423-4432.
- Santos RJCD, Lira MDA, Guim A, Santos MVFD, Junior D, Batista JC, Mello ACDLD. 2013. Elephant grass clones for silage production. *Scientia Agricola* 70: 6-11.
- Scudamore KA, Livesey CT. 1998. Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77: 1-17.
- Silva MSJD, Jobim CC, Poppi EC, Tres TT, Osmari MP. 2015. Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia* 44: 303-313.
- Siqueira GR, Reis RA, Schocken-Iturrino RP, Pires AJV, Bernardes TF, Roth MDTP. 2010. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 103-112 [Em português com resumo em inglês].
- Sucu E, Kalkan H, Canbolat O, Filya I. 2016. Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. *Revista Brasileira de Zootecnia* 45: 596-603.
- Tilley JMA, Terry, RA. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and forage science* 18: 104-111.
- Van Soest PJ, Robertson JB. 1985. *Analysis of forages and fibrous foods*. Cornell University.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p.

- Wilkinson JM, Rinne M. 2018. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. *Grass and forage science* 73: 40-52.
- Woolford M.K. 1990. The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology* 68: 101-116.
- Zhang SJ, Chaudhry AS, Ramdani D, Osman A, Guo XF, Edwards GR, Cheng L. 2016. Chemical composition and in vitro fermentation characteristics of high sugar forage sorghum as an alternative to forage maize for silage making in Tarim Basin, China. *Journal of Integrative Agriculture* 15: 175-182.

Tabela 2: Composição química-bromatológica das forragens utilizadas na produção das silagens. Média \pm Desvio Padrão; MS - matéria seca; MO - matéria orgânica, MM - matéria mineral; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; FDA- fibra insolúvel em detergente ácido; LIG - lignina em ácido sulfúrico; MN - matéria natural

Parâmetros	Forragens	
	Milho	Tifton-85
MS (g kg ⁻¹ MN)	302,60 \pm 0,70	273,10 \pm 0,10
MM (g kg ⁻¹ MS)	48,20 \pm 0,40	108,30 \pm 1,80
PB (g kg ⁻¹ MS)	62,60 \pm 9,90	159,70 \pm 3,20
EE (g kg ⁻¹ MS)	20,30 \pm 2,40	16,80 \pm 5,80
FDN (g kg ⁻¹ MS)	687,60 \pm 70,60	672,00 \pm 4,20
FDA (g kg ⁻¹ MS)	307,20 \pm 6,30	385,20 \pm 13,90
LIG (g kg ⁻¹ MS)	15,90 \pm 2,60	30,10 \pm 5,40
CEL (g kg ⁻¹ MS)	297,50 \pm 3,20	355,10 \pm 8,70
HEM (g kg ⁻¹ MS)	380,40 \pm 71,10	286,70 \pm 12,60

Tabela 3: Perdas fermentativas e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens de milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85. CV – coeficiente de variação (%); MN - matéria natural; %MS - percentual da matéria seca; MS - matéria seca; ^{ns} - não significativo (P>0,05); * - regressão polinomial linear (P<0,05); ** - regressão polinomial quadrática (P<0,05)

Parâmetros	Níveis de substituição (% MN)					CV	P-valor
	0	25	50	75	100		
Efluentes (kg t ⁻¹ MN)	82,18	78,23	72,85	54,82	161,30	24,59	0,001**
Gases (%MS)	0,26	0,17	0,12	0,08	0,19	40,00	0,058 ^{ns}
RMS (%MS)	94,32	89,69	89,20	76,74	75,47	4,80	0,001*

Tabela 4: Perfil microbiológico silagens milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85. BAL – bactérias ácido-lácticas; CV - coeficiente de variação (%); MS - matéria seca; ND – não detectada; ^{ns} – não significativo (P>0,05); * - regressão polinomial linear (P<0,05); ** - regressão polinomial quadrática (P<0,05)

População microbiana	Níveis de substituição (%MN)					CV	P-valor
	0	25	50	75	100		
2 dias de fermentação							
BAL (log UFC g ⁻¹)	8,88	8,71	9,36	9,30	8,83	6,17	0,53 ^{ns}
Fungos (log UFC g ⁻¹)	2,69	0,00	0,00	0,00	0,00	195,09	0,03*
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
7 dias de fermentação							
BAL (log UFC g ⁻¹)	8,09	9,07	8,30	8,15	8,34	6,81	0,29 ^{ns}
Fungos (log UFC g ⁻¹)	5,30	1,57	ND	ND	ND	98,85	0,01*
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
14 de dias fermentação							
BAL (log UFC g ⁻¹)	8,16	7,75	7,77	8,46	8,42	8,70	0,61 ^{ns}
Fungos (log UFC g ⁻¹)	4,70	2,70	ND	ND	ND	76,23	0,01*
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
21 dias de fermentação							
BAL (log UFC g ⁻¹)	7,48	5,08	7,17	7,39	7,68	28,94	0,52 ^{ns}
Fungos (log UFC g ⁻¹)	4,28	3,03	ND	ND	ND	80,74	0,01*
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
60 dias de fermentação							
BAL(log UFC g ⁻¹)	2,08	ND	ND	2,11	7,30	100,07	0,01**
Fungos (log UFC g ⁻¹)	2,75	3,03	ND	ND	ND	137,30	0,07 ^{ns}
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-

Tabela 5: Produção de ácidos orgânicos de silagens mistas de milho com diferentes níveis de substituição por Tifton-85. CV – coeficiente de variação (%); pH - potencial de hidrogênio iônico; N-NH₃ - nitrogênio amoniacal; %MS - percentual da matéria seca; %NT - percentual do conteúdo de nitrogênio total; ^{ns} – não significativo (P>0,05); * - regressão polinomial linear (P<0,05); ** - regressão polinomial quadrática (P<0,05)

Parâmetros	Níveis de substituição (%MN)					CV	P-valor
	0	25	50	75	100		
2 dias de fermentação							
Lático (g kg ⁻¹ MS)	192,46	102,53	52,55	89,87	99,56	56,92	0,15 ^{ns}
Acético (g kg ⁻¹ MS)	66,11	43,58	13,04	15,38	19,57	86,89	0,15 ^{ns}
Propiônico (g kg ⁻¹ MS)	0,90	0,82	0,76	0,90	0,90	12,81	0,21 ^{ns}
Butírico (g kg ⁻¹ MS)	18,99	29,42	21,94	28,61	31,81	37,36	0,48 ^{ns}
pH	3,60	3,67	3,85	4,07	4,57	1,35	0,01*
7 dias de fermentação							
Lático (g kg ⁻¹ MS)	59,80	83,90	81,80	39,70	37,90	18,32	0,00**
Acético (g kg ⁻¹ MS)	18,30	27,90	21,70	3,30	3,00	13,16	0,00**
Propiônico (g kg ⁻¹ MS)	0,80	0,70	0,60	0,80	1,00	14,01	0,013**
Butírico (g kg ⁻¹ MS)	15,90	22,60	25,10	32,00	41,00	25,70	0,01*
pH	3,50	3,54	3,64	3,90	4,39	1,24	0,01*
14 dias de fermentação							
Lático (g kg ⁻¹ MS)	41,70	43,00	49,30	56,20	48,90	9,00	0,01**
Acético (g kg ⁻¹ MS)	4,16	4,14	5,36	5,28	7,23	25,76	0,09 ^{ns}
Propiônico (g kg ⁻¹ MS)	0,60	0,80	0,70	0,90	0,90	7,82	0,00*
Butírico (g kg ⁻¹ MS)	14,10	19,80	17,40	31,90	45,10	16,47	0,00**
pH	3,37	3,44	3,54	3,66	4,25	1,07	0,01**
21 dias de fermentação							
Lático (g kg ⁻¹ MS)	44,40	65,80	57,70	43,00	42,90	18,91	0,04**
Acético (g kg ⁻¹ MS)	8,10	22,40	10,70	6,70	6,80	37,16	0,00**
Propiônico (g kg ⁻¹ MS)	0,8	1,00	0,8	1,00	1,00	7,89	0,00*
Butírico (g kg ⁻¹ MS)	15,60	25,40	21,80	20,10	14,90	19,64	0,03**
pH	3,41	3,48	3,60	3,76	4,25	1,31	0,01**
60 dias de fermentação							
pH	3,46	3,55	3,62	3,82	4,37	2,35	0,00*
N-NH ₃ (%NT)	5,74	4,75	3,86	6,10	9,71	7,77	0,00**

Tabela 6: Composição química-bromatológica das silagens de milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85. CV - coeficiente de variação (%); MN – matéria natural; %MN - percentual da MN; MS - matéria seca; %MS - percentual da MS; MM - matéria mineral; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; FDA - fibra insolúvel em detergente ácido; CEL - celulose; HEM - hemicelulose; LIG - lignina; DIVMS - digestibilidade *in vitro* da MS; ^{ns} – não significativo (P>0,05); * - regressão polinomial linear (P<0,05); ** - regressão polinomial quadrática (P<0,05)

Parâmetros	Níveis de substituição (%MN)					CV	P-valor
	0	25	50	75	100		
MS (g kg ⁻¹ MN)	313,97	295,67	281,64	255,97	247,74	4,07	0,00*
MM (g kg ⁻¹ MS)	18,04	17,82	17,55	17,32	16,72	0,59	0,00*
PB (g kg ⁻¹ MS)	70,44	82,75	103,14	136,98	167,93	4,52	0,00*
EE (g kg ⁻¹ MS)	42,72	51,88	45,36	43,54	43,08	8,01	0,06 ^{ns}
FDN (g kg ⁻¹ MS)	849,65	875,91	794,05	748,15	699,32	4,60	0,00*
FDA (g kg ⁻¹ MS)	349,91	352,51	326,50	433,21	404,43	3,51	0,00*
CEL (g kg ⁻¹ MS)	313,23	322,31	316,74	345,20	363,57	16,75	0,77 ^{ns}
HEM (g kg ⁻¹ MS)	546,73	536,06	459,67	359,51	297,08	8,39	0,00*
LIG (g kg ⁻¹ MS)	17,87	18,02	19,60	27,32	28,47	5,12	0,00*
DIVMS (g kg ⁻¹ MS)	821,62	818,49	826,31	790,28	775,03	0,73	0,00**

Tabela 7: Perfil microbiológico das silagens durante a estabilidade aeróbia. BAL – bactérias ácido-lácticas; UFC – unidade formadora de colônia; CV - coeficiente de variação (%); MS - matéria seca; ND – não detectada;^{ns} – não significativo (P>0,05); * - regressão polinomial linear (P<0,05); ** - regressão polinomial quadrática (P<0,05)

População microbiana	Níveis de substituição (%MN)					CV	P-valor
	0	25	50	75	100		
3 dias de estabilidade							
BAL (log UFC g ⁻¹)	2,28	ND	2,45	ND	ND	274,04	0,57 ^{ns}
Fungos (log UFC g ⁻¹)	6,59	5,32	6,25	ND	ND	9,60	0,01*
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
6 dias de estabilidade							
BAL (log UFC g ⁻¹)	9,27	2,17	ND	ND	ND	74,42	0,01**
Fungos (log UFC g ⁻¹)	7,30	7,22	6,81	1,92	ND	32,14	0,01*
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
9 dias de estabilidade							
BAL (log UFC g ⁻¹)	7,91	8,38	8,06	4,51	8,59	27,46	0,16 ^{ns}
Fungos (log UFC g ⁻¹)	6,73	4,59	6,92	5,91	2,81	39,69	0,18 ^{ns}
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-

Tabela 8: Parâmetros de estabilidade aeróbia das silagens de milho com diferentes níveis de substituição por capim-Tifton-85 por períodos de 216 horas (9 dias). MT - máxima temperatura; TMT – tempo para atingir a máxima temperatura; TMQE – tempo para atingir a quebra da estabilidade; °C – graus Celsius; CV - coeficiente de variação (%); ND – não detectada; ^{ns} – não significativo (P>0,05); * - regressão polinomial linear (P<0,05)

Parâmetros	Níveis de substituição (%MN)					CV	P-valor
	0	25	50	75	100		
MT (°C) ^a	35,66	27,16	26,83	24,50	24,33	4,37	0,01*
TMT (horas)	64,33	114,66	124,83	114,50	89,33	31,42	0,20 ^{ns}
TMQE (horas)	48,00	105,33	152,00	ND	ND	-	-

Regressão:
^ay = 32,7666* - 0,1013x*; R² = 0,74

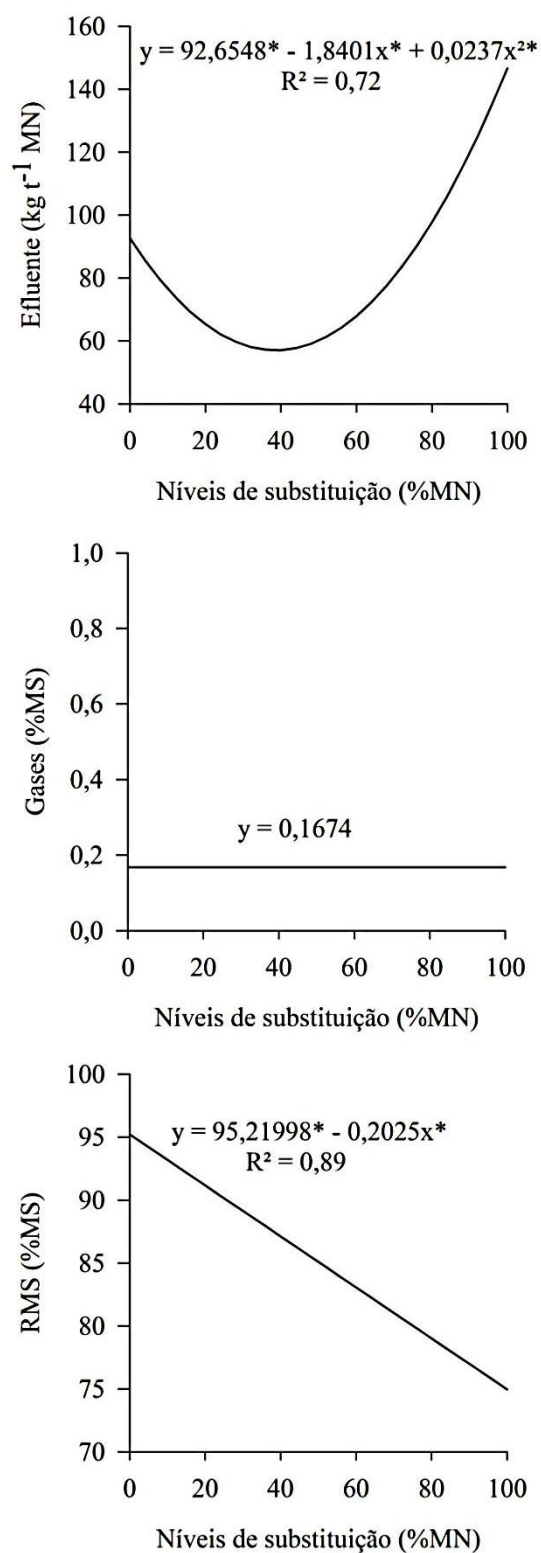


Figura 1: Perdas fermentativas na forma de efluente, gases e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base na matéria natural (%MN)

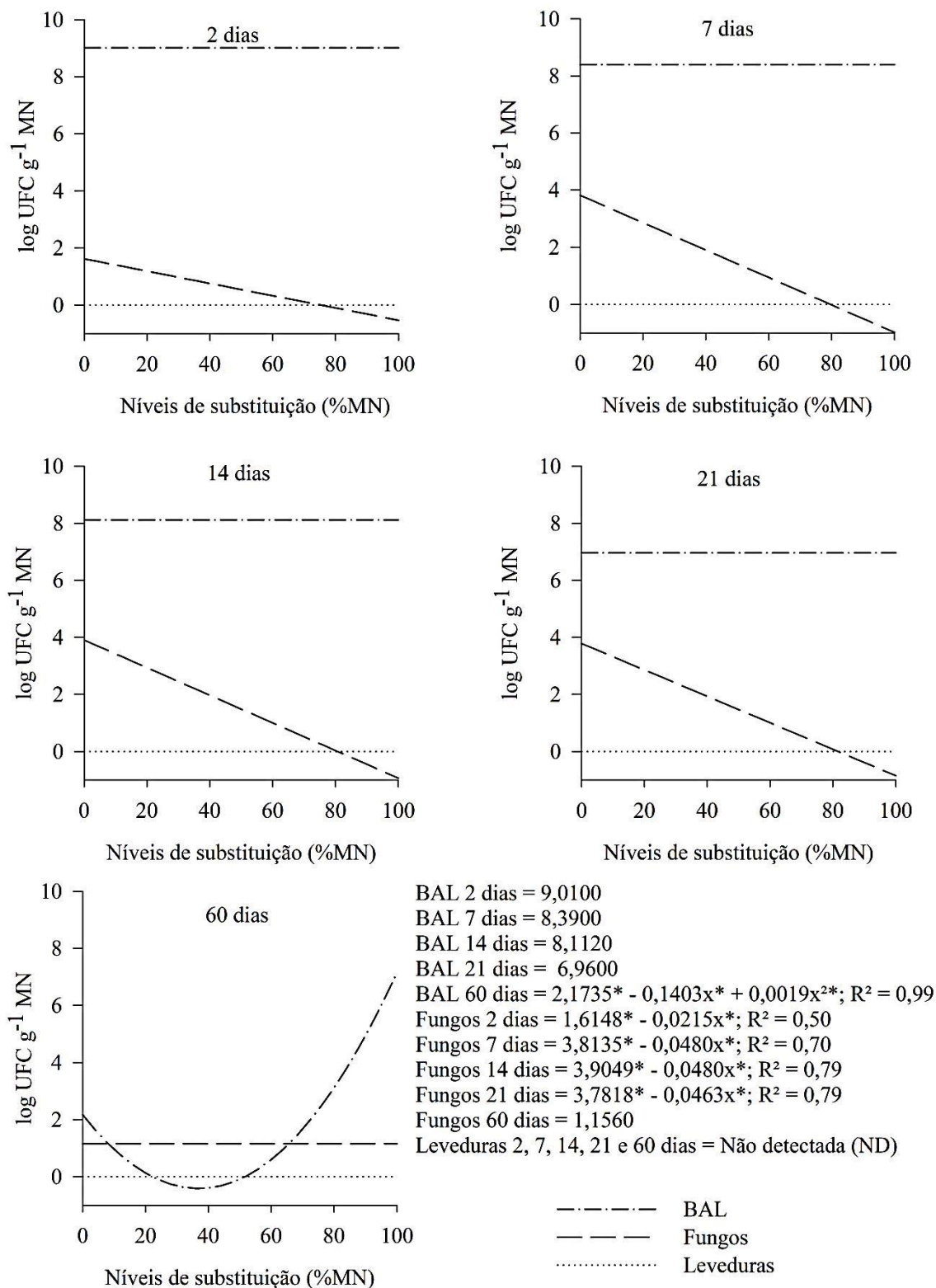
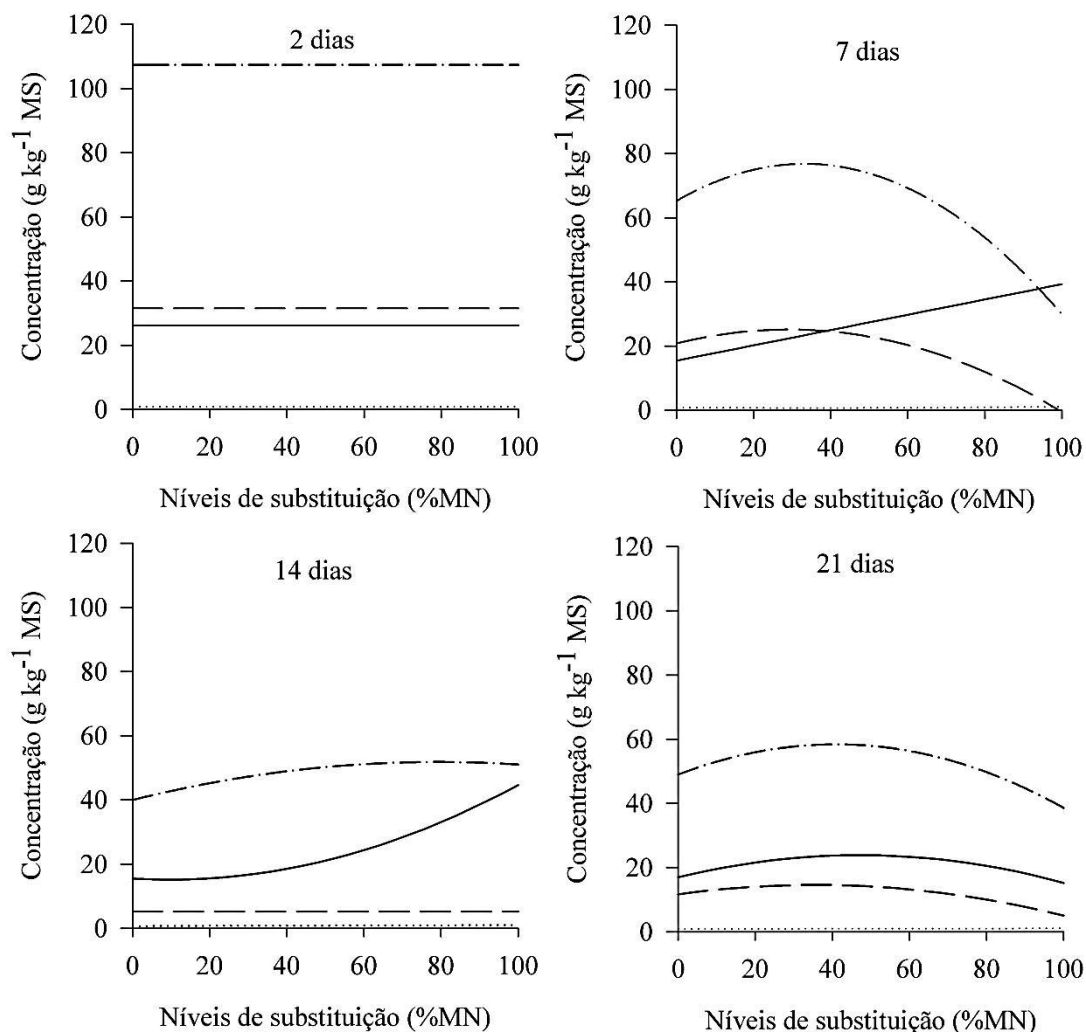


Figura 2: Perfil microbiológico das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 nos diferentes períodos de abertura



Ác. láctico 2 dias = 107,3940

Ác. láctico 7 dias = $65,1943^* + 0,6953x^* - 0,0104x^{2*}$; $R^2 = 0,70$

Ác. láctico 14 dias = $39,9852^* + 0,2989x^* - 0,0018x^{2*}$; $R^2 = 0,71$

Ác. láctico 21 dias = $48,9319^* + 0,4621x^* - 0,0056x^{2*}$; $R^2 = 0,55$

Ác. acético 2 dias = 31,5360

Ác. acético 7 dias = $20,8047^* + 0,2967x^* - 0,0051x^{2*}$; $R^2 = 0,71$

Ác. acético 14 dias = 5,2340

Ác. acético 21 dias = $11,6516^* + 0,1630x^* - 0,0023x^{2*}$; $R^2 = 0,36$

Ác. propiônico 2 dias = 0,8560

Ác. propiônico 7 dias = $0,8274^* - 0,00374x^* + 0,0001x^{2*}$; $R^2 = 0,97$

Ác. propiônico 14 dias = $0,6767^* + 0,0032x^*$; $R^2 = 0,87$

Ác. propiônico 21 dias = $0,8542^* + 0,0018x^*$; $R^2 = 0,45$

Ác. butírico 2 dias = 26,1540

Ác. butírico 7 dias = $15,4196^* + 0,2387x^*$; $R^2 = 0,96$

Ác. butírico 14 dias = $15,4666^* - 0,0681x^* + 0,0036x^{2*}$; $R^2 = 0,95$

Ác. butírico 21 dias = $16,9309^* + 0,2929x^* - 0,0031x^{2*}$; $R^2 = 0,78$

--- Ác. láctico
 -.- Ác. acético
 Ác. propiônico
 — Ác. butírico
 * Parâmetro estimado
 (P<0,05)

Figura 3: Concentração de ácidos orgânicos das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base na material natural (%MN) após diferentes tempos de fermentação

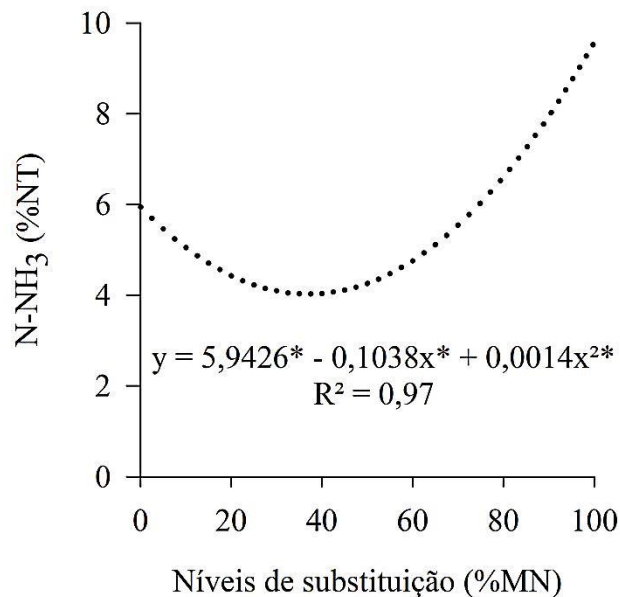
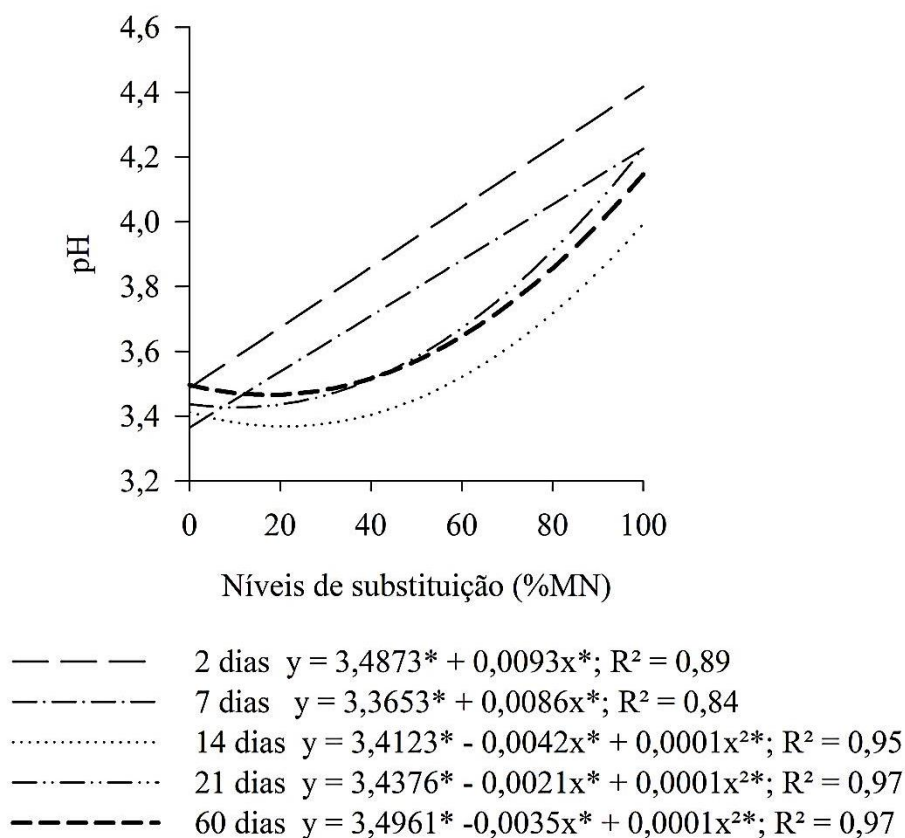


Figura 4: Potencial de hidrogênio iônico (pH) em diferentes períodos de fermentação e nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base na matéria natural (MN)

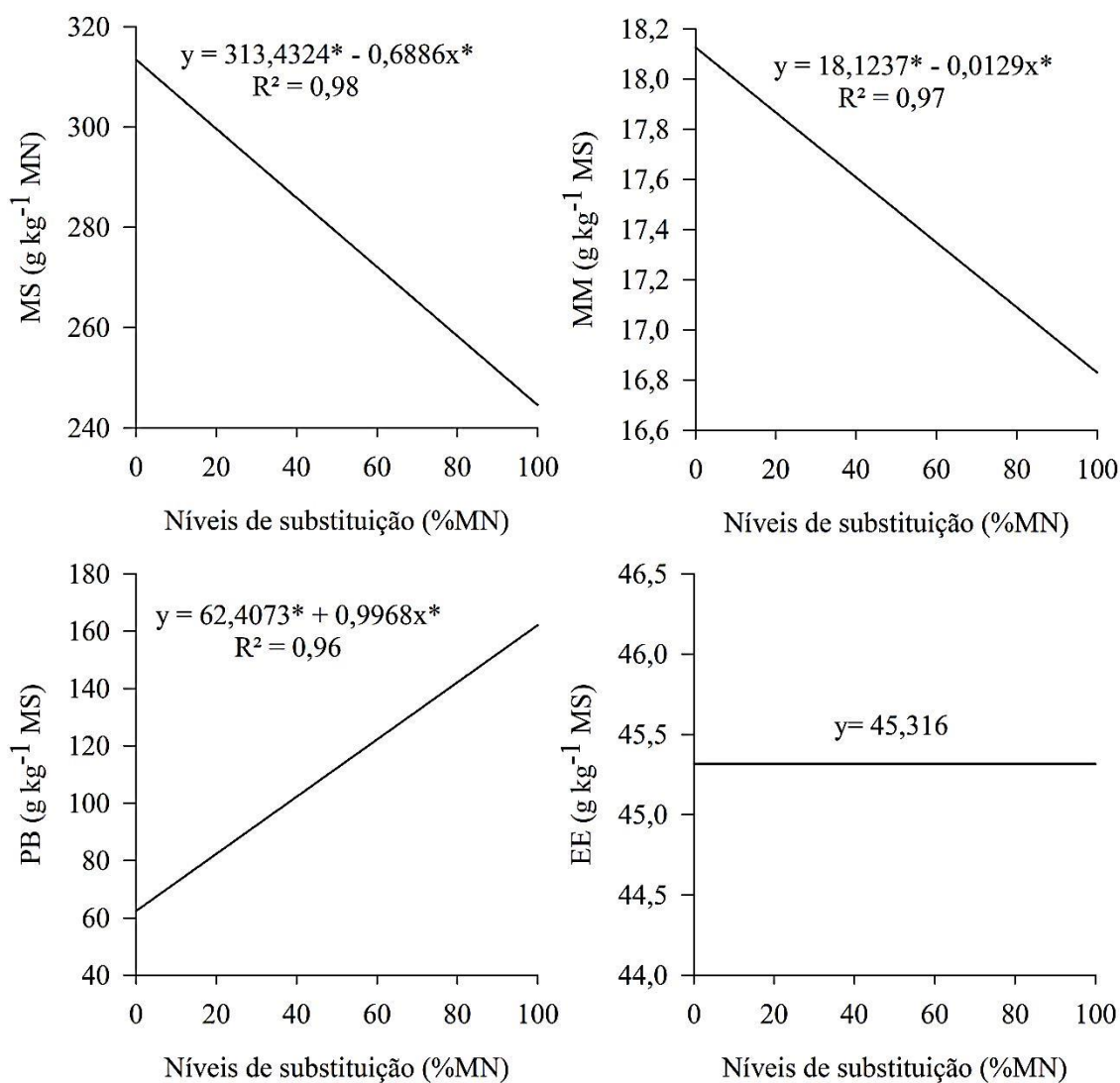


Figura 5: Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capimifiton-85 com base na matéria natural (%MN)

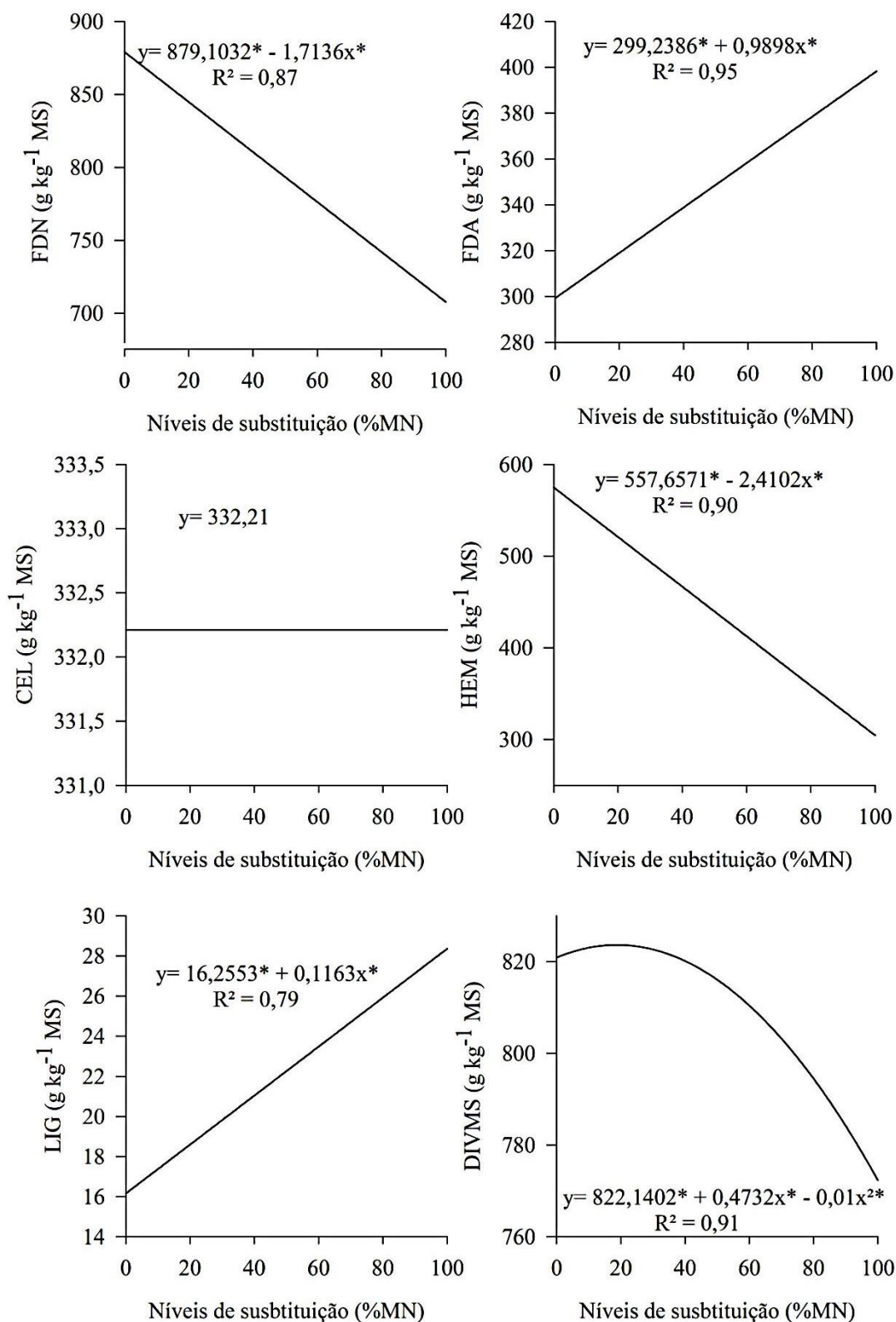


Figura 6: Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 com base na matéria natural (%MN)

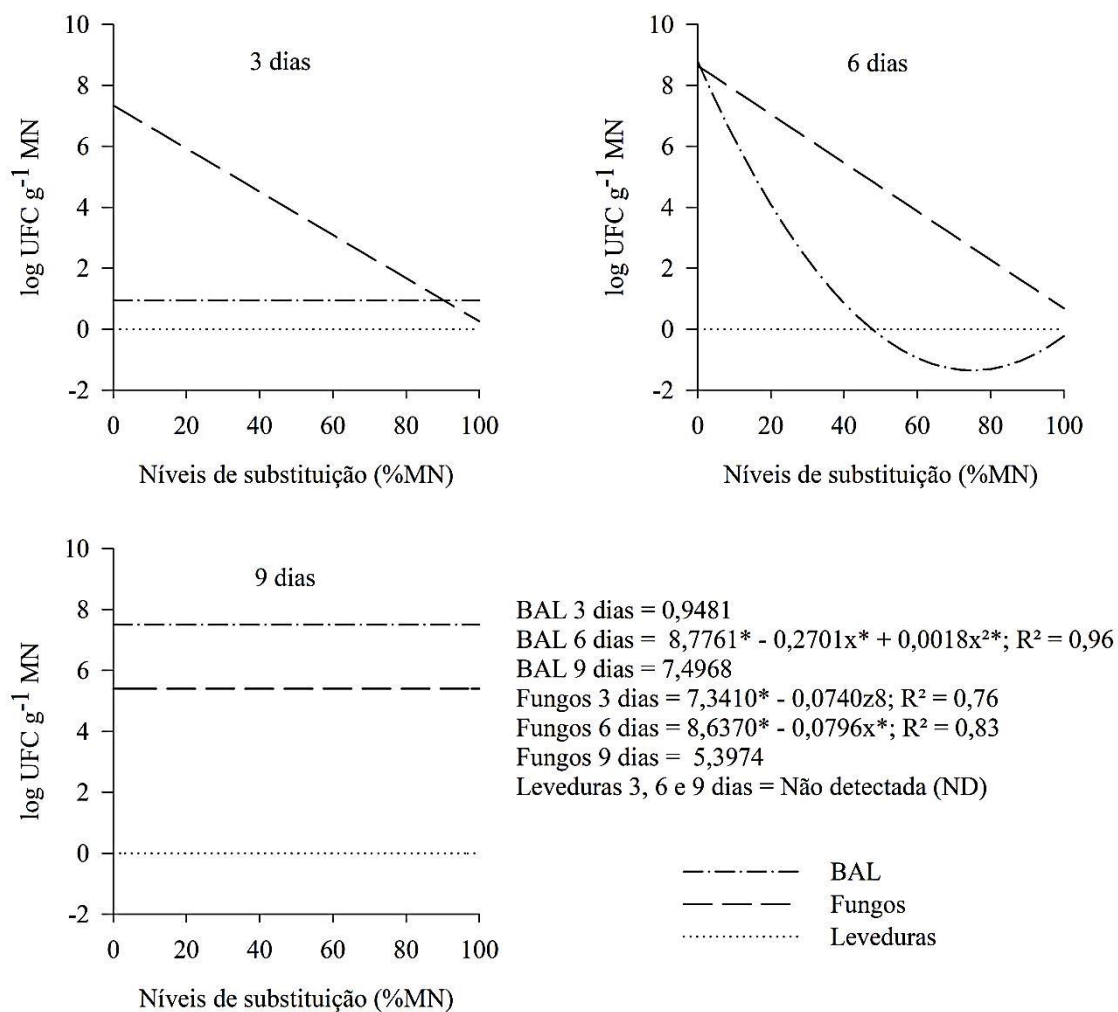


Figura 7: Perfil microbiológico (BAL, bactérias ácido-lácticas; fungos filamentosos e leveduras) das silagens produzidas com diferentes níveis de substituição de milho por capim-Tifton-85 durante o período de estabilidade aeróbia

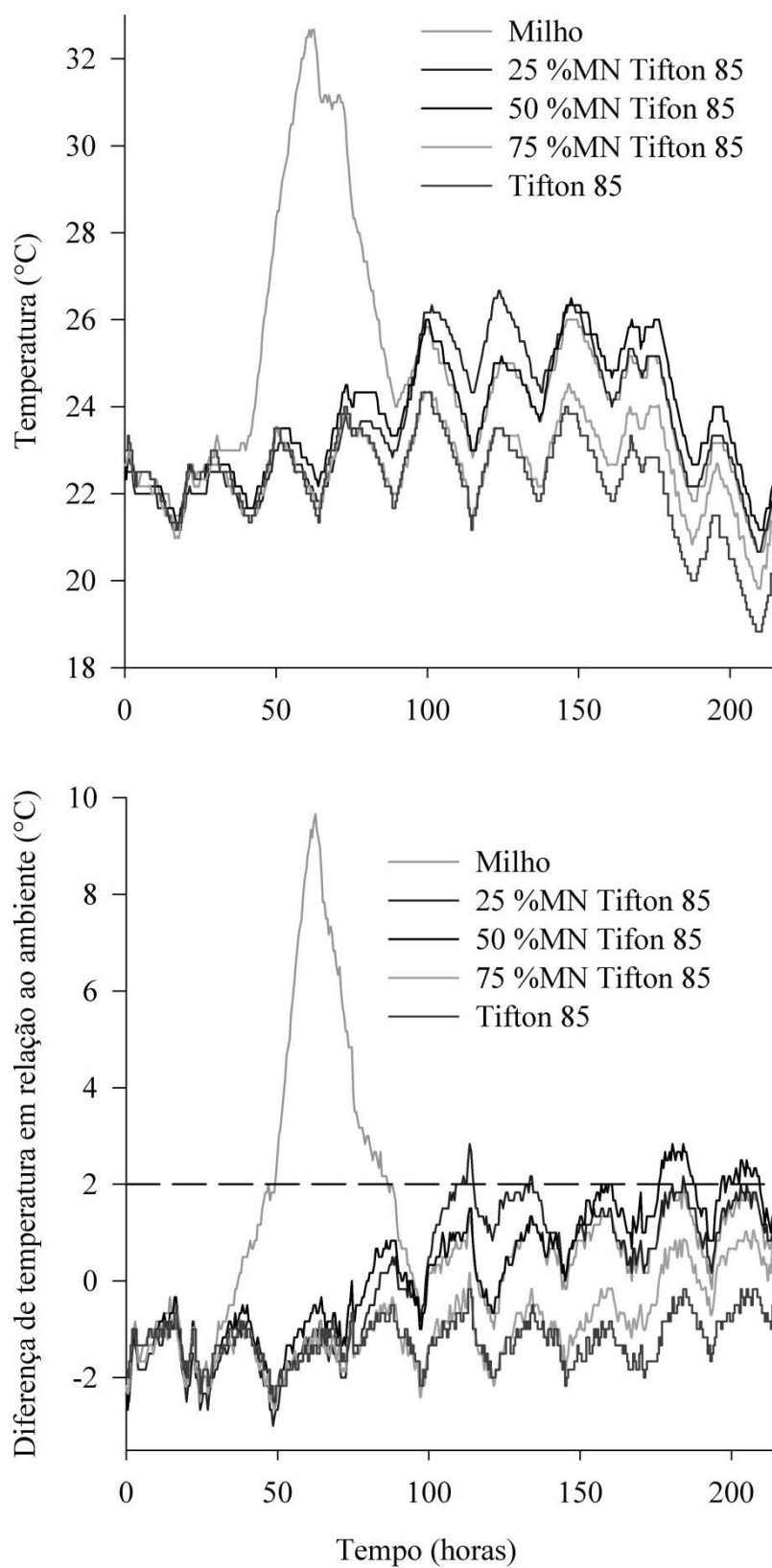


Figura 8: Temperatura e diferença em relação ao ambiente das silagens de milho com diferentes níveis de substituição capim-Tifton-85 (%MN) durante a exposição ao ar