

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

CURSO DE BACHARELADO DE ZOOTECNIA

**FRACIONAMENTO DE PROTEÍNA E CARBOIDRATO DA
SILAGEM DE MILHO EXCLUSIVA E COM ADIÇÃO DE
CAPIM-TAMANI**

LAÍNE GONÇALVES RODRIGUES

Rio Verde - GO
2019

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE.**

CURSO DE BACHARELADO DE ZOOTECNIA

**FRACIONAMENTO DE PROTEÍNA E CARBOIDRATO DA SILAGEM
DE MILHO EXCLUSIVA E COM ADIÇÃO DE CAPIM-TAMANI**

LAÍNE GONÇALVES RODRIGUES

Trabalho de Curso Apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa

Rio Verde – GO
Agosto, 2019

RR696f Rodrigues, Láine Gonçalves Fracionamento de
proteína e carboidrato da silagem de milho exclusiva
e com adição de capim-tamani / Láine Gonçalves
Rodrigues;orientadora Kátia Aparecida de Pinho
Costa. -- Rio Verde, 2019. 32 p.

Monografia (em Bacharelado de Zootecnia) -Instituto
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Degradação ruminal. 2. Ensilagem. 3.
Fermentação. 4. Panicum maximum. I. Costa, Kátia
Aparecida de Pinho, 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 9.610/98, 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 type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Laíne Gonçalves Rodrigues

Matrícula: 2015102201840197

Título do Trabalho: Fracionamento de proteína e carboidrato da silagem de milho exclusiva e com adição de capim-tamani

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 27/09/2019

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 inclusos 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;
- cumpriu 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, GO, 29/09/2019
Local Data

Laíne Gonçalves Rodrigues

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Dumcos

Assinatura do(a) orientador(a)

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)

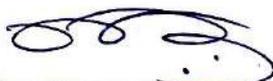
ANO	SEMESTRE
2019	2º

No dia dezesseis do mês de agosto de 2019, às dezesseis horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa, Dr. Marco Antônio Pereira da Silva e a Zootecnista Mariana Borges de Castro Dias para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado **Fracionamento de proteína e carboidrato da silagem de milho exclusiva e com adição de capim-tamani** da acadêmica **Laine Gonçalves Rodrigues**, Matrícula nº 2015102201840197 do Curso de Bacharelado em Zootecnia do IF Goiano - Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela Aprovação da acadêmica. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

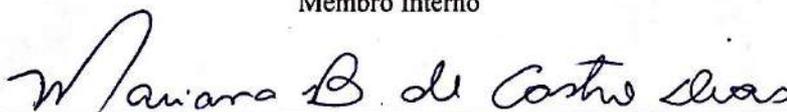
Rio Verde, 16 de agosto de 2019



Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa
IF Goiano - Rio Verde
Orientadora



Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
IF Goiano - Rio Verde
Membro Interno



M^a. Mariana Borges de Castro Dias
Zootecnista
Membro Externo

Observação:

() O(a) acadêmico(a) não compareceu à defesa do TC.

LAÍNE GONÇALVES RODRIGUES

**FRACIONAMENTO DE PROTEÍNA E CARBOIDRATO DA SILAGEM
DE MILHO EXCLUSIVA E COM ADIÇÃO DE CAPIM-TAMANI**

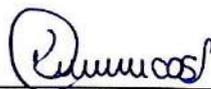
Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 16 de agosto de 2019, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



M^a Mariana B. de Castro Dias
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde- GO



Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde- GO



Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde - GO

Rio Verde – GO
Agosto, 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por iluminar o meu caminho e me dar forças para seguir lutando pelos meus sonhos, principalmente em todo o período de faculdade.

À minha família por ser a minha base seja nos momentos de tristeza ou de alegria, que me apoia e sonha junto comigo.

Minha mãe Lourdes Gonçalves da S. Borges que está sempre ao meu lado, aconselhando, rezando e apoiando nas minhas decisões, com muito amor e carinho, e ao meu pai Rozirlei Rodrigues Borges que me ajuda em tudo que preciso.

Meu irmão Lucas Gonçalves Rodrigues que me apoia e me dá conselhos de irmão mais velho, e está sempre olhando por mim.

Meu noivo Raphael, por estar sempre presente, por todo amor e carinho, pela paciência nos momentos em que estava ocupada com a faculdade, e também aos meus sogros e minha cunhada, pelo apoio.

A minha orientadora Dr^a Kátia Aparecida de Pinho Costa pelos ensinamentos, pela oportunidade de fazer parte da equipe do laboratório, pela paciência, agradeço por tornar esse momento real e por toda ajuda e dedicação.

Agradeço em especial à Mariana que me ajuda muito em tudo que preciso, mesmo com toda a correria, pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos que tornaram toda essa jornada mais divertida e alegre, a Ana Carolina, Sabryna, Ester, Kelly, Pamella, Mariane, Stella, Nariane, Milena, Luiz Felipe, Eguimar e João Victor.

A equipe do Laboratório de Forragicultura e Pastagens que são os meus amigos e minha segunda família, por todos os momentos que passamos juntos, tornando-se pessoas muito especiais na minha vida.

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde e aos meus professores pela dedicação e pelo trabalho incrível que fazem formando novos profissionais.

A todos o meu muito obrigada!

RESUMO

RODRIGUES, Laíne Gonçalves. **Fracionamento de proteína e carboidrato da silagem de milho exclusiva e com adição de capim-tamani.** 2019. 29p Trabalho de Curso (Curso Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

RESUMO: A produção de silagens mistas é uma alternativa promissora para alimentação de ruminantes. No entanto, alterações na composição química da silagem podem ocorrer, por se tratar de duas forrageiras distintas. Sendo assim, objetivou-se avaliar o fracionamento de proteínas e carboidratos da silagem de milho exclusiva e com adição de capim-tamani. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de silagem: milho exclusiva; milho com 10% de capim-tamani; milho com 20% de capim-tamani; milho com 30% de capim-tamani e milho com 40% de capim-tamani, totalizando 20 silos experimentais. Para a ensilagem, o milho foi colhido com 320 g kg⁻¹ MS e o capim-tamani no ciclo de desenvolvimento de 30 dias. Após 50 dias da ensilagem, os silos foram abertos, para serem analisados, o fracionamento de proteínas e carboidratos. Os resultados demonstraram que adição de 40% de capim-tamani na ensilagem de milho aumentou a fração A e B1 de proteína e A+B1 de carboidrato, sendo alternativa interessante para melhorar a qualidade da silagem de milho exclusiva.

Palavras-chave: Degradação ruminal, ensilagem, fermentação, *Panicum maximum*

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
CF	Carboidratos fibrosos
CHT	Carboidratos totais
cm	Centímetro
CNF	Carboidratos não fibrosos
CT	Carboidratos totais
dm ³	Decmetro cúbico
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente cido
FDN	Fibra em detergente neutro
ha ⁻¹	Por hectare
Kg	Quilograma
L	Litros
m	Metro
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente cido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NNP	Nitrogênio não protéico
PB	Proteína bruta

SUMÁRIO

	Páginas
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Silagem de Milho	12
2.2 Silagem de Gramíneas Tropicais.....	13
2.3 Fracionamento de Proteína e Carboidrato	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO	25
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE TABELA

	Página
Tabela 1. Composição química-bromatológica (g kg ⁻¹ MS) do capim-tamani e do milho, para ensilagem	17

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Fração A (a) e B1 (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani	19
Figura 2. Fração B2 (a) e B3 (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani	20
Figura 3. Fração C da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani	21
Figura 4. Carboidrato total (CHT) (a) e frações A+B1 (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani	22
Figura 5. Frações B2 (a) e C (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani	23

1 INTRODUÇÃO

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

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

No entanto, outras forrageiras como as gramíneas tropicais são alternativas para ensilagem, pois apresentam alto potencial, devido a elevada produção de forragem e valor nutricional adequado, quando colhido no momento apropriado (NEGRÃO et al., 2014). Dentre as forrageiras, destaca-se o *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, que apresenta maior acúmulo de forragem, com alta produção de folhas de melhor valor nutritivo (MACHADO et al., 2017).

Entretanto, silagens exclusivas de gramíneas tropicais possuem alguns aspectos desfavoráveis, como baixo teor de carboidratos solúveis que são necessários para uma fermentação adequada, baixo teor de matéria seca no momento do corte e alta capacidade tampão (FERREIRA et al., 2016; BORGES et al., 2018) e menor valor energético em comparação com o milho (PERIM et al., 2014b). Sendo assim, vem surgindo alternativas de produção de silagem de culturas anuais com forrageiras tropicais, seja na forma de consórcio (LEONEL et al., 2009; RIBEIRO et al., 2017; PARIZ et al., 2017; COSTA et al., 2018) ou com adição da forrageira na cultura anual (CRUVINEL et al., 2017).

Nesse contexto, a silagem de milho com forrageiras tropicais pode trazer benefícios como, balancear o valor nutritivo com aumento no teor de proteína bruta, aumentar a produtividade de massa ensilada, além da flexibilidade de uso, constituindo-se alternativa importante no período de baixa produção de forragem (PARIZ et al., 2017).

Uma das formas para avaliar a qualidade do alimento é através das frações protéicas e de carboidratos, que são de importante relevância na nutrição de ruminantes. Proteínas e carboidratos são fundamentais em razão do elevado impacto no sistema produtivo, ocasionando ganhos diferenciados no desempenho animal (BRANDSTETTER et al., 2019).

A caracterização das frações que constituem as proteínas e carboidratos, por meio do modelo CNCPS (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*), auxilia na formulação de dietas nutricionalmente adequadas, visando maximizar a sincronização da degradação de nitrogênio e carboidratos no rúmen, o que reduz as perdas energéticas e nitrogenadas nos animais (SILVA e SILVA, 2013). Por isso, avaliar a qualidade do alimento é fundamental para conhecer como ocorre a degradação ruminal das frações protéicas, carboidratos e o crescimento microbiano em função da disponibilidade desses nutrientes.

No entanto, por ser uma cultivar nova, pouco se conhece sobre a qualidade da silagem de milho com capim-tamani e seus benefícios na alimentação animal. Sendo assim, objetivou-se avaliar o fracionamento de proteínas e carboidratos da silagem de milho exclusiva e com adição de capim-tamani.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Silagem de Milho

A produção de silagem é uma alternativa viável à manutenção dos sistemas forrageiros, por reduzir o período de carência alimentar e fornecer melhorias dos índices zootécnicos do rebanho brasileiro (MACHADO et al., 2011). A cultura do milho (*Zea mays*) é considerada padrão entre as forrageiras indicadas para a produção de silagem e apresenta grande importância, com isso nos últimos anos vem sendo a cultura principal na safrinha na região do Brasil Central (GARCIA et al., 2013), devido à elevada produtividade de massa seca, qualidade nutricional, aceitabilidade dos animais e facilidade na mecanização e armazenamento (OSHITA et al., 2007; KOMLEH et al., 2011).

A composição bromatológica da planta do milho é um dos fatores que mais se destacam por estar dentro dos padrões desejados para confecção de uma silagem de qualidade, com o teor de proteína bruta em torno de 8%, fibra em detergente ácido de 28% a 32%, fibra em detergente neutro de 45 a 50% (PEREIRA et al., 2007), matéria seca entre 30% a 35%, aproximadamente 3% de carboidratos solúveis na matéria natural, baixo poder tampão, e proporcionar adequada fermentação microbiana (NUSSIO et al., 2001).

O processo de ensilagem do milho não melhora a qualidade do alimento, mantém seu valor nutricional, desde que seja feito o processo corretamente. De acordo com Neumann et al. (2007), o híbrido utilizado influencia na qualidade da silagem, assim como, o estágio de maturação na hora da colheita, tipo do solo e clima da região. Moraes et al. (2013) afirmaram que a composição estrutural, produção de grãos, folha e colmo das plantas de milho, são fatores importantes na qualidade e valor nutricional do material ensilado.

Entretanto, para que as características favoráveis sejam alcançadas, as etapas da produção da silagem devem ser seguidas rigorosamente, garantindo alimento de qualidade. A primeira etapa a ser realizada na ensilagem está na escolha do híbrido adequado, onde cada cultivar apresenta comportamento agrônomico e nutricional distinto com base no grau de adaptação às condições da região de cultivo (ZOPOLATTO et al., 2009).

Todavia, os híbridos de milho de variadas tecnologias são constantemente ofertados no mercado por diversas empresas que os renovam periodicamente, com isso para que se tenha otimização de recursos, e produção de silagem de alta qualidade, é necessário observar, na intersecção de dados produtivos e qualitativos, características que definem a escolha mais

assertiva de híbridos, que conseqüentemente, impliquem em melhores resultados econômicos (VIEIRA et al., 2013).

2.2 Silagem de Gramíneas Tropicais

Das forrageiras indicadas para região do Cerrado, o capim-tamani (*Panicum maximum*) destaca-se, por apresentar alta qualidade na produção de forragem, grande velocidade de estabelecimento e de rebrota, elevados teores de proteína bruta e digestibilidade, produtividade e vigor, sendo indicado para plantio após culturas anuais em sistema agropastoril (EMBRAPA, 2015). Devido as características favoráveis, como alta produção anual por área, perenidade, baixo risco de perda e maior flexibilidade de colheita, as gramíneas tropicais vêm sendo utilizadas para produção de silagem, tornando-se uma alternativa promissora para grandes e pequenos pecuaristas (PERIM et al., 2014 b; EPIFANIO et al., 2014; RIBEIRO et al., 2017).

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

Nesse contexto, tem-se utilizado a combinação de silagem de milho com gramíneas tropicais, com o intuito de aumentar o valor protéico e auxiliar na qualidade da silagem, adequando os padrões fermentativos da mesma (LEONEL et al., 2009). Assim, a combinação entre a principal cultura da safrinha com forrageiras perenes é considerada uma maneira viável, aumentando o consumo, melhorando a ingestão e a utilização de nutrientes.

2.3 Fracionamento de Proteína e Carboidrato

A produtividade animal é determinada basicamente pela qualidade da forragem ingerida. É fortemente influenciada pela digestibilidade da forragem, que é inversamente proporcional ao conteúdo da fração fibrosa das plantas (carboidratos fibrosos). A baixa digestão ruminal da forragem ingerida aumenta o tempo de retenção do alimento no rúmen e, conseqüentemente, diminui a taxa de ingestão de matéria seca e o desempenho animal (CRUZ, 2010).

O suprimento das necessidades nutricionais de ruminantes depende principalmente do conteúdo de energia e proteína da dieta que podem ser utilizadas pela microbiota ruminal. Segundo Mello e Nörnberg (2004), a fermentação ruminal depende da concentração total de carboidratos e proteínas na dieta e de taxas de degradação.

Atualmente, os sistemas de avaliação de alimentos para ruminantes, que fornecem suporte às formulações de rações, exigem que os nutrientes sejam fracionados no sentido de melhor caracterizá-los (SNIFFEN et al., 1992). A fração protéica dos alimentos podem ser subdivididas em componentes A (fração solúvel), B1 (fração solúvel rapidamente degradada no rúmen), B2 (fração insolúvel, com taxa de degradação intermediária no rúmen), B3 (fração insolúvel lentamente degradada no rúmen) e fração C, que é indigestível durante sua permanência no trato gastrintestinal.

Os carboidratos também podem ser fracionados em componentes A (açúcares solúveis com rápida degradação ruminal), B1 (amido e pectina), B2 (correspondente à fibra potencialmente degradável com taxa de degradação mais lenta) e C, que apresenta característica de indigestibilidade. Este subfracionamento foi descrito por Sniffen et al. (1992), sendo objeto de entrada de dados para o sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). Este sistema tem o objetivo de estimar taxas de degradação ruminal de diferentes subfrações dos alimentos, maximizar a sincronização de proteína e carboidratos no rúmen e conseqüentemente a produção microbiana e ainda minimizar as perdas nitrogenadas (SNIFFEN et al., 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo da área com auxílio do trado holandês na profundidade de 0 a 20 cm para análise físico-química do solo. O solo da área experimental foi caracterizado por Latossolo Vermelho Distroférico (Santos et al., 2018). A caracterização foi de 450; 200; 350 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 6,0; Ca: 2,8 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,5 cmol_c dm⁻³; Al: 0,02 cmol_c dm⁻³; Al+H: 2,1 cmol_c dm⁻³; K: 0,57 cmol_c dm⁻³; CTC: 6,97 cmol_c dm⁻³; V₁: 69,87%; P (mehlich): 4,5 mg dm⁻³ e M.O.: 29,3 g kg⁻¹.

Para implantação do milho (híbrido 32R22) as sementes foram semeadas a 2 cm de profundidade, com espaçamento entre linhas de 50 cm. Na semeadura foi aplicado 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na fonte de superfosfato simples. Quando as plantas de milho estavam em estágio de três e seis folhas completamente desenvolvidas, foram realizadas adubações de cobertura a lanço, aplicando 150 e 75 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, nas fontes de uréia e cloreto de potássio.

As parcelas foram constituídas de 14 m de comprimento e 6,5 m de largura. A área útil a ser utilizada para confecção das silagens foram as quatro linhas centrais, eliminado 0,5 m de cada extremidade.

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

O delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de silagem: milho exclusivo, milho com 10% de capim-tamani; milho com 20% de capim-tamani; milho com 30% de capim-tamani e milho com 40% de capim-tamani, totalizando 20 silos experimentais. O capim-tamani foi colhido de área experimental do Instituto Tecnológico da Comigo (ITC), já estabelecida desde janeiro de 2018.

Para a ensilagem, o milho foi colhido com 320 g kg⁻¹ de matéria seca e o capim-tamani no ciclo de desenvolvimento de 30 dias, ambas as culturas foram colhidas a 20 cm do solo, utilizando-se roçadeira costal. Posteriormente, as forrageiras foram picadas separadamente, em picadeira estacionária, com partículas de aproximadamente 10 mm.

Em seguida o material foi homogeneizado com os níveis de inclusão do capim-tamani (0, 10, 20, 30 e 40%), calculado com base na matéria natural e armazenado em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Posteriormente, foram compactados com pêndulo de ferro, fechados com tampas de PVC e lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. A densidade média dos silos foi de aproximadamente $575,15 \pm 20,31 \text{ kg dm}^{-3}$. Os silos experimentais foram mantidos em área coberta, em temperatura ambiente.

Foram realizadas as análises do material *in natura* (antes da ensilagem) para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lignina, extrato etéreo (EE) e cinzas de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) pelo método descrito por Mertens (2002). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtido através da equação ($\% \text{ NDT} = 105,2 - 0,68 (\% \text{ FDN})$), proposta por Chandler (1990). Para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi utilizada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada ao rúmen artificial, desenvolvido pela ANKON®, usando o instrumento “Daisy incubator” da Ankom Technology (*in vitro* true digestibility- IVTD), resultados demonstrados na Tabela 1.

Após 50 dias da ensilagem, os silos foram abertos, descartando-se a porção superior e a inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e colocada em bandejas de plástico, pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas e em seguida foram moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1mm, e armazenadas em recipientes de plástico, para serem analisadas.

As determinações de nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo a metodologia descrita por Licitra et al. (1996) e o nitrogênio solúvel (NS) de acordo com Krishnamoorthy et al. (1983).

Tabela 1. Composição química-bromatológica (g kg⁻¹ MS) do capim-tamani e do milho, para ensilagem.

Composição bromatológica	Capim-tamani	Milho
MS (g kg ⁻¹ MS)	286,8	329,5
PB (g kg ⁻¹ MS)	165,9	85,3
FDN (g kg ⁻¹ MS)	587,8	592,3
FDA (g kg ⁻¹ MS)	351,6	345,9
Lignina (g kg ⁻¹ MS)	24,3	28,6
EE (g kg ⁻¹ MS)	18,3	44,7
DIVMS (g kg ⁻¹ MS)	702,3	684,5
MM (g kg ⁻¹ MS)	76,5	43,4
NDT (g kg ⁻¹ MS)	606,4	697,1

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

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

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

Foi realizada a análise de variância através do programa R versão R-3.1.1 (2014), utilizando-se do pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2014), e em função da significância para as variáveis, foram ajustadas equações de regressão, com erro padrão, onde os gráficos foram realizados no programa Sigma Plot.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fracionamento de proteína

O fracionamento de proteína (A, B1, B2, B3 e C), carboidrato total, carboidrato não fibrosos e fração de carboidrato (A + B1, B2 e C), foram influenciados ($p < 0,05$) pelas diferentes silagens, com adição do capim-tamani na silagem de milho.

Avaliando a fração protéica A, observa-se na Figura 1 (a) aumento quadrático à medida que adicionou os níveis de capim-tamani na massa ensilada, demonstrando os benefícios que essa forrageira proporciona para melhorar a taxa de degradação ruminal. Indicando que a melhor composição bromatológica do capim-tamani, proporcionou maiores teores de proteína e menores teores de lignina (Tabela 1), com melhor arranjo estrutural da parede celular, indicando que o capim-tamani, torna-se uma opção interessante para melhorar a silagem de milho, com melhor nutrição animal.

A silagem com maior proporção de capim-tamani apresentou maior valor de fração A, concordando com Epifanio et al. (2014), que explicam que forrageiras com melhores características bromatológicas contribuem com maior fração A, devido a solubilidade e facilidade de degradação ruminal. Avaliando o fracionamento protéico do capim-piatã com inclusão de farelos energéticos, Perim et al. (2014a), verificaram que a inclusão dos farelos proporcionou aumento na fração A, com valor de 52,79% na inclusão de 32%.

Vale ressaltar que a fração A classificada anteriormente como nitrogênio não protéico foi reclassificada em amônia para fornecer uma melhor predição da contribuição da proteína

metabolizável a partir de aminoácidos livres e pequenos peptídeos no rúmen (HIGGS et al., 2015). Esta fração colabora com o bom funcionamento do rúmen uma vez que, os microrganismos ruminais usam a fermentação deste produto como fonte de nitrogênio (RUSSELL et al., 1992).

Deve-se levar em consideração que proporções superiores de nitrogênio não protéico podem contribuir para maiores perdas nitrogenadas, devido à falta de esqueleto de carbono prontamente disponível para que a produção de proteína microbiana aconteça, demonstrando que o balanço entre carboidratos e proteínas é essencial para a saúde dos microrganismos ruminais (QUEIROZ et al., 2011).

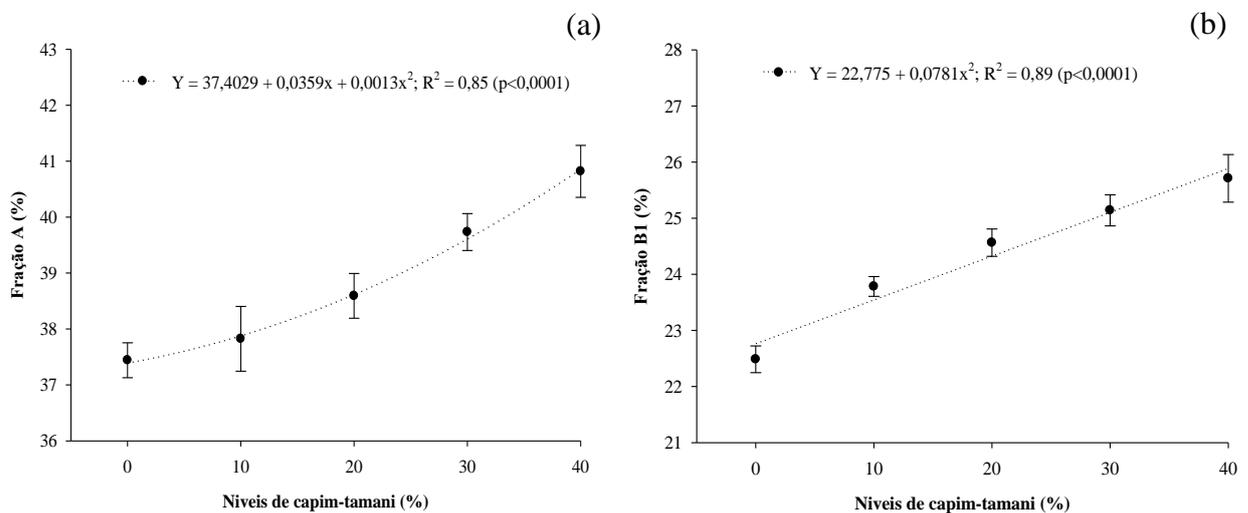


Figura 1. Fração A (a) e B1 (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani.

Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

A adição do capim-tamani também proporcionou aumento linear na fração B1, como demonstrado na Figura 1 (b), que resultou incremento dessa fração de 14,31% quando comparado com a silagem exclusiva de milho. Este resultado indica que a adição do capim-tamani na ensilagem proporcionou maior solubilização da fração B1 e degradação ruminal, porque essa fração corresponde a fração solúvel de rápida degradação ruminal (SNIFFEN et al., 1992). Diante disso, verifica-se que a adição do capim-tamani na ensilagem pode alterar de forma significativa o teor protéico, proporcionando melhor aproveitamento do alimento ao animal, que resultara em melhor desempenho. Esse resultado pode ser atribuído as

características morfológicas do capim-tamani, que apresenta porte baixo, com colmos curtos e alta relação lamina foliar:colmo (MACHADO et al., 2017).

Avaliando o fracionamento protéico da silagem de milho, Neumann et al., (2017), encontraram valor de 7,01% de fração B1, sendo inferior aos obtidos nesse estudo para a silagem de milho exclusiva.

A Figura 2 (a) demonstra aumento linear na fração B2 com adição de capim-tamani na ensilagem de milho, com incremento de 16,67% na dose máxima em relação a silagem exclusiva de milho. Esse resultado é relevante para melhorar a qualidade da silagem de milho, que apesar de apresentar altos valores energéticos (PERIM et al., 2014b), possui teor de proteína menor (Tabela 1), quando comparada as gramíneas do gênero *Panicum maximum*. A fração B2 é considerada uma fração intermediária na taxa de degradação ruminal. As frações B1+B2 apresentam rápida degradação, quando comparadas a fração B3, colaborando com o fornecimento de nitrogênio para os microrganismos ruminais (SNIFFEN et al., 1992).

Houve redução linear nas frações B3, com adição do capim-tamani na ensilagem de milho. Essa redução pode ser explicada pelo melhor arranjo estrutural da parede celular, com menores teores de lignina, quando comparado com o milho (Tabela 1), onde ocorreu a diluição da fibra, com os níveis de capim-tamani. A silagem de milho sem adição de capim apresentou 14,40% de fração B3 enquanto com 40% de inclusão de capim-tamani a fração B3 reduziu para 9,21%.

Vale lembrar, que os bovinos normalmente possuem o hábito de selecionar as folhas das forrageiras onde normalmente há maior proporção das frações A, B1, B2 e B3 (BRANCO et al., 2012), ressaltando a influência do capim-tamani na silagem mista, uma vez que este capim apresenta alta proporção de folhas (MACHADO et al., 2017).

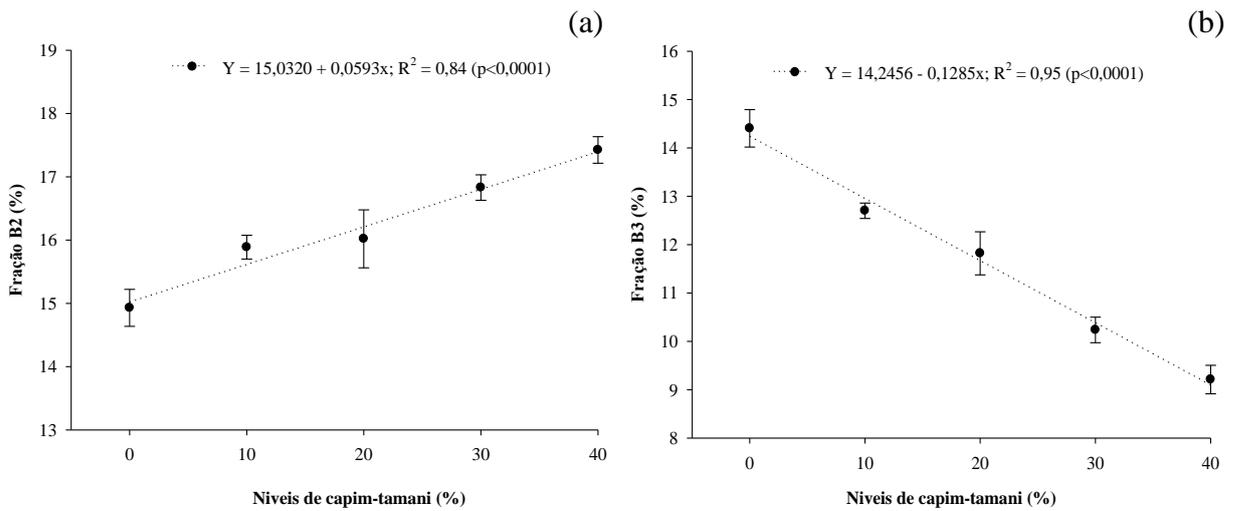


Figura 2. Fração B2 (a) e B3 (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani. Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

A fração C apresentou mesmo comportamento da fração B3, onde o maior nível de adição do capim-tamani proporcionou redução de 37,07%, em comparação a silagem exclusiva de milho, que obteve 10,76% de fração B3. A fração C é inutilizável pelo animal, por ser insolúvel em detergente neutro e ácido (SNIFFEN et al., 1992). Neste contexto, a utilização do capim-tamani na ensilagem de milho, torna-se uma opção vantajosa do ponto de vista nutricional, uma vez que o capim aumenta o valor protéico do alimento e diminuiu a parte fibrosa que não é utilizada pelo animal. Velásquez et al. (2010) completam que a fração C apresenta proteínas e compostos nitrogenados ligados à lignina e resistentes ao ataque de enzimas microbianas.

Viana et al. (2012), observando o fracionamento de proteína das silagens de diferentes forrageiras, averiguaram que a silagem de milho apresentou fração C de 14,1%, sendo superior a fração C da silagem de milho encontrada no presente estudo (10,57%).

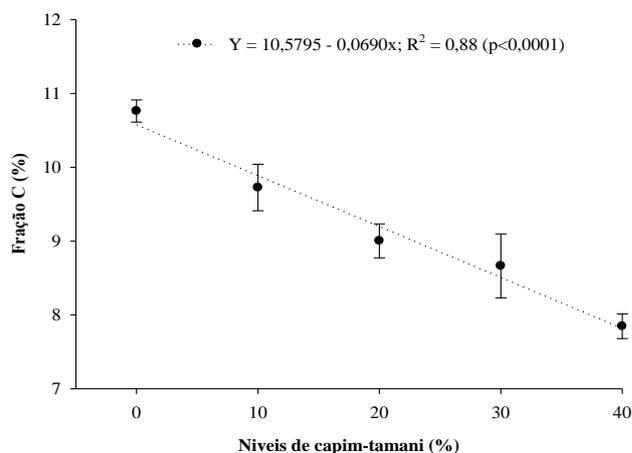


Figura 3. Fração C da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani. Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

Fracionamento de carboidrato

A Figura 4(a) apresenta os teores de CHOs totais das silagens. Houve decréscimo linear à medida que adicionou os níveis de capim-tamani na ensilagem de milho. Esse resultado pode ser decorrente aos maiores teores de proteína bruta obtidos no capim-tamani (Tabela 1). Sniffen et al. (1992), relataram que os elevados teores de proteína bruta e extrato etéreo podem interferir na estimativa do teor dos CHOs totais, causando redução, pois o tipo e a proporção de carboidratos influenciam a fermentação e eficiência microbiana (VAN SOEST et al., 1991).

Os carboidratos fibrosos colaboram no equilíbrio do pH ruminal por colaborar com a ruminação e produção de saliva (OLIVEIRA et al., 2016). Contudo, deliberada resistência a digestibilidade e diminui a síntese de proteína microbiana além de ter baixa taxa de fermentação (SILVA e NEUMANN, 2012; OLIVEIRA et al., 2016). Acarretando baixa taxa de passagem no canal rúmen retículo diminuindo a ingestão de matéria seca total, afetando o desempenho do animal (ALVES et al., 2016)

Os teores de CHOs totais obtidos nesse estudo (81,04%), foram semelhantes ao encontrado por Viana et al. (2012) que avaliando os teores de carboidratos CHOs totais da silagem de milho, verificaram valor de 80,7%.

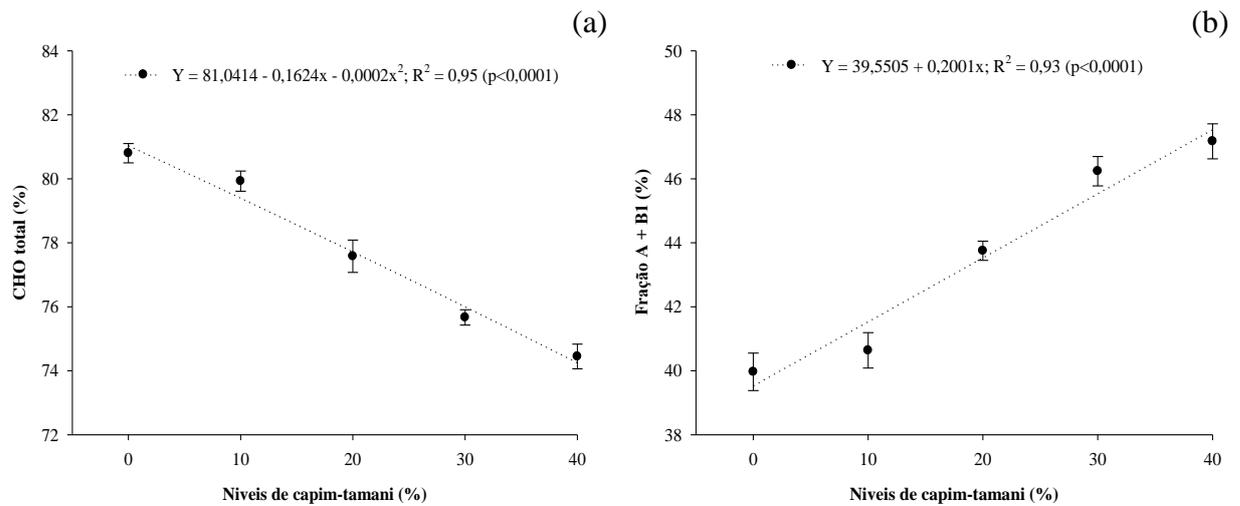


Figura 4. Carboidrato total (CHT) (a) e frações A+B1 (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani.

Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

Para a fração A+B1 demonstrado na Figura 4 (b) houve aumento desta fração à medida que incrementou os níveis de capim-tamani. Esses resultados indicam a importância de se adicionar capim-tamani na ensilagem de milho, trazendo benefícios para melhor degradação ruminal, visto que a fração A+B1 é considerada a fração solúvel com rápida degradação ruminal (SNIFFEN et al., 1992). Apesar do milho apresentar maior quantidade de amido, que contribui para o aumento da fração A+B1, aumentando as concentrações de frações solúveis e diminuindo as frações insolúvel, a silagem exclusiva apresentou menor fração A+B1.

Em relação a nutrição de ruminantes, a fração fibrosa merece atenção especial (WANG et al., 2017). Isto porque, ao longo dos anos as pesquisas vêm demonstrando que o valor nutricional e a qualidade da fonte de fibras estão relacionados com processos mais complexos entre os carboidratos ingeridos e a ação dos microrganismos ruminais, nos processos de digestão, absorção, transporte e uso de metabólitos (PEREIRA et al., 2010).

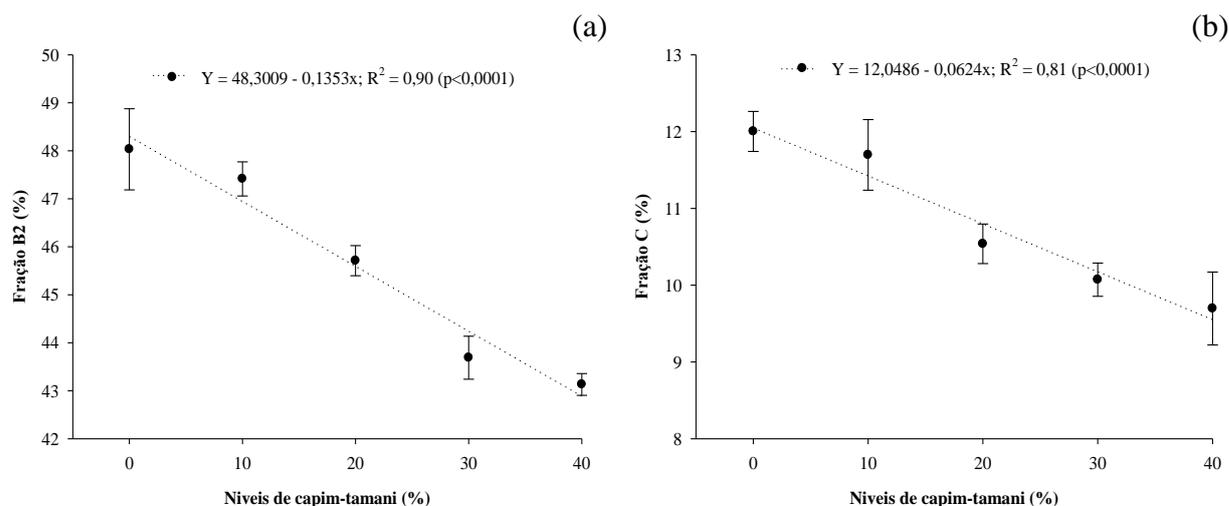


Figura 5. Frações B2 (a) e C (b) da silagem de milho com níveis de adição de capim-tamani.

Barras verticais representam o desvio-padrão da média de cada ponto.

As Figuras 5(a) e (b) apresentam as frações B2 e C das silagens. Ambas demonstraram comportamento semelhante, onde adição dos níveis de capim-tamani proporcionou redução linear nos valores dessas frações. Como a fração C inclui a porção da parede celular vegetal não digerida ao longo do trato gastrointestinal (SNIFFEN et al., 1992), é possível que as maiores frações nas silagens com adição do capim-tamani, tenha sido ocasionado pelo menor teor de lignina do capim-tamani, quando comparado com o milho.

De acordo com Brandstetter et al. (2019) as frações fibrosas são ligadas a compostos de carboidratos. Alimentos volumosos com maiores concentrações de FDN indicam maior fração B2 e incremento de fração C que pode estar ligada ao incremento de lignina e FDN (Silva e Silva, 2013), esse resultado corrobora com o obtido nesse estudo, onde a cultura do milho obteve maior teor de lignina, comparado com capim-tamani (Tabela 1). Sendo assim, vale ressaltar da importância da adição dos níveis de capim na ensilagem de milho, não somente no aumento do teor de proteína, mas na redução de material lignificado, devido aumento de fração C e redução de frações A+B1 que contribuem para menor disponibilidade de energia para os microrganismos ruminais (SILVA e SILVA, 2013).

Avaliando o fracionamento de carboidratos de diferentes silagens entre estas a de milho, Viana et al. (2012) atribuíram o maior valor de fração C nesta silagem, devido ao menor teor de proteína bruta deste material apresentando $860 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$, resultado compatível

com presente estudo que apresentou 850 g kg⁻¹ MS de proteína bruta na silagem exclusiva de milho.

Informações sobre as frações de proteínas e carboidratos são relevantes. Sendo assim, vale ressaltar, a importância da determinação do fracionamento, que contribui para melhor conhecimento da qualidade do carboidrato presente nas plantas, direcionando melhor as demandas destes alimentos pelos ruminantes (SILVA et al., 2019). Além de possibilitar e estimar com maior exatidão o desempenho dos animais, as estimativas das frações de carboidratos e proteínas permitem aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes e também decidir o tipo de suplementação para cada época do ano (SANTOS et al., 2019).

5 CONCLUSÃO

A adição de 40% de capim-tamani na ensilagem de milho aumentou a fração A e B1 de proteína e A+B1 de carboidrato, sendo alternativa interessante para melhorar a qualidade da silagem de milho exclusiva.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. R.; PASCOAL, L. A. F.; CAMBUÍ, G. B.; TRAJANO, J. S. T.; SILVA, C. M.; GOIS, G. C. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 7, p. 568-579, 2016.

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

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

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

BRANCO, A. F., VIANA, K. B., CASTAÑEDA, R. D., PROHMANN, P. E., CONEGLIAN, S. M. & MOURO, G. F. Chemical composition and crude protein fractions of Coastcross grass under grazing on winter, spring and summer in Southern Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n. 2, p. 183-187, 2012.

BRANDSTETTER, E. V.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, D. C.; SOUZA, W. F.; SILVA, V. C.; DIAS, M. B. C. Protein and carbohydrate fractionation of Jiggs Bermudagrass in different seasons and under intermittent grazing by Holstein cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, e. 43363, p. 1-7, 2019.

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

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

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; EPIFANIO, P. S.; SANTOS, C. B.; SILVA, J. T.; OLIVEIRA, S. S. Production and quality of silages pearl millet and Paiaguas palisade grass in monocropping and intercropping in different forage systems. **BioscienceJournal**, v. 34, p. 957-967, 2018.

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

CRUZ, P. G.; FIGUEIREDO, M. P.; PEREIRA, L. G. R.; BERGAMASCHI, K. B.; RODRIGUES, C. L. S. Fracionamento e cinética da fermentação ruminal in vitro dos carboidratos de cinco variedades de cana de açúcar. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 784-793, 2010.

EMBRAPA GADO DE CORTE. BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. Campo Grande, MS, 2015. Folder.

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

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

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

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

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

HIGGS, R. J., CHASE, L. E., ROSS, D. A., & VAN AMBURGH, M. E. Updating the Cornell Net Carbohydrate and Protein System feed library and analyzing model sensitivity to feed inputs. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6340-6360, 2015.

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

KHAN, N. A.; YU, P. Q.; ALI, M.; J. CONE, W.; HENDRIKS, W. H. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. **Journal of the Science**, v. 95, n.3, p. 238–252, 2015.

KOMLEH, S. H. P.; A. KEYHANI, S. H. RAFIEE P. SEFEEDPARY. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. **Energy**. v. 36, p. 3335- 3341, 2011.

KRISHNMOORTHY, U.; SNIFFEN, C. J.; STERN, M. D.;VAN SOEST, P. J. Evaluation of a mathematical model of rumen digestion and an in vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen-undegraded nitrogen content of feedstuffs. **British Journal of Nutrition**, v. 50, n. 2, p. 555-568, 1983.

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

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

MACHADO, L. A. Z; CECATO, U; COMUNELLO, E; COCENÇO, G; CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 52, p. 521-529, 2017.

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

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.

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

MORAES, S. D.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; MARQUARDT, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

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

NEUMANN, M.; NORBERG, J. L.; LEÃO, G. F. M.; HORST, E. H.; FIGUEIRA, D. N. Chemical fractionation of carbohydrate and protein composition of corn silages fertilized with increasing doses of nitrogen. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, ed. 20160270, 2017.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; OST, P. R.; RESTLE, J.; SANDINI, I. E.; ROMANO, M. A. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 847-854, 2007.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, Maringá. **Anais**, v. 1, p. 127-145, 2001.

OLIVEIRA, V. S.; NETO, J. A. S.; VALENÇA, R. L.; SILVA, B. C. D.; SANTOS, A. C. P. S. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, v. 22, n. 2, p.1–18, 2016.

OSHITA, T.; TAKAYAMA, H., OTSUKA, H.;IGARASHI, H.;NONAKA, K.;KUME, S.Effects of Maturing Stage of Corn Hybrids on Silage Yield, Feeding Value for Dairy Cows and Milk Production in a Cold Region of Japan. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 20, p. 511- 516, 2007.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A.C.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M. Silage production of corn intercropped with tropical forages in an integrated crop-livestock system with lambs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 1, p. 54-62, 2017.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, S. M.; VILLARROEL, A. B. S.; CLEMENTINO, R. H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (Zeamays, L). **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 08-12, 2007.

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

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

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

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

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

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

RUSSELL, B. J.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. J.; SOEST, P. J. V.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal Dairy Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3581, 1992.

SANTOS, C. B.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F. SILVA, V. C. EPIFANIO, P. S.; SANTOS, H. S. Protein and carbohydrates fractionation in Paiaguas palisadegrass intercropped with grain sorghum in pasture recovery. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, e. 42693, 2019.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, K. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5ª ed., Embrapa Solos, 2018.

SILVA, S. P.; SILVA, M. M. C. Fracionamento de carboidrato e proteína segundo osistema CNCPS. **Veterinária Notícias**, v. 19, n. 2, p. 95-108, 2013.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: Conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, v. 9, n. 9, p. 69-84, 2012.

SILVA, A. L.; SOUSA, D. B.; AMORIM, D. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, K. B.; NASCIMENTO, R. R. Carboidratos de plantas forrageiras para ruminantes: uma revisão. **Nucleus Animalium**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2019.

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

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

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

VELÁSQUEZ, P. A.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIVERA, A. R.; DIAN, P. H. M.; TEIXEIRA, I. A. M. de. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1206-1213, 2010.

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

VIEIRA, V. C.; MARTIN, T. N.; MENEZES, L. F. G.; Ortiz, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1925-1931, 2013.

WANG, J.; YAO, G.; JIN, F. One-pot catalytic conversion of carbohydrates into alkyl lactates with Lewis acids in alcohols. **Molecular Catalysis**, v.435, n.9, p.82-90, 2017.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L. G.; MARI, L. J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A. P.; MOURÃO, G. B. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, p. 452-461, 2009.