

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DACIELE SOUSA DE ABREU

UTILIZAÇÃO DE *Hemarthria altissima* PARA BOVINOS DE CORTE

RECIFE – PE

MAIO DE 2021

DACIELE SOUSA DE ABREU

UTILIZAÇÃO DE *Hemarthria altissima* PARA BOVINOS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Comitê de orientação:

Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Junior - Orientador

Prof. Dr^a. Mércia Virginia Ferreira dos Santos – Coorientadora

RECIFE – PE

MAIO DE 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A145u

ABREU, DACIELE

UTILIZAÇÃO DE *Hemarthria altissima* PARA BOVINOS DE CORTE / DACIELE ABREU. - 2021.
104 f. : il.

Orientador: Jose Batista Dubeux Junior.
Coorientadora: Mercia Virginia Ferreira dos Santos. Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2021.

1. Dossel. 2. Sazonalidade. 3. Produtividade. 4. Qualidade da forragem. 5. Metabolismo do rúmen. I. Junior, Jose Batista Dubeux, orient. II. Santos, Mercia Virginia Ferreira dos, coorient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

UTILIZAÇÃO DE *Hemarthria altissima* PARA BOVINOS DE CORTE

Dissertação elaborada por
DACIELE SOUSA DE ABREU

Aprovada em 28/05/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Junior

University of Florida - North Florida Research and Education Center

Prof. Dr. Nicolas DiLorenzo

University of Florida - North Florida Research and Education Center

Prof. Dr. Valdson José da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Zootecnia

*A minha família, Nilton, Euda e Vitória,
Minha base e meu alento.*

AGRADECIMENTOS

A conclusão desse trabalho, bem como toda a minha caminhada de vida, seria improvável sem a presença e o cuidado de Deus para comigo. O primeiro agradecimento vai para Ele que, desde o início foi meu sustento, base e fortaleza.

Dedico todo meu amor e agradeço aos meus pais, Eudacir e Nilton de Abreu, pelo amor, pela dedicação, pela excelente educação, pelo apoio incondicional, por ser abrigo e por jamais medir esforços para me ajudar nessa caminhada. Não sou capaz de imaginar meu mundo sem seus sorrisos. Muito obrigada por tudo.

A minha irmã, Vitória Abreu, agradeço por toda amizade, cuidados e sorrisos. Meus dias não seriam os mesmos sem você. Você é um presente na minha vida.

A minha amiga, Virgínia Marques, pela amizade, carinho e conversas. Você sempre será a minha pessoa.

A meu orientador, José Carlos Batista Dubeux Junior, por sua orientação, por todas as oportunidades dadas, por compartilhar comigo seus conhecimentos, pela confiança, dedicação e paciência nas sábias orientações. Registro aqui toda minha gratidão.

A minha coorientadora, Mércia Virgínia Ferreira dos Santos, pelas oportunidades e supervisão durante toda minha vida acadêmica, sem ela não seria possível a realização do mesmo. Registro aqui todo meu carinho e admiração.

Ao professor Nicolas DiLorenzo, pelo suporte e orientação durante a execução dos meus experimentos. Deixo aqui minha gratidão e admiração.

Aos meus amigos de pós-graduação, Camila Sousa e José Diógenes, pela parceria, companheirismo e amizade durante esses dois últimos anos. Vocês iluminaram meus dias.

Aos meus amigos Andrea Calix, Camila Ichazo, Carlos Garcia, David Jaramillo, Erick Santos, Luana Dantas e Marco Goyzueta por todas as gargalhadas, suporte e ajuda durante meus 13 meses em Marianna, FL.

A Martin Ruiz Moreno, técnico do laboratório da NFREC – Marianna, FL, por toda ciência e conselhos dados durante as incansáveis horas de trabalho no laboratório.

Ao “Forage Team” de Marianna, obrigada por toda ajuda durante os períodos de experimento.

A toda Equipe NFREC – Marianna, FL.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Departamento de Zootecnia, pelo ensino e honra. Agradeço a todos os funcionários e professores desta instituição.

Muito obrigada a todos que contribuíram para que fosse possível!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	13
REFERENCIAL TEÓRICO: UTILIZAÇÃO DE <i>Hemarthria altissima</i> PARA BOVINOS DE CORTE.....	13
Bovinocultura de corte e o uso de pastagens	14
<i>Hemarthria altissima</i>	16
Uso de suplementação em dietas a base de forragem	18
Referências Bibliográficas	21
CAPÍTULO 2.....	26
CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA E VALOR NUTRITIVO DE PASTO DIFERIDO DE <i>Hemarthria altissima</i>	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
Introdução	29
Material e Métodos	30
<i>Descrição da área experimental</i>	30
<i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	31
<i>Amostragem e variáveis analisadas</i>	33
<i>Análise estatística</i>	35
Resultados e Discussão	35
Considerações finais	44
Referências Bibliográficas	45
CAPÍTULO 3.....	47
CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE FENO DE LIMPOGRASS POR BOVINOS DE CORTE COM DIFERENTES NÍVEIS DE MELAÇO ENRIQUECIDO COM UREIA.....	47
RESUMO	48
ABSTRACT	49
Introdução	50
Material e Métodos	51
<i>Descrição da área experimental</i>	51
<i>Amostragem e variáveis analisadas</i>	54
<i>Análise estatística</i>	56

Resultados e Discussão	56
<i>Dinâmica dos indicadores de fermentação ruminal</i>	62
Considerações finais	70
Referências Bibliográficas	71
CAPÍTULO 4	78
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO IN VITRO EM DIETAS DE FENO DE LIMPOGRASS EM DIFERENTES NÍVEIS DE MELAÇO ENRIQUECIDO COM UREIA	78
RESUMO	79
ABSTRACT	80
Introdução	81
Material e Métodos	82
<i>Descrição da área experimental</i>	83
<i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	83
<i>Amostragem e variáveis analisadas</i>	83
<i>Análise estatística</i>	86
Resultados e Discussão	86
<i>Dinâmica dos indicadores de fermentação ruminal in vitro</i>	86
Considerações finais	94
Referências Bibliográficas	95
CAPÍTULO 5	100
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	100
Conclusões	101
Recomendações	102
Referências Bibliográficas	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Altura do dossel, acúmulo de forragem e densidade aparente do dossel do limpograss cv. Floralta na Fazenda Deseret Cattle and Timber (DCT), FL.	36
Tabela 2. Porcentagem de colmo nos pastos de limpograss cv. Floralta em diferentes datas de avaliação e camadas do pasto na Fazenda Deseret Cattle and Timber (DCT), FL.....	37
Tabela 3. Porcentagem de folha nos pastos de limpograss cv. Floralta em diferentes datas de avaliação e camadas do pasto na Fazenda Deseret Cattle and Timber (DCT), FL.....	38
Tabela 4. Relação folha:colmo de limpograss cv. Floralta em diferentes datas de avaliação e camadas de dossel em Deseret Cattle and Timber, FL.	39
Tabela 6. Composição química do feno de Floralta limpograss e suplemento líquido à base de melaço de 32% PB com limitador de ingestão	53
Tabela 7. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta no consumo de dietas com feno de limpograss ad libitum.	58
Tabela 8. Contribuição das fontes de N da dieta no N fecal estimada por meio do uso isótopos de $\delta^{15}\text{N}$	60
Tabela 9. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta na digestibilidade de dietas com feno de limpograss ad libitum.	61
Tabela 10. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta nas proporções molares e concentrações totais de AGV.	68
Tabela 11. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta nas proporções molares e concentrações totais de AGVCC.	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área experimental, Wewahitchaka, FL.....	30
Figura 2. Temperatura e precipitação pluviométrica na Fazenda Deseret Cattle and Timber, localizada na cidade de Wewahitchka, no estado da Flórida.	31
Figura 3. Esquema de demonstração da parcela e da subparcela experimental.	32
Figura 4. Área Experimental e disposição dos blocos (B).	33
Figura 5. Digestibilidade do limpograss cv. Floralta nas diferentes camadas e frações do dossel, nas diferentes datas de avaliação em Deseret Cattle and Timber no Gulf County, FL.....	40
Figura 6. Digestibilidade do limpograss cv. Floralta nas diferentes camadas e frações do dossel em Deseret Cattle and Timber no Gulf County, FL.....	41
Figura 7. Digestibilidade total (folha + colmo) da camada superior do limpograss cv. Floralta, em duas diferentes metodologias em Deseret Cattle and Timber no Gulf County, FL.	42
Figura 8. Proteína bruta do Limpograss cv. Floralta em diferentes datas de avaliação e camadas de dossel em Deseret Cattle and Timber, FL. Média de dois anos e 12 repetições.	43
Figura 9. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta nos níveis de pH de dietas a base de feno de limpograss ad libitum durante 24 horas, a cada três horas. Foi observada uma interação tratamento x tempo ($P = 0,0134$). As barras de erro representam o EP para a interação tratamento x tempo.	63
Figura 10. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta nas concentrações de $\text{NH}_3\text{-N}$ em dietas a base de feno de limpograss ad libitum durante 24 horas, a cada três horas. Houve efeito de tratamento ($P= 0,0031$) e tempo ($P<0,0001$) e interação em tratamento x tempo ($P <,0001$). As barras de erro representam o EP para a interação tratamento x tempo.	64
Figura 11. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta nas concentrações ruminais de ácido isobutírico de dietas a base de feno de limpograss ad libitum durante 24 horas, a cada três horas. As barras de erro representam o EP para a interação tratamento x tempo.	69
Figura 12. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta nas concentrações ruminais de ácido isovalérico de dietas a base de	

feno de limpoglass ad libitum durante 24 horas, a cada três horas. As barras de erro representam o EP para a interação tratamento x tempo.69

Figura 13. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melão enriquecido com 32% de proteína bruta na produção de gás, avaliados 48 horas após incubação em vitro em laboratório. As barras de erro representam o EP dos tratamentos.87

Figura 14. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melão enriquecido com 32% de proteína bruta na produção de gás por unidade de matéria orgânica digestível, avaliados 48 horas após incubação em vitro em laboratório. As barras de erro representam o EP dos tratamentos.88

Figura 15. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melão enriquecido com 32% de proteína nos níveis de pH, avaliados 48 horas após incubação em vitro em laboratório. As barras de erro representam o EP dos tratamentos.89

Figura 16. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melão enriquecido com 32% de proteína nas concentrações de NH₃-N, avaliados 48 horas após incubação em vitro em laboratório. As barras de erro representam o EP dos tratamentos.90

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO: UTILIZAÇÃO DE *Hemarthria altissima* PARA BOVINOS DE CORTE

1 **Bovinocultura de corte e o uso de pastagens**

2
3 A bovinocultura de corte tem a capacidade de converter alimentos fibrosos e de baixo
4 valor energético em um produto rico em proteínas, energia, vitaminas e minerais (Burns, 2008).
5 Nos Estados Unidos, os sistemas baseados em pastagens passam por constantes modificações,
6 tanto pelos diferentes modos de uso da pastagem, como devido às diversas condições climáticas
7 impostas ao longo do ano. Como consequência, tem se buscado cada vez mais melhorias na
8 produção de forragem. Tais melhorias envolvem escolha de espécies forrageiras apropriadas e
9 melhoradas, bem como manejo de pastagem objetivando fornecer um suprimento apropriado e
10 contínuo para atender com eficiência as necessidades de nutrientes para as funções fisiológicas do
11 rebanho (Hodgson, 1977).

12 Forragens consideradas de alta qualidade são capazes de fornecer os nutrientes
13 necessários para atender às exigências dos animais em pastejo. Todavia, a maior parte dos
14 sistemas de produção baseados em pastagens raramente estão em equilíbrio na relação entre
15 suprimento e demanda em função da sazonalidade quantitativa e qualitativa da produção
16 forrageira (Paulino et al., 2004). A variação da sazonalidade na produção de forragem pode ser
17 uma limitação no manejo da pastagem.

18 As taxas de lotação animal e as necessidades de alimentação suplementar são
19 influenciadas pelo equilíbrio dinâmico entre o crescimento da forrageira e a quantidade de
20 forragem consumida pelos animais (Nave et al., 2014).

21 No Brasil, por exemplo, o principal fator limitante nos sistemas de produção a pasto é a
22 variação da qualidade e crescimento das forrageiras ao longo do ano, verificando-se no período
23 chuvoso, uma média de 85% da produção anual de forragem. Na estação seca ocorre diminuição

24 da produção e da qualidade do pasto (Fernandes et al., 2010). Na maior parte do norte dos
25 Estados Unidos, gramíneas de estação fria são a base da forragem para a produção de gado de
26 corte, enquanto as forragens de estação quente são o tipo de forragem predominante no sul e
27 sudoeste. De acordo com Newman et al. (2010), dentre as forragens de estação quente, destaca-se
28 o capim-bahia (*Paspalum notatum* Flugge), que é amplamente usado na Flórida devido a sua
29 adaptação e baixa exigência de fertilidade do solo. Outras forrageiras comumente usadas são os
30 híbridos do *Cynodon dactylon* L., que se destacam devido a sua grande lista de variedades
31 (Coastal, Suwannee, Coastcross-1, Callie, Alicia, Tifton 44, Tifton 78, Tifton 85, Florakirk,
32 Jiggs, etc). Essas forrageiras são bastante usadas para feno e pastagem, devido a sua alta resposta
33 a fertilização nitrogenada, bem como alta produção e fácil secagem para confecção de feno
34 (Newman et al., 2014). Essas pastagens produzem a maior parte de seu crescimento durante seus
35 primeiros períodos de desenvolvimento, conseqüentemente, sua capacidade anual de suporte
36 depende muito das forragens armazenadas naquela estação de cultivo (Mulliniks et al., 2015).

37 Para ajudar a melhorar esse equilíbrio entre o desempenho animal e a forragem ofertada é
38 necessário manejar e monitorar continuamente a massa de forragem. Essa medição pode ajudar
39 os produtores a garantir o manejo de pastagem, evitando o uso excessivo ou desperdício por parte
40 dos animais em pastejo (Nave et al., 2013).

41 Assim como as características de valor nutritivo da forragem, a produção a pasto está
42 diretamente ligada as características fenológicas e estruturais da vegetação como altura,
43 densidade da biomassa vegetal (kg/ha.cm), relação folha/colmo, presença de inflorescência, bem
44 como material morto. Características estruturais determinam o quão seletivo será o pastejo
45 exercido pelo animal, assim como a eficiência com que o animal irá consumir a forragem na
46 pastagem, afetando a qualidade ingerida de nutrientes. As características estruturais do dossel

47 dependem não só da espécie forrageira, mas também do manejo adotado, como a pressão de
48 pastejo, por exemplo (Gomide, 1989).

49 ***Hemarthria altissima***

50

51 A *Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf e C. E. Hubb. é uma gramínea estolonífera, perene
52 tropical, pertencente a tribo *Andropogonea* da família Poaceae. Recebe o nome de capim limpo
53 ou limpograss, devido ao seu local de origem na África do Sul, ao Norte de Transvaal, no Vale do
54 Rio Limpopo (Quesenberry et al., 2004). Emite grande número de estolões no início do
55 estabelecimento, ocorrendo seu enraizamento por meio dos nós inferiores. A depender do cultivar
56 e da fertilidade, a altura da planta pode atingir até 1,50 m. A inflorescência da hemártria é um
57 racemo, frequentemente subdividido, porém é caracterizado pela baixa produção de sementes e
58 por esse motivo é propagado vegetativamente. A propagação é realizada por meio de estolões
59 prostrados que se ramificam facilmente (Quesenberry, 1993; Machado et al, 2010).

60 Foi introduzido pela primeira vez na Flórida em 1964, sendo as avaliações conduzidas em
61 Gainesville, Flórida. Foram coletados quatro acessos originais da África Austral. O primeiro
62 acesso não foi agronomicamente útil, mas os últimos três foram amplamente avaliados para uso
63 em pastagens. Em 1978, foram liberados os cultivares Redalta, Greenalta e Bigalta (Quesenberry
64 et al., 1979). Cada cultivar apresentou alguma limitação de produção, seja relacionada ao baixo
65 valor nutritivo (Redalta e Greenalta) ou à fraca persistência sob desfolha regular (Bigalta). Dessa
66 forma, um grupo adicional de 50 plantas foi introduzido na Flórida entre 1964 e 1971 e foi
67 incluído em experimentos de avaliação de germoplasma. A partir de avaliações preliminares de
68 corte e pastejo, oito introduções de plantas superiores foram selecionadas e inseridas em
69 experimentos de pastejo para determinar a persistência sob pastejo em duas localidades. Em

70 1984, após seleção por meio desses experimentos foi lançado o cultivar Floralta (Quesenberry et
71 al., 1984, 1978).

72 Por fim, em 2014 dois híbridos (Kenhy e Gibtuck) foram selecionados a partir de 51
73 mudas híbridas produzidas por cruzamentos de Floralta × Bigalta. Suas seleções se deram devido
74 ao rendimento superior, persistência sob pastejo, maior valor nutritivo e utilidade como pasto
75 diferido (Quesenberry et al., 2018).

76 Wallau et al. (2014) avaliaram o desempenho de cinco linhagens reprodutivas de
77 limpograss (1, 4F, 10, 32 e 34) sob combinações de frequência e intensidade de pastejo de junho
78 a outubro de 2012 e de maio a outubro de 2013 na Flórida, no nordeste de Gainesville. Foi obtido
79 para o Floralta, 75 g kg⁻¹ de proteína bruta e digestibilidade de 589 g kg⁻¹. Os acessos 4F
80 (Kenhy) e 10 (Gibtuck) se sobressaíram para variável acúmulo de forragem em comparação com
81 Floralta (80 kg MS ha⁻¹ d⁻¹). Kenhy e Gibtuck (95 e 87 kg MS ha⁻¹ d⁻¹) acumularam 60 e 42% a
82 mais de forragem, respectivamente. Quesenberry et al. (2018) afirmam que os novos cultivares
83 Kenhy e Gibtuck possuem maior produção e persistência sob pastejo que o cultivar Floralta, e o
84 Kenhy apresenta maior digestibilidade em relação ao Floralta.

85 No Brasil, chamada de capim gamalote, a hemártria foi introduzida na década de 60 por
86 meio de mudas provenientes da Universidade da Flórida, demonstrando boa adaptação nas regiões
87 do Sul do Brasil e Sudoeste do Paraná (Silveira & Perez, 2014). Embora seja uma espécie que
88 tolere temperaturas baixas, seu crescimento ótimo ocorre com temperaturas que variam de 31 a
89 35°C em solos mal drenados (Machado et al., 2010). Em outros estados do Brasil, como Rio
90 Grande do Sul e Santa Catarina, também têm sido realizados estudos em *H. altissima*, na
91 tentativa de obter-se mais opções de forragem para alimentação do rebanho (Santos, 2009;
92 Hanisch & Fonseca, 2011).

93 Na Flórida, o limpograss tem se destacado devido a capacidade de produzir maior
94 quantidade de forragem durante a estação fria quando comparado com outras gramíneas de
95 estação quente adaptadas a região (Quesenberry et al., 2004). Embora o limpograss geralmente
96 mantenha maior digestibilidade na maturidade tardia do que outras gramíneas de estação quente,
97 a proteína bruta (PB) diminui substancialmente e pode não atender às necessidades da maioria
98 dos animais (Sollenberger et al., 1988). Portanto, a suplementação concentrada é geralmente
99 necessária para manter o estado nutricional adequado de ruminantes que pastejam em pastos
100 diferidos. Vendramini et al. (2019), avaliando massa de forragem e valor nutritivo de pastos
101 diferidos de limpograss, recomendam ajustes do valor nutritivo por meio de suplementação nos
102 períodos de inverno.

103 De acordo com Wallau et al. (2015), é importante salientar que a estação fria, na Flórida,
104 por exemplo, geralmente não é longa o suficiente para justificar o uso de gramíneas de estação
105 fria como fonte de forragem. Estender a duração da estação de pastejo de forragens de estação
106 quente pode reduzir a necessidade de suplementação. Isso pode ser conseguido usando espécies
107 ou cultivares tolerantes ao frio que permanecem produtivas depois que as temperaturas e a
108 duração do dia começam a diminuir ou, alternativamente, estocando forragem para uso no
109 inverno.

110 **Uso de suplementação em dietas a base de forragem**

111

112 As pastagens são responsáveis por produzir grandes quantidades de matéria seca por área.
113 Um dos principais focos do da pastagem é promover o suprimento diário de forragem, capaz de
114 atender aos requisitos nutricionais do rebanho de forma econômica. Para isso, alguns ajustes na
115 curva de suprimento de forragem do rebanho podem ser realizados. Porém, diante dos efeitos de

116 sazonalidade, essa produção de forragem é alterada e os ajustes se tornam desafios (Euclides,
117 2000). A quantidade e/ou qualidade limitada da forragem pode exigir alimentação suplementar
118 para manter o nível desejado de produtividade (Bowman et al., 1995).

119 Mesmo havendo disponibilidade de fibra potencialmente digestível nos pastos, no período
120 de escassez a proteína é o nutriente que mais limita o desempenho animal. O objetivo da
121 suplementação é adequar os níveis de nitrogênio deficientes nas dietas dos animais, de tal forma a
122 aumentar a eficiência de degradação da fração fibrosa e, por consequência, a taxa de passagem e
123 o consumo de matéria seca da forragem. Vale lembrar que a condição básica para a
124 suplementação é que o animal tenha disponibilidade de forragem para consumo, para que não
125 haja limitação, já que o objetivo principal da suplementação é maximizar a utilização da forragem
126 disponível (Reis et al., 2009). Como resultado, a suplementação com fontes de energia e proteína
127 para o rebanho é crucial durante períodos críticos do ano (Hersom et al., 2011).

128 Vários subprodutos da indústria estão disponíveis para a alimentação do rebanho, sendo
129 uma excelente oportunidade para correção de desequilíbrios nutricionais por meio do uso de
130 suplementações estratégicas (Ciriraco et al., 2015). O melaço de cana-de-açúcar, fonte rica em
131 sacarose, parece ser uma opção viável como fonte de energia e minerais (Soder et al., 2010). O
132 melaço pode complementar as forragens de baixa qualidade adicionando a energia necessária.
133 Além disso, a suplementação com melaço auxilia no crescimento microbiano, especialmente para
134 bactérias digestoras de fibras, o que pode promover a degradação mais rápida da fibra e levar a
135 um maior CMS (Oba, 2011; Havekes et al., 2020). A alta aceitabilidade do melaço pode se tornar
136 uma desvantagem, embora ofereça uma oportunidade para estimular a ingestão, pode levar ao
137 consumo excessivo, o que pode ter efeitos negativos na fermentação ruminal, produzindo excesso

138 de AGV e ácido láctico, que por sua vez pode diminuir o pH, levando à acidose (Owens et al.,
139 1998).

140 A proteína dietética desempenha um papel importante na nutrição de ruminantes, além de
141 fornecer aminoácidos; também é uma fonte de nitrogênio para a síntese de proteínas microbianas
142 (Wanapat et al., 2009). A ureia é comumente usada como fonte de nitrogênio não-proteico (NNP)
143 em suplementos de melaço, principalmente devido ao custo reduzido em comparação com
144 suplementos de proteína de origem vegetal, como farelo de algodão e farelo de soja (Aguiar et al.,
145 2015). Silva et al. (2017), concluíram que a adição de ureia e melaço em uma dieta baseada em
146 Cheatgrass (*Bromus tectorum*) pode melhorar o suprimento de suprimento de AGV e o
147 suprimento de N microbiano. Aguiar et al. (2015), avaliando os efeitos de diferentes fontes de
148 proteína degradável no rúmen sobre as características da forragem, desempenho animal e
149 parâmetros ruminais de bovinos de corte em pastagem de limpogress, obtiveram que a taxa de
150 ingestão limitada e lenta de melaço diminuiu a taxa de ingestão de ureia e otimizou a eficiência
151 do uso de N no rúmen.

152

153

154

155

156

157

158 **Referências Bibliográficas**

- 159 Aguiar, A. D., Vendramini, J. M. B., Arthington, J. D., Sollenberger, L. E., DiLorenzo, N., &
160 Hersom, M. J. (2015). Performance of beef cows and calves fed different sources of rumen-
161 degradable protein when grazing stockpiled limpograss pastures. *Journal of animal*
162 *science*, 93(4), 1923-1932.
- 163 Bowman, J. G. P., Sowell, B. F., & Paterson, J. A. (1995). Liquid supplementation for ruminants
164 fed low-quality forage diets: a review. *Animal feed science and technology*, 55(1-2), 105-138.
- 165 Burns, J. C. (2008). ASAS Centennial Paper: Utilization of pasture and forages by ruminants: A
166 historical perspective. *Journal of animal science*, 86(12), 3647-3663.
- 167 Ciriaco, F. M., Henry, D. D., Mercadante, V. R. G., Schulmeister, T., Ruiz-Moreno, M., Lamb,
168 G. C., & DiLorenzo, N. (2015). Effects of different levels of supplementation of a 50: 50 mixture
169 of molasses: crude glycerol on performance, Bermuda grass hay intake, and nutrient digestibility
170 of beef cattle. *Journal of animal science*, 93(5), 2428-2438.
- 171 Euclides, V. P. B. (2000). Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em
172 pastagem. Embrapa Gado de Corte-Livro técnico (INFOTECA-E).
- 173 Fernandes, L. D. O., Reis, R. A., & Paes, J. M. V. (2010). Efeito da suplementação no
174 desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência e*
175 *Agrotecnologia*, 34(1), 240-248.
- 176 Gomide, J. A. (1989). Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. Simpósio
177 sobre ecossistemas de pastagens, 1, 237-270.
- 178 Hanisch, A. L., & da Fonseca, J. A. (2011). Características produtivas e qualitativas de sete
179 forrageiras perenes de verão sob adubação orgânica e mineral. *Revista Verde de Agroecologia e*
180 *Desenvolvimento Sustentável*, 6(4), 3.

181 Havekes, C. D., Duffield, T. F., Carpenter, A. J., & DeVries, T. J. (2020). Effects of molasses-
182 based liquid feed supplementation to a high-straw dry cow diet on feed intake, health, and
183 performance of dairy cows across the transition period. *Journal of dairy science*, 103(6), 5070-
184 5089.

185 Hersom, M., Alva, E., Thrift, T., & Yelich, J. (2011, February). Strategic supplementation of beef
186 cows to correct for nutritional imbalances. In Proc. 22nd Florida Rumin. Nutr. Symp. Univ. of
187 Florida, Gainesville (pp. 150-163).

188 Hodgson, H. J. (1977). Gaps in knowledge and technology for finishing cattle on forages. *Journal*
189 *of Animal Science*, 44(5), 896-900.

190 Machado, L. A., Lempp, B., do VALLE, C. B., Jank, L., Batista, L. A. R., Postiglioni, S. R., ... &
191 de Andrade, C. M. S. (2010). Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de
192 corte. Embrapa Pecuária Sudeste-Capítulo em livro científico (ALICE).

193 Mulliniks, J. T., Rius, A. G., Edwards, M. A., Edwards, S. R., Hobbs, J. D., & Nave, R. L. G.
194 (2015). Forages and pastures symposium: improving efficiency of production in pasture-and
195 range-based beef and dairy systems. *Journal of animal science*, 93(6), 2609-2615.

196 Nave, R. L., Sulc, R. M., Barker, D. J., & St-Pierre, N. (2014). Changes in forage nutritive value
197 among vertical strata of a cool-season grass canopy. *Crop Science*, 54(6), 2837-2845.

198 Newman, Y. C., Vendramini, J. M. B., & Johnson, F. A. (2014). Bermudagrass production in
199 Florida. *EDIS*, 2014(3).

200 Newman, Y., Vendramini, J., & Blount, A. (2010). Bahiagrass (*Paspalum notatum*): Overview
201 and management. *EDIS*, 2010(4).

202 Oba, M. (2011). Effects of feeding sugars on productivity of lactating dairy cows. *Canadian*
203 *Journal of Animal Science*, 91(1), 37-46.

204 Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. (1998). Acidosis in cattle: a
205 review. *Journal of animal science*, 76(1), 275-286.

206 Paulino, M. F., Figueiredo, D. D., Moraes, E. H. B. K., Porto, M. O., Sales, M. F., Acedo, T. S.,
207 ... & Valadares Filho, S. D. C. (2004). Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão
208 sistêmica. Simpósio de produção de gado de corte, 4, 93-144.

209 Quesenberry, K. H. (1993). Limpograss cultivars for Florida: Past, present, and future. 42nd
210 Annual Florida Beef Cattle Short Course Proceedings. Gainesville, FL.

211 Quesenberry, K. H., Dunavin Jr, L. S., Hodges, E. M., Killinger, G. B., Kretschmer Jr, A. E.,
212 Ocumpaugh, W. R., ... & Stanley, R. L. (1979). Registration of Redalta, Greenalta, and Bigalta
213 Limpograss 1 (Reg. Nos. 52, 53, and 54). *Crop Science*, 19(2), 294-294.

214 Quesenberry, K. H., Dunavin, L. S., Hodges, E. M., Killinger, G. B., Kretschmer Jr, A. E.,
215 Ocumpaugh, W. R., ... & Stanley, R. L. (1978). Redalta, Greenalta, and Bigalta limpograss,
216 promising forages for Florida. Fla. Agric. Exp. Stn. Bull. 802.

217 Quesenberry, K. H., Ocumpaugh, W. R., Ruelke, O. C., Dunavin, L. S., & Mislevy, P. (1984).
218 Floralta: A limpograss selected for yield and persistence in pastures. Circular S-Florida,
219 Agricultural Experiment Station (USA).

220 Quesenberry, K. H., Sollenberger, L. E., & Newman, Y. C. (2004). Limpograss. *Warm-season*
221 *(C4) grasses*, 45, 809-832.

222 Quesenberry, K. H., Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M. B., Wallau, M. O., Blount, A. R., &
223 Acuña, C. A. (2018). Registration of 'Kenhy' and 'Gibtuck' Limpograss Hybrids. *Journal of Plant*
224 *Registrations*, 12(1), 19-24.

225 Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R., & Páscoa, A. G. (2009). Suplementação da dieta
226 de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de*
227 *Zootecnia*, 38(SPE), 147-159.

228 Santos, K. L. D. (2009). Influência de lâminas de irrigação sobre a produtividade da rebrota de
229 *Hemarthria altíssima*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal
230 de Santa Maria, Santa Maria.

231 Silva, L. G., Benedeti, P. D. B., Paula, E. M., Malekjahani, F., Amaral, P. M., Mariz, L. D. S., &
232 Faciola, A. P. (2017). Effects of carbohydrate and nitrogen supplementation on fermentation of
233 cheatgrass (*Bromus tectorum*) in a dual-flow continuous culture system. *Journal of animal*
234 *science*, 95(3), 1335-1344.

235 Silveira, M. C. T., & Perez, N. B. (2014). Informações sobre plantas forrageiras C4 para cultivo
236 em condições de deficiência de drenagem e tolerância a frio. Embrapa Pecuária Sul-Documentos
237 (INFOTECA-E).

238 Soder, K. J., Hoffman, K., & Brito, A. F. (2010). Effect of molasses, corn meal, or a combination
239 of molasses plus corn meal on ruminal fermentation of orchardgrass pasture during continuous
240 culture fermentation. *The Professional Animal Scientist*, 26(2), 167-174.

241 Sollenberger, L. E., Ocumpaugh, W. R., Euclides, V. P. B., Moore, J. E., Quesenberry, K. H., &
242 Jones Jr, C. S. (1988). Animal performance on continuously stocked ‘Pensacola’ bahiagrass and
243 ‘Floralta’ limpograss pastures. *Journal of Production Agriculture*, 1(3), 216-220.

244 Vendramini, J. M., Sollenberger, L. E., de Oliveira, F. C. L., Herling, V. R., Gomes, V. C.,
245 Sanchez, J. M., & Yarborough, J. K. (2019). Herbage characteristics of continuously stocked
246 limpograss cultivars under stockpiling management. *Crop Science*, 59(6), 2886-2892.

247 Wallau, M. O., Sollenberger, L. E., Quesenberry, K. H., Vendramini, J. M., & Mullenix, M. K.
248 (2014). Evaluation of limpograss (*Hemarthria altissima*) breeding lines under different grazing
249 management systems. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 2(1), 149-150.

250 Wallau, M. O., Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M. B., Mullenix, M. K., Quesenberry, K. H.,
251 Gomide, C. D. M., ... & DiLorenzo, N. (2015). Herbage accumulation and nutritive value of
252 limpograss breeding lines under stockpiling management. *Crop Science*, 55(5), 2377-2383.

253 Wanapat, M., Polyorach, S., Boonnop, K., Mapato, C., & Cherdthong, A. (2009). Effects of
254 treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen
255 fermentation and milk yield of dairy cows. *Livestock Science*, 125(2-3), 238-243.

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

CAPÍTULO 2

275

CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA E VALOR NUTRITIVO DE

276

PASTO DIFERIDO DE *Hemarthria altissima*

277

278

279

280

281

282

283

284

285

RESUMO

286

287

288 A hemártria [*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf e C. E. Hubb.] apresenta crescimento na estação
289 fria e tolerância a solos mal drenados. O objetivo do trabalho foi avaliar características estruturais
290 de pastagens diferidas de limpograss cv. Floralta ao longo de duas estações frias. O delineamento
291 foi em parcelas subdivididas em blocos completamente casualizados, com camadas de dossel
292 (inferior, média e superior) representando a parcela principal e a fração da planta (folha e colmo)
293 a parcela subdividida. Foram 12 piquetes (blocos) com 1,2 ha cada, e área total experimental de
294 14,4 ha. As variáveis avaliadas incluíram massa de forragem, altura e densidade do dossel,
295 proporção de folha e caule e valor nutritivo da folha e caule dentro da camada. A massa de
296 forragem oscilou ao longo da estação, variando de 4.409 kg MS ha⁻¹ em dezembro a 7.218 kg MS
297 ha⁻¹ em outubro. A densidade aparente do dossel foi maior em fevereiro comparado a novembro e
298 dezembro, e semelhante a outubro e janeiro. A camada inferior apresentou a maior proporção de
299 caule e a camada superior, a maior proporção de folhas. A folha teve maior digestibilidade (70%)
300 em relação ao caule (60%). A relação folha / caule foi maior na camada superior, mas semelhante
301 entre as camadas média e inferior. A PB da folha foi maior do que a PB do caule, sem diferença
302 entre as avaliações para PB do caule. O pasto diferido de limpograss manteve a digestibilidade
303 da folha e do caule e pode ser usado como alternativa para reduzir os custos de alimentação no
304 norte da Flórida durante a estação fria.

305 Palavras-chave: dossel, sazonalidade, produtividade.

306

307

308

ABSTRACT

309
310

311 Limpograss [*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf and C. E. Hubb.] grows in the cool season and
312 has tolerance to poorly drained soils. The objective of this work was to evaluate canopy
313 characteristics of stockpiled pastures of limpograss cv. Floralta over two cool seasons.
314 Treatments were arranged in a split-plot in a randomized complete block design, with 12
315 replications. Canopy layers represented the main plot and the plant fractions the split plot. There
316 were 12 paddocks (blocks) with 1,2 ha each, and a total experimental area of 14,4 ha. Response
317 variables included forage mass, canopy height and density, proportion of leaf and stem, and
318 nutritional value of leaf and stem within each layer. Forage mass fluctuated throughout the
319 season, varying from 4.409 kg DM ha⁻¹ in December to 7.218 kg DM ha⁻¹ in October. Canopy
320 bulk density was greater in February compared to November and December, and similar to
321 October and January. The lower layer showed the greatest proportion of stem and the upper layer,
322 the greatest proportion of leaves. The leaf had greater digestibility (70%) compared to stem
323 (60%). The leaf / stem ratio was greater in the upper layer, but similar between the middle and
324 lower layers. Leaf CP was greater than stem CP, with no differences between stem CP across
325 evaluation dates. Stockpiled limpograss maintained leaf and stem digestibility and can be used as
326 an alternative to reduce feeding costs in North Florida during the cool season.

327 Keywords: canopy, seasonality, productivity.

328

329

330

331 **Introdução**

332

333 No mundo inteiro, a sazonalidade da produção de forragem é um grande desafio para os
334 sistemas de produção de bovinos baseados em pastagens. No centro e sul da Flórida, as
335 limitações de quantidade de forragem ocorrem mais frequentemente durante o inverno, quando as
336 temperaturas frias e os dias curtos limitam o crescimento da maioria das gramíneas perenes de
337 estação quente. Uma alternativa para superar esse problema é a utilização do limpograss, uma
338 gramínea perene C4 com menor sensibilidade a fotoperíodo e maior tolerância à estação fria do
339 que outras espécies C4. O limpograss tem ganhando espaço na produção de bovinos de corte
340 devido não apenas à tolerância ao frio, mas também devido a diminuição mais lenta da
341 digestibilidade com o aumento da maturidade da planta (Vendramini et al, 2008). Além de taxa
342 de crescimento superior ao bahiagrass (*Paspalum notatum* Flugge), gramínea amplamente usada
343 na Flórida, o limpograss possui a digestibilidade de folha e colmo similar (Pitman et al., 1994).
344 Desta forma, o uso desta gramínea é recomendado para pastos diferidos no outono e inverno em
345 regiões de clima tropical e subtropical (Wallau et al., 2015).

346 Vendramini et al. (2019), avaliando os cultivares Floralta e Gibtuck, não verificaram
347 diferença significativa entre a digestibilidade da folha (410 g kg⁻¹) e colmo (400 g kg⁻¹) de cada
348 cultivar. Porém, os valores de proteína bruta foram maiores para a fração folha (75 g kg⁻¹) em
349 relação ao colmo (30 g kg⁻¹). Apesar de uma média de digestibilidade de 40% pontos percentuais
350 da forragem, o desempenho de animais em pastagens de limpograss tem sido relativamente baixo,
351 atribuído a diminuição da proteína bruta com o aumento da maturidade (Sollenberger et al.,
352 1988). Assim, mudanças na composição da estrutura do dossel e no valor nutritivo da forragem
353 pastejada durante o inverno podem exigir ajustes no suplemento fornecido ao longo do tempo,
354 afim de otimizar a eficiência do programa de suplementação. Dessa forma, a caracterização das

355 mudanças na composição das frações da planta e no valor nutritivo dos pastos diferidos de
356 limpograss durante a estação de pastejo é necessária para auxiliar na tomada de decisão sobre os
357 níveis de suplementação e composição (Vendramini et al., 2019).

358 Os objetivos desse estudo foram caracterizar o dossel de pasto diferido de limpograss e
359 fornecer base para estratégias de suplementação em anos futuros, avaliando o valor nutritivo e a
360 estrutura do dossel dentro de diferentes camadas (superior, média, inferior) e frações da planta
361 (folha e caule) de pastos diferidos de limpograss cultivar Floralta no norte da Flórida

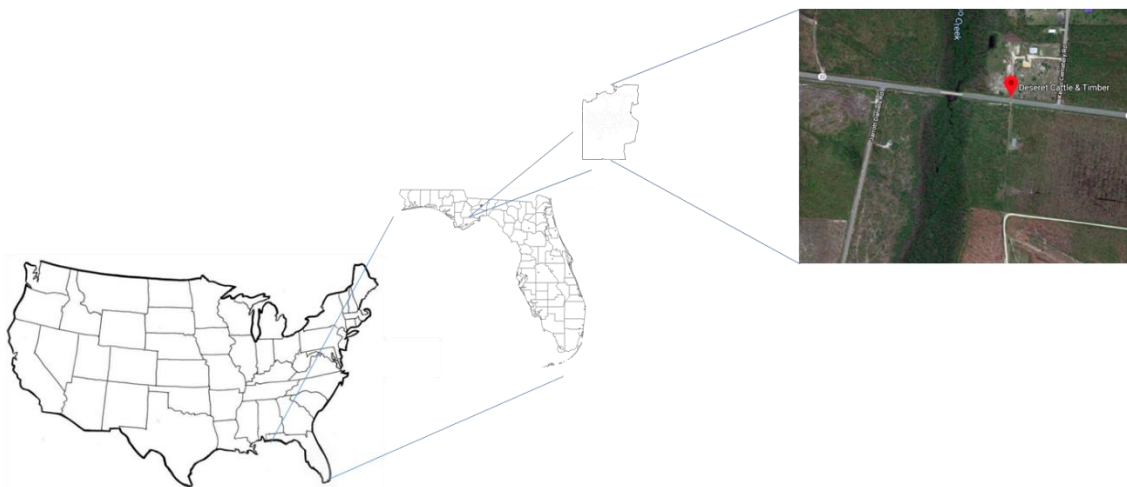
362 **Material e Métodos**

363

364 *Descrição da área experimental*

365

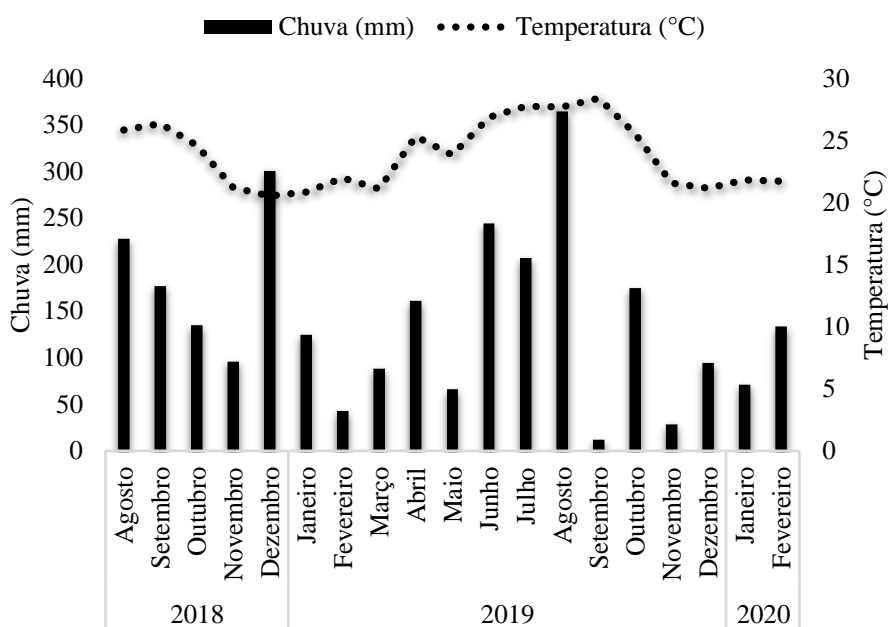
366 O experimento foi realizado na Fazenda Deseret Cattle and Timber, localizada na cidade
367 de Wewahitchka, no estado da Flórida, Estados Unidos (30° 6' 51" N, 85° 11' 55" W) (Figura 1).



368

369 **Figura 1.** Localização da área experimental, Wewahitchka, FL.

370 O clima é classificado como tropical tipo Cfa' conforme a classificação climática de
371 Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006), com temperatura média anual acima de 22°C (Figura 2),
372 caracterizado por alta umidade e verões quentes.



374

375 **Figura 2.** Temperatura e precipitação pluviométrica na Fazenda Deseret Cattle and Timber,
 376 localizada na cidade de Wewahitchka, no estado da Flórida.

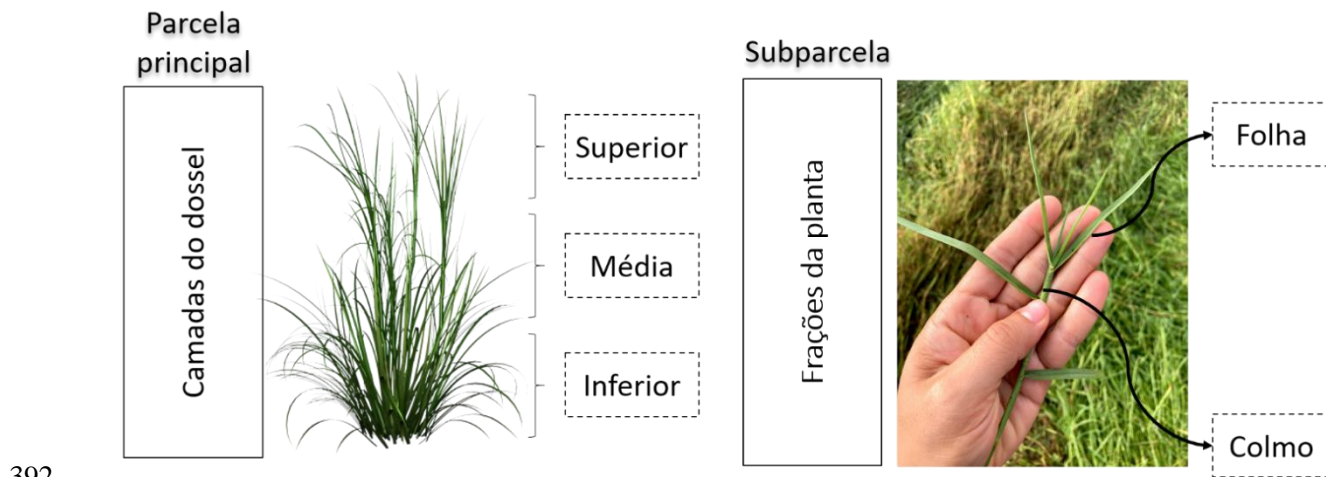
377 A área experimental foi estabelecida em abril de 2018 e em 21 de setembro de 2018 foi
 378 realizado corte de uniformização (20 cm). Após o corte, os piquetes foram fertilizados com 252
 379 kg ha⁻¹ de fontes nitrato de amônio, sulfato de amônio e muriato de potássio. A adubação foi
 380 baseada na análise química do solo realizada antes da fertilização com os seguintes resultados
 381 usando o extrator Mehlich-III: P = 27 mg kg⁻¹; K = 25 mg kg⁻¹; Mg = 72 mg kg⁻¹; Ca = 322 mg
 382 kg⁻¹; pH do solo = 5,2; S = 9,5 mg kg⁻¹; B = 0,3 mg kg⁻¹; Zn = 1,3 mg kg⁻¹; Mn = 10,5 mg kg⁻¹;
 383 Fe = 185,5 mg kg⁻¹; Cu = 0,5 mg kg⁻¹; CTC = 6,7 meq 100 g⁻¹; e saturação de base = 34,1%.

384 *Tratamentos e delineamento experimental*

385

386 O experimento constituiu da avaliação de 12 piquetes de *Hemarthria altissima*, com 1,2
 387 hectares cada, totalizando uma área experimental de 14,4 hectares (Figura 4). Foi realizada a

388 caracterização dos pastos presentes nos 12 piquetes, sendo determinados a massa de forragem,
389 altura e densidade do dossel. Essas características foram analisadas de forma descritiva (média,
390 desvio padrão, intervalo de confiança da média). Os tratamentos consistiram de três camadas do
391 dossel (superior, média, inferior) e de duas frações da planta (folha e colmo) (Figura 3).



393 **Figura 3.** Esquema de demonstração da parcela e da subparcela experimental.

394 O delineamento foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com 12 piquetes. A
395 camada do pasto (superior, média e inferior) representa a parcela principal e as frações da planta
396 (folha e colmo) a subparcela.



397

398 **Figura 4.** Área Experimental e disposição dos blocos (B).

399 Em setembro, para diferimento do pasto, os animais foram retirados dos piquetes e em
400 novembro foram retornados e seguiram pastejando durante o restante dos meses de avaliação. As
401 avaliações foram repetidas a cada 28 dias, de outubro a fevereiro de cada ano experimental, sendo
402 a avaliação considerada medida repetida no tempo. O experimento foi realizado durante dois
403 períodos de inverno, 2018 e 2019. Desta forma, foram realizadas cinco avaliações por ano,
404 totalizando 10 avaliações nos dois anos experimentais.

405 *Amostragem e variáveis analisadas*

406

407 A variáveis estudadas foram acúmulo de forragem, altura de dossel, densidade aparente
408 do dossel, proporção de folha e colmo de cada camada, digestibilidade e proteína bruta de cada
409 componente (i.e. folha e colmo). O objetivo foi fornecer uma estimativa precisa da estrutura do
410 dossel de limpograss e do valor nutritivo. Para isso foram coletadas 50 alturas de disco e 50
411 alturas de régua, bem como a coleta de 10 plantas aleatórias por piquete para caracterizar as

412 camadas do dossel, sendo o dossel amostrado em três camadas iguais (superior, média, inferior),
413 o corte para as amostragens era feito a altura zero e as plantas eram divididas em três camadas de
414 mesmo comprimento. As amostras foram secas em estufa (55°C) com circulação forçada de ar
415 até peso constante, sendo posteriormente pesadas para o cálculo da massa de forragem.

416 No Laboratório de Forragicultura da Estação de Marianna as amostras foram moídas em
417 moinho tipo Wiley (Modelo 4, Thomas-Wiley Laboratory Mill, Thomas Scientific, Swedesboro,
418 NJ, USA), em peneiras com crivo de 2 mm (AOAC, 1990/922.02) para se proceder as análises de
419 proteína e os ensaios de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

420 Para análises de proteína bruta (PB) as amostras foram moídas novamente no moinho tipo
421 bola [Mixer Mill MM 400 (Retsch, Newton, PA, USA), 25 Hz por 9 min.], a fim de se obter
422 partículas menores que 100 µm para, dessa forma, serem pesadas em uma micro balança, fazendo
423 uso de microcápsulas de alumínio. O teor de N foi determinado utilizando o método de
424 combustão seca de Dumas (Vario Micro Cube; Elementar, Hanau, GER). O teor de proteína bruta
425 foi estimada pela multiplicação do N total por 6,25 (AOAC, 1990/922.02).

426 Para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi utilizado o
427 equipamento DAISY II Incubator (ANKOM® Technology), adaptando a metodologia descrita
428 por Tilley & Terry (1963) para o equipamento utilizado, conforme detalhado por Holden (1999).
429 Como método comparativo, o cálculo de digestibilidade total (folha + colmo) da camada
430 superior, foi feito de duas formas. A primeira foi a partir de uma média ponderada, utilizando a
431 porcentagem de folha e colmo encontrada na separação e pesagem das frações. E a segunda foi
432 feita em laboratório, colocando em cada sacola de digestibilidade, as exatas proporções de folha e
433 colmo, obtendo ao final, o mesmo peso em todas as sacolas de amostra de digestibilidade (1,0 g).

434 *Análise estatística*

435

436 Os resultados do experimento foram analisados por meio do PROC MIXED do
437 SAS (SAS, 2000). Para análise do valor nutritivo de folha e colmo, os efeitos fixos incluíram a
438 camada do dossel, fração da planta, avaliação e interações. Blocos e anos foram considerados
439 efeito aleatório. Para análise de altura do dossel, massa total de forragem e densidade do dossel,
440 efeitos fixos incluíram as datas de avaliação, sendo blocos e anos considerados efeitos aleatórios.
441 As médias foram comparadas utilizando o PDIFF do SAS ajustado para Tukey ($P < 0,05$).

442 **Resultados e Discussão**

443

444 A altura do dossel variou de 24 a 41 cm ao longo das avaliações, com maior valor em
445 novembro (Tabela 1). A massa de forragem variou de 4.409 kg MS ha⁻¹ em dezembro a 7.218 kg
446 MS ha⁻¹ em outubro. De acordo com Vendramini et al. (2008), o limpograss tem uma taxa de
447 crescimento mais rápida em comparação a muitas gramíneas tropicais. Dados de Sollenberger et
448 al. (1988) relatam que nas diferentes datas de amostragem a massa de forragem do limpograss foi
449 maior do que a observada na pastagem de bahiagrass, por exemplo. A densidade aparente do
450 dossel foi maior em fevereiro (290 kg ha⁻¹ cm⁻¹) em comparação com novembro e dezembro (154
451 e 136 kg ha⁻¹ cm⁻¹, respectivamente), e semelhante a outubro e janeiro. Vendramini et al. (2019),
452 avaliando dois cultivares de limpograss (Floralta e Gibtuk) em Ona, Flórida, obtiveram que a
453 altura média do dossel diminuiu de janeiro a março (55 para 28 cm) e a densidade total da
454 camada em janeiro foi de 200 kg ha⁻¹ cm⁻¹ (massa de forragem/altura da forragem dentro camada
455 de dossel), que está acima do nível relatado por Newman et al. (2003) de 66 kg ha⁻¹ cm⁻¹. A
456 densidade aparente do dossel é de interesse em experimentos de pastejo porque afeta a taxa de
457 bocado, que por sua vez afeta a taxa de ingestão e, potencialmente o desempenho animal. No

458 presente trabalho, o pasto diferido não é uma estratégia para maximizar a qualidade da forragem,
 459 mas sim, uma estratégia para fornecer forragem quando a maioria das gramíneas não está
 460 crescendo ativamente (Wallau et al., 2015).

461 **Tabela 1.** Altura do dossel, acúmulo de forragem e densidade aparente do dossel do limpograss
 462 cv. Floralta na Fazenda Deseret Cattle and Timber (DCT), FL.

Mês	Altura do dossel (cm)	Massa de forragem (kg MS ha ⁻¹)	Densidade aparente do dossel (kg ha ⁻¹ cm ⁻¹)
Outubro	38 [§] a	7218 a	201 ab
Novembro	41 a	6292 ab	154 b
Dezembro	33 ab	4409 c	136 b
Janeiro	29 bc	5469 bc	203 ab
Fevereiro	24 c	5333 bc	290 a
Erro padrão	2	296	26

463 [§] Médias seguidas pela mesma letra dentro da mesma coluna não são diferentes usando o PDIFF do SAS ajustado
 464 por Tukey (P> 0,05). Dados médios dois anos e 12 repetições.

465 Para a camada superior e média, houve maior proporção de colmo para os meses de
 466 outubro, janeiro e fevereiro. Porém, de maneira geral, houve maior proporção de colmo na
 467 camada inferior (Tabela 2). Comparando a porcentagem de colmo com a porcentagem de folha,
 468 nota-se que a proporção de colmo, de forma geral, superou a proporção de folhas. Resposta
 469 similar foi encontrada por Wallau et al. (2015), onde o cultivar Floralta obteve uma média de
 470 72% de proporção de colmo. Onde os mesmos autores afirmaram que a maior presença de colmo
 471 tem um impacto negativo no desempenho dos animais, reduzindo o consumo.

472

473 **Tabela 2.** Porcentagem de colmo nos pastos de limpograss cv. Floralta em diferentes datas de
 474 avaliação e camadas do pasto na Fazenda Deseret Cattle and Timber (DCT), FL.

Mês	Camadas do dossel (%)		
	Superior	Média	Inferior
	----- % de colmo -----		
Outubro	70 aB	80 aAB	85 aA
Novembro	49 cC	62 bB	78 abA
Dezembro	51 cB	62 bB	75 bA
Janeiro	58 bcB	70 abA	77 abA
Fevereiro	65 abB	72 abAB	79 abA
Erro padrão	3.0	3.0	3.0

475 §Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma coluna e letra maiúscula na mesma linha não diferiram entre
 476 si no teste PDIFF do SAS ajustadas por Tukey ($P > 0.05$). Dados médios de 2 anos de avaliação e 12 repetições.

477 Para folhas, a maior proporção foi na camada superior, onde as maiores porcentagens
 478 foram atingidas nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Holderbaum et al. (1992)
 479 afirmaram que para o limpograss, a porcentagem de folhas na parte superior pode ser até três
 480 vezes maior do que na porção inferior da planta. Para a camada média e inferior, as porcentagens
 481 de folhas se mantiveram estáveis ao longo dos meses de avaliação (Tabela 3). É importante
 482 enfatizar que a densidade do dossel e as proporções de caule e folhas afetam o consumo de
 483 animais submetidos ao pastejo (Stobbs, 1975). Vendramini et al. (2019), avaliado diferentes
 484 pastos de cultivares de limpograss, observaram aumento na proporção de caule e diminuição do
 485 acúmulo de forragem onde, apesar de os animais consumirem ambas partes da planta, notou-se
 486 uma preferência no consumo de folhas.

487 **Tabela 3.** Porcentagem de folha nos pastos de limpograss cv. Floralta em diferentes datas de
 488 avaliação e camadas do pasto na Fazenda Deseret Cattle and Timber (DCT), FL.

Mês	Camada do dossel (%)		
	Superior	Média	Inferior
	----- % de folhas -----		
Outubro	30 cA [§]	20 bAB	15 aB
Novembro	51 aA	38 aB	21 aC
Dezembro	49 aA	38 aA	25 aB
Janeiro	42 abA	30 abB	23 aB
Fevereiro	35 bcA	28 abAB	21 aB
Erro padrão	3.0	3.0	3.0

489 [§]Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma coluna e letra maiúscula na mesma linha não diferiram entre
 490 si no teste PDIFF do SAS ajustadas por Tukey ($P > 0.05$). Dados médios de 2 anos de avaliação e 12 repetições.

491 A relação folha/caule foi maior na camada superior, mas semelhante entre as camadas
 492 média e inferior (Tabela 4). Resultado semelhante foi obtido por Vendramini et al. (2019), que
 493 também avaliando as proporções de folha:colmo nas três diferentes camadas do dossel de
 494 limpograss, obtiveram as proporções 7,33, 0,28 e 0,13 para a camada superior, média e inferior,
 495 respectivamente. Wallau et al. (2016) reportaram uma média de 0,74 para a parte superior e 0,31
 496 para a inferior em pastos de limpograss. Holderbaum et al. (1992) sugeriram que o ganho médio
 497 diário animal tende a diminuir durante os períodos em que a altura do dossel é maior e a relação
 498 folha:colmo é menor, isso devido ao fato do colmo estar presente em maior proporção no dossel
 499 pastejado. Stobbs (1975) afirma que o maior consumo de forragem pode estar relacionado à
 500 maior proporção de folhas acessíveis. A melhor proporção de folha:colmo na camada superior
 501 ocorreu nos meses de novembro e dezembro. Vendramini et al. (2019) indicaram que as melhores
 502 proporções folha:colmo ocorrem no mês de janeiro, passando a decrescer nos dois meses
 503 seguintes, como no presente trabalho.

504 **Tabela 4.** Relação folha:colmo de limpograss cv. Floralta em diferentes datas de avaliação e
 505 camadas de dossel em Deseret Cattle and Timber, FL.

Mês	Camada do dossel		
	Superior	Média	Inferior
	----- <i>Relação folha:caule</i> -----		
Outubro	0,43 dA [§]	0,25 aA	0,17 aA
Novembro	1,82 aA	0,76 aB	0,32 aB
Dezembro	1,56 abA	0,80 aB	0,35 aB
Janeiro	1,11 bcA	0,47 aAB	0,30 aB
Fevereiro	0,70 cdA	0,43 aA	0,27 aA
Erro padrão	0,36	0,36	0,36

506 [§]Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma coluna e letra maiúscula na mesma linha não diferiram entre
 507 si no teste PDIFF do SAS ajustadas por Tukey ($P > 0.05$). Dados médios de 2 anos de avaliação e 12 repetições.

508 As folhas e colmos apresentaram maior digestibilidade nos meses de outubro (70 e 59%),
 509 novembro (75 e 61%) e dezembro (66 e 60%) em relação a janeiro e fevereiro (Figura 5). Nos
 510 meses de janeiro e fevereiro, esses valores de digestibilidade diminuiram para ambas as frações
 511 da planta. Entretanto, esses valores se mantiveram entre 52 e 60% de digestibilidade,
 512 corroborando com a afirmação de Vendramini et al. (2019) que, avaliando a digestibilidade de
 513 limpograss, obtiveram 41% de digestibilidade no mês de janeiro e 44% no mês de fevereiro para
 514 a fração folha. Já para o colmo, esses valores foram de 40 e 37% nos respectivos meses. No
 515 presente trabalho, no mês de janeiro, o valor de DIVMO para a folha e colmo foi de 60%. Em
 516 fevereiro, foi de 56 e 53%, para folha e colmo, respectivamente. Estando de acordo com
 517 Vendramini et al. (2008) de que a hemarthria se destaca em relação a outras gramíneas tropicais,

518 devido a sua capacidade de manutenção do valor nutritivo com o avanço da maturidade durante a
519 estação de crescimento.

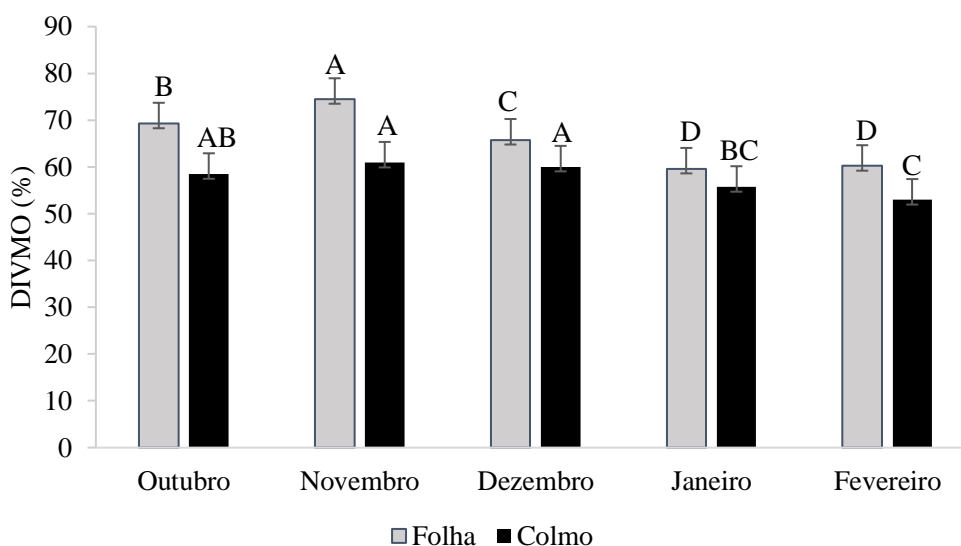


Figura 5. Digestibilidade do limpograss cv. Floralta nas diferentes camadas e frações do dossel, nas diferentes datas de avaliação em Deseret Cattle and Timber no Gulf County, FL.

520

521 Na Figura 6, as folhas são comparadas entre folhas e colmo, entre colmo durante os
522 meses de avaliação. A digestibilidade das folhas foi maior do que a do colmo em todas as
523 camadas, onde a camada superior obteve maior digestibilidade para as folhas, seguida da camada
524 média e inferior. Os valores de digestibilidade do colmo não diferiram estatisticamente entre si.
525 De maneira geral, a digestibilidade da folha foi superior a digestibilidade do colmo, obtendo uma
526 média de 66% para as folhas e 58% para o colmo. Uma característica incomum do limpograss é
527 que a DIVMO do colmo pode ser semelhante ou maior do que a DIVMO da folha, indo de
528 contramão aos padrões estabelecidos para outras espécies (Sollenberger et al., 2012). É
529 importante enfatizar que esse comportamento da digestibilidade da folha e colmo, se repetiu em
530 outros experimentos. Vedramini et al. (2019), avaliando os cultivares Floralta e Gibtuck,

531 obtiveram uma média de digestibilidade da folha de 52% para folha e 41% para o colmo, não
532 diferindo estatisticamente.

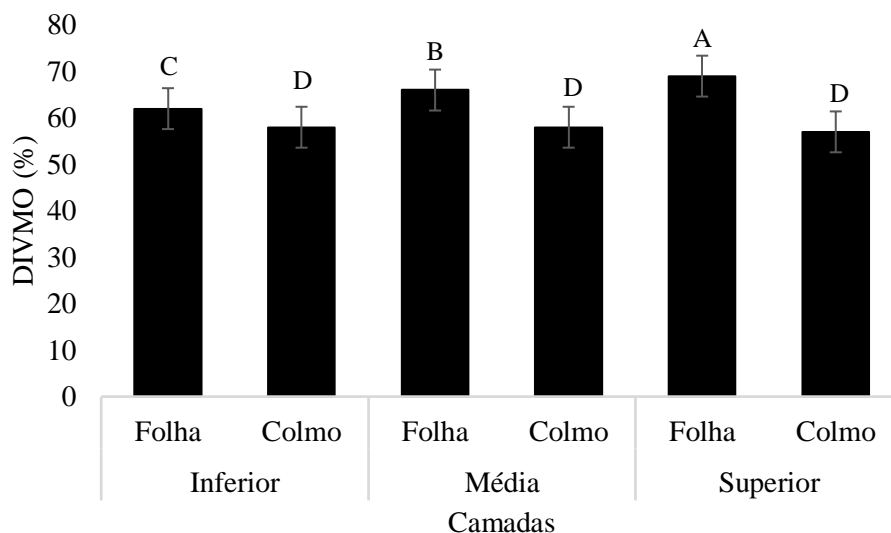
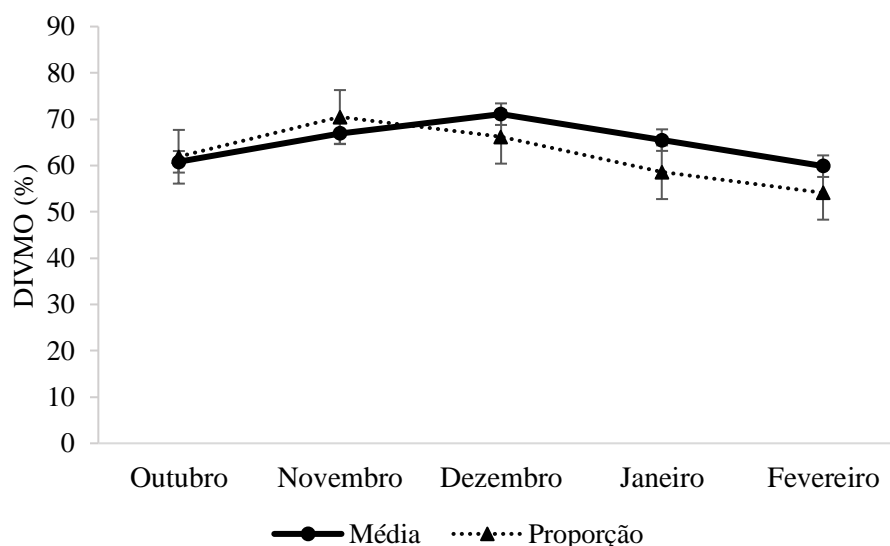


Figura 6. Digestibilidade do limpograss cv. Floralta nas diferentes camadas e frações do dossel em Deseret Cattle and Timber no Gulf County, FL.

533 O desvio padrão entre os dois métodos de avaliação da digestibilidade total da camada foi
534 3,14 pontos percentuais (Figura 7). Implicando que não houve grandes variações entre os
535 métodos para limpograss. O objetivo desta comparação é mostrar que em ambas metodologias
536 podem ser usadas para avaliar a digestibilidade da camada total, desde que se tenha os valores da
537 proporção de folha e colmo das camadas que se deseja avaliar. Porém, o método utilizando a
538 média ponderada, foi o mais prático e rápido de ser executado, o que torna uma vantagem em
539 relação a DIVMO com os devidos pesos e proporções. Questões como essa, auxiliam a
540 compreender a heterogeneidade do pasto, caracterizada pela presença de componentes estruturais
541 da planta, o que é útil para explicar as mudanças na qualidade do pasto e no pastejo seletivo
542 (Jouven et al, 2006). A digestibilidade de diferente das partes da planta pode explicar porque elas
543 são pastejadas seletivamente (Garcia et al., 2003). De acordo com Tilley e Terry (1963), o

544 entendimento da contribuição das folhas e caules para a digestibilidade total da planta explica as
545 mudanças na digestibilidade que acompanham a maturidade da planta.

546

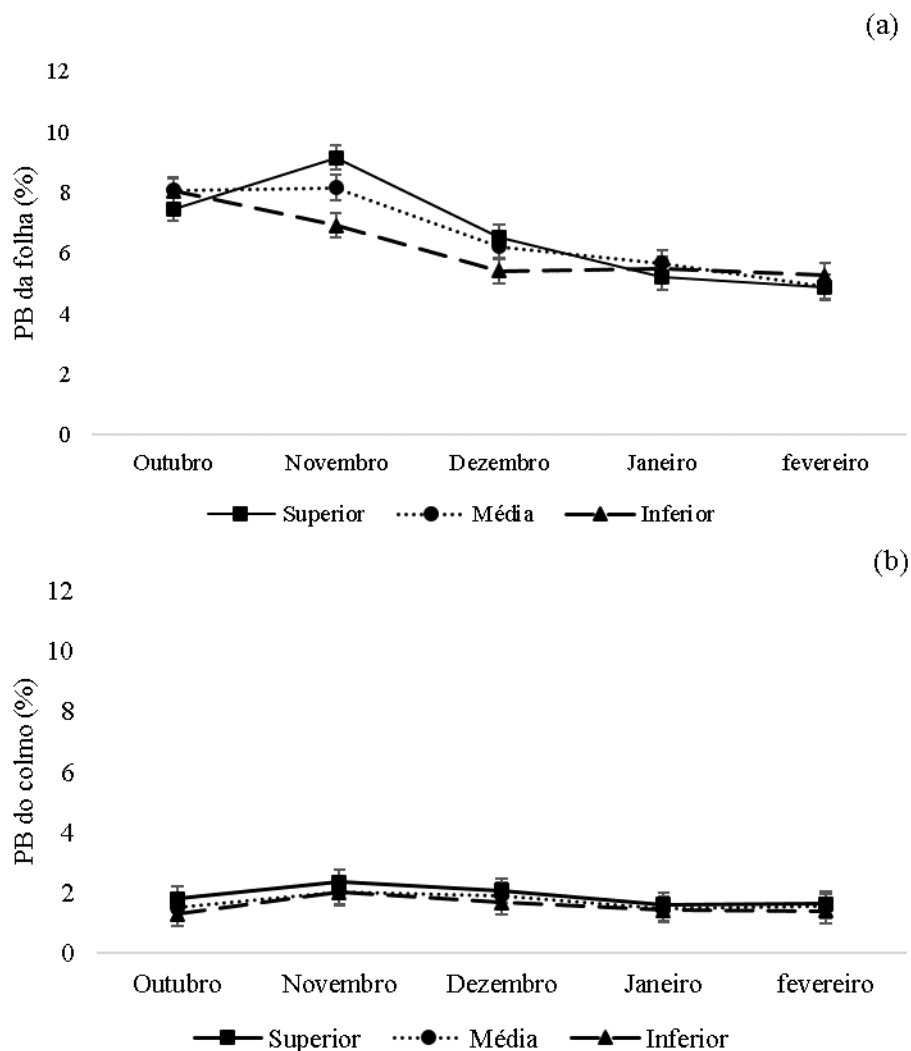


547

548 **Figura 7.** Digestibilidade total (folha + colmo) da camada superior do limpograss cv. Floralta,
549 em duas diferentes metodologias em Deseret Cattle and Timber no Gulf County, FL.

550 A proteína bruta da folha (7%) foi maior que a do caule (2%) e variou entre as datas de
551 avaliação (Figura 8). Para a camada superior, no mês de novembro, houve maior valor de PB. A
552 maior produção de massa de forragem ocorreu no mês de outubro, porém a maior presença de
553 folha na parte superior ocorreu no mês de novembro. Sabendo que foi realizado um corte de
554 uniformização antecedendo a primeira avaliação, é possível que as folhas não estivessem
555 desenvolvidas o suficiente, justificando a maior porcentagem de PB da folha no mês de
556 novembro, A camada superior apresentou maior teor de PB na folha e no caule em comparação a
557 camada inferior e semelhante à camada média, embora o grau de diferença tenha variado. Esta é
558 uma indicação adicional de que o manejo do pastejo deve ter como alvo as camadas superiores do
559 dossel para maximizar o valor nutritivo e o consumo da forragem. Wallau et al. (2015)

560 registraram 8% de PB para a folha e 2% para o colmo. Sollenberger et al. (1988) ao longo do ano,
 561 avaliando a resposta animal em pastos diferidos de limpograss, também obtiveram baixos níveis
 562 de PB (8%), resultando em limitação da ingestão e ganho de peso por parte dos animais. Por fim,
 563 Wallau et al. (2015) concluíram que para atingir níveis satisfatórios de desempenho animal com o
 564 uso de pastos de limpograss é necessário o uso de suplementação proteica.



565

566 **Figura 8.** Proteína bruta do Limpograss cv. Floralta em diferentes datas de avaliação e camadas
 567 de dossel em Deseret Cattle and Timber, FL. Média de dois anos e 12 repetições.

568 .

569 **Considerações finais**

570

571 O limpograss não é tão dormente durante a estação fria quando comparado com outras
572 gramíneas C4 perenes, no norte da Flórida, apresentando produção de forragem em alguns
573 períodos da época fria. Com relação ao valor nutritivo, o limpograss apresentou teores de
574 proteína bruta na folha maior do que no colmo. A digestibilidade da folha também foi superior ao
575 colmo. Dentre as camadas avaliadas, o estrato superior tendeu a ter maior PB de folha e caule em
576 comparação com o estrato inferior, assim como maior quantidade de folhas no estrato superior. O
577 pasto diferido de hemarthria manteve a digestibilidade da folha e do caule e pode ser usada como
578 uma alternativa para reduzir os custos de alimentação. O manejo do pastejo deve buscar a
579 utilização do terço superior do dossel para maximizar o valor nutritivo do pasto diferido e não
580 comprometer a persistência do limpograss sob pastejo.

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592 **Referências Bibliográficas**

593

594 AOAC. (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.

595 *Association of official analytical chemists*. (15th ed.) Arlington, VA, 15.

596 Garcia, F., Carrère, P., Soussana, J. F., & Baumont, R. (2003). The ability of sheep at different

597 stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season. *The*

598 *Journal of Agricultural Science*, 140(1), 113.

599 Holden, L. A. (1999). Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds.

600 *Journal of dairy science*, 82(8), 1791-1794.

601 Holderbaum, J. F., Sollenberger, L. E., Quesenberry, K. H., Moore, J. E., & Jones Jr, C. S.

602 (1992). Canopy structure and nutritive value of limpgrass pastures during mid-summer to early

603 autumn. *Agronomy Journal*, 84(1), 11-16.

604 Jouven, M., Carrère, P., & Baumont, R. (2006). Model predicting dynamics of biomass, structure

605 and digestibility of herbage in managed permanent pastures. 1. Model description. *Grass and*

606 *forage science*, 61(2), 112-124.

607 Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-

608 Geiger climate classification updated.

609 Newman, Y. C., Sollenberger, L. E., & Chambliss, C. G. (2003). Canopy characteristics of

610 continuously stocked limpgrass swards grazed to different heights. *Agronomy Journal*, 95(5),

611 1246-1252.

612 Pitman, W. D., Machen, R. V., & Pond, K. R. (1994). Grazing evaluation of Bigalta and Floralta

613 limpgrass. *Crop science*, 34(1), 210-214.

614 Sollenberger, L. E., Agouridis, C. T., Vanzant, E. S., Franzluebbbers, A. J., & Owens, L. B.
615 (2012). *Prescribed grazing on pasturelands*.

616 Sollenberger, L. E., Ocumpaugh, W. R., Euclides, V. P. B., Moore, J. E., Quesenberry, K. H., &
617 Jones Jr, C. S. (1988). Animal performance on continuously stocked 'Pensacola' bahiagrass and
618 'Floralta' limpograss pastures. *Journal of Production Agriculture*, 1(3), 216-220.

619 Stobbs, T. H. (1975). Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef
620 and milk production. *Tropical Grasslands*, 9(2), 141-150.

621 Tilley, J. M. A., & Terry, D. R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage
622 crops. *Grass and forage science*, 18(2), 104-111.

623 Vendramini, J. M. B., Arthington, J. D., & Brown, W. F. (2008). Use of limpograss in grazing
624 systems in Florida. *Forage & Grazinglands*, 6(1), 1-9.

625 Vendramini, J. M., Sollenberger, L. E., de Oliveira, F. C. L., Herling, V. R., Gomes, V. C.,
626 Sanchez, J. M., & Yarborough, J. K. (2019). Herbage characteristics of continuously stocked
627 limpograss cultivars under stockpiling management. *Crop Science*, 59(6), 2886-2892.

628 Wallau, M. O., Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M. B., Mullenix, M. K., Quesenberry, K. H.,
629 Gomide, C. D. M., ... & DiLorenzo, N. (2015). Herbage accumulation and nutritive value of
630 limpograss breeding lines under stockpiling management. *Crop Science*, 55(5), 2377-2383.

631 Wallau, M. O., Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M., Gomide, C. A., Mullenix, M. K., &
632 Quesenberry, K. H. (2016). Performance of limpograss breeding lines under various grazing
633 management strategies. *Crop Science*, 56(6), 3345-3353.

634

635

636

637

638

639

640

641

642

CAPÍTULO 3

643

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE FENO DE LIMPOGRASS POR BOVINOS DE CORTE COM DIFERENTES NÍVEIS DE MELAÇO ENRIQUECIDO COM UREIA

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

RESUMO

654
655

656 O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes níveis de suplementação líquida a base
657 de melação enriquecido com ureia (32% PB) na ingestão de *Hemarthria altissima*, digestibilidade
658 e fermentação ruminal. Foram utilizadas 12 novilhas Angus (400 ± 32 kg de PV) e 12 bovinos
659 adultos machos castrados e canulados (680 ± 115 kg de PV), todos da raça Angus. Os animais
660 passaram por um jejum de 16 horas, sendo pesados e distribuídos em suas respectivas baias. A
661 distribuição foi realizada por meio do peso e do sexo em delineamento em blocos casualizados,
662 num período de 28 dias em 4 tratamentos: (CTL) acesso *ad libitum* ao feno de limpograss cv.
663 Floralta; (SUP2) acesso *ad libitum* ao feno de limpograss e suplementação com 0,9 kg d⁻¹;
664 (SUP4) acesso *ad libitum* ao feno de limpograss e suplementação com 1,8 kg d⁻¹; (SUP6) acesso
665 *ad libitum* ao feno de limpograss com 2,7 kg d⁻¹. Após 18 dias de adaptação às dietas e
666 instalações, amostras fecais foram coletadas por 4 dias consecutivos em dois períodos do dia. A
667 suplementação líquida não afetou o consumo (MS e MO) de feno de limpograss. O consumo de
668 PB teve efeito de tratamento ($P < 0,0001$), apresentando resposta linear positiva ($P < 0,0001$) aos
669 níveis de suplementação com dieta líquida. Os animais consumiram até determinado nível de
670 suplementação, com oferta de 2,7 kg d⁻¹ de melação com 32% de proteína bruta. Os resultados
671 deste estudo indicam que a adição de ureia e melação em uma dieta a base de feno de limpograss,
672 podem melhorar o fornecimento de nutrientes aos animais, notadamente o suprimento de
673 AGVCC e o suprimento de N microbiano; entretanto, os níveis testados neste estudo não
674 melhoraram a utilização do *Hermathria altissima* conforme avaliado na digestibilidade e
675 consumo.

676 Palavras-chave: rebanho, qualidade da forragem, metabolismo do rúmen.

ABSTRACT

677
678

679 The objective of this research was to evaluate the effects of different levels of liquid
680 supplementation based on molasses enriched with 32% crude protein on intake of *Hemarthria*
681 *altissima*, digestibility, and rumen fermentation. Twelve heifers (400 ± 32 kg BW) and 12 adult
682 male castrated and cannulated cattle (680 ± 115 kg BW) were used, all animals of the Angus
683 breed. The animals went through a 16-h fasting before weighing and distributed to their
684 respective pens. Treatments were carried out through weight and sex in a randomized block
685 design, over a period of 28 days in four treatments: (CTL) access *ad libitum* to the hay of
686 limpograss cv. Floralta; (SUP2) *ad libitum* access to limpograss hay and supplementation with
687 0.9 kg d^{-1} ; (SUP4) *ad libitum* access to limpograss hay and supplementation with 1.8 kg d^{-1} and;
688 (SUP6) *ad libitum* access to limpograss hay with 2.7 kg d^{-1} . After 18 days of adaptation to the
689 diets and facilities, fecal samples were collected for 4 consecutive days in two periods of the day.
690 Liquid supplementation did not affect the intake (DM and OM) of limpograss hay. Crude protein
691 intake had a treatment effect ($P < 0.0001$), presenting a positive linear response ($P < 0.0001$) to the
692 supplementation levels with liquid diet. The animals intake up to a certain level of
693 supplementation, with an offer of 2.7 kg d^{-1} of molasses with 32% crude protein. The results of
694 this study indicate that the addition of urea and molasses to a diet based on limpograss hay can
695 improve the supply of nutrients to animals, notably the supply of VFA and microbial N; however,
696 the levels tested in this study did not improve the use of *Hermathria altissima* as assessed in
697 digestibility and intake of the limpograss hay.

698 Keywords: cattle, forage quality, rumen metabolism.

699
700

701 **Introdução**

702

703 No mundo inteiro, o setor agropecuário é responsável pelo uso de 3,9 bilhões de hectares
704 de terra em forma de pastagem ou em produção de forragem, correspondendo a aproximadamente
705 30% da superfície terrestre não polar do planeta (FAO, 2006). Grande parte desses bovinos
706 distribuídos pelo mundo, particularmente em sistemas pastoris, sofre com déficit nutricional
707 permanente ou sazonal, tornando prioridade a busca por formas de melhor uso da fibra vegetal.
708 Como resultado, a suplementação com fontes de energia e proteína nas operações de ruminantes é
709 crucial durante períodos críticos do ano (Hermerson et al., 2011).

710 A oferta de suplementos proteicos e/ou energéticos está estreitamente ligada à quantidade
711 e qualidade do pasto. Devido ao fato de a suplementação proteica geralmente melhorar a
712 digestibilidade e consumo de matéria seca (CMS) de forragens de baixa qualidade de estação
713 quente, resultando em maior utilização de energia da forragem e ganho de peso corporal do gado
714 (DeICurto et al., 1990; Lintzenich et al., 1995). A presença de suplemento deve estimular o
715 consumo de forragem e evitar um possível efeito substitutivo, objetivando maximizar a taxa de
716 ingestão, a digestão da fração fibrosa e a síntese de proteína microbiana por meio da utilização da
717 amônia produzida no rúmen (Malafaia et al., 2003; Moretti et al., 2011).

718 A suplementação líquida a base de melaço é utilizada desde a década de 60 não só por ser
719 uma fonte de energia, mas também por fornecer enxofre e ácidos graxos voláteis de cadeia
720 ramificada que são nutrientes necessários para os microrganismos ruminais celulolíticos
721 (Hemsley e Moir, 1963; Preston et al., 1967). A característica organoléptica mais importante do
722 melaço é representada pela sua propriedade edulcorante e pelo seu sabor, o que aumenta a
723 ingestão de alimentos que nem sempre têm boa aceitabilidade, como por exemplo, a ureia

724 (Mordenti et al., 2021). A amônia pode servir como fonte de nitrogênio para o crescimento
725 microbiano quando o carboidrato está disponível como fonte de energia (Allison, 1969). A
726 concentração ótima de $\text{NH}_3\text{-N}$ para a taxa máxima de fermentação de dietas à base de forragem
727 está relacionada à disponibilidade de um substrato produtor de energia (Mehrez et al., 1977).
728 Silva et al (2017), avaliando os efeitos da ureia, melão e suas combinações, verificaram que a
729 combinação ureia + melão resultou em uma concentração maior de ácidos graxos voláteis
730 (AGV). Este resultado indicou que a concentração de ácidos graxos voláteis de cadeia curta
731 (AGVCC) foi superior quando o melão foi fornecido juntamente com ureia, comparando quando
732 fornecidos separadamente. Acredita-se que a maior concentração de AGVCC nesta dieta se deu
733 pelo resultado de uma utilização complementar de energia e N pelos microorganismos,
734 reafirmando a hipótese de que o sincronismo na suplementação de carboidratos e N pode
735 melhorar a fermentação.

736 A hipótese desse trabalho foi de que a dieta líquida teria um efeito aditivo na ingestão e
737 digestibilidade do feno de limpograss, ocorrendo esse efeito aditivo até níveis intermediários de
738 suplementação. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes níveis de
739 suplementação líquida a base de melão enriquecido com 32% de proteína bruta na ingestão,
740 digestibilidade e fermentação ruminal.

741 **Material e Métodos**

742

743 Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Cuidado
744 Animal da Universidade da Flórida (IACUC), número de protocolo 202011124.

745 *Descrição da área experimental*

746

747 O experimento foi conduzido no galpão de Eficiência Alimentar, localizado no Centro de
748 Pesquisa e Educação do Norte da Flórida em Marianna, EUA.

749 *Tratamentos e delineamento experimental*

750 Foram utilizadas 12 novilhas Angus (400 ± 32 kg de PV) e 12 bovinos adultos machos
751 castrados e canulados (680 ± 115 kg de PV), todos da raça Angus. Antes do início do
752 experimento, os animais passaram por um jejum de 16 horas, sendo pesados e distribuídos em
753 suas respectivas baias. Essa distribuição foi realizada por meio do peso e do sexo em
754 delineamento em blocos casualizados, num período de 28 dias em 4 tratamentos:

- 755 ▪ Tratamento 1: CTL= Acesso *ad libitum* ao feno de limpograss cv. Floralta.
- 756 ▪ Tratamento 2: SUP2= Acesso *ad libitum* ao feno de limpograss cv. Floralta e
757 suplementação com $0,9 \text{ kg d}^{-1}$ de melação com 32% de proteína bruta na matéria natural.
- 758 ▪ Tratamento 3: SUP4= Acesso *ad libitum* ao feno de limpograss cv. Floralta e
759 suplementação com $1,8 \text{ kg d}^{-1}$ de melação com 32% de proteína bruta na matéria natural
- 760 ▪ Tratamento 4: SUP6= Acesso *ad libitum* ao feno de limpograss cv. Floralta com $2,7 \text{ kg d}^{-1}$
761 de melação com 32% de proteína bruta na matéria natural.

762 Os animais tiveram acesso irrestrito a água e ao sal mineral e premix (20% de carbonato
763 de cálcio, 24% de fosfato de cálcio, 4% de fosfato de monocálcio, 17% sal, produtos de proteína
764 vegetal, óxido de magnésio, 2500 ppm de sulfato de zinco, 1500 ppm de sulfato de cobre, sulfato
765 de manganês, carbonato de cálcio, selenito de sódio, 102040 unidade por kg de vitamina A,
766 34013 unidade por kg de vitamina D3, melação de cana-de-açúcar e sabores naturais e artificiais).
767 A quantidade de dieta líquida a base de melação foi pesada e oferecida diariamente a cada animal
768 individualmente com horário fixo (7h45). Cada animal tinha acesso a dieta líquida durante 24

769 horas, após isso, as sobras eram retiradas, pesadas para cálculo de consumo e uma nova remessa
 770 da dieta era distribuída. O feno foi moído em moedor de cuba (Haybuster, Jamestown, ND) para
 771 reduzir o tamanho das partículas e colocado nos cochos registrados pelo sistema Growsafe[®], que
 772 consistia na presença de alimentadores automáticos que registraram, durante 24 horas por dia,
 773 todos os dados relacionados ao consumo de alimento e comportamento dos animais. Antes do
 774 início do projeto todos os animais receberam individualmente um chip auricular para registro no
 775 software e acompanhamento do consumo. O feno utilizado era do cultivar ‘Floralta’, comprado
 776 no mercado do sul da Flórida (Tabela 6).

777 **Tabela 5.** Composição química do feno de Floralta limpograss e suplemento líquido à base de
 778 melaço de 32% PB com limitador de ingestão

	Feno de limpograss (MS)	Dieta líquida (MN)	Dieta líquida (MS)
Matéria seca, %	93,9	67,8	---
Proteína bruta, %	3,9	33,7	49,8
Fibra em detergente neutro, %	79,1	---	---
Fibra em detergente ácido, %	42,6	---	---
Carboidratos não-fibrosos, %	7,8	---	---
Nutrientes digestíveis totais, %	54	52	77
Cálcio, %	0,20	0,25	0,37
Fósforo, %	0,17	0,92	1,36
Magnésio, %	0,13	0,32	0,48
Potássio, %	0,68	2,40	3,54
Sódio, %	0,042	0,099	0,147
Enxofre, %	0,14	0,18	0,27
Ferro, ppm	54	263	388
Zinco, ppm	21	222	327
Cobre, ppm	6	102	150
Manganês, ppm	32	180	265
Molibdênio, ppm	0,4	0,9	1,3

779 ¹Analisado por um laboratório comercial (Dairy One, Ithaca, NY).

780

781

782 *Amostragem e variáveis analisadas*

783

784 A ingestão de feno foi mensurada a partir do sistema GrowSafe[®]. A ingestão de alimentos
785 líquidos foi registrada pesando a quantidade oferecida e as sobras. A ingestão de feno e dieta
786 líquida foi registrada em um período de medição de 4 dias.

787 Após 18 dias de adaptação às dietas e instalações, ração (feno e suplemento líquido) e
788 amostras fecais foram coletadas por 4 dias consecutivos em dois períodos do dia (8h00 e 16h00),
789 com o objetivo de determinar a digestibilidade aparente do trato total de MS, MO, PB, FDN e
790 FDA. As amostras de alimento foram coletadas diretamente do cocho de cada animal em três
791 pontos diferentes e as amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal. Amostras
792 fecais e de ração foram agrupadas por animais e a FDN indigestível (FDNi) foi usada como um
793 marcador indigestível interno. Para a determinação de FDNi, amostras de 0,5 g foram pesadas em
794 duplicata em sacos F57 (Ankom Technology Corp., Macedon, NY), e foram incubadas no rúmen
795 de dois bovinos canulados por 288 h (Krizsan e Huhtanen, 2013; Ciriaco et al., 2015). O resíduo
796 foi analisado quanto à concentração de FDN conforme descrito anteriormente. A digestibilidade
797 aparente do trato total da MS, MO, NDF, FDA e PB foi calculada usando a seguinte fórmula:

798
$$\text{Digestibilidade} = 100 - 100 \times \left[\left(\frac{\text{Concentração de marcador na dieta}}{\text{Concentração do marcador nas fezes}} \right) \times \left(\frac{\text{Concentração do nutriente nas fezes}}{\text{Concentração do nutriente na dieta}} \right) \right]$$

799 A reação fenol-hipoclorito foi usada para determinar as concentrações de NH₃ conforme
800 descrito por Broderick e Kang (1980). Amostras do inóculo pós-incubação foram centrifugadas a
801 10.000 × g por 15 min a 4°C (Avanti J-E, Beckman Coulter Inc.). A absorbância foi lida em
802 placas de 96 poços de fundo plano a 665 nm usando um leitor de placas (DU 500; Beckman
803 Coulter Inc.).

804 As concentrações de AGV foram determinadas em uma solução à base de água usando
805 extração com acetato de etila. As amostras foram centrifugadas a $10.000 \times g$ por 15 min a 4°C .
806 Dois mililitros do sobrenadante foram misturados com 0,4 mL (proporção 5: 1) de uma solução
807 metafosfórica:ácido crotônico (padrão interno) e as amostras foram congeladas durante a noite.
808 No dia seguinte as amostras foram descongeladas e centrifugadas novamente a $10.000 \times g$ por 15
809 min a 4°C . O sobrenadante foi transferido para tubos de cultura descartáveis de borossilicato de
810 12 mm x 75 mm (Fisherbrand; Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA) e misturado com
811 acetato de etila para formar uma mistura 2:1 acetato de etila:sobrenadante. Os tubos de cultura
812 foram agitados vigorosamente e seguidos por um tempo de descanso de 5 min para permitir a
813 separação do acetato de etila. Uma subamostra do acetato de etila foi transferida para pequenos
814 frascos antes da análise. As amostras foram analisadas com um cromatógrafo de gás (Agilent
815 7820A GC, Agilent Technologies) usando um detector de ionização de chama e uma coluna
816 capilar (CP-WAX 58 FFAP 25 m \times 0,53 mm, Varian CP7767; Varian Inc.). A temperatura da
817 coluna foi mantida a 110°C e as temperaturas do injetor e do detector eram de 200 e 220°C ,
818 respectivamente.

819 Por fim, as amostras foram analisadas para N total usando um analisador CHNS através
820 do método de combustão seca Dumas (Vario Micro Cube; Elementar, Hanau, GER) acoplado a
821 um espectrômetro de massa de razão de isótopos (IsoPrime 100, IsoPrime, Manchester, Reino
822 Unido) para analisar $\delta^{15}\text{N}$. Para estimar a proporção de N oriundo do limpogress e N oriundo da
823 dieta líquida nas fezes, foi estimado primeiramente o consumo total de N de cada fonte
824 multiplicando o consumo de MS de cada fonte pelo respectivo teor de N. Desta forma foi
825 possível calcular o teor de N da dieta total, bem como a contribuição proporcional de cada fonte.
826 Em seguida, foi calculado o $\delta^{15}\text{N}$ da dieta, utilizando-se a seguinte equação:

827 $\delta^{15}\text{N}_{\text{dieta}} = [(\delta^{15}\text{N}_{\text{limpograss}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{melaço}}) * \text{proporção limpograss N na dieta}] + \delta^{15}\text{N}_{\text{melaço}}$

828 Em seguida foi calculado o Δ , que é a diferença de $\delta^{15}\text{N}$ entre fezes e dieta:

829 $\Delta = \delta^{15}\text{N}_{\text{fezes}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{dieta}}$

830 Para estimar a proporção do N oriundo do limpograss contido nas fezes, foi usada a seguinte
831 equação:

832 $\% \text{ limpograss N nas fezes} = \frac{[(\delta^{15}\text{N}_{\text{fezes}} - \Delta_{\text{fezes-dieta}}) - \delta^{15}\text{N}_{\text{melaço}}] * 100}{(\delta^{15}\text{N}_{\text{limpograss}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{melaço}})}$

833

834

835

Análise estatística

836

837 As médias foram agrupadas para cada animal e analisadas usando procedimento mixed do
838 SAS. Tratamento e a interação dos mesmos foram considerados efeitos fixos. A identidade do
839 animal no tratamento e o sexo foram considerados efeitos aleatórios. Foram realizados contrastes
840 usando polinômios ortogonais para verificar os efeitos linear e quadrático, bem como o contraste
841 ortogonal com suplemento vs. sem suplemento. As médias foram comparadas utilizando o PDIFF
842 do SAS ajustado para Tukey ($P < 0,05$).

843 **Resultados e Discussão**

844

845 A suplementação líquida a base de melaço não afetou o consumo (MS e MO) de feno de
846 limpograss ($P > 0,05$) (Tabela 7). O mesmo ocorreu para Stierwalt et al. (2017) que avaliando os
847 efeitos de interação entre forragem e diferentes tipos de suplementação, não obtiveram efeitos de
848 suplementação para o consumo de MS e MO do volumoso. De acordo com Bowman et al.
849 (1995), a depender da quantidade de suplementação energética utilizada, o consumo animal pode
850 sofrer redução, isso porque os açúcares solúveis presentes reduzem o pH ruminal e
851 conseqüentemente diminuem a digestibilidade da fibra. O consumo de melaço aumentou à

852 medida que a oferta foi maior, não reduzindo a ingestão de feno de limpograss. O consumo de
853 forragem foi constante nos diferentes níveis de suplementação líquida, ou seja, em diferentes
854 níveis de suplementação ocorreu efeito aditivo do consumo total nos correspondentes níveis de
855 melaço fornecido (Reis et al., 2009). A utilização de forrageiras de baixa qualidade, com teores
856 de FDN superiores a 60% e teor de PB inferior a 6% pode reduzir o consumo, como resultado da
857 baixa digestibilidade da fração fibrosa (Silva et al., 2017).

858 É importante enfatizar que no presente experimento os valores de pH ruminal (Figura 9)
859 foram sempre acima de 6,5 para todos os níveis de suplementação, não representando um fator
860 limitante para a ingestão de forragem, podendo ser uma justificativa para a não diferença entre os
861 consumos (Kozolski et al., 2006). O consumo de PB teve efeito de tratamento ($P<0,0001$),
862 apresentando resposta linear positiva ($P<0,0001$) aos níveis de suplementação com dieta líquida.
863 O aumento no consumo de alimento com a elevação no teor de proteína na dieta, quando ocorre,
864 deve-se, de modo geral, a uma maior atividade fermentativa no rúmen, gerando maior produção
865 de proteína microbiana (Huber & Kung, 1981).

866 O consumo de FDN teve crescimento linear positivo com o aumento das doses de
867 suplementação e efeito de tratamento ($P\leq 0,05$). No presente trabalho o consumo de FDN foi
868 maior para o tratamento de suplementação máxima, apesar de o consumo de feno não ter diferido
869 entre os tratamentos. De acordo com Oliveira et al. (2011), a FDN compreende a fração fibrosa
870 do alimento que não é digerida ou que é insolúvel quando em contato com a solução detergente
871 neutro. Sendo a FDN considerada um importante fator que afeta a qualidade da dieta. Esta fração
872 é inversamente relacionada com o consumo e com o teor de energia disponível dos alimentos,
873 isso devido a sua lenta taxa de passagem no retículo-rúmen do animal que resulta na redução do
874 consumo da matéria seca total (Van Soest, 1994). Porém, a composição química da FDN, bem

875 como a atividade da microbiota ruminal afetam diretamente os parâmetros das dinâmicas de
 876 degradação e trânsito pelo trato digestório, que são responsáveis pelo o efeito da FDN no
 877 consumo e digestão dos nutrientes (Lund et al., 2007). No presente trabalho, a suplementação
 878 com compostos nitrogenados em maior nível permitiu a elevação do teor PB, o que pode ter
 879 levado a maximização da utilização da fração fibrosa da forragem por parte da microbiota
 880 ruminal (Dutra et al., 1997).

881 **Tabela 6.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melão enriquecido
 882 com 32% de proteína bruta no consumo de dietas com feno de limpograss ad libitum.

	Tratamentos ¹					P-value ³		
	CTL	SUP2	SUP4	SUP6	EP ²	TRAT	L	Q
Consumo, kg d ⁻¹								
MS								
Feno	3,85 [§]	3,90	2,80	4,90	1,337	0,2799	0,5415	0,1673
Suplemento	0	0,61 ^c	1,16 ^b	1,52 ^a	0,088	<0,0001	<,0001	0,0337
Total	3,85	4,51	3,96	6,42	1,407	0,0939	0,0442	0,2292
MO								
Feno	3,75	3,79	2,72	4,76	1,302	0,2808	0,5465	0,1668
Suplemento	0	0,51 ^c	0,97 ^b	1,27 ^a	0,074	<0,0001	<,0001	0,0337
Total	3,75	4,3	3,69	6,03	1,361	0,1207	0,068	0,2189
PB	0,08 ^d	0,38 ^c	0,62 ^b	0,83 ^a	0,039	<0,0001	<,0001	0,1605
FDN	3,24 ^b	3,77 ^{ab}	3,30 ^b	5,26 ^a	0,755	0,0279	0,0156	0,1261

883 ¹CTL= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv. Floralta. SUP2= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv.
 884 Floralta e suplementação com 0,9 kg d⁻¹ de melão com 32% de proteína bruta. SUP4= Acesso ad libitum ao feno de
 885 limpograss cv. Floralta e suplementação com 1,8 kg d⁻¹ de melão com 32% de proteína bruta. SUP6= Acesso ad
 886 libitum ao feno de limpograss cv. Floralta e suplementação com 2,7 kg d⁻¹ de melão com 32% de proteína bruta.

887 ² Erro padrão agrupado de médias de tratamento, n = 6 animais/tratamento.

888 ³Efeito de tratamento (TRAT); contrastes ortogonais (L e Q) indicam os efeitos lineares e quadráticos das
 889 quantidades de suplementação alimentar líquida.

890 [§]Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma linha não diferiram entre si no teste PDIFF do SAS ajustadas
 891 por Tukey (P > 0,05).

892

893 A proporção do nitrogênio do feno de limpograss e da suplementação líquida encontrada
 894 nas fezes, estimada por meio de $\delta^{15}\text{N}$, são apresentados na Tabela 8. Houve efeito de tratamento
 895 ($P < 0,0001$), onde foi possível identificar maior presença de nitrogênio proveniente da
 896 suplementação líquida nos tratamentos SUP4 e SUP6. Houve efeito quadrático ($P < 0,0001$), onde

897 os tratamentos SUP4 e SUP6 não diferiram entre si. A proporção de N excretado nas fezes foi
898 fortemente relacionada à oferta de suplemento líquido na dieta. No presente estudo, a
899 digestibilidade da PB variou de 60% para dietas controle e 95% para dietas com 2,7 kg dia⁻¹ de
900 suplementação líquida (Tabela 9). Em ruminantes, uma perda fecal de proteína de até 30% ou
901 mais é bastante comum (Tamminga et al., 1995). De acordo com Bristown et al (1992), cerca de
902 69% de N encontrado na urina era proveniente da ureia. A excreção fecal de ureia foi
903 quantificada por Owen et al. (1943) e a combinação de ureia e amônia representa,
904 aproximadamente, apenas 9% do N total excretado (Owen et al., 1943). Isso implica que o N
905 fecal das dietas é principalmente de origem microbiana com menores quantidades de proteína
906 alimentar não degradada e secreções endógenas (NRC, 1985). Secreções endógenas adicionais de
907 N e/ou perdas ao longo do trato gastrointestinal são resultados da descamação das células
908 epiteliais e da secreção de muco. É importante lembrar que a inclusão de fibra não degradável na
909 dieta de ruminantes resulta em mais digesta passando pelo intestino delgado, como resultado,
910 mais células epiteliais são liberadas (Voigt et al., 1994). Para um melhor entendimento do
911 aproveitamento e excreção da ureia ofertada na dieta, mais estudos de fluxo da ureia precisam ser
912 realizados acompanhando todos os mecanismos de excreção (urina, fezes, leite etc).

913
914
915
916
917
918
919
920
921

922

923

924 **Tabela 7.** Contribuição das fontes de N da dieta no N fecal estimada por meio do uso isótopos de
 925 $\delta^{15}\text{N}$.

	Tratamentos ¹				EP ²	P- value ³		
	CTL	SUP2	SUP4	SUP6		TRAT	L	Q
$\delta^{15}\text{N}$								
Fezes	5,8	6,3	6,6	6,3	0,19	0,0697	0,0645	0,0633
Limpograss	4,3	4,3	4,8	4,6	0,17	0,152	0,1282	0,626
Suplementação	0,8	0,8	0,8	0,8	--	--	--	--
% de contribuição de N da dieta nas fezes								
Limpograss	100 ^a	23,3 ^b	10,4 ^c	11,5 ^c	2,41	<,0001	<,0001	<,0001
Suplementação	0 ^c	76,7 ^b	89,6 ^a	88,5 ^a	2,41	<,0001	<,0001	<,0001

926 ¹CTL= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv. Floralta. SUP2= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv.
 927 Floralta e suplementação com 0,9 kg d⁻¹ de melaço com 32% de proteína bruta. SUP4= Acesso ad libitum ao feno de
 928 limpograss cv. Floralta e suplementação com 1,8 kg d⁻¹ de melaço com 32% de proteína bruta. SUP6= Acesso ad
 929 libitum ao feno de limpograss cv. Floralta e suplementação com 2,7 kg d⁻¹ de melaço com 32% de proteína bruta.

930 ² Erro padrão agrupado de médias de tratamento, n = 6 animais/tratamento.

931 ³Efeito de tratamento (TRAT); contrastes ortogonais (L e Q) indicam os efeitos lineares e quadráticos das
 932 quantidades de suplementação alimentar líquida.

933 ⁴Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma linha não diferiram entre si no teste PDIFF do SAS ajustadas
 934 por Tukey (P > 0,05).

935

936 Não houve diferença estatística ($P>0,05$) para a digestibilidade da MS, MO e FDN
937 (Tabela 9). A suplementação líquida pode melhorar a digestibilidade da fibra ruminal e a
938 magnitude desta resposta está ligada à qualidade da forragem, ou seja, aumento da digestibilidade
939 devido a suplementação líquida é mais facilmente notável quando a forragem é de baixa
940 qualidade (Stierwalt et al., 2017). Para PB houve efeito linear ($P<0,0001$) e quadrático
941 ($P=0,0003$), onde no tratamento controle, sem presença de melaço, a digestibilidade foi 34 pontos
942 percentuais menor quando comparada com os outros tratamentos. De acordo com Silva et al.
943 (2017), isso pode indicar que a energia do melaço foi utilizada para liberar a proteína no conteúdo
944 da dieta, resultando em uma maior digestibilidade verdadeira da PB.

945 Apesar da digestibilidade da FDN não ter sido afetada pelos níveis de suplementação, o
946 mesmo não ocorreu para FDA ($P<0,05$). Os tratamentos controle e com maior nível de
947 suplementação (SUP6) obtiveram um decréscimo em relação aos demais. Uma possível
948 explicação é que açúcares adicionados a dietas à base de forragem podem diminuir a digestão de
949 fibra (Heldt et al., 1999). Por outro lado, níveis moderados de suplementação aumentaram a
950 digestibilidade do FDA. No tratamento controle, a redução pode ter ocorrido devido à menor
951 quantidade de N disponível para os micróbios que fermentam a fibra de digestão mais lenta. Em
952 contrapartida, no SUP6, a maior disponibilidade de CHO prontamente na presença de N
953 disponível no rúmen pode ter tido efeitos inibitórios diretos sobre alguns micróbios ruminais
954 (Russell, 1998). Em geral, as discrepâncias na literatura em relação à resposta na digestibilidade
955 da fibra à suplementação de melaço podem ser explicadas pela grande variabilidade nas fontes de
956 melaço, níveis de suplementação e qualidade da forragem (Soder et al., 2010).

957 **Tabela 8.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido
958 com 32% de proteína bruta na digestibilidade de dietas com feno de limpograss ad libitum.

	Tratamentos ¹				EP ²	P-value ³	
	CTL	SUP2	SUP4	SUP6		L	Q
Digestibilidade, %							
MS	28,5	33,4	28,5	25,2	2,08	0,1348	0,0645
MO	34,6	38,9	35,7	31,2	1,93	0,1412	0,0351
PB	59,2*	92,1	93,8	95,0	3,59	<,0001	0,0003
FDN	41,6	45,7	44,7	39,7	1,58	0,3587	0,0094
FDA	31,7*	36,4	35,3	26,3*	1,77	0,0433	0,0010

959 ¹CTL= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv. Floralta. SUP2= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv.
960 Floralta e suplementação com 0,9 kg d⁻¹ de melação com 32% de proteína bruta. SUP4= Acesso ad libitum ao feno de
961 limpograss cv. Floralta e suplementação com 1,8 kg d⁻¹ de melação com 32% de proteína bruta. SUP6= Acesso ad
962 libitum ao feno de limpograss cv. Floralta e suplementação com 2,7 kg d⁻¹ de melação com 32% de proteína bruta.

963 ² Erro padrão agrupado de médias de tratamento, n = 6 animais/tratamento.

964 ³Contrastes ortogonais: L e Q indicam os efeitos lineares e quadráticos das quantidades de suplementação alimentar
965 líquida.

966 *Diferença estatística entre os tratamentos.

967

968

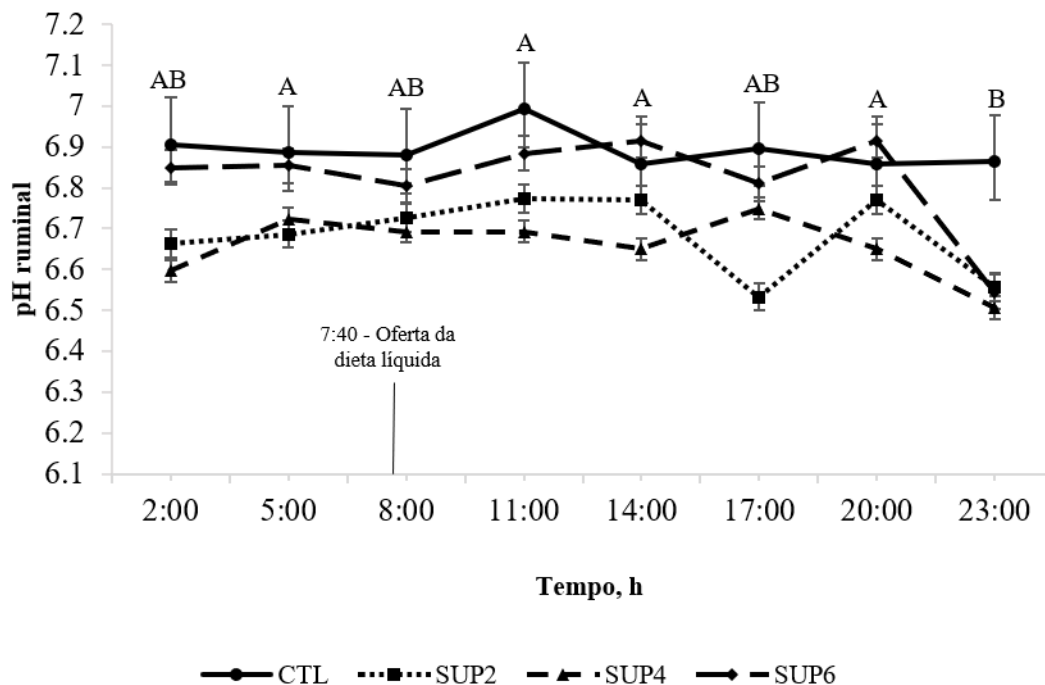
969

970 *Dinâmica dos indicadores de fermentação ruminal*

971

972 Não houve efeito de tratamento para o pH ruminal sob diferentes concentrações de dieta
973 líquida ($P=0,1096$; Figura 9). Foi observada interação entre tratamento \times tempo ($P=0,0134$),
974 porém não houve diferenças entre as médias. Os menores valores de pH ocorreram às 23 h (6,62)
975 e o maior pico as 11 h (6,84). Embora o pH ruminal tenha apresentado efeito quadrático ($P=$
976 $0,0294$), os valores nunca foram inferiores a 6,0, mesmo no maior nível de suplementação,
977 indicando que a atividade das bactérias celulolíticas não foi afetada negativamente (Mould et al.,
978 1983). Osuji e Khalili (1994) avaliaram o efeito da substituição do farelo de trigo por níveis
979 graduados de melação enriquecido com ureia na fermentação ruminal e também não obtiveram
980 diferença significativa para os níveis de pH. Os carboidratos solúveis são fermentados
981 rapidamente no rúmen, diminuindo o pH ruminal. Entretanto, essa variação nos níveis de
982 suplementação no estudo pode ter sido baixa o suficiente a ponto de não serem observadas

983 grandes variações no pH ruminal, o que sustentaria a falta de diferenças na digestibilidade dos
 984 nutrientes (Tabela 9) (Soder et al., 2010).



985

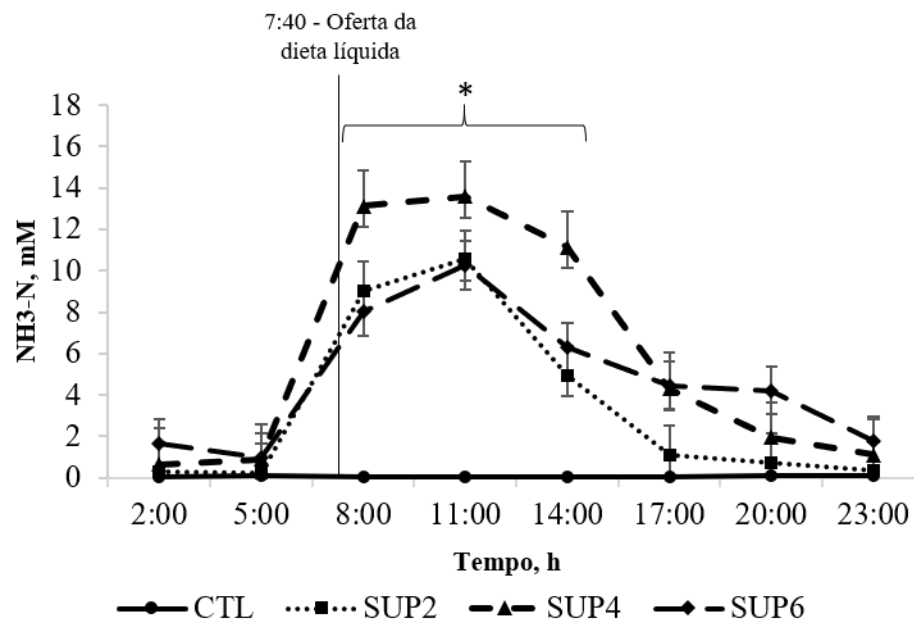
986 **Figura 9.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido
 987 com 32% de proteína bruta nos níveis de pH de dietas a base de feno de limpograss ad libitum
 988 durante 24 horas, a cada três horas. Foi observada uma interação tratamento x tempo ($P =$
 989 $0,0134$). As barras de erro representam o EP para a interação tratamento x tempo.

990

991 Como era de se esperar, houve efeito de tratamento para $\text{NH}_3\text{-N}$ ($P = 0,0031$), onde os
 992 tratamentos com suplementação proteica obtiveram maior concentração de amônia quando
 993 comparados com o tratamento controle (Figura 19). É importante salientar que a concentração de
 994 amônia no fluido ruminal pode variar de 1 a 40 mM, mas que valores inferiores a 3,57 mM
 995 podem comprometer o crescimento microbiano (Satter and Styler, 1974; Kozloski, 2019). A
 996 média da concentração de amônia dos tratamentos suplementados foi de 4,6 mM. Todos os
 997 tratamentos com dieta líquida tiveram concentrações de $\text{NH}_3\text{-N}$ similar até o horário de oferta da
 998 suplementação (7h40). A maior concentração de $\text{NH}_3\text{-N}$ ocorreu durante as 5 horas após a

999 alimentação, refletindo a quantidade de ureia ingerida com o melaço das dietas logo após a oferta.
 1000 Resultado similar foi observado por Henry et al. (2020), que avaliando os efeitos do subsalicilato
 1001 de bismuto e do nitrato de cálcio-amônio encapsulado, isoladamente e em combinação, obtiveram
 1002 o mesmo comportamento, onde todos os tratamentos tiveram pico e concentrações semelhantes
 1003 de NH₃-N durante 4 horas seguidas após alimentação, em relação ao tratamento sem fonte de
 1004 nitrogênio não proteico. Tuyen et al. (2015), testando diferentes proporções de melaço
 1005 enriquecido com ureia, evidenciaram que a maior concentração de NH₃-N ocorreu 4 horas após a
 1006 alimentação, refletindo a quantidade de ureia ingerida com o melaço das dietas logo após a
 1007 apresentação. De acordo com Ciriaco et al. (2016), um balanço entre o consumo das dietas de
 1008 feno e suplemento pelos microrganismos ruminais pode ter resultado em um aumento na
 1009 concentração ruminal de amônia após a alimentação.

1010



1011

1012 **Figura 10.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido
 1013 com 32% de proteína bruta nas concentrações de NH₃-N em dietas a base de limpograss
 1014 ad libitum durante 24 horas, a cada três horas. Houve efeito de tratamento (P= 0,0031) e tempo

1015 ($P < 0,0001$) e interação em tratamento x tempo ($P < 0,0001$). As barras de erro representam o EP
1016 para a interação tratamento x tempo.

1017 As proporções molares dos ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, isovalérico,
1018 valérico e AGV totais de acordo com os tratamentos adotados são mostrados na Tabela 10. Não
1019 foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nas concentrações molares de ácido acético, entre os
1020 tratamentos adotados. Chen et al. (2010) reportaram que diferentes níveis de proteína não
1021 afetaram as concentrações de pH ruminal, AGV totais, acetato, propionato e butirato. Esse
1022 comportamento foi o oposto encontrado por Ciriaco et al. (2016), que obtiveram decréscimo
1023 linear do acetato à medida que se elevou as proporções da mistura de melaço e glicerol. Dos
1024 produtos gerados a partir da fermentação ruminal, o acetato é o mais oxidado e sua presença
1025 resulta em máximo rendimento de energia para bactéria (Kozloski, 2019). Para o ácido
1026 propiônico não foram observadas diferenças entre os tratamentos ($P = 0,697$), mas foi observada
1027 interação entre tempo x tratamento ($P < 0,05$), porém não houve diferenças entre as médias. Jassen
1028 (2010) afirma que o aumento da digestibilidade de um alimento aumenta a proporção de
1029 propionato nos produtos finais da fermentação formados a partir dele. Como foi indicado na
1030 Tabela 9, não houve diferença de digestibilidade entre os tratamentos, o que pode justificar os
1031 valores similares de ácido propiônico. A menos que os grãos constituam a maior parte da dieta, a
1032 forragem e as misturas de grãos resultam na produção de propionato semelhante a dietas apenas
1033 com forragens (Jassen, 2010).

1034 O aumento das concentrações da dieta líquida não teve efeito para o butirato e nem para o
1035 valerato ($P > 0,005$). Para o isobutirato, foi obtido efeito de tempo ($P = 0,004$) e efeito quadrático
1036 ($P = 0,033$), entretanto, sem diferença entre as médias. Porém, houve interação entre tempo e
1037 tratamento ($P = 0,021$), onde as 8 horas da manhã, o tratamento SUP6 se sobressaiu sobre os
1038 demais, com valores de proporção molar de 2,6 mol/100 mol (Figura 11). As proporções molares

1039 de isovalerato tiveram efeito de tratamento ($P=0,005$). O tratamento de suplementação com 1,8
1040 kg d⁻¹ de melaço com 32% de proteína bruta (SUP4) se destacou em relação aos demais, seguido
1041 do tratamento SUP2 e SUP6. Houve também interação de tempo × tratamento ($P=0,005$). O
1042 tratamento controle obteve, às 5 h da manhã, menor proporção molar de ácido isovalérico (0,7
1043 mol/100mol) em relação aos demais e o tratamento SUP4, obteve maior proporção com 1.4
1044 mol/100mol (Figura 12). Kattab et al. (2013) encontraram respostas diferentes, onde o aumento
1045 de ureia na dieta resultou na diminuição da proporção desses ácidos. Todavia, os valores
1046 encontrados pelos autores (1,77 e 2,15mol/100mol) foram, de forma geral, maiores do que os
1047 valores médios encontrados no presente trabalho (0,55 e 0,9 mol/100mol) para isobutirato e
1048 isovalerato, respectivamente. Silva et al. (2017) reportaram concentrações molares de 0,03
1049 mol/100mol para isobutirato e 0,05 mol/100mol para isovalerato. Os ácidos isobutírico e
1050 isovalérico pertencem ao grupo de ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada e são indicativos
1051 da fermentação ruminal de aminoácidos, quando em altas concentrações, favorecem o acúmulo
1052 de AGVs, resultando em redução do pH, o que justifica a manutenção dos valores ideais de pH
1053 nos diferentes tratamentos desse trabalho (Figura 9) (Vargas et al., 2002).

1054 Por fim, as proporções molares de AGVs não foram afetadas pelos tratamentos (Tabela
1055 11). Resposta semelhante foi encontrada por Soder et al. (2010), que avaliando os efeitos da
1056 suplementação de pastagens com melaço e derivados do milho, não tiveram diferenças nas
1057 proporções molares dos diferentes tratamentos. Em contraste, Kattab et al. (2013) obtiveram um
1058 crescimento linear significativo com o aumento dos níveis de ureia na dieta. Como o consumo
1059 final de MS entre as dietas não foi significativo (Tabela 7), acredita-se que a composição de
1060 carboidratos das dietas foi semelhante e que os níveis de ureia não foram elevados o suficiente

1061 para melhorar as condições de crescimento microbiano no rúmen, resultando em proporções

1062 molares similares para todos os níveis de suplementação líquida ofertada.

1063

1064 **Tabela 9.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta nas
 1065 proporções molares e concentrações totais de AGV.

	Tratamento ¹					EP ²	P-value ³				
	CTL	SUP2	SUP4	SUP6	TRT		T	TRT x T	L	Q	
AGV, mol /100 mol											
Acetato	71,10	70,77	71,10	70,65	0,262	0,572	0,743	0,145	0,439	0,827	
Propionato	16,31	16,66	16,45	16,83	0,160	0,219	0,697	0,025	0,114	0,114	
Isobutirato	0,56	0,46	0,45	0,74	0,074	0,115	0,004	0,021	0,173	0,033	
Butirato	10,21	9,90	9,85	9,61	0,218	0,380	0,165	0,916	0,114	0,878	
Isovalerato	0,81*	0,93	0,95	0,91	0,028	0,031	0,005	0,005	0,044	0,027	
Valerato	0,59	0,73	0,70	0,77	0,041	0,088	0,999	0,212	0,034	0,496	
AGV totais, mM	84,70	93,26	91,32	95,65	3,207	0,183	0,274	0,431	0,079	0,531	

1066 ¹CTL= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv. Floralta. SUP2= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv. Floralta e suplementação com 0,9 kg d⁻¹ de
 1067 melaço com 32% de proteína bruta. SUP4= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv. Floralta e suplementação com 1,8 kg d⁻¹ de melaço com 32% de proteína
 1068 bruta. SUP6= Acesso ad libitum ao feno de limpograss cv. Floralta e suplementação com 2,7 kg d⁻¹ de melaço com 32% de proteína bruta.

1069 ² Erro padrão agrupado de médias de tratamento, n = 6 animais/tratamento.

1070 ³Níveis de significância observados para: TRT × T, interação tratamento e tempo; contrastes ortogonais: L e Q indicam os efeitos lineares e quadráticos das
 1071 quantidades de suplementação alimentar líquida.

1072 *Diferença estatística entre os tratamentos.

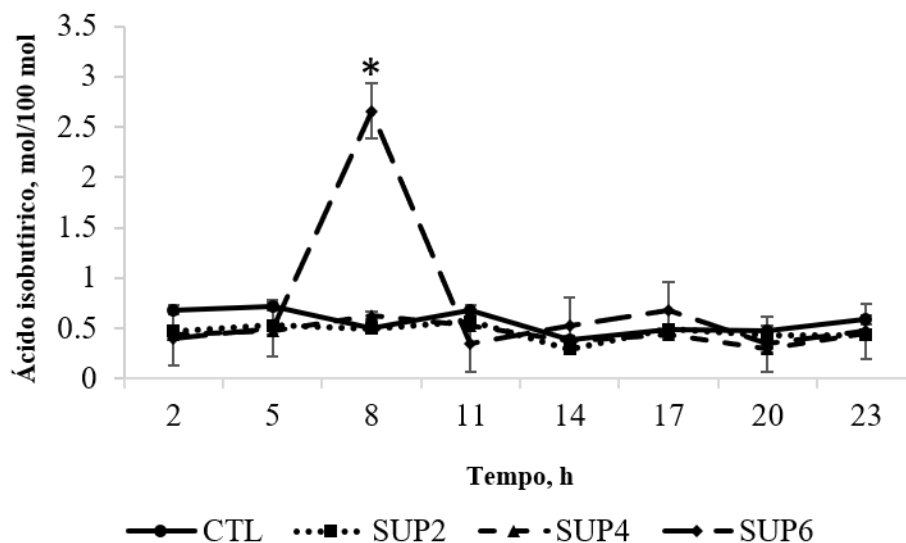
1073

1074

1075

1076

1077

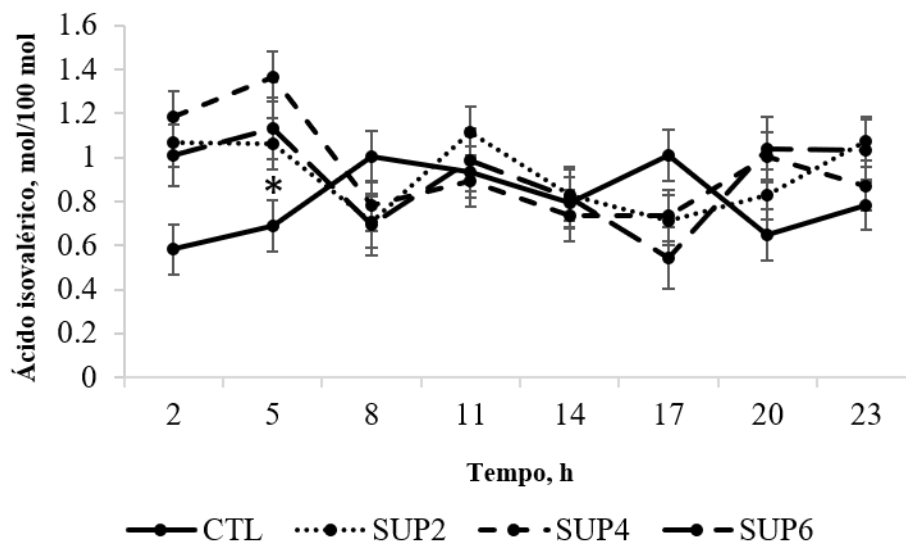


1078

1079 **Figura 11.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido
1080 com 32% de proteína bruta nas concentrações ruminais de ácido isobutírico de dietas a base de
1081 feno de limpograss ad libitum durante 24 horas, a cada três horas. As barras de erro representam
1082 o EP para a interação tratamento x tempo.

1083

1084



1085

1086 **Figura 12.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido
1087 com 32% de proteína bruta nas concentrações ruminais de ácido isovalérico de dietas a base de
1088 feno de limpograss ad libitum durante 24 horas, a cada três horas. As barras de erro representam
1089 o EP para a interação tratamento x tempo.

1090 **Considerações finais**

1091
1092 A suplementação líquida à base de melação com 32% PB teve um efeito aditivo nos
1093 animais alimentados com feno de limpograss; no entanto, a ingestão de feno não aumentou. O
1094 limitador de ingestão no suplemento alimentar líquido foi eficiente e os animais consumiram
1095 60% da oferta nas maiores taxas de suplementação, recomendando-se o tratamento com oferta de
1096 1,5 kg d⁻¹ de melação com 32% de proteína bruta.

1097 Os resultados deste estudo indicam que a adição de ureia e melação em uma dieta a base
1098 de feno de limpograss pode melhorar o suprimento de nutrientes aos animais, notadamente o
1099 suprimento de AGV e o suprimento de N microbiano; entretanto, os níveis testados neste estudo
1100 não melhoraram a utilização do *Hermathria altissima* conforme avaliado na digestibilidade. O
1101 AGV ruminal e N microbiano são indicadores da função ruminal e pode indicar um melhor
1102 ambiente ruminal; no entanto, eles não resultaram em maior digestibilidade.

1103

1104

1105

1106

1107

1108

1109

1110

1111

1112 **Referências Bibliográficas**

- 1113
- 1114 Agriculture Organization of the United Nations. Animal Production & Health Division. (2006).
- 1115 Livestock Report 2006. Food & Agriculture Org, p. 85.
- 1116 Allison, M. J. (1969). Biosynthesis of amino acids by ruminal microorganisms. *Journal of*
- 1117 *Animal Science*, 29(5), 797-807.
- 1118 Bowman, J. G. P., Sowell, B. F., & Paterson, J. A. (1995). Liquid supplementation for ruminants
- 1119 fed low-quality forage diets: a review. *Animal feed science and technology*, 55(1-2), 105-138.
- 1120 Bristow, A. W., Whitehead, D. C., & Cockburn, J. E. (1992). Nitrogenous constituents in the
- 1121 urine of cattle, sheep and goats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(3), 387-394.
- 1122 Ciriaco, F. M., Henry, D. D., Mercadante, V. R. G., Schulmeister, T., Ruiz-Moreno, M., Lamb,
- 1123 G. C., & DiLorenzo, N. (2015). Effects of different levels of supplementation of a 50: 50 mixture
- 1124 of molasses: crude glycerol on performance, Bermuda grass hay intake, and nutrient digestibility
- 1125 of beef cattle. *Journal of animal science*, 93(5), 2428-2438.
- 1126 Ciriaco, F. M., Henry, D. D., Mercadante, V. R. G., Schulmeister, T. M., Ruiz-Moreno, M.,
- 1127 Lamb, G. C., & DiLorenzo, N. (2016). Effects of molasses and crude glycerol combined in a
- 1128 liquid supplement on ruminal fermentation in beef steers consuming bermudagrass hay. *Journal*
- 1129 *of animal science*, 94(9), 3851-3863.
- 1130 Costa, V. A. C., Detmann, E., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. D. C., Henriques, L. T.,
- 1131 Carvalho, I. P. C. D., & Valente, T. N. P. (2011). Consumo e dinâmica ruminal da fibra em
- 1132 detergente neutro em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementação com

1133 nitrogênio não-proteico e/ou proteína verdadeira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(12), 2805-
1134 2814.

1135 DelCurto, T., Cochran, R. C., Harmon, D. L., Beharka, A. A., Jacques, K. A., Towne, G., &
1136 Vanzant, E. S. (1990). Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of
1137 varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef
1138 steers in confinement. *Journal of Animal Science*, 68(2), 515-531.

1139 Dutra, A. R., Queiroz, A. C. D., Pereira, J. C., Valadares Filho, S. D. C., Thiébaud, J. T. L.,
1140 Matos, F. N., & RIBEIRO, C. (1997). Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre
1141 a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*,
1142 26(4), 797-805.

1143 Fry, B., 2006. Stable isotope ecology. Springer Science & Business Media.

1144 Heldt, J. S., Cochran, R. C., Stokka, G. L., Farmer, C. G., Mathis, C. P., Titgemeyer, E. C., &
1145 Nagaraja, T. G. (1999). Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination
1146 with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. *Journal of Animal*
1147 *Science*, 77(10), 2793-2802.

1148 Hemsley, J. A., & Moir, R. J. (1963). The influence of higher volatile fatty acids on the intake of
1149 urea-supplemented low quality cereal hay by sheep. *Australian Journal of Agricultural*
1150 *Research*, 14(4), 509-517.

1151 Henry, D. D., Ciriaco, F. M., Araujo, R. C., Fontes, P. L., Oosthuizen, N., Mejia-Turcios, S. E.,
1152 & DiLorenzo, N. (2020). Effects of bismuth subsalicylate and encapsulated calcium ammonium
1153 nitrate on ruminal fermentation of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 98(8), skaa199.

- 1154 Hersom, M., Alva, E., Thrift, T., & Yelich, J. (2011). Strategic supplementation of beef cows to
1155 correct for nutritional imbalances. In Proc. 22nd Florida Rumin. Nutr. Symp. Univ. of Florida,
1156 Gainesville (pp. 150-163).
- 1157 Huber, J. T., & Kung Jr, L. (1981). Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle.
1158 *Journal of Dairy Science*, 64(6), 1170-1195.
- 1159 Janssen, P. H. (2010). Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation
1160 balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. *Animal Feed*
1161 *Science and Technology*, 160(1-2), 1-22.
- 1162 Khattab, I. M., Salem, A. Z. M., Abdel-Wahed, A. M., & Kewan, K. Z. (2013). Effects of urea
1163 supplementation on nutrient digestibility, nitrogen utilization and rumen fermentation in sheep
1164 fed diets containing dates. *Livestock Science*, 155(2-3), 223-229.
- 1165 Kozloski, G. V. (2019). Bioquímica dos ruminantes. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência-
1166 Editora UFSM.
- 1167 Kozloski, G. V., Trevisan, L. M., Bonnacarrère, L. M., Härter, C. J., Fiorentini, G., Galvani, D.
1168 B., & Pires, C. C. (2006). Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo,
1169 digestibilidade e fermentação ruminal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*,
1170 58(5), 893-900.
- 1171 Krizsan, S. J., & Huhtanen, P. (2013). Effect of diet composition and incubation time on feed
1172 indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(3),
1173 1715-1726.

1174 Lintzenich, B. A., Vanzant, E. S., Cochran, R. C., Beaty, J. L., Brandt Jr, R. T., & St Jean, G.
1175 (1995). Influence of processing supplemental alfalfa on intake and digestion of dormant
1176 bluestem-range forage by steers. *Journal of animal science*, 73(4), 1187-1195.

1177 Lund, P., Weisbjerg, M. R., & Hvelplund, T. (2007). Digestible NDF is selectively retained in
1178 the rumen of dairy cows compared to indigestible NDF. *Animal feed science and technology*,
1179 134(1-2), 1-17.

1180 Malafaia, P., Cabral, L. D. S., Vieira, R. A. M., Costa, R. M., & Carvalho, C. D. (2003).
1181 Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e
1182 principais resultados publicados no Brasil. *Livestock Research for Rural Development*, 15(12),
1183 33.

1184 Mehrez, A. Z., Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1977). Rates of rumen fermentation in relation to
1185 ammonia concentration. *British Journal of Nutrition*, 38(3), 437-443.

1186 Mordenti, A. L., Giaretta, E., Campidonio, L., Parazza, P., & Formigoni, A. (2021). A Review
1187 Regarding the Use of Molasses in Animal Nutrition. *Animals*, 11(1), 115.

1188 Moretti, M. H., Reis, R. A., Casagrande, D. R., Ruggieri, A. C., Oliveira, R. V., & Berchielli, T.
1189 T. (2011). Suplementação protéica energética no desempenho de novilhas em pastejo durante a
1190 fase de terminação. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(3), 606-612.

1191 Mould, F. L., Ørskov, E. R., & Mann, S. O. (1983). Associative effects of mixed feeds. I. Effects
1192 of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in
1193 vivo and dry matter digestion of various roughages. *Animal Feed Science and Technology*, 10(1),
1194 15-30.

- 1195 National Research Council. (1985). Ruminant nitrogen usage. National Academies Press.
- 1196 Oliveira, A. S. D., Detmann, E., Campos, J. M. D. S., Pina, D. D. S., Souza, S. M. D., & Costa,
1197 M. G. (2011). Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a
1198 digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*,
1199 40(7), 1587-1595.
- 1200 Osuji, P. O., & Khalili, H. (1994). The effect of replacement of wheat bran by graded levels of
1201 molasses on feed intake, organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization in
1202 crossbred (Bos Taurus × Bos indicus) steers fed native grass hay. *Animal feed science and*
1203 *technology*, 48(1-2), 153-163.
- 1204 Owen, E. C., Smith, J. A. B., & Wright, N. C. (1943). Urea as a partial protein substitute in the
1205 feeding of dairy cattle. *Biochemical Journal*, 37(1), 44.
- 1206 Preston, T. R., Elias, A., Willis, M. B., & Sutherland, T. M. (1967). Intensive beef production
1207 from molasses and urea. *Nature*, 216(5116), 721-722.
- 1208 Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R., & Páscoa, A. G. (2009). Suplementação da dieta
1209 de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*,
1210 38(SPE), 147-159.
- 1211 Russell, J. B. (1998). Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. *Journal*
1212 *of Animal Science*, 76(7), 1955-1963.
- 1213 Satter, L. D., & Slyter, L. L. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial
1214 protein production in vitro. *British journal of nutrition*, 32(2), 199-208.

1215 Silva, E. A. D., Berchielli, T. T., Reis, R. A., Fernandes, J. J. D. R., Sato, K. J., & Paes, J. M. V.
1216 (2007). Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de tifton 85: consumo e
1217 digestibilidades total e parcial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(1), 237-245.

1218 Silva, L. G., Benedeti, P. D. B., Paula, E. M., Malekjahani, F., Amaral, P. M., Mariz, L. D. S., ...
1219 & Faciola, A. P. (2017). Effects of carbohydrate and nitrogen supplementation on fermentation
1220 of cheatgrass (*Bromus tectorum*) in a dual-flow continuous culture system. *Journal of animal*
1221 *science*, 95(3), 1335-1344.

1222 Soder, K. J., Hoffman, K., & Brito, A. F. (2010). Effect of molasses, corn meal, or a combination
1223 of molasses plus corn meal on ruminal fermentation of orchardgrass pasture during continuous
1224 culture fermentation. *The Professional Animal Scientist*, 26(2), 167-174.

1225 Sousa, B. M., Saturnino, H. M., Borges, A. L. C. C., Lopes, F. C. F., Silva, R. R., Campos, M.
1226 M., ... & Campos, W. E. (2008). Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente
1227 neutro por vacas leiteiras sob pastejo, suplementadas com diferentes quantidades de alimento
1228 concentrado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(4), 890-895.

1229 Stierwalt, M. R., Blalock, H. M., & Felix, T. L. (2017). Effects of the interaction of forage and
1230 supplement type on digestibility and ruminal fermentation in beef cattle. *Journal of animal*
1231 *science*, 95(2), 892-900.

1232 Stierwalt, M. R., Blalock, H. M., & Felix, T. L. (2017). Effects of the interaction of forage and
1233 supplement type on digestibility and ruminal fermentation in beef cattle. *Journal of animal*
1234 *science*, 95(2), 892-900.

1235 Tamminga, S., Schulze, H., Van Bruchem, J., & Huisman, J. (1995). The nutritional significance
1236 of endogenous n-losses along the gastrointestinal tract of farm animals. *Archiv für*
1237 *Tierernährung*, 48(1-2), 9-22.

1238 Tuyen, D. V., Tolosa, X. M., Poppi, D. P., & McLennan, S. R. (2015). Effect of varying the
1239 proportion of molasses in the diet on intake, digestion and microbial protein production by steers.
1240 *Animal Production Science*, 55(1), 17-26.

1241 Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. Cornell university press.

1242 Vargas, L. H., Lana, R. D. P., Jham, G. N., Santos, F. L., Queiroz, A. C. D., & Mancio, A. B.
1243 (2002). Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais,
1244 produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(1), 522-529.

1245 Voigt, J., Krawielitzki, K., Zwierz, P. M., Krawielitzki, R., Prym, R., & Weissbach, F. (1994).
1246 Digestibility of nitrogen in sheep fed heat damaged protein. *Livestock Production Science*, 39(1),
1247 93-96.

1248

1249

1250

1251

1252

1253

1254

1255

1256

1257

1258

1259

1260

1261

1262

CAPÍTULO 4

1263

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO IN VITRO EM DIETAS DE FENO DE LIMPOGRASS EM DIFERENTES NÍVEIS DE MELAÇO ENRIQUECIDO COM UREIA

1264

1265

1266

1267

1268

1269

1270

1271

1272

1273

1274

RESUMO

1275
1276
1277 O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes níveis de suplementação líquida a
1278 base de melão enriquecido com 32% de proteína bruta na produção *in vitro* de gás em dietas de
1279 *Hemarthria altissima*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal,
1280 localizado no Centro de Pesquisa e Educação do Norte da Flórida em Marianna, EUA. A
1281 avaliação dos parâmetros de fermentação *in vitro* foi conduzida em um delineamento em blocos
1282 casualizados com 4 diferentes proporções de dieta a base de feno de limpograss, que foram:
1283 (CTL) 100% de feno de limpograss, (SUP2) 85% de feno de limpograss e 15% suplementação
1284 líquida, (SUP4) 70% de feno de limpograss e 30% de suplementação líquida, (SUP6) 55% de
1285 feno de *Hemarthria altissima* e 45% de suplementação líquida. Essas proporções foram baseadas
1286 a partir do consumo total por peso vivo com base na matéria seca do experimento que foi
1287 realizado no galpão de Eficiência Alimentar. Em cada dia de incubação foram utilizadas 4
1288 garrafas por tratamento, 2 brancas (apenas líquido ruminal e saliva) e 2 garrafas com a amostra
1289 padrão (*Cynodon dactylon*), totalizando 20 garrafas por incubação. A concentração ruminal de
1290 $\text{NH}_3\text{-N}$ aumentou junto com a elevação dos níveis da suplementação líquida ($P<0.05$). Houve
1291 efeito de tratamento ($P=0.0008$) e efeito linear crescente ($P=0.0004$) para o pH ruminal, à
1292 medida que as concentrações de dieta líquida foram aumentadas. A adição da suplementação
1293 líquida ao feno de limpograss causou uma mudança no perfil de AGVCC, com aumento da
1294 produção de propionato *in vitro*.

1295 Palavras-chave: fermentação do rúmen, melão, ureia

1296

1297

ABSTRACT

1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320

The objective of the study was to evaluate the effects of different levels of liquid supplementation based on molasses enriched with 32% crude protein in the in vitro gas production in *Hemarthria altissima* diets. The experiment was conducted at the Animal Nutrition Laboratory, located at the North Florida Research and Education Center in Marianna, USA. The evaluation of the in vitro fermentation parameters was carried out in a randomized block design with four different proportions of limpograss hay diet: (CTL) 100% limpograss hay, (SUP2) 85% limpograss hay and 15% liquid supplementation, (SUP4) 70% limpograss hay and 30% liquid supplementation, (SUP6) 55% limpograss hay and 45% liquid supplementation. These proportions were based on the total DM consumption (% BW) of the in vivo trial. On each incubation day, 4 bottles were used per treatment, 2 controls (ruminal liquid and saliva only), and 2 bottles with the standard sample (*Cynodon dactylon*), totaling 20 bottles per incubation. The ruminal concentration of NH₃-N increased along with the increase in the levels of liquid supplementation ($P < 0.05$). There was a treatment effect ($P = 0.0008$) and an increasing linear effect ($P = 0.0004$) for ruminal pH, as the liquid diet concentrations were increased. The addition of liquid supplementation to the limpograss hay caused a change in the AGV profile, with an increase in propionate production in vitro.

Keywords: rumen fermentation, molasses, urea

1321 **Introdução**

1322

1323 Os ruminantes têm a capacidade de converter fontes fibrosas de alimentos em produtos
1324 ricos em proteínas, energia, vitaminas e minerais. Por causa de sua herbivoria, a principal fonte
1325 de alimento para ruminantes são as forragens, oriundas das plantas forrageiras que são
1326 produtoras primárias, ou seja, capturam luz solar e carbono para produzir biomassa (Burns,
1327 2008). Fontes de forragem comumente usadas nas estações quente e fria, como *Cynodon*
1328 *dactylon* (L.) e *Medicago sativa* L. por exemplo, possuem concentrações adequadas de proteína
1329 bruta e energia metabolizável para atender às demandas de nutrientes da maioria das classes de
1330 bovinos de corte, desde que o estágio de crescimento da planta e as necessidades de produção
1331 animal estejam sincronizados. No caso de forragens com valor nutricional reduzido, seu uso é
1332 aplicado quando as demandas de nutrientes dos animais são mínimas, caso contrário, recomenda-
1333 se a suplementação proteica.

1334 A suplementação proteica resulta em alguns efeitos sobre o animal, podendo-se destacar a
1335 ampliação no balanço de compostos nitrogenados e a eficiência de uso do nitrogênio,
1336 melhorando o status de nitrogênio no organismo animal. Isto implica em mais ganho e melhor
1337 eficiência de uso dos nutrientes em sistemas de produção de bovinos em pastejo (Figueiras et al.,
1338 2015).

1339 Dentre as formas de suplementação, o melaço de cana tem sido usado em dietas a base de
1340 forragem desde 1950, resultando em melhorias no desempenho animal (Moore et al., 1999). Em
1341 contrapartida, a quantidade de nitrogênio é considerada baixa quando comparada com a
1342 necessidade do animal, podendo causar diminuição da digestibilidade da fibra, devido a baixa
1343 quantidade de proteína bruta (Heldt et al., 1999). Uma alternativa para suprir esse déficit é a
1344 utilização de fontes de N-NH₃, como a ureia por exemplo, que devido a sua baixa aceitabilidade

1345 também atua como agente controlador de consumo do suplemento animal (Malafaia et al., 2003).
1346 Em animais ruminantes, a reciclagem de ureia fornece uma vantagem importante quando
1347 comparado com outras espécies, pois produz uma fonte de N para a síntese de proteína
1348 microbiana no rúmen (Reynolds e Kristensen, 2008).

1349 A avaliação de forrageiras tem grande valor prático na alimentação de ruminantes. Além
1350 do método de digestibilidade *in vitro*, proposto por Tilley & Terry (1963), existem técnicas
1351 gravimétricas, responsáveis por estimar taxas de degradação ruminal. Porém, Malafaia et al.
1352 (1998) afirmam que técnicas com ênfase nos produtos da degradação, ou seja, com enfoque
1353 metabólico são mais eficientes em estimar taxas de degradação ruminal, pois não se baseiam na
1354 mensuração de substratos não degradados. Dessa forma, pode-se concluir que a avaliação dos
1355 alimentos para digestibilidade e sua capacidade de fornecer nutrientes é necessária para garantir
1356 uma alimentação nutricionalmente equilibrada para o animal. Essa avaliação também é
1357 importante do ponto de vista ambiental, uma vez que a excreção de nutrientes não digeridos, bem
1358 como a emissão de gases, afeta o meio ambiente (Getachew et al., 2005).

1359 A hipótese desse trabalho foi de que a adição da dieta líquida ao feno de limpogress
1360 alteraria a produção de gás total *in vitro*, bem como o perfil dos ácidos graxos e amônia (N-
1361 NH₃). Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes níveis de
1362 suplementação líquida à base de melão enriquecido com 32% de proteína bruta na produção *in*
1363 *vitro* de gás.

1364 **Material e Métodos**

1365

1366 Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Cuidado
1367 Animal da Universidade da Flórida (IACUC), número de protocolo 202011124.

1368 *Descrição da área experimental*

1369

1370 O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal, localizado no Centro
1371 de Pesquisa e Educação do Norte da Flórida em Marianna, EUA.

1372 *Tratamentos e delineamento experimental*

1373

1374 A avaliação dos parâmetros de fermentação *in vitro* foi conduzida em um delineamento
1375 em blocos casualizados com 4 diferentes proporções de dieta a base de feno de limpograss, que
1376 foram:

1377 ▪ CTL= 100% de feno de limpograss cv. Floralta.

1378 ▪ SUP2= 85% de feno de limpograss cv. Floralta e 15% de melação com 32% de proteína
1379 bruta.

1380 ▪ SUP4= 70% de feno de limpograss cv. Floralta e 30% de melação com 32% de proteína
1381 bruta.

1382 ▪ SUP6= 55% de feno de limpograss cv. Floralta e 45% de melação com 32% de proteína
1383 bruta.

1384 Essas proporções foram baseadas a partir do consumo total por peso vivo com base na
1385 matéria seca do experimento que foi realizado no galpão de Eficiência Alimentar. O feno de
1386 limpograss utilizado foi seco a 55°C até obtenção de peso constante e moído no moinho tipo
1387 Wiley com peneira com crivo de 2 mm.

1388 *Amostragem e variáveis analisadas*

1389

1390 1. Incubações *in vitro*

1391 Substratos e tratamentos foram incubados por 48 horas sob temperatura de 39°C e constante
1392 agitação (60 rpm) em garrafas de vidro de 125 mL. Foram realizadas três incubações com início
1393 em três diferentes e consecutivos dias. Em cada dia de incubação foram utilizadas 4 garrafas por
1394 tratamento, 2 brancos (apenas líquido ruminal e saliva) e 2 garrafas com a amostra padrão
1395 (*Cynodon dactylon*), totalizando 20 garrafas por incubação. O líquido ruminal foi coletado de
1396 dois animais machos, canulados e castrados, alimentados apenas com dieta a base de forragem.
1397 Foi coletada uma garrafa de 500 mL por animal, que consistia na filtragem de amostras
1398 representativas da digesta em 4 camadas de tecido de algodão. Em laboratório, o líquido ruminal
1399 coletado de cada animal foi misturado em proporções iguais. A proporção de 3:1 de saliva e
1400 líquido ruminal foi usada para todas as incubações (McDougall, 1944). Cada frasco continha 0,7
1401 g de matéria seca e recebeu 50 mL de inóculo ruminal. O pH inicial foi registrado ao início de
1402 cada período de incubação. Ao final das 48 horas de incubação, amostras de 3 mL foram
1403 coletadas de cada garrafa e armazenadas a -20°C para análise de AGV e NH₃N. Os teores de
1404 DIVMO foram avaliadas simultaneamente usando metodologias descritas por Moore e Mott
1405 (1974).

1406 2. Pressão total de gás e análise de N-NH₃

1407 A pressão final de cada garrafa foi medida por meio de um manômetro digital e 30 ml de gás
1408 foram extraídos de cada frasco e transferidos para garrafas seladas para análise de CH₄.

1409 A reação fenol-hipoclorito foi usada para determinar as concentrações de NH₃ conforme
1410 descrito por Broderick e Kang (1980). Amostras do inóculo pós-incubação foram centrifugadas a
1411 10.000 × g por 15 min a 4°C (Avanti J-E, Beckman Coulter Inc.). A absorbância foi lida em
1412 placas de 96 poços de fundo plano a 665 nm usando um leitor de placas (DU 500; Beckman
1413 Coulter Inc.).

1414 3. Ácidos graxos voláteis

1415 As concentrações de AGV foram determinadas em uma solução à base de água usando
1416 extração com acetato de etila. As amostras foram centrifugadas a $10.000 \times g$ por 15 min a 4°C .
1417 Dois mililitros do sobrenadante foram misturados com 0,4 mL (proporção 5: 1) de uma solução
1418 metafosfórica:ácido crotônico (padrão interno) e as amostras foram congeladas durante a noite.
1419 No dia seguinte as amostras foram descongeladas e centrifugadas novamente a $10.000 \times g$ por 15
1420 min a 4°C . O sobrenadante foi transferido para tubos de cultura descartáveis de borossilicato de
1421 12 mm x 75 mm (Fisherbrand; Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA) e misturado com
1422 acetato de etila para formar uma mistura 2:1 acetato de etila:sobrenadante. Os tubos de cultura
1423 foram agitados vigorosamente e seguidos por um tempo de descanso de 5 min para permitir a
1424 separação do acetato de etila. Uma subamostra do acetato de etila foi transferida para pequenos
1425 frascos antes da análise. As amostras foram analisadas com um cromatógrafo de gás (Agilent
1426 7820A GC, Agilent Technologies) usando um detector de ionização de chama e uma coluna
1427 capilar (CP-WAX 58 FFAP 25 m \times 0,53 mm, Varian CP7767; Varian Inc.). A temperatura da
1428 coluna foi mantida a 110°C e as temperaturas do injetor e do detector eram de 200 e 220°C ,
1429 respectivamente.

1430 4. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO)

1431 A determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi executada conforme descrito
1432 por Tilley & Terry (1963), com as adaptações descritas por Holden (1999). Resumidamente, 0,7
1433 g de substrato DM foi incubado com 50 mL de saliva McDougall na proporção de 3:1
1434 (saliva:líquido ruminal) em tubos de centrífuga de plástico de 100 ml por 48 h sob agitação
1435 constante (60 rpm). Dois tubos por tratamento, 1 tubo em branco (sem substrato ou tratamento) e
1436 um tubo com padrão (*Cynodon dactylon*) foram incubados em cada um dos 3 dias de incubação.

1437 Após as 48 horas iniciais, 6 mL de HCl foram adicionados aos tubos junto com 2 mL de uma
1438 solução de pepsina a 5%. Os tubos foram então incubados por mais 48 h. As amostras foram
1439 então filtradas através de filtros P8 (Fisherbrand; Thermo Fisher Scientific Inc.). Filtros com
1440 amostras úmidas foram então secos a 105°C em estufa de ar forçado por 24 h para determinação
1441 da DIVMS. As amostras secas foram então colocadas em uma mufla por 6 h a 650°C. A cinza foi
1442 então colocada em estufa a 105°C por 24 horas antes de registrar o peso.

1443 *Análise estatística*

1444

1445 A produção de gás, DIVMO, NH₃-N, pH final e dados de AGV foram analisados como
1446 um desenho de blocos completos casualizados usando o procedimento MIXED do SAS, sendo
1447 tratamento considerado efeito fixo e dia (bloco) efeito aleatório. Uma média de 4 frascos por dia
1448 foi considerada a unidade experimental com 3 repetições (dias). Foram realizados contrastes
1449 polinomiais ortogonais usando o procedimento MIXED do SAS para determinar os efeitos
1450 lineares, quadráticos e cúbicos da dose de inclusão da dieta líquida sobre os parâmetros de
1451 fermentação. As médias foram comparadas utilizando o PDIFF do SAS ajustado para Tukey (P <
1452 0,05).

1453 **Resultados e Discussão**

1454

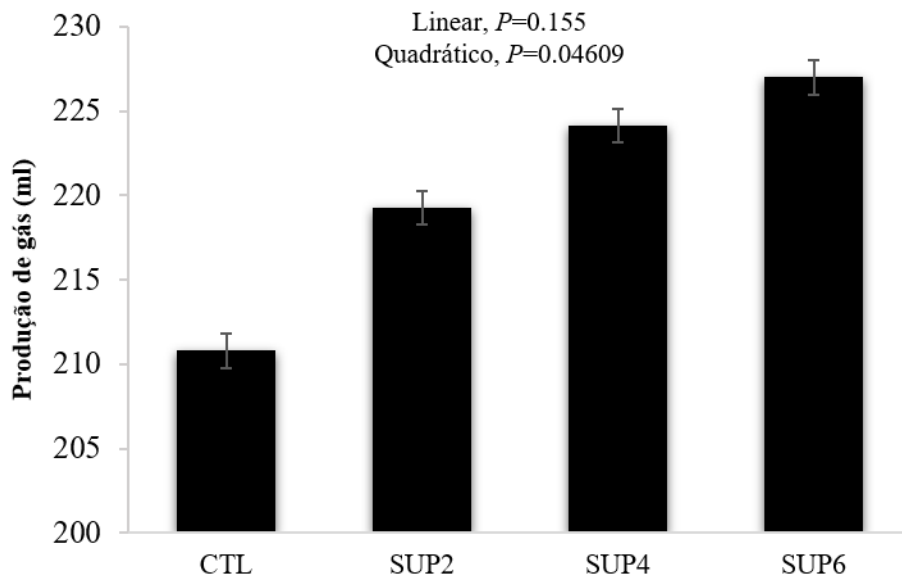
1455 *Dinâmica dos indicadores de fermentação ruminal in vitro*

1456

1457 Os efeitos de doses crescentes de suplementação líquida nos parâmetros de fermentação
1458 *in vitro* e produção total de gás são apresentados na Figura 13. Houve efeito quadrático (P<0,05)
1459 para a produção total de gás, indicando a importância da inclusão do suplemento líquido sobre a
1460 fermentabilidade da dieta. Resultado similar foi obtido por Ciriaco et al. (2016), que avaliando os
1461 efeitos de doses crescentes de suplementação líquida de melão e glicerol bruto sobre os

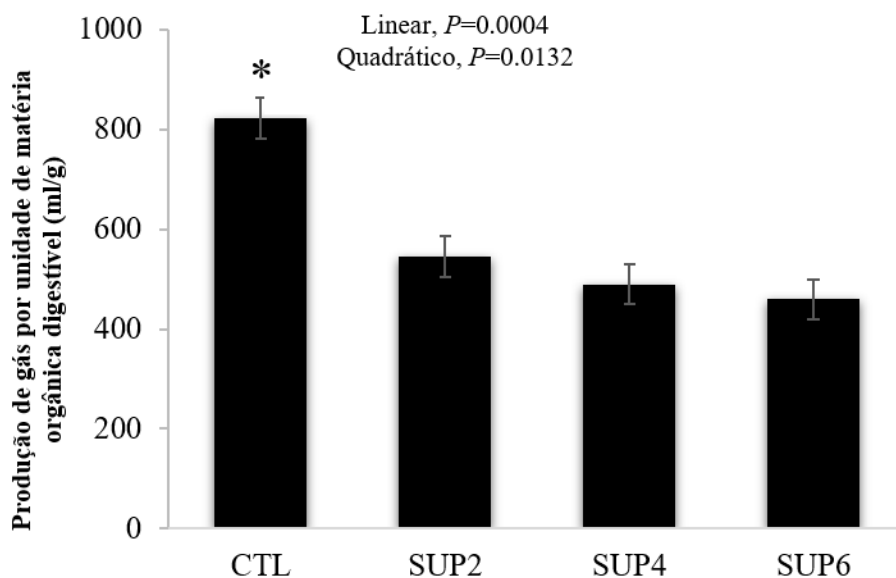
1462 parâmetros de fermentação ruminal, obtiveram efeito quadrático no aumento da proporção da
1463 inclusão da mistura. Esse efeito quadrático indica que a partir de determinado ponto, passa
1464 ocorrer decréscimo da produção gás. A fermentação em propionato, em maior concentração,
1465 no tratamento SUP6 (Tabela 11), pode ter causado a tendência de diminuição na produção de gás
1466 total (Ferraro et al., 2009). Getachew et al. (1998), obtiveram que o gás é produzido
1467 principalmente quando o substrato é fermentado em acetato e butirato. Quando o gás é
1468 fermentado em propionato, ocorre menos produção de gás. No presente trabalho, os níveis de
1469 acetato não diferiram entre os tratamentos e os níveis de butirato diferiram apenas para a dieta de
1470 maior concentração de suplemento, podendo justificar o volume de gás similar entre os
1471 tratamentos.

1472
1473



1474
1475 **Figura 13.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melão enriquecido
1476 com 32% de proteína bruta na produção de gás, avaliados 48 horas após incubação in vitro em
1477 laboratório. As barras de erro representam o EP dos tratamentos.

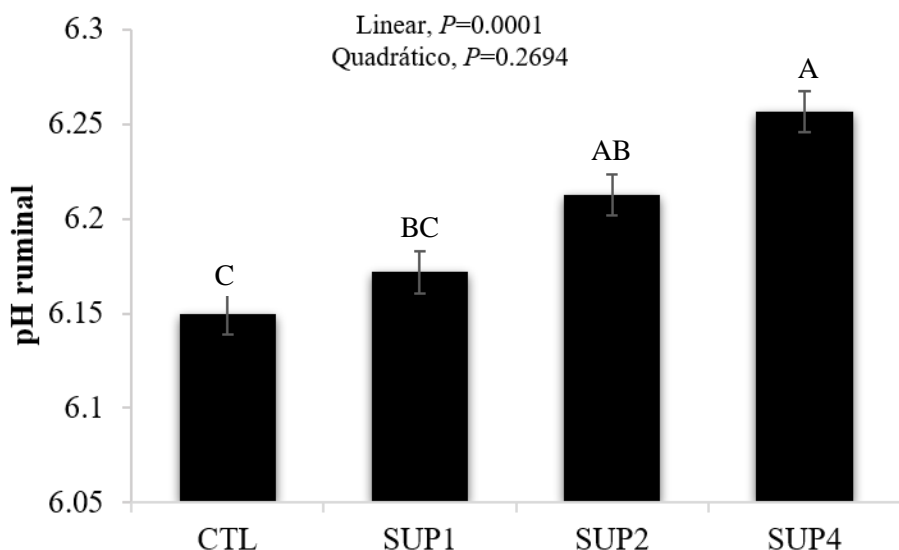
1478 O tratamento controle obteve maior produção de gás por unidade de matéria orgânica
1479 digestível (Figura 14). Os tratamentos com dieta líquida não diferiram entre si e foram menores
1480 que o tratamento controle. Uma redução na produção de gás devido ao glicerol adicionado
1481 também foi observada por Ferraro et al. (2009), possivelmente porque o produto final da
1482 fermentação do glicerol foi principalmente o propionato, que produz menos gás do que o acetato
1483 (Blummel et al., 1997). Ferraro et al. (2009) encontraram que a fermentação do melão obteve
1484 alta produção de gases quando associada à concentração de sacarose. Resultados contrários
1485 foram encontradas no presente trabalho, onde o melão associado a uma fonte de proteína,
1486 resultou na diminuição de volume de gases por unidade de matéria orgânica digestível.



1487 **Figura 14.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melão enriquecido
1488 com 32% de proteína bruta na produção de gás por unidade de matéria orgânica digestível,
1489 avaliados 48 horas após incubação em vitro em laboratório. As barras de erro representam o EP
1490 dos tratamentos.
1491

1492
1493 O pH ruminal é representado na Figura 15. Houve efeito de tratamento ($P=0,0008$) e
1494 efeito linear crescente ($P=0,0004$) à medida que as concentrações de dieta líquida foram
1495 aumentadas. Esses resultados foram o oposto aos encontrados por Silva et al. (2017), que

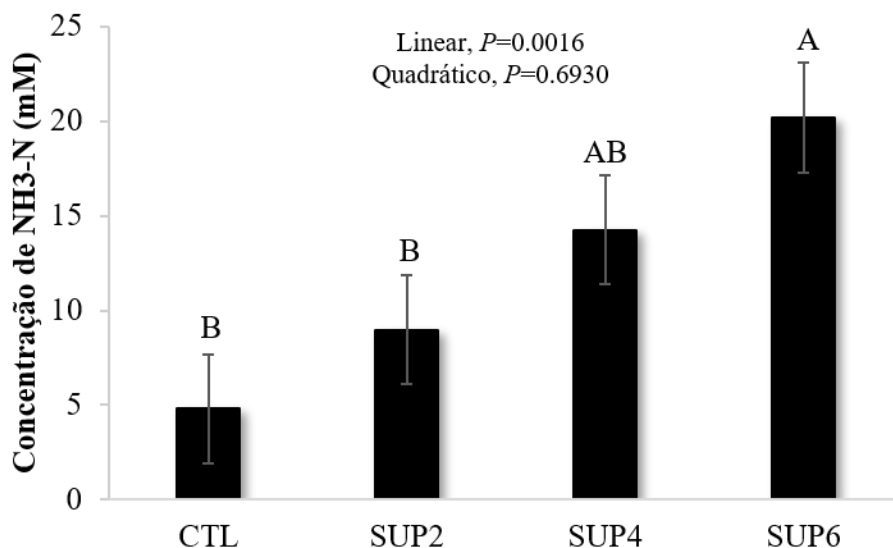
1496 afirmam que dietas contendo melaço tendem a diminuir o pH. Porém, esse aumento do pH
1497 ruminal pode estar associado a presença da ureia no suplemento líquido, que é rapidamente
1498 hidrolisada pela urease bacteriana, resultando em produção de amônia (Figura 12), elevando o
1499 pH (Ouellet et al. 2007). Zinn et al. (2003), avaliando quatro níveis de ureia em dietas para vacas
1500 leiteiras, observaram aumento do pH após o período de oferta da dieta. Assim, além de seu papel
1501 como fonte de N para micróbios ruminais, a ureia dietética também terá efeito alcalinizante no
1502 rúmen, atenuando quedas de pH ruminal na presença de dietas altamente fermentáveis (Zinn et
1503 al., 2003). Resultados semelhantes foram obtidos por Ceconi et al. (2015), que avaliando o efeito
1504 do aumento da concentração da ingestão de proteína degradável na dieta por meio da inclusão de
1505 ureia em bovinos de corte, também obtiveram efeito linear crescente no pH com o aumento das
1506 concentrações de ureia no rúmen. Por fim, é importante lembrar que o presente trabalho foi
1507 executado sob condições *in vitro*, onde não ocorre absorção animal, levando ao acúmulo das
1508 variáveis fermentativas durante a fermentação (Ciriaco et al., 2016).



1509
1510 **Figura 15.** Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido
1511 com 32% de proteína nos níveis de pH, avaliados 48 horas após incubação em vitro em
1512 laboratório. As barras de erro representam o EP dos tratamentos.

1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525

Para as concentrações de $\text{NH}_3\text{-N}$, observadas na Figura 16, houve efeito de tratamento e efeito de linear crescente ($P<0,05$). Este estudo mostrou que a concentração ruminal de $\text{NH}_3\text{-N}$ aumentou junto com a elevação dos níveis ofertados de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta, variando de 4,8 a 20,2 mM. Kazemi-Bonchenari et al. (2010) que relataram que a concentração ruminal de $\text{NH}_3\text{-N}$ aumentou quando a suplementação de proteína foi aumentada. Ceconi et al. (2015) também observaram maiores concentrações de amônia para animais alimentados com fontes de ureia em relação a dieta controle. De acordo com Silva et al. (2017), dietas contendo ureia apresentaram maior fluxo de N total e $\text{NH}_3\text{-N}$, a suplementação de ureia do estudo, forneceu N adicional em comparação com as outras dietas sem fonte proteica. A concentração ruminal de $\text{NH}_3\text{-N}$ é extremamente importante em animais ruminantes, pois é uma fonte de bactérias para a síntese de sua proteína microbiana, fornecendo uma fonte de proteína de alta qualidade para o animal hospedeiro (Giang et al., 2016).



1526
1527
1528
1529

Figura 16. Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melaço enriquecido com 32% de proteína nas concentrações de $\text{NH}_3\text{-N}$, avaliados 48 horas após incubação *in vitro* em laboratório. As barras de erro representam o EP dos tratamentos.

1530

1531 Houve efeito linear decrescente ($P=0,0005$) para acetato ($P=0,0114$), isobutirato
1532 ($P=0,0002$) e isovalerato (Tabela 11). Para as proporções molares de propionato houve efeito de
1533 tratamento ($P=0,0127$) e efeito linear crescente ($P=0,0127$). Este resultado é semelhante ao de
1534 Bond e Rumsey (1973), que relataram concentrações mais baixas de isobutirato quando os
1535 bovinos tiveram acesso ad libitum a um suplemento líquido de melação-ureia. O aumento nas
1536 proporções molares de propionato e butirato e diminuições nas proporções molares de acetato
1537 estão de acordo com pesquisas anteriores nas quais quantidades crescentes de melação promovem
1538 a proliferação de microrganismos que produzem AGV (Leng e Preston, 1976).

1539 Existem vários estudos que confirmam que a fermentação ruminal do melação aumenta o
1540 butirato (Marty e Preston, 1970; Olbrich e Wayman, 1972), no entanto, não houve diferença
1541 significativa dos níveis de butirato no presente trabalho ($P=0,1039$). Ferraro et al. (2009) também
1542 não obtiveram diferenças nas concentrações de butirato em dietas a base de melação. Para
1543 concentrações totais de AGV houve efeito de tratamento e efeito linear crescente ($P<0,05$), onde
1544 os tratamentos de 30 e 45% de enriquecimento obtiveram maiores concentrações em relação aos
1545 demais. A concentrações totais entre os tratamentos com ureia alternaram de 90,7 a 105,3 mM.
1546 As concentrações totais de AGV encontradas por Silva et al. (2017) foram em média de 69,2
1547 mM. Essas diferenças nas concentrações totais de AGV podem ser explicadas pelo fato de este
1548 experimento ter sido realizado em condições *in vitro*, onde não ocorre absorção, levando ao
1549 acúmulo de AGV produzidos durante a fermentação (Ciriaco et al., 2016). Silva et al. (2017),
1550 testando o uso de melação com e sem ureia, obtiveram resultados semelhantes ao presente
1551 trabalho, onde a concentração total de AGV foi significativamente melhor para o melação

1552 associado com ureia. Este fato suporta a hipótese de que o incremento de fontes de carboidrato e
1553 nitrogênio na dieta, podem melhorar a fermentação.

1554

1555 **Tabela 10.**Efeitos de diferentes níveis de suplementação líquida a base de melação enriquecido com 32% de proteína bruta nas proporções
 1556 molares e concentrações totais de AGVCC.

	Tratamento					EP	P-value		
	CTL	SUP2	SUP4	SUP6	TRT		L	Q	
AGVCC, mol /100 mol									
Acetato	69,59 [§]	69,38	68,60	68,33	0,407	0,0542	0,0114	0,9282	
Propionato	20,52 ^b	20,82 ^b	21,59 ^{ab}	22,10 ^a	0,353	0,0127	0,0022	0,6836	
Isobutirato	0,65 ^a	0,63 ^a	0,62 ^a	0,58 ^b	0,013	0,0009	0,0002	0,1071	
Butirato	7,35	7,30	7,40	7,28	0,053	0,1039	0,3699	0,3202	
Isovalerato	1,11 ^a	1,11 ^a	1,06 ^a	0,95 ^b	0,020	0,0018	0,0005	0,0160	
Valerato	0,76	0,75	0,73	0,76	0,022	0,7653	0,7660	0,4273	
AGVCC totais, mM	88,42 ^b	90,71 ^b	101,88 ^a	105,24 ^a	2,213	0,0026	0,0005	0,8007	

1557 ¹CTL= 100% de feno de limpograss cv. Floralta; SUP2= 85% de feno de limpograss cv. Floralta e 15% de melação com 32% de proteína bruta; SUP4= 70% de feno de
 1558 limpograss cv. Floralta e 30% de melação com 32% de proteína bruta; SUP6= 55% de feno de limpograss cv. Floralta e 45% de melação com 32% de proteína bruta.

1559 ²Erro padrão agrupado de médias de tratamento, n = 4 garrafas/tratamento.

1560 ³Efeito de tratamento (TRAT); contrastes ortogonais (L e Q) indicam os efeitos lineares e quadráticos das quantidades de suplementação alimentar líquida.

1561 [§]Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma linha não diferiram entre si no teste PDIFF do SAS ajustadas por Tukey ($P > 0.05$).

1562

1563 **Considerações finais**

1564

1565 A concentração ruminal de NH₃-N aumentou junto com a elevação dos níveis de
1566 inclusão de melaço enriquecido com 32% de proteína bruta, sendo o crescimento microbiano
1567 ruminal possivelmente beneficiado pelo aporte proteico fornecido pela ureia. A adição da
1568 mistura de melaço enriquecido com 32% de PB no feno de limpograss causou uma mudança no
1569 perfil de AGV, com aumento da produção de propionato *in vitro*. Se o mesmo ocorrer in vivo,
1570 essa mudança no perfil de AGV seria benéfica para bovinos de corte alimentados com dietas à
1571 base de forragem, contribuindo para o desempenho ruminal.

1572

1573

1574

1575

1576

1577

1578

1579

1580

1581

1582

1583

1584

1585 **Referências Bibliográficas**

1586

1587 Bond, J., & Rumsey, T. S. (1973). Liquid molasses-urea or biuret (NPN) feed supplements for
1588 beef cattle: Wintering performance, ruminal differences and feeding patterns. *Journal of Animal*
1589 *Science*, 37(2), 593-598.

1590 Burns, J. C. (2008). ASAS Centennial Paper: Utilization of pasture and forages by ruminants: A
1591 historical perspective. *Journal of animal science*, 86(12), 3647-3663.

1592 Broderick, G. A., & Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia
1593 and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of dairy science*, 63(1), 64-
1594 75.

1595 Ceconi, I., Ruiz-Moreno, M. J., DiLorenzo, N., DiCostanzo, A., & Crawford, G. I. (2015).
1596 Effect of urea inclusion in diets containing corn dried distillers grains on feedlot cattle
1597 performance, carcass characteristics, ruminal fermentation, total tract digestibility, and purine
1598 derivatives-to-creatinine index. *Journal of animal science*, 93(1), 357-369.

1599 Ciriaco, F. M., Henry, D. D., Mercadante, V. R. G., Schulmeister, T. M., Ruiz-Moreno, M.,
1600 Lamb, G. C., & DiLorenzo, N. (2016). Effects of molasses and crude glycerol combined in a
1601 liquid supplement on ruminal fermentation in beef steers consuming bermudagrass hay. *Journal*
1602 *of animal science*, 94(9), 3851-3863.

1603 Ciriaco, F. M., Henry, D. D., Mercadante, V. R. G., Schulmeister, T., Ruiz-Moreno, M., Lamb,
1604 G. C., & DiLorenzo, N. (2015). Effects of different levels of supplementation of a 50: 50
1605 mixture of molasses: crude glycerol on performance, Bermuda grass hay intake, and nutrient
1606 digestibility of beef cattle. *Journal of animal science*, 93(5), 2428-2438.

1607 Crawford, K., McDonald, R., Bearhop, S., 2008. Applications of stable techniques to the ecology
1608 of mammals. *Mammal Review*. 38, 87–107.

1609 Dawson, T.E., Brooks, P.D., 2001. Fundamentals of stable isotope chemistry and measurement,
1610 in: *Stable Isotope Techniques in the Study of Biological Processes and Functioning of*
1611 *Ecosystems*. pp. 1-18.

1612 Ehleringer, J.R., Rundel, P.W., 1989. Stable isotopes: History, units, and instrumentation, in:
1613 *stable isotopes in ecological research (ecological studies 68)*. pp. 1–16.

1614 Ferraro, S. M., Mendoza, G. D., Miranda, L. A., & Gutiérrez, C. G. (2009). In vitro gas
1615 production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. *Animal Feed*
1616 *Science and Technology*, 154(1-2), 112-118.

1617 Figueiras, J. F., Detmann, E., Valadares Filho, S., Paulino, M., Batista, E., Rufino, L. A., ... &
1618 Franco, M. O. (2015). Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de
1619 transição seca-águas recebendo suplementação proteica. *Archivos de zootecnia*, 64(247), 269-
1620 276.

1621 Fry, B., 2006. *Stable isotope ecology*. Springer Science & Business Media. *New York*.

1622 Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1998). In vitro gas measuring
1623 techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and*
1624 *Technology*, 72(3-4), 261-281.

1625 Getachew, G., DePeters, E. J., Robinson, P. H., & Fadel, J. G. (2005). Use of an in vitro rumen
1626 gas production technique to evaluate microbial fermentation of ruminant feeds and its impact
1627 on fermentation products. *Animal Feed Science and Technology*, 123, 547-559.

1628 Giang, N. T. T., Wanapat, M., Phesatcha, K., & Kang, S. (2016). Level of *Leucaena*
1629 *leucocephala* silage feeding on intake, rumen fermentation, and nutrient digestibility in dairy
1630 steers. *Tropical animal health and production*, 48(5), 1057-1064.

1631 Heldt, J. S., Cochran, R. C., Mathis, C. P., Woods, B. C., Olson, K. C., Titgemeyer, E. C., ... &
1632 Johnson, D. E. (1999). Effects of level and source of carbohydrate and level of degradable
1633 intake protein on intake and digestion of low-quality tallgrass-prairie hay by beef
1634 steers. *Journal of animal science*, 77(10), 2846-2854.

1635 Holden, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. *Journal*
1636 *of Dairy Science*, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.

1637 Huston, J.E., F.M. Rouquette, Jr., W.C. Ellis, H. Lippke, and T.D.A. Forbes. 2002.
1638 Supplementation of grazing beef cattle. TM-12. Texas A&M University, College Station, TX.

1639 Kazemi-Bonchenari, M., Rezayazdi, K., Nikkhah, A., Kohram, H., & Dehghan-Banadaky, M.
1640 (2010). The effects of different levels of sodium caseinate on rumen fermentation pattern,
1641 digestibility and microbial protein synthesis of Holstein dairy cows. *African Journal of*
1642 *Biotechnology*, 9(13), 1990-1998.

1643 Leng, R. A., & Preston, T. R. (1976). Sugar cane for cattle production: Present constraints,
1644 perspectives and research priorities. *Tropical Animal Production*, 1, 1-22.

1645 Malafaia, P. A. M., Valadares Filho, S. D., Vieira, R. A. M., Silva, J. D., & Pereira, J. C.
1646 (1998). Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da
1647 fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. *Revista Brasileira de*
1648 *Zootecnia*, 27(4), 790-796.

1649 Malafaia, P., Cabral, L. D. S., Vieira, R. A. M., Costa, R. M., & Carvalho, C. D. (2003).
1650 Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e
1651 principais resultados publicados no Brasil. *Livestock Research for Rural Development*, 15(12),
1652 33.

1653 Marty, R. J., & Preston, T. R. (1970). Molar proportions of the short chain volatile fatty acids
1654 (VFA) produced in the rumen of cattle given high-molasses diets. *Revista Cubana de Ciencia*
1655 *Agricola*, 4, 183-186.

1656 McDougall, E. I. (1948). Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's
1657 saliva. *Biochemical journal*, 43(1), 99-109.

1658 Moore, J. E., Brant, M. H., Kunkle, W. E., & Hopkins, D. I. (1999). Effects of supplementation
1659 on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *Journal of Animal*
1660 *Science*, 77(suppl_2), 122-135.

1661 Norman, H. C., Wilmot, M. G., Thomas, D. T., Masters, D. G., & Revell, D. K. (2009). Stable
1662 carbon isotopes accurately predict diet selection by sheep fed mixtures of C3 annual pastures
1663 and saltbush or C4 perennial grasses. *Livestock Science*, 121(2-3), 162-172.

1664 Olbrich, S. E., & Wayman, O. (1972). Effect of feeding raw sugar on growth, performance and
1665 rumen fluid parameters of fattening beef cattle. *Journal of animal science*, 34(5), 820-825.

1666 Ouellet, D. R., Valkeners, D., Holtrop, G., Lobley, G. E., & Lapierre, H. (2007, October).
1667 Contribution of endogenous nitrogen secretions and urea recycling to nitrogen metabolism. In
1668 Proc. of 2007 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers (pp. 23-25).

1669 Reynolds, C. K., & Kristensen, N. B. (2008). Nitrogen recycling through the gut and the
1670 nitrogen economy of ruminants: an asynchronous symbiosis. *Journal of animal*
1671 *science*, 86(suppl_14), E293-E305.

1672 Tilley, J. M. A., & Terry, D. R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of
1673 forage crops. *Grass and forage science*, 18(2), 104-111.

1674 Zinn, R. A., Barrajas, R., Montano, M., & Ware, R. A. (2003). Influence of dietary urea level
1675 on digestive function and growth performance of cattle fed steam-flaked barley-based finishing
1676 diets. *Journal of Animal Science*, 81(10), 2383-2389.

1677

1678

1679

1680

1681

1682

1683

1684

1685

1686

1687

1688

1689

1690

1691

1692

1693

1694

1695

1696

1697

1698

1699

1700

1701

1702

CAPÍTULO 5

1703

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1704

1705

1706

1707

1708

1709

1710

1711

1712

1713

1714 **Conclusões**

1715

1716 Esta série de experimentos foi realizada com o objetivo principal de avaliar o uso de
1717 *Hemarthria altíssima* como forrageira sazonal ofertada para bovinos de corte.

1718 A ação proposta no uso de pasto diferido de limpograss foi uma alternativa para
1719 fornecer forragem durante períodos de baixa oferta. Enquanto a maioria das gramíneas tropicais
1720 estacionam seu crescimento e decrescem drasticamente o valor nutritivo, o limpograss,
1721 decresceu a produtividade durante os meses avaliados, mas, manteve seu valor nutritivo. Indo
1722 de acordo com o encontrado na literatura por Sollenberger et al. (1988), Vendramini et al.
1723 (2019) e Wallau et al. (2015).

1724 A suplementação líquida também foi estudada devido à necessidade de manutenção dos
1725 níveis de desempenho animal, já que a hemártria possui baixos teores de proteína durante o
1726 vazio forrageiro. Além disso, são escassos os trabalhos que a respeito dos efeitos da
1727 suplementação de pastos de *Hemarthria altíssima* na produção animal.

1728 Os dados obtidos no experimento do Capítulo 3, mostraram que os crescentes níveis de
1729 suplementação proteica não afetaram o consumo total de MS e MO, porém, auxiliaram a
1730 atividade ruminal por meio da manutenção do pH ideal (Mould et al., 1983). Foi hipotetizado
1731 que doses crescentes de melaço enriquecido com ureia (32% PB) elevariam a digestibilidade e o
1732 consumo. Contraditoriamente, não houve alteração da digestibilidade da MS e MO.

1733 O experimento do Capítulo 4, que foi a réplica em laboratório do experimento do
1734 Capítulo 3, resultou em uma diminuição do volume de gás por unidade de matéria orgânica
1735 digestível, muito provavelmente pela maior presença do propionato nos tratamentos SUP 4 e
1736 SUP6 (Ferraro et al., 2009). As concentrações de amônia aumentaram a medida que o nível de
1737 suplementação foi elevado, o que foi um resultado satisfatório, já que as bactérias utilizam
1738 amônia como fonte para a síntese microbiana no rúmen (Giang et al., 2016). Para produção de

1739 AGV, os resultados mostraram que o incremento de fontes de carboidrato e nitrogênio na dieta,
1740 podem melhorar a fermentação, devido à elevação de AGVs totais.

1741 Por fim, os dados obtidos na série de experimentos apoiam a afirmação de que pastos
1742 diferidos de limpograss são uma alternativa para o vazio forrageiro, devido ao menor
1743 decréscimo do valor nutritivo com o aumento da maturidade da planta. A digestibilidade do
1744 trato total de fibra não foi alterada, logo o desempenho animal não foi melhorado com os níveis
1745 suplementação líquida testados.

1746 **Recomendações**

1747

1748 Os dados coletados nos experimentos descritos nesta dissertação geram questões que
1749 devem ser abordadas, promovendo uma base para pesquisas futuras envolvendo estratégias para
1750 uso de *Hemarthria altissima* na bovinocultura de corte.

1751 O limpograss se manteve ativo durante a estação fria, quando comparado com outras
1752 gramíneas C4 perenes, no norte da Flórida. De forma geral, o limpograss apresentou teores de
1753 proteína bruta na folha maior do que no colmo. Dentre as camadas avaliadas, o estrato superior
1754 tendeu a ter maior PB de folha e caule em comparação com o estrato inferior. O pasto diferido
1755 de limpograss manteve sua digestibilidade da folha e do caule, e, pode ser usado como uma
1756 alternativa para reduzir os custos de alimentação. Considerando que a altura média do dossel foi
1757 de 33 cm, o manejo do pastejo deve ter como meta, um resíduo de pastagem em torno de 20 cm
1758 para maximizar o valor nutritivo da forragem.

1759 Uma vez que a suplementação líquida à base de melaço com 32% de PB, teve um efeito
1760 aditivo nos animais alimentados com feno de limpograss, e, não aumentou a ingestão de feno,
1761 mais estudos precisam ser realizados com o objetivo de testar diferentes níveis que auxiliem no
1762 aumento total do consumo, que foi em média 4.2 kg/dia/ animal com base na MS.

1763 A adição de níveis crescente de melaço enriquecido com 32% de PB não foi efetiva o
1764 suficiente para promover aumento na digestibilidade, talvez, quantidades maiores possam ser
1765 consideradas, quando forrageiras com maiores concentrações de lignina forem usadas. Porém, a
1766 ingestão de PB foi maior à medida que se elevou os níveis de suplementação, indicando que, o
1767 crescimento microbiano ruminal pode ter sido beneficiado pelo aporte proteico fornecido pela
1768 ureia.

1769 Os dois últimos cenários descritos nos dois últimos capítulos (*in vivo* vs. *in vitro*)
1770 indicam que o suplemento afetou positivamente os níveis de pH e amônia, podendo ser uma
1771 opção válida para incrementar forragens de baixa qualidade. Com base nos resultados obtidos
1772 no estudo de metabolismo, e, no estudo de desempenho em que os bovinos consumiram apenas
1773 o feno sem qualquer suplementação, é recomendado que quando forragens de baixa qualidade,
1774 como feno de limpograss, forem fornecidas como o único ingrediente da dieta, a suplementação
1775 de proteína deve ser fornecida.

1776 Por fim, para a produção de ácidos graxos voláteis de cadeia curta, os resultados
1777 contrastantes dos cenários *in vivo* vs. *in vitro*, indicam que mais estudos precisam ser realizados
1778 com o objetivo de verificar se existe ou não aumento da produção de propionato e AGVs totais.

1779

1780

1781

1782

1783

1784

1785 **Referências Bibliográficas**

1786

1787 Ferraro, S. M., Mendoza, G. D., Miranda, L. A., & Gutiérrez, C. G. (2009). In vitro gas
1788 production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. *Animal Feed*
1789 *Science and Technology*, 154(1-2), 112-118

1790 Giang, N. T. T., Wanapat, M., Phesatcha, K., & Kang, S. (2016). Level of *Leucaena*
1791 *leucocephala* silage feeding on intake, rumen fermentation, and nutrient digestibility in dairy
1792 steers. *Tropical animal health and production*, 48(5), 1057-1064

1793 Mould, F. L., Ørskov, E. R., & Mann, S. O. (1983). Associative effects of mixed feeds. I.
1794 Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on
1795 cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Animal Feed Science and*
1796 *Technology*, 10(1), 15-30.

1797 Sollenberger, L. E., Ocumpaugh, W. R., Euclides, V. P. B., Moore, J. E., Quesenberry, K. H., &
1798 Jones Jr, C. S. (1988). Animal performance on continuously stocked 'Pensacola' bahiagrass and
1799 'Floralta' limpograss pastures. *Journal of Production Agriculture*, 1(3), 216-220.

1800 Vendramini, J. M., Sollenberger, L. E., de Oliveira, F. C. L., Herling, V. R., Gomes, V. C.,
1801 Sanchez, J. M., & Yarborough, J. K. (2019). Herbage characteristics of continuously stocked
1802 limpograss cultivars under stockpiling management. *Crop Science*, 59(6), 2886-2892.

1803 Wallau, M. O., Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M. B., Mullenix, M. K., Quesenberry, K. H.,
1804 Gomide, C. D. M., ... & DiLorenzo, N. (2015). Herbage accumulation and nutritive value of
1805 limpograss breeding lines under stockpiling management. *Crop Science*, 55(5), 2377-2383.

1806