

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-graduação em Zootecnia



Tese

Estudo meta-analítico dos efeitos dos ciclos e intervalos de pastejo sobre as características de rendimento e qualidade forrageira do Capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) para produção de leite a pasto

Patrícia Pinto da Rosa

Pelotas, 2023

Patrícia Pinto da Rosa

Estudo meta-analítico dos efeitos dos ciclos e intervalos de pastejo sobre as características de rendimento e qualidade forrageira do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) para produção de leite a pasto

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências (área do conhecimento: Pastagens).

Orientador: Dr. Victor Fernando Buttow Roll

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R788e Rosa, Patrícia Pinto da

Estudo meta-analítico dos efeitos dos ciclos e intervalos de pastejo sobre as características de rendimento e qualidade forrageira do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) para produção de leite a pasto / Patrícia Pinto da Rosa ; Victor Fernando Buttow Roll, orientador. – Pelotas, 2023.

114 f. : il.

Tese (Doutorado) – Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Pastejo rotativo. 2. Massa de forragem. 3. Proteína bruta. 4. Valor nutricional. I. Roll, Victor Fernando Buttow, orient. II. Título.

CDD : 636.08552

Patrícia Pinto da Rosa

Estudo meta-analítico dos efeitos dos ciclos e intervalos de pastejo sobre as características de rendimento e qualidade forrageira do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) para produção de leite a pasto.

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutora em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 27/02/2023

Banca examinadora:

Prof. Dr. Victor fernando Buttow Roll (Orientador)
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof^a. Dr^a Leila Cardozo Ott
Doutora em Ciências/ Zootecnia pela Universidade de Vassouras

Prof^a. Dr^a. Anelise Maria Hammes Pimentel
Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dr^a. Paula Gabriela da Silva Pires
Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Dr. Victor Fernando Buttow Roll por toda ajuda durante o doutorado, seus conselhos e disponibilidade fizeram toda diferença.

Agradeço a aquela jovem de cidade pequena, cheia de sonhos que observava outros jovens entrarem no ônibus a caminho da faculdade na capital. Da porta dos fundos da cozinha do restaurante, seu avental sujo de farinha, molho de tomate e gordura, ela os via partir, e todas as vezes pensava, “um dia irei conseguir também”. E lá se passaram alguns anos, e um dia essa jovem jogou sua mochila nas costas e veio morar em uma cidade que pudesse lhe dar alguma oportunidade de emprego e estudo. Mas veio apenas com a cara e a coragem e seu sonho. Foram muitos os perrengues, as dificuldades, os mais variados empregos, bicos e situações que por muitas vezes quase a levaram a desistir. A sonhadora era forte, mais do que ela própria imaginava e ninguém iria tirar seu sonho. Então veio a formatura, algo que jamais imaginava que pudesse alcançar, aconteceu, seu sonho estava realizado enfim. Mas ela não parou, os seus sonhos eram maiores, e lá passou no mestrado, precisava publicar muito, aumentar o currículo para o sonho mais distante que era o doutorado. Agora já não tão jovem trabalhou mais e mais, virou madrugadas, finais de semana, enquanto colegas postavam fotos se divertindo, a sonhadora estava lá escrevendo, pesquisando em busca do sonho maior.

Quando veio a seleção do doutorado ela desafiou seu próprio destino, tentou também na mesma universidade da capital que os jovens da sua pequena cidade frequentavam, e ela jurava que aquilo era completamente impossível. Mas para quem tem força e determinação as coisas acontecem, e a sonhadora realizou seu maior feito, passou no doutorado da universidade da capital, sim aquela mesma dos jovens abastados que tinham condições financeiras de frequentar. Ela também chegou lá, mostrou que é possível, embora muitos anos depois e com inúmeras dificuldades. Seu ego estava saciado, o coração parecia ter encontrado a paz, e preferiu cursar seu doutorado na faculdade onde tantas coisas boas lhe havia proporcionado aos longos dos anos.

Agora aquela jovem sonhadora encerra sua maior luta, sua maior jornada. Já é uma senhora experiente, com sua bagagem empoeirada da estrada, mas com a certeza que só a educação foi capaz de proporcionar tudo isso, ela consegue te levar para caminhos inimagináveis, por ser um poder transformador.

Obrigada menina sonhadora, obrigada pela sua força, coração puro, e espírito livre...você venceu!

“Nunca deixe que alguém te diga que não pode fazer algo. Se você tem um sonho, tem que protegê-lo. As pessoas que não podem fazer por si mesmas, dirão que você não consegue. Se quer alguma coisa, vá e lute por ela.
Ponto final...”

Resumo

ROSA, Patrícia Pinto da. **Estudo meta-analítico dos efeitos dos ciclos e intervalos de pastejo sobre as características de rendimento e qualidade forrageira do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) para produção de leite a pasto.** 2023. 114f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, RS, Brasil, 2023.

O objetivo neste trabalho foi analisar através de um estudo meta-analítico dos efeitos dos ciclos e intervalos de pastejo sobre as características de rendimento e qualidade forrageira do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) para produção de leite a pasto. Foram encontradas 7890 publicações nas 8 bases pesquisadas (Google Scholar, Scopus, Web of Science, Pubmed, Scielo, Periódico Capes, Microsoft Academi e Word Wise Science), em buscas efetuadas nas páginas eletrônicas dos periódicos foram encontrados 1713 artigos publicados. Depois de aplicado os critérios de exclusão resultaram em 31 artigos que compuseram a revisão sistemática. Para a meta análise foram selecionados 15 artigos, sendo excluídos outros 16 da análise estatística devido a inconsistência de dados. Foram analisadas as variáveis Massa de forragem, Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra Em detergente Ácido (FDA), porcentagem de Matéria Seca(%MS) e Produção de Leite (kg/vaca/dia) para capim Napier. Já para capim Coast-cross, Tifton 85 e Tanzânia foram analisadas massa de forragem e teores de Proteína Bruta. Estes estudos selecionados foram submetidos a análise estatística usando Modelos Lineares Mistos para cada uma das características analisadas, com efeitos fixos dos ciclos e intervalos de pastejo com suas interações. Para o capim elefante Napier, a produção de forragem obteve efeito significativo com valor mínimo de 1191kg/MS/ha no 7º ciclo e uma produção mais acentuada de 5987 kg/MS/ha no 12º ciclo, evidenciando uma acentuada estacionalidade do capim Napier. Quanto a A PB os ciclos de pastejo determinaram um crescimento linear a partir do 4º ciclo (15,6%), onde manteve uma constância até o 8º ciclo, apresentando um decréscimo nos ciclos posteriores (11,4%). Teores de MS% e FDN não diferiram estatisticamente e FDA obteve valores decrescentes conforme os ciclos de pastejo aumentavam. Para a produção de leite os valores diários decresciam conforme aumentavam os ciclos e intervalos de pastejo, obtendo produção de 9,27 kg/vaca/dia a 12,32kg/vaca/dia de leite sob pastejo rotativo. Para a massa de forragem no capim Coast-cross, as médias apresentadas para o efeito do ciclo, demonstraram variações entre 2.516 Kg/MS/ha e 4.300 Kg/MS/ha. O intervalo de 19 dias entre pastejos, apresentou uma média de 3.593 Kg/MS/ha, enquanto, em 20 dias, sua média decresceu para 2.931 Kg/MS/ha. Os teores de PB decresceram com o avanço do período de utilização da pastagem nos ciclos, tendo variação de 14 a 18% PB, e para intervalos de pastejo de 19, 20 e 26 dias, apresentou variações de 14,5% a 17,6% de PB. A massa de forragem do capim tifton 85 se manteve em crescimento até o 6º ciclo de pastejo (7407 kg/MS/ha), para intervalos de pastejo houve um crescimento de massa de forragem até 28 dias de intervalo (10047 kg/MS/ha). As médias de proteína bruta variaram de 12,8% a 15,0% durante os ciclos de pastejo, para os intervalos de pastejo o capim Tifton 85 manteve teores de 13% de PB para 28 e 30 dias. Quanto ao capim Tanzânia, a massa

de forragem nos ciclos de pastejos se mantiveram entre 3329 e 4921 kg/MS/ha, para intervalos de pastejo com 48 dias a produção aumentou para 5674 kg/MS/ha. Para PB, capim Tanzânia manteve níveis de 12% com intervalo de pastejo de 30 dias.

Palavras-chave: Pastejo rotativo. massa de forragem. Proteína bruta. Valor nutricional.

Abstract

ROSA, Patricia Pinto da. **Meta-analytical study of the effects of cycles and grazing intervals on yield and forage quality characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon* spp.), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) and Tanzania (*Panicum maximum* Jacq) for milk production on pasture.** 2023. 114p. Thesis (Doctorate) – Graduate Program in Animal Science. Federal University of Pelotas, RS, Brazil, 2023.

The objective of this work was to analyze, through a meta-analytical study, the effects of cycles and grazing intervals on the characteristics of yield and forage quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon* spp.), Coast -Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) and Tanzania (*Panicum maximum* Jacq) for milk production on pasture. A total of 7890 publications were found in the 8 databases searched (Google Scholar, Scopus, Web of Science, Pubmed, Scielo, Periódico Capes, Microsoft Academi and Word Wise Science). After applying the exclusion criteria resulted in 31 articles that made up the systematic review. For the meta-analysis, 15 articles were selected, and another 16 were excluded from the statistical analysis due to data inconsistency. The variables Forage Mass, Crude Protein (CP), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Dry Matter Percentage (%DM) and Milk Production (kg/cow/day) were analyzed for Napier grass. For Coast-cross, Tifton 85 and Tanzania grass, forage mass production and Crude Protein levels were analyzed. These selected studies were submitted to statistical analysis of a Linear Mixed Model for each of the characteristics analyzed, with fixed effects of cycles and grazing intervals with their interactions. For Napier elephant grass, forage production had a significant effect with a minimum value of 1191kg/DM/ha in the 7th cycle and a more pronounced production of 5987 kg/DM/ha in the 12th cycle, evidencing a strong seasonality of Napier grass. The PB grazing cycles determined a linear growth from the 4th cycle (15.6%), where it remained constant until the 8th cycle, showing a decrease in subsequent cycles (11.4%). DM% and NDF contents did not differ statistically and ADF obtained decreasing values as the grazing cycles increased. For milk production, the daily values decreased as the cycles and grazing intervals increased, obtaining production from 9.27 kg/cow/day to 12.32 kg/cow/day of milk under rotational grazing. For the forage mass in Coast-cross grass, the means presented for the effect of the cycle showed variations between 2,516 Kg/DM/ha and 4,300 Kg/DM/ha. The 19-day interval between grazing presented an average of 3,593 Kg/DM/ha, while, in 20 days, its average decreased to 2,931 Kg/DM/ha. The CP contents decreased with the advance of the pasture utilization period in the cycles, ranging from 14 to 18% CP, and for grazing intervals of 19, 20 and 26 days, it presented variations from 14.5% to 17.6 % CP. The production of forage mass of Tifton 85 grass continued to grow until the 6th grazing cycle (7407 kg/DM/ha), for grazing intervals there was a growth of forage mass up to 28 days of interval (10047 kg/DM /there is). Crude protein averages ranged from 12.8% to 15.0% during the grazing cycles, for the grazing intervals Tifton 85 grass maintained levels of 13% CP for 28 and 30 days. As for the Tanzânia grass, the forage mass production in the grazing cycles remained between 3329 and 4921 kg/DM/ha, for grazing intervals with 48 days the production increased to 5674 kg/DM/ha. For CP, Tanzania grass maintained levels of 12% with a grazing interval of 30 days.

Keywords: Crude protein. Forage mass. Nutritional value. Rotational grazing.

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de fluxo seguindo as diretrizes PRISMA.	63
Figura 2. Distribuição dos artigos presentes na base de dados em estados brasileiros.	63
Figura 3. Estimativas de massa de forragem (Kg/MS/ha) em relação aos ciclos de pastejo.	75
Figura 4. Estimativas de proteína bruta (%) em relação aos ciclos e intervalo de pastejo.	80
Figura 5. Estimativas de fibra detergente ácida (%) em relação aos ciclos de pastejo.	85
Figura 6. Estimativas de produção de leite (Kg/vaca/dia) em relação aos ciclos e ao intervalo de pastejo.	88
Figura 7. Estimativas do teor de proteína bruta (%) em relação aos ciclos de pastejo para o capim Coast-cross.	92
Figura 8. Estimativas de massa de forragem (Kg/MS/ha) em relação aos ciclos e intervalo de pastejo para o capim Tifton 85.	96
Figura 9. Estimativas de massa de forragem (Kg/MS/ha) em relação aos intervalos de pastejo para o capim Tanzânia.	100

Lista de Tabelas

Tabela 1. Estratégia de busca (palavras-chave) realizada para cada base de dados e número de trabalhos publicados encontrados.	49
Tabela 2. Buscas efetuadas em periódicos com endereço eletrônico e número de trabalhos encontrados.....	52
Tabela 3. Descrição da base de dados.	65
Tabela 4. Dados Inexistentes nos artigos avaliados.....	72
Tabela 5. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os ciclos de pastejo	74
Tabela 6. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) segundo o intervalo de pastejo.	74
Tabela 7. Dados complementares dos estudos do capim Napier.	78
Tabela 8. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os ciclos de pastejo....	79
Tabela 9. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os intervalos de pastejo	79
Tabela 10. Análise descritiva da fibra detergente neutra (%) conforme os ciclos de pastejo	82
Tabela 11. Análise descritiva da fibra detergente neutra (%) nos intervalos de pastejo	82
Tabela 12. Análise descritiva da fibra detergente ácida (%) conforme os ciclos de pastejo	83
Tabela 13. Análise descritiva para fibra detergente ácida (%) nos intervalos de pastejo	84
Tabela 14. Estatística descritiva da porcentagem de matéria seca (%) conforme os ciclos de pastejo	86
Tabela 15. Estatística descritiva da porcentagem de matéria seca (%) conforme os intervalos de pastejo	86
Tabela 16. Análise descritiva da produção de leite (Kg/vaca/dia) a partir de doze ciclos de pastejo	87
Tabela 17. Estatística descritiva da produção de leite (Kg/vaca/dia) conforme os intervalos de pastejo	87

Tabela 18. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os ciclos de pastejo do capim Coast-cross	90
Tabela 19. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) para o intervalo entre pastejos do capim Coast-cross.	90
Tabela 20. Estatística descritiva da proteína bruta (%) com o efeito dos ciclos do capim Coast-cross.....	91
Tabela 21. Teor de proteína bruta (%) com o efeito dos intervalos entre pastejos do capim Coast-cross.	93
Tabela 22. Dados complementares dos estudos.....	94
Tabela 23. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os ciclos de pastejo para o capim Tifton 85.	95
Tabela 24. Análise descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os intervalos de pastejo para o capim Tifton 85.	95
Tabela 25. Proteína bruta (%) do capim Tifton 85 conforme os ciclos de pastejo.....	97
Tabela 26. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os intervalos de pastejo para o capim Tifton 85.	98
Tabela 27. Massa de forragem (Kg/MS/ha) com o efeito dos ciclos no capim Tanzânia	98
Tabela 28. Análise descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os intervalos de pastejo para o capim Tanzânia.	99
Tabela 29. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os ciclos de pastejo para o capim Tanzânia.....	101
Tabela 30. Análise descritiva do teor de proteína bruta (%) para o intervalo de pastejo do capim Tanzânia.....	101

Lista de abreviações

CNF	Carboidratos não fibrosos
CT	Carboidratos totais
cv.	Cultivar
DFDN	Digestibilidade <i>in situ</i> da fibra insolúvel em detergente neutro
DMS	Digestibilidade da matéria seca
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
GD	Graus/dia
IAF	Índice de área foliar
IED	Intervalo entre desfolhas
IL	Interceptação luminosa
LDA	Lignina
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
UA/ha	Unidade animal por ha

Sumário

1	Introdução	18
1.1	Objetivo Geral	21
1.2	Objetivos específicos	21
1.3	Hipótese.....	21
2	Revisão de literatura	22
2.1	Produção de leite a pasto	22
2.2	A Planta forrageira e seu funcionamento	23
2.3	Interceptação luminosa e crescimento da planta.....	25
2.4	Dinâmica populacional de perfilhos e estabilidade do pasto	28
2.5	Pastejo rotacionado	35
2.6	Gênero <i>Pennisetum</i>	37
2.6.1	Principais cultivares	38
2.7	Gênero <i>Panicum</i>	41
2.8	Gênero <i>Cynodon</i>	43
2.8.1	Capim Tifton 85	45
2.8.2	Capim Coast-cross	46
3	Materiais e métodos	48
3.1	Estratégia de busca	48
3.2	CrITÉRIOS de seleção e itens de inclusão dos estudos	57
3.3	Seleção de estudos e extração de dados.....	57
3.4	Análise estatística	58
4	Resultados	60
4.1	Revisão sistemática	60
4.2	Resultados cultivar Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach).....	74

4.3 Resultados Capim Coast-cross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers).....	90
4.4 Resultados Capim Tifton 85 (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers).....	95
4.5 Resultados Tanzânia (<i>Panicum maximum</i>).....	98
5 Conclusão.....	102
Referências.....	103

1 Introdução

A alta nos preços dos insumos para alimentação animal, sempre foi um problema enfrentado por produtores da cadeia leiteira ao longo de décadas no País. Nos anos de 2021-2022 o preço dos insumos, como farelo de soja e milho, assim como os demais produtos que compõem a dieta de vacas leiteiras, ainda seguem em alta acompanhando preços internacionais. Entre as razões destes aumentos estão fatores climáticos que afetam diretamente a safra de grãos na América do Sul, estoques muito abaixo do esperado de soja a milho, um câmbio extremamente desvalorizado, oferta de fertilizantes reduzida dentre outros fatores (EMBRAPA, 2022).

Neste sentido, as forrageiras tropicais entram neste cenário mais uma vez como protagonistas, sendo uma alternativa para a produção de leite a pasto, diminuindo os custos com alimentação. Alguns estudos, como de (MACDONALD *et al.*, 2008; PEYRAUD *et al.*, 2010; O'BRIEN *et al.*, 2012) relatam que os sistemas de produção a pasto acabam tendo uma vantagem sobre os sistemas de confinamento, por terem um sistema de pastoreio que vem associado a uma maior sustentabilidade global, melhoria do bem-estar animal e tendo assim um produto de melhor qualidade e com maior eficiência do trabalho empregado na propriedade. Na Nova Zelândia, Austrália e muitas partes da Europa Ocidental, o pasto pode ser o único alimento da vaca por longos períodos de lactação. Este sistema é mais adequado para ambientes temperados onde o crescimento do pasto é sazonal, atingindo o pico na primavera e diminuindo ao mínimo durante o inverno.

Para que o sistema possa funcionar de forma sustentável e ainda assim produtiva, a escolha da forragem correta, se torna característica fundamental no processo, pois necessita que se adapte ao ambiente, seja adequada ao pastejo dos animais e tenha obviamente, alto potencial produtivo e valor nutritivo que consiga atender a demanda de vacas leiteiras de alta produção (HANRAHAN *et al.*, 2017).

No Brasil as características climáticas e de solo, na maioria das regiões, favorecem a implantação de forragens e a escolha correta da mesma, pode permitir um grande aumento na produção de pastagem por hectare, tendo a possibilidade de sustentar aumentos adicionais no número de rebanhos e produção (produção de leite por hectare), (OJEDA *et al.*, 2018). O uso de manejo rotacionado nas pastagens com

determinação de alturas de pré e pós pastejo, acaba se tornando uma ferramenta eficaz na produção animal pois consegue elevar a produção de biomassa da forragem e com qualidade alta. Esta subdivisão em piquetes ou poteiros, acaba por proporcionar um período de descanso para a forragem que foi pastejada, dando a ela a capacidade de se recuperar e controlar seu crescimento (BRAGA *et al.*, 2020).

Em plantas dos gêneros *Panicum*, *Cynodon*, *Pennisetum*, apresentam pequena variação em relação a composição química, desde que sejam bem manejadas como no caso do pastejo rotativo, com escolhas corretas do momento de desfolhação pelos animais. Apresentam valores médios que variam entre 10 e 16% de Proteína Bruta (PB) e 60 a 70% de digestibilidade, independente da espécie e cultivar (SILVA, 2015).

Conforme os estudos de Cecato *et al.* (2002), as gramíneas tropicais apresentam maior capacidade produtiva que as gramíneas temperadas. Para os cultivares do gênero *Panicum* (*Panicum maximum* Jacq) são encontrados registros de produções variando de 30.000 a 40.000 kg/ha de MS, em condições de solo e clima adequados; 50.000 - 60.000 kg/ha de MS para o gênero *Pennisetum* (capim-elefante - *Pennisetum purpureum* Schum), de 15.000 a 30.000 kg/ha de MS, para o gênero *Cynodon*. Essa superioridade em produção de matéria seca por área, confere às gramíneas tropicais melhores resultados experimentais com relação à produção de leite por área, com produções de 8,5 a 15,0 kg de leite/vaca/dia. Produções diárias de 12,0 e 13,3 (*Pennisetum purpureum* Schum - Capim elefante) e 13 a 15 (*Cynodon dactylon* Pers cv Coastcross) são relatadas na literatura (DEREZ; MOZZER, 1994; SILVA *et al.*, 1994; GOMIDE *et al.*, 2001).

As forrageiras tropicais apresentam uma baixa na sua produção durante as estações mais secas do ano, onde reduzem drasticamente o aparecimento de novos perfilhos devido a poucas horas de luz durante os dias mais curtos, com temperaturas mais frias e solo de baixa umidade (SANTOS *et al.*, 2004). Forragens que não adotam um manejo de pastejo eficiente, sofrem mudanças nas taxas de crescimento e na sua composição bromatológica com maturação fisiológica da planta e a lignificação da parede celular, diminuindo assim os teores proteicos, afetando de maneira negativa o consumo voluntário de matéria seca pelos animais e reduzindo a qualidade nutricional da planta (VAN SOEST, 1994).

Nos dias atuais, se faz cada vez necessário, o conhecimento como um todo do sistema de produção de leite a pasto, a fim de possibilitar a detecção de pontos de estrangulamento passíveis a serem manejados e ajustados, permitindo controlar a

atividade de maneira precisa para maior eficiência da atividade. Neste sentido, a análise individual de artigos científicos não permite inferências mais abrangentes, que seriam aplicáveis aos sistemas produtivos, pois os resultados refletem as condições experimentais (SAUVANT; SHIMIDELY; DAUDIN, 2005). O estudo meta-analítico, mostra-se como uma ferramenta possibilitando, combinar os resultados dos estudos individuais realizados de forma independente e sintetizar suas conclusões ou mesmo extrair uma nova conclusão (LUIZ, 2002). Permite até fazer uma síntese de dados contraditórios, por menor que seja sua potência analítica, proporcionando avanço significativo sobre o assunto estudado com melhor representatividade (LOVATTO; SAUVANT, 2001).

Com isso, o objetivo neste trabalho foi analisar através de um estudo meta-analítico dos efeitos dos ciclos e intervalos de pastejo sobre as características de rendimento e qualidade forrageira do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) para produção de leite a pasto.

1.1 Objetivo Geral

Sistematizar dados existentes sobre a utilização de forrageiras tropicais e subtropicais para a produção de leite a pasto, através de uma revisão sistemática e meta análise, verificando suas características produtivas e de rendimento em pastejo rotativo no Brasil.

1.2 Objetivos específicos

-Selecionar estudos com as principais forrageiras tropicais e subtropicais utilizadas em pastejo de vacas leiteiras (Gênero *Cynodon*, Gênero *Panicum*, Gênero *Pennisetum*);

- Especificar suas características agrônomicas e morfológicas, mostrando todo seu rendimento em qualidade e potencial produtivo em pastejo rotativo.

1.3 Hipótese

As forrageiras tropicais e subtropicais capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), Coast-Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) conseguem manter sua produtividade e qualidade através de diferentes números de ciclos e intervalos de pastejo, para atender as necessidades de vacas em produção de leite a pasto.

2 Revisão de literatura

2.1 Produção de leite a pasto

Para reduzir os gastos com alimentação dos rebanhos leiteiros, os sistemas de produção necessitam encontrar maneiras de produzir forragens com o máximo de eficiência, dando condições de ter um aumento por unidade animal e por área quando necessário. O sistema ideal é ter a garantia de produção de forragem durante o ano inteiro para alimentar o rebanho, não esquecendo da qualidade nutricional desta forragem que precisa ser convertida em leite.

Viana (1978) verificou em seus estudos a relação entre o consumo de matéria seca, peso vivo e qualidade da forragem volumosa, constatou que quando a forragem possui alta qualidade, o consumo de matéria seca pelo animal varia de 2,6 a 3% do peso vivo, e quando a qualidade reduz, o consumo cai imediatamente. A forma como o alimento vai estar disponível ao animal tem relação com o valor nutritivo, pois dependem da formação da estrutura do dossel da planta.

A disponibilidade de folhas novas para o pastejo precisa ser ajustada a pressão e intensidade dele, ou seja, no caso do pastejo rotativo os dias de ocupação e os intervalos de pastejos tem uma relação direta com a estrutura do dossel que vai sofrer a desfolha e o surgimento de novos perfilhos que vão rebrotar e compor um novo dossel (OJEDA *et al.*, 2018). O animal é seletivo e precisa atender sua demanda por energia diária, ele procura por folhas novas e com caules tenros, e se a estrutura da forragem tiver condições de oferecer esta constância ideal do volume de produção de MS, com alto valor nutritivo, durante o maior período do ano, o sistema de produção tende a ter sucesso (SBRISSIA *et al.*, 2018).

Neste sentido alguns estudos recentes com manejo de forrageiras tropicais destinadas a produção de leite em pastejo rotativo, focam na máxima utilização das folhas, reduzindo o consumo de colmos. A planta com o aumento da idade tende a engrossar seu conteúdo da parede celular, se tornando mais lignificada e fibrosa,

reduzindo a relação folha-caule que interfere negativamente no valor nutricional e da digestibilidade da forragem (BRAGA *et al.*, 2020).

Hack *et al.* (2007) avaliando a influência de alturas de pré (90 e 140 cm) e pós-pastejo (40 e 90 cm) sobre a produção de leite de vacas mantidas em pastagens de capim-Mombaça, verificaram uma variação de produção de 10,8 a 14 kg de leite/vaca/dia, com a maior produção para os animais que foram mantidos na pastagem com menor altura. Sugeriram que tal resultado pode ter sido decorrente da maior proporção de lâminas foliares verificada na pastagem mantida com menor altura.

2.2 A Planta forrageira e seu funcionamento

De acordo com Briske (1991), a produção de forragem tem como resultado a relação entre processos de crescimento, senescência e morte. Quando ocorre o acúmulo de forragem, ao mesmo tempo ocorre perdas por senescência, fazendo com que este equilíbrio atue nos perfilhos individuais e nos fitômeros de crescimento da planta.

Condições climáticas variadas atuam na estrutura do dossel de maneira positiva e negativa, por haver interferência direta dos fatores do ambiente tais como incidência luminosa, temperatura, nutrientes e água disponível no solo. A modificação de estrutura do dossel interfere na distribuição da luminosidade, na circulação do ar e da temperatura dentro da população de plantas, afetando os processos de fixação de CO₂. Desta maneira o arranjo do dossel se torna essencial para o uso eficiente da radiação fotossintética (DA SILVA, 2007).

O perfilho é a unidade básica da planta e possui desenvolvimento baseado em diferenciação de fitômeros que se encontram em diferentes estádios de desenvolvimento, partindo do meristema apical da planta (NELSON, 2000). A constituição de um fitômero se dá na formação de uma folha composta com lâmina e bainha, entrenó e nó com gema axilar. A produção de biomassa da forragem provém do crescimento de novos perfilhos como as folhas e colmos, que é controlado pela disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes, principalmente nitrogênio e, em menor escala, fósforo e potássio, além do estágio de desenvolvimento da planta (reprodutivo ou vegetativo) (VALETINE; MATTHEW, 1999).

A perenidade das forrageiras tropicais é dependente da substituição dos perfilhos mortos, que também estão associados pelos picos de estacionalidade e de eventos de florescimento, ou seja, se a substituição destes perfilhos falhar, a planta morre. Outra questão que também coloca em risco a perenidade da planta é a forma de utilização do pasto, onde a quantidade de perfilhos novos precisam ser maiores que a de perfilhos mortos. Os perfilhos tem vários estádios de desenvolvimento e, portanto, a frequência e a intensidade com que um perfilho é pastejado podem variar de acordo com a taxa de lotação, a altura das plantas e a densidade de folhas (RODRIGUES; REIS, 1995).

De acordo com Gomide (2011) a altura do resíduo pós-pastejo é um dos fatores condicionantes das taxas de rebrotação de pastagens de gramíneas forrageiras tropicais, sobretudo para aquelas de crescimento cespitoso e com alto potencial de produção de matéria seca, como o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.).

Nas pastagens de capim elefante os perfilhos basais e aéreos tem influência direta nas taxas de crescimento e acúmulo de forragem. Eles têm características próprias que atuam na dinâmica do crescimento do pasto (PACIULLO *et al.*, 2003; CARVALHO *et al.*, 2004). Em geral, perfilhos aéreos possuem maior relação folha/colmo, são tenros e de melhor valor nutritivo, quando comparados aos perfilhos basais. Já a rebrotação a partir do perfilho basal tende a ser mais rápida, quando comparada à rebrotação oriunda do perfilhamento essencialmente aéreo (PACIULLO *et al.*, 2003).

Segundo (ST-PIERRE, 2007), durante o período de crescimento ativo e vigoroso das plantas forrageiras exploradas em sistemas intensivos de produção a pasto a taxa de rebrota e o acúmulo de forragem podem ser muito altos, resultando em produções significantes de matéria seca, mas com um risco potencial de perda de qualidade devido a atrasos na colheita ou pastejo mal executado. Em tal situação, para garantir a produtividade e longevidade de cada planta forrageira, um manejo que atende aos pré-requisitos específicos de frequência, intensidade e tempo de corte de cada planta forrageira, é o pastejo rotacionado.

Até recentemente, o objetivo do manejo de pastagens era permitir que a planta obtivesse uma rebrota vigorosa e um rendimento alto. O que promoveu uma série de trabalhos visando a importância do índice de área foliar, carboidratos solúveis, área foliar remanescente, preservação do meristema apical etc. No entanto, altos rendimentos e persistência de pastagens, nem sempre levam a uma produção animal

alta, o que pode estar relacionado à perda de valor nutricional com o amadurecimento das plantas e alteração na composição morfológica (CHAVES, 2016).

2.3 Intercepção luminosa e crescimento da planta

A combinação da altura do dossel e a intercepção de 95% da luz incidente, é usada convenientemente para determinar o momento correto para interromper o crescimento da forragem e começar a desfolhar pelos animais (KRÖNING, 2017).

Carvalho (2009), afirma que a altura do dossel é uma medida que pode ser utilizada para contribuir com o ganho de peso e eficiência de produção pelo animal, já que possibilita um manejo mais assertivo do momento ideal de entrada deles na pastagem. Estas características estruturais de arquitetura da planta, relação folha:colmo, altura e massa de forragem sinalizam para uma desfolha mais eficiente pelo animal com resultados positivos na produção.

Determinar a altura ideal de pastejo é fundamental para alcançar um nível crítico de captação luminosa, preservar um índice de área foliar (IAF) residual favorável para um novo rebrote da planta. As diferenças na arquitetura entre as espécies de forragem estão associadas com a forma de absorção da luz do que com a própria área foliar. Fatores como localização geográfica, estação do ano, duração da luminosidade diária, arquitetura da planta e posição das folhas interferem na luminosidade que a planta intercepta para seus processos fotossintéticos (CARÁMBULA, 2004).

Na condição de um IAF ótimo (90% IL), toda luz incidente é captada com redução praticamente total de sombreamento no dossel, resultando em altas taxas de crescimento do pasto. De acordo com Rodrigues (2015), Abaixo da condição ótima, as taxas de crescimento diminuem com a menor quantidade de luz que a estrutura do dossel consegue interceptar.

Segundo os relatos de Da Silva (2004) as respostas das plantas ao pastejo têm como objetivo maximizar o índice de área foliar do pasto (IAF) para otimizar a produção e o fornecimento de energia para o crescimento das plantas. Eles são

geralmente integrados e ocorrem em dois níveis de complexidade – a rotatividade de folhas em perfilhos individuais e a rotatividade de perfilhos na população de perfilhos.

O IAF é determinado por três componentes: densidade populacional de perfilhos, número de folhas por perfilho e tamanho da folha (área da lâmina foliar). Nas gramíneas, o tamanho da folha é principalmente uma função do comprimento da lâmina, que é controlado pela altura de desfolha, e o número de folhas por perfilho é relativamente estável, deixando a densidade populacional de perfilho como o componente onde as mudanças no IAF podem ser prontamente expressas (MATTHEW *et al.*, 2000).

A densidade populacional de perfilhos é o resultado do equilíbrio entre aparecimento e morte de perfilhos, que caracteriza a dinâmica populacional e a estabilidade de perfilhos no dossel (BAHMANI *et al.*, 2003). Estes, por sua vez, determinam modificações no perfil demográfico da população de perfilhos, alterando o perfil de idade, estrutura do pasto (arquitetura do dossel), a eficiência fotossintética da área foliar do pasto e a persistência da população de perfilhos.

Durante o estágio de crescimento vegetativo, a morfogênese das gramíneas temperadas é caracterizada pelo aparecimento de folhas, alongamento e vida útil das folhas. Como apenas as folhas são produzidas como órgãos acima do solo, essas respostas foram identificadas como as principais características morfogenéticas que determinam a estrutura da planta e do pasto. Cruz e Boval (2000), estudaram um grupo de gramíneas temperadas e tropicais e propuseram a existência de dois tipos morfogenéticos principais de gramíneas: espécies tufadas e estoloníferas.

Segundo os autores, enquanto nas gramíneas tufadas a aparência foliar e o comprimento final da folha estão relacionados ao comprimento do tubo da bainha, nas gramíneas estoloníferas estão relacionados ao alongamento do estolão. Em plantas estoloníferas, estratégias de manejo do pastejo caracterizadas por desfolhamento brando ou alta disponibilidade de nitrogênio favorecem o acúmulo de estolões.

Como resultado, a taxa de aparecimento de folhas é aumentada e o comprimento final da folha torna-se mais curto em direção ao ápice dos estolões. O alongamento permanente dos internódios em plantas estoloníferas tropicais e o alongamento do caule apenas durante os estágios reprodutivos de crescimento em gramíneas temperadas diferenciam os dois tipos morfogenéticos (DA SILVA *et al.*, 2008).

Embora os autores indicassem que o padrão de crescimento das gramíneas tropicais seria semelhante ao das gramíneas temperadas, Cowan e Lowe (1998), argumentaram que, nas gramíneas tropicais, o alongamento do caule durante o estágio de crescimento vegetativo não era desprezível como nas gramíneas temperadas, levando Hodgson e Da Silva (2002), a considerar o alongamento do caule como uma importante característica morfogênética adicional que determina as respostas das plantas ao pastejo para gramíneas tropicais tufadas. São plantas com produção tanto de folhas quanto de caules como órgãos acima do solo, condição que as caracterizaria como um tipo de planta intermediária.

A existência desse tipo morfogênético intermediário foi inicialmente indicada por Cruz e Boval (2001) e discutido por Pereira *et al.*, (2015), para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. As evidências disponíveis descrevem um processo significativo e regular de alongamento do caule que ocorre durante o estágio de crescimento vegetativo de gramíneas tropicais submetidas a pastejo leniente e/ou intermitente que é independente da indução floral (DA SILVA *et al.*, 2009).

O padrão de crescimento tufado e suas implicações na estrutura do pasto foram originalmente descritos para *Panicum maximum* cv. Mombaça sob manejo de lotação intermitente (CARNEVELLI *et al.*, 2006). Durante os estágios iniciais de rebrota, o principal componente morfológico acumulado é a folha. À medida que o IAF aumenta, a competição por luz dentro do dossel aumenta e as plantas mudam seu padrão de crescimento como forma de otimizar a captura de luz por meio do alongamento do caule. A mudança no padrão de crescimento ocorre quando a interceptação da luz do dossel atinge e excede 95% (DA SILVA *et al.*, 2009).

Segundo Ballaré (1999), nas fases iniciais da rebrota, quando o IAF é pequeno, a quantidade de radiação fotossintética recebida pelas folhas não é afetada pelas plantas vizinhas, condição que favorece o investimento na produção de folhas. No entanto, antes que ocorra qualquer redução na disponibilidade de luz, pequenas variações na qualidade da luz, causadas pela absorção preferencial dos comprimentos de onda azul e vermelho, e reflexão do vermelho distante, podem fornecer às plantas informações sobre seus arredores (MURPHY, 1992).

Os mecanismos de sinalização relacionados a mudanças no ambiente de luz dentro do dossel permitem que as plantas redirecionem o crescimento para focos mais favoráveis (áreas com melhor disponibilidade de luz), sendo comuns em modificações morfológicas de gramíneas tropicais associadas a respostas de evitação de sombra

(em contraste com a aclimatação à sombra ou tolerância). Assim, o intervalo entre desfolhamentos sucessivos determina a amplitude das respostas plásticas que as plantas devem desenvolver (LEMAIRE, 2001).

Quando manejados com longos intervalos de rebrota que permitem que a interceptação de luz do dossel exceda 95%, a massa de forragem do pasto é maior, mas com maior proporção de caule e material morto em relação à folha, resultando em maior produção total de matéria seca, mas menor produção de matéria seca foliar e menor valor nutritivo da forragem produzida (SANTOS *et al.*, 2006). Além disso, longos intervalos de pastejo caracterizados pela meta pré-pastejo que resultam em uma maior proporção da forragem produzida sendo perdida para o solo como consequência de dano físico e/ou rejeição, diminuindo a eficiência do processo de pastejo (DIFANTE *et al.*, 2009; SILVEIRA *et al.*, 2013).

O investimento no alongamento do caule resulta em pastos mais altos e com maior proporção de caule nas camadas superiores do seu perfil vertical, aumentando a dificuldade de pastejo e na manutenção das metas de manejo pós-pastejo (PEREIRA *et al.*, 2014). Como resultado, o benefício do maior acúmulo de forragem total é compensado pelas maiores perdas de pastejo quando se utilizam longos intervalos de rebrota, indicando que, embora o acúmulo de forragem por ciclo de pastejo seja menor quando se maneja com intervalos de pastejo mais curtos, mais a desfolha frequente resulta em maior número de ciclos de pastejo e acúmulo total de forragem (com maior proporção de folhas) do que o manejo com intervalos de pastejo mais longos Silveira *et al.* (2013).

2.4 Dinâmica populacional de perfilhos e estabilidade do pasto

Embora os ajustes nas respostas morfogenéticas de perfilhos individuais sejam uma forma importante de maximizar a área foliar, Matthew *et al.*, (2000) argumentou que a densidade populacional de perfilhos é o principal componente da área foliar do pasto quando o aumento do tamanho da folha é restringido pela desfolha. Nas comunidades vegetais, o início da rebrota é caracterizado por aumentos no IAF decorrentes tanto da produção de novos perfilhos quanto do crescimento de folhas nos perfilhos existentes.

No entanto, à medida que a rebrota progride e o IAF aumenta, a competição por luz dentro do dossel aumenta, o recrutamento de perfilhos cessa e a densidade

populacional começa a diminuir. A partir deste ponto, aumentos adicionais no tamanho dos perfilhos e IAF resultam em redução na população de perfilhos, caracterizando a compensação da densidade de tamanho ou mecanismo de autodesbaste descrito por Matthew *et al.* (1995), para gramíneas temperadas e posteriormente corroborado por Sbrissia e Da Silva (2008), assim como Calsina *et al.* (2012), para gramíneas tropicais.

Segundo Sbrissia e Da Silva (2008), esse mecanismo garante que o IAF do pasto permaneça relativamente estável para uma ampla gama de regimes de desfolhamento, destacando a importância do mecanismo vegetativo de perenização da planta (perfilamento) para o desenvolvimento de estratégias de manejo de pastejo para gramíneas tropicais.

Em espécies estoloníferas como *Cynodon* spp. e gramíneas produtoras de perfilhos aéreos, como a maioria das gramíneas tropicais, a integração fisiológica das plantas parece desempenhar um papel importante na adaptação e resposta à desfolha. Ramos interconectados de plantas clonais, embora potencialmente independentes, podem se especializar funcionalmente na execução de um número limitado de tarefas, como a absorção de recursos acima e abaixo do solo, armazenamento de carboidratos, propagação vegetativa e reprodução sexual.

Evidências preliminares desse padrão de divisão de tarefas por meio da especialização no desenvolvimento de determinados fitômeros, foram relatadas por Sbrissia *et al.* (2001), para capim Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). Segundo os autores, um novo aglomerado de perfilhos foi formado ao longo de um estolão em intervalos regulares de três fitômeros (nó com raízes e um perfilho filho seguido por duas folhas sucessivas), sugerindo que a primeira folha daria suporte ao desenvolvimento da raiz, a segunda daria suporte ao desenvolvimento do perfilho e a terceira daria suporte ao alongamento do internódio do estolão.

Em gramíneas altas, tufadas e formadoras de touceiras, como o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e o capim Mombaça e Tanzânia guiné (*Panicum maximum*), o perfilhamento é um componente importante do crescimento e expansão da touceira que determina a eficiência da ocupação da superfície do solo por meio das variações nas frequências de áreas colonizadas e de solo nu no pasto. Nesse tipo de planta, a proporção de áreas com touceiras ou solo nu associado ao tamanho da touceira representa um importante indicador do efeito do manejo do pastejo na persistência e produtividade da pastagem.

Modificações da estrutura horizontal do pasto em resposta ao pastejo foram originalmente relatadas para o capim Mombaça manejado rotacionalmente por Montagner (2007), e demonstrou que em áreas com manejo de pastejo deficiente ou sem uso regular, a estabilidade da população de perfilhos foi menor, o perímetro da touceira variou em uma faixa mais ampla (touceiras muito pequenas a muito grandes), a proporção de solo descoberto foi maior, e a densidade populacional de perfilhos foi menor em relação a pastagens manejadas de maneira regular e controlada, usando alvos adequados para controlar o pastejo (Da Silva, 2008).

Nessas condições, ajustes no ângulo da folhagem foram a estratégia utilizada pelas plantas para otimizar a captação de luz, resultando em 95% de interceptação de luz do dossel na menor altura do dossel (60 cm), (Lopes, 2006). No entanto, durante o segundo ano do experimento, após um ano de adaptação ao manejo regular e controlado do pastejo, a densidade populacional de perfilhos e a proporção de áreas com touceiras aumentou. A proporção de solo descoberto diminuiu, a variação no perímetro da touceira diminuiu (muito pequena e touceiras muito grandes desapareceram) e a frequência de touceiras de tamanho médio aumentou, resultando em 95% de interceptação de luz do dossel a 90 cm, o mesmo valor relatado por Canevalli *et al.* (2006), para capim Mombaça guiné.

Esses resultados mostraram a adaptação da população de plantas aos regimes de desfolhamento utilizados e a importância da população de perfilhos e touceiras e tamanho para os ajustes necessários no IAF do pasto. Eles também destacam a necessidade de planejar cuidadosamente os tratamentos e experimentos experimentais, pois pode haver a necessidade de permitir a adaptação do pasto aos regimes de desfolhamento antes de iniciar o período de medição. Uma cobertura do solo mais uniforme com touceiras menores, maior densidade populacional de perfilhos e distâncias curtas entre touceiras resulta em aquisição de carbono do pasto mais eficiente e pode minimizar a invasão de ervas daninhas (CASTILLO *et al.*, 2003).

Pereira *et al.* (2014), para capim-elefante Napier manejado rotacionalmente, os autores mostraram que o manejo do pastejo interferiu no mecanismo vegetativo utilizado pelas plantas para perenização, alterando o número e a proporção de perfilhos aéreos e basais na população de perfilhos, com consequências na estrutura horizontal do pasto e no acúmulo de forragem. Os pastos com desfolha mais frequente (manejados com a meta pré-pastejo) apresentaram maior contribuição de perfilhos basais, enquanto aqueles submetidos à desfolha menos frequente apresentou maior

número de perfilhos aéreos por unidade suporte (perfilhos basais + perfilhos decapitados).

Para perímetros de touceiras semelhantes, os pastos manejados com a meta IL_{95%} apresentaram maior índice de estabilidade da população de perfilhos, maior frequência de touceiras e menor frequência de solo descoberto (VOLTOLINI *et al.*, 2010). Segundo os autores, os perfilhos basais seriam responsáveis por aumentar a área basal das touceiras do capim Napier e reduzir o compartilhamento de assimilados e nutrientes entre os perfilhos, promovendo uma distribuição mais uniforme dos perfilhos na planta.

Essa condição favorece a aquisição de carbono e pode aumentar o potencial de crescimento dos pastos. Essas diferenças nos padrões de distribuição de plantas no manejo rotativo dos pastos, mostram que a duração do período de rebrota (por exemplo, intervalo de pastejo) afeta fortemente a substituição de perfilhos (PEREIRA *et al.*, 2015). Da mesma forma, estratégias de manejo que favoreçam o perfilhamento aéreo em gramíneas formadoras de tufo altos podem afetar negativamente a dinâmica de crescimento e expansão das touceiras e a capacidade das plantas de explorar a superfície do solo, bem como aumentar o risco de erosão.

Além das mudanças na estrutura do pasto e na capacidade de propagação e colonização das plantas, o aparecimento e morte de perfilhos também interferem no perfil etário da população dos mesmos (DA SILVA, 2008). Os perfilhos mais jovens (< 2 meses de idade) têm maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas do que os perfilhos mais velhos (> 4 meses de idade), destacando a importância do manejo do pastejo como forma de manipular o perfil etário da população de perfilhos (PAIVA *et al.*, 2015).

Pastejos mais frequentes ou mais intensos para manejo de lotação intermitente ou contínua, respectivamente, resultam em maior intensidade de desfolha e, conseqüentemente, maiores taxas de morte e aparecimento de perfilhos (maior rotatividade na população de perfilhos). Da mesma forma, práticas agrônômicas como fertilização e irrigação aceleram o crescimento das plantas e aumentam a rotatividade de folhas e perfilhos, resultando em um perfil mais jovem da população de perfilhos (CAMINHA *et al.*, 2010).

Isso foi demonstrado por Paiva *et al.* (2015) para capim marandu recebendo doses contrastantes de adubação nitrogenada. A idade do perfilho tem um impacto significativo na rotação e alongamento da folha, com valores mais altos registrados

para perfilhos jovens em relação aos mais velhos. Os perfilhos jovens também são mais responsivos à adubação nitrogenada, aumentando os benefícios das práticas agronômicas e da adubação e favorecendo a produção de forragem de alto valor nutritivo Calsina *et al.* (2012), condição importante para garantir o alto desempenho animal.

A variação sazonal na disponibilidade de condições climáticas afeta tanto o número de perfilhos produzidos quanto a longevidade das gerações de perfilhos. Períodos de alta disponibilidade de fatores climáticos de crescimento (por exemplo, temperatura e precipitação), como no final da primavera e no verão, são caracterizados por altas taxas de aparecimento e morte de perfilhos e, portanto, gerações de curta duração (OJEDA *et al.*, 2018). No entanto, o equilíbrio entre aparecimento e morte de perfilhos é geralmente positivo e resulta em aumento da densidade populacional de perfilhos.

Durante o outono/inverno e início da primavera, a sobrevivência de perfilhos aumenta, embora não o suficiente para compensar a redução na aparência de perfilhos, e a densidade populacional de perfilhos diminui (SBRISSIA *et al.*, 2010). Tais variações na dinâmica do perfilhamento representam um ciclo natural de crescimento da planta ao longo do ano e ocorrem independentemente da estratégia de pastejo, método de pastejo e nível de fertilização (CAMINHA *et al.*, 2010).

Assim como as metas de manejo pré-pastejo, a definição de metas pós-pastejo também é importante e dependente da resistência e adaptação da planta ao pastejo, pois interfere na rapidez com que a área foliar do pasto é restaurada. Em geral, pastejo mais severo resulta em menor área foliar residual do pasto e massa de forragem logo após o pastejo e, conseqüentemente, menor interceptação de luz do dossel e intervalos de pastejo mais longos do que sob pastejo mais brando (Difante *et al.*, 2009).

No entanto, essas características podem ser compensadas pelas correspondentes taxas mais altas de acúmulo de forragem, maior remoção de forragem e maior eficiência de pastejo em pastagens mais severamente pastoreadas, dentro de certos limites.

Para capim Mombaça guiné (CANEVALLI *et al.*, 2006), capim andropogon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina (SOUSA, 2010), capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (PEREIRA, 2014) e capim-elefante Napier (PEREIRA *et al.*, 2015) sob pastejo rotacionado, valores semelhantes de acúmulo total de forragem

foram relatados para severidades de pastejo equivalentes a uma remoção de 40%–60% da altura pré-pastejo quando associado ao pastejo com IL_{95%}. Por outro lado, a definição de metas pós-pastejo também influencia a taxa de ingestão de forragem de curto prazo dos animais em pastejo, interferindo em sua capacidade de pastar (DA SILVA, 2005).

Carvalho *et al.* (2009) descreveu como a taxa de bocado, e a taxa de ingestão variaram do início ao fim do pastejo de *Cynodon spp.* e *Sorghum bicolor* L. Durante as primeiras etapas do processo de pastejo, a taxa de ingestão de curto prazo permaneceu estável, começando a diminuir linearmente após a remoção de 40% a 50% da altura inicial (FONSECA, 2012).

Para *Cynodon spp.* a diminuição ocorre em um ritmo mais rápido porque o acúmulo sucessivo de pasto, restringe a taxa de bocado, quando comparadas ao *Sorghum bicolor* (MEZZALIRA *et al.*, 2014). À medida que o pastejo progride e a massa de forragem diminui no final do pastejo, as proporções de caule e material morto aumentam na forragem consumida como consequência da mudança na composição das partes da planta do perfil vertical do pasto (FONSECA *et al.*, 2013). Esse padrão de variação da taxa de ingestão de curto prazo em relação à diminuição da altura do pasto durante o pastejo foi formalmente descrito por MEZZALIRA *et al.* (2014), indicando o potencial de manipulação das condições de pré e pós-pastejo como forma de otimizar a produção e consumo de forragem em pastagens manejadas rotativamente.

Em geral, desfolhamentos mais frequentes (com 95% de interceptação de luz do dossel) do que os tradicionalmente usados, associados a severidade de pastejo moderada (alturas pós-pastejo em torno de 50% da altura pré-pastejo), resultam em maior produção de matéria seca foliar, maior valor nutritivo, aumentando o desempenho e a produtividade animal (GIMENES *et al.*, 2011), indicando que a intensificação racional do uso das pastagens pode ser uma forma eficaz de garantir a sustentabilidade dos sistemas pastoris tropicais de produção animal.

Sob pastejo, as reservas orgânicas também são uma característica importante a ser considerada, pois podem representar uma importante fonte de energia durante as fases iniciais da rebrota, principalmente quando o pastejo é severo (baixa altura do resíduo), favorecendo a rebrota e a capacidade competitiva das plantas. De acordo com Pereira *et al.* (2015), algumas gramíneas podem não ter reservas orgânicas para liberação de gemas para aumentar a densidade populacional de perfilhos, condição

que pode levar à falha na reposição de perfilhos mortos e resultar na degradação da pastagem.

Apesar da importância das reservas armazenadas, o número de estudos de pastejo com gramíneas tropicais avaliando reservas orgânicas não é grande. Carvalho (2011) avaliou a concentração e a quantidade de carboidratos não estruturais totais (CNT) em três *Cynodon* spp. cultivares (Tifton-85, Florakirk e Coastcross) submetidas a uma gama de intensidades de pastejo sob lotação contínua representada pelas alturas de manejo de 5, 10, 15 e 20 cm.

Não houve redução na concentração ou pool de CNT na parte aérea e nas raízes de qualquer uma das gramíneas como consequência de pastejo mais severo. Resultados semelhantes foram relatados por Da Silva *et al.* (2014), para o capim-marandu em experimento análogo, onde as alturas de manejo foram 10, 20, 30 e 40 cm. Ambos os experimentos mostraram variação significativa no pool de CNT ao longo do ano, indicando um forte efeito sazonal semelhante a outras espécies.

Os valores registrados foram maiores durante o inverno e início da primavera, tanto para as raízes quanto para a parte aérea, e houve uma redução no pool de CNT na parte aérea durante os períodos de crescimento ativo das plantas (final da primavera e verão). O pool de CNT foi maior na parte aérea do que nas raízes, independentemente da intensidade de pastejo e da estação do ano, consistente com os achados de White (1973), que indicou que as principais áreas de armazenamento de reservas de carboidratos em gramíneas perenes são geralmente as regiões inferiores dos caules (bases do caule), estolões, coroas e rizomas em vez de raízes.

Os resultados desses experimentos indicam a existência de uma troca entre quantidade e qualidade de área foliar em pastagens submetidas a diferentes níveis de intensidade de pastejo sob manejo de lotação contínua. Sob pastejo brando, o IAF é alto, mas o potencial fotossintético das folhas é baixo, consequência da baixa disponibilidade de luz no dossel do pasto.

Por outro lado, sob pastejo severo, os pastos são capazes de compensar o menor IAF por meio de maiores taxas de aparecimento de perfilhos e maior população de perfilhos mais jovens, com maior potencial de crescimento do que os perfilhos mais velhos (PAIVA *et al.*, 2015). Uma vez que sob manejo de lotação contínua uma proporção relativamente constante da área foliar do pasto é removida, a área foliar remanescente pode ser suficiente para fornecer assimilados, condição em que a

qualidade da área foliar do pasto é fundamental para a manutenção do crescimento vegetal (DA SILVA *et al.*, 2014).

Isso destaca a importância da renovação da população de perfilhos e do processo de perfilhamento em gramíneas forrageiras tropicais, uma vez que a capacidade de substituir os perfilhos garante a restauração rápida dos tecidos fotossintéticos e do crescimento da planta.

Embora a importância de determinar limites de severidade de pastejo (altura de manejo) para garantir a restauração da área foliar, crescimento e persistência da planta seja bem reconhecida, entender como a frequência de desfolha afeta as reservas de carbono e nitrogênio em gramíneas forrageiras perenes tropicais é menos claro (PEREIRA, 2014).

Em gramíneas tropicais pastoreadas rotativamente, espera-se que a severidade da desfolha tenha um impacto relativamente maior na mobilização e uso das reservas orgânicas da planta do que em gramíneas temperadas, uma vez que é a frequência de desfolhação que tem se mostrado mais relacionada com a renovação de folhas em perfilhos individuais e de perfilhos em população de perfilhos. No entanto, como discutido anteriormente, algumas espécies mostraram acúmulo de forragem semelhante dentro de uma faixa de níveis de severidade de pastejo (SBRISSIA *et al.*, 2018).

Em geral, severidades de desfolha equivalentes a 40% a 60% de remoção da altura inicial (pré-pastejo) estão dentro dos limites de resistência ao pastejo e uso de plantas e garantem condições favoráveis para altas taxas de consumo de forragem e desempenho animal quando associadas a os alvos corretos de manejo pré-pastoreio. Neste contexto, a frequência da desfolha é relativamente mais importante do que a severidade da desfolha para controlar o alongamento do caule, principal componente morfológico que determina a degeneração da estrutura do pasto, e impõe restrições ao pastoreio, particularmente para espécies de gramíneas altas como *Panicum* sp. e *Pennisetum* sp (OJEDA *et al.*, 2018).

2.5 Pastejo rotacionado

O princípio do pastoreio rotativo foi descrito por James Anderson perto do final do século XVIII na Escócia (VOISIN, 1959). Os sistemas de pastagem progrediram durante o século XX de simples sistemas diferidos (SAMPSON, 1913), para sistemas

rotativos mais sofisticados (VALLENTINE, 1967;), progredindo para sistemas intensivos de curta duração (TAINTON *et al.* 1999). O objetivo geral dos sistemas de pastoreio era aumentar a produção, assegurando que as principais espécies vegetais capturadas fossem recursos suficientes (por exemplo, luz, água, nutrientes) para aumentar o crescimento e permitindo aos animais colher forragens disponíveis de forma mais eficiente.

De acordo com Araújo (2007) determinar um número de piquetes para estabelecer a estratégia de pastejo rotativo, consiste em repetir de forma sucessiva voltando ao primeiro piquete até completar um ciclo. Esta divisão em piquetes proporciona um período de descanso após cada pastejo para que a planta possa se recuperar e integrar o próximo ciclo novamente. Este período depende do período de ocupação de cada piquete pelos animais, da pressão de pastejo, assim como a taxa de crescimento das plantas, que está diretamente relacionada com a intensidade de desfolha.

Este sistema de pastejo rotacionado exige investimento em instalações, como cercas para divisões e bebedouros em cada piquete. Para que o investimento tenha retorno financeiro, as subdivisões devem ser dimensionadas conforme o período de ocupação, crescimento das plantas, necessidade nutricionais dos animais e a quantidade e peso dos animais (WATERS *et al.*, 2017).

Em grandes partes dos trópicos, o manejo mais comum das pastagens é o pastoreio contínuo, que não permite a recuperação das pastagens. Como a movimentação dos animais é impulsionada pela presença de forragens palatáveis (TEAGUE *et al.*, 2013), o manejo contínuo do pastejo leva a uma desfolha excessiva das espécies forrageiras preferidas e à redução de sua abundância no pasto ao longo do tempo. Esse pastoreio seletivo pode levar à degradação localizada do solo e à erosão (McDONALD *et al.*, 2018).

Alternativamente, o pastejo rotacional de curta duração em vários piquetes é baseado em altas taxas de lotação, curtos períodos de pastejo e longos períodos de recuperação do pasto, a fim de intensificar a produção e reduzir a degradação do solo e do pasto (TEAGUE *et al.*, 2013). Entre os benefícios ambientais mais comumente discutidos estão o aumento do teor de carbono orgânico do solo, redução da compactação, maior retenção de água e melhor agregação do solo (PARK *et al.*, 2017).

Outras vantagens do sistema rotacionado, incluem pressão de pastejo uniforme, maior floração, crescimento e sobrevivência de espécies de plantas, melhor aproveitamento das pastagens, manutenção da cobertura de pastagem, maior teor de gramíneas perenes, aumento da produção de forragem, aumento da área basal perene, garantindo maiores taxas de acúmulo de forragem ao longo dos ciclos de pastejo (PACIULLO, 2003).

2.6 Gênero *Pennisetum*

O capim-elefante é conhecido em vários países africanos, e sua primeira classificação taxonômica foi feita em 1827 quando foi descrito como *Pennisetum purpureum* Schumacher (TCACENCO; BOTREL, 1997), e posteriormente reclassificado como *Cenchrus pupureus*. A planta já era amplamente utilizada como forrageira em diversas regiões do África, onde é conhecida por diferentes nomes regionais, incluindo Zinyamunga no Zimbábue.

Em 1903, a planta foi coletada por Coronel Napier de Bulawayo, que o levou ao Ministério da Agricultura da Rodésia (atual Zimbábue) para explorar a possibilidade de uso para alimentação de gado comercial (BOONMAN, 1993). Em 1910, uma publicação no Rhodesian Agricultural Journal, apresentou o novo capim forrageiro, que foi descrito como Zinyamunga ou forragem de Napier.

A partir de então o capim-elefante também passou a ser conhecido como capim-napier, devido à grande produção de matéria verde e boa aceitabilidade pelos animais, essa planta forrageira foi rapidamente disseminada por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. O capim-elefante foi introduzido no Estados Unidos em 1913, e a partir daí, foi disseminada para quase todas as Américas e outros continentes. No Brasil, foi introduzido em 1920 a partir de mudas cubanas, e sua primeira introdução e divulgação em todo o país foram detalhadamente descritos por Granato (1924).

O capim-elefante tem seu desenvolvimento pleno em temperaturas entre 28 e 33°C (FERRARIS *et al.*, 1986), diminuindo consideravelmente desenvolvimento abaixo de 15 °C, com crescimento limitado em temperaturas abaixo de 10 °C (JACQUES, 1994). A parte aérea pode secar devido à geada, mas voltar a crescer à medida que a temperatura se eleva, junto com aumento de umidade. De acordo com

Bogdan (1977) uma situação favorável para o desenvolvimento vegetativo é a duração da luz do dia variando de 12 a 13 horas.

A espécie é altamente exigente quanto à fertilidade do solo e não é adaptado para baixo pH e alto teor de alumínio. Embora o capim-elefante possa ser cultivado em diferentes tipos de solo, cresce melhor em áreas com profundidade, solos bem drenados e um pH na faixa de 4,5 a 8,2, desde que a fertilidade seja adequada (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010). Quanto à topografia, pode ser cultivada em terrenos com declives de até 25%, pois acima deste limite pode favorecer a erosão do solo devido ao seu porte elevado e hábito de crescimento cespitoso.

O capim-elefante possui sistema radicular vigoroso e profundo, bem como boa eficiência da transpiração em situações de estresse hídrico (LIANG *et al.*, 2018), o que lhe confere tolerância a seca moderada. A espécie, no entanto, não se adapta bem a solos encharcados ou áreas com inundações prolongadas. O capim-elefante é uma forragem sazonal, com 70-80% de rendimento concentrada na estação chuvosa. Assim, é importante considerar tanto o volume de precipitação quanto a distribuição de chuvas durante todo o ano.

O capim-elefante é uma planta com floração de dias curtos, mas o processo também é afetado por outros fatores ambientais, como temperatura e umidade do solo. De acordo com Hanna *et al.* (2004), a espécie requer 11h de luz ou menos para indução floral. A redução das temperaturas e das chuvas também atuam como fatores indutores da floração. No sudeste do Brasil, a floração ocorre normalmente entre março e agosto, um período com temperaturas mais amenas, dias curtos e baixa pluviosidade. Segundo Xavier *et al.* (1995) e Pereira (1993), a espécie pode ser dividida em três grupos de genótipos relacionados com a época de floração: precoce (março e abril), intermediária (abril e maio) e tarde (junho a agosto).

2.6.1 Principais cultivares

Existem muitas variedades de capim-elefante cultivadas no Brasil, e as mais tradicionais são a Napier, Cameroon, cultivares Mineiro e Roxo. Dos últimos lançamentos de cultivares, as variedades tradicionais têm sido cada vez mais substituídas por outros melhorados com maior rendimento e valor nutritivo. As principais cultivares em uso são:

BRS Capiaçú – Cultivar lançada pela Embrapa em 2014, sendo um capim forrageiro de porte alto que pode atingir mais de 4,0m, e apresenta folhas verdes, largas e longas, ausência de pelos na fase adulta, hastes grossas e entrenós longos. As touceiras são eretas com alta densidade de perfilhos (média de 30 perfilhos/m²) e potencial de produção total de matéria seca de 50 t/ha/ano. A cultivar tem propagação vegetativa por estaquia e é indicada para alimentação complementar na forma de silagem.

BRS Kurumi – Cultivar lançada pela Embrapa em 2012. Possui alto potencial de produção de forragem (30 t/ha/ano de matéria seca), alto valor nutricional (18 e 20% de proteína bruta e digestibilidade in vitro da matéria seca entre 68 e 70%), alta proporção folha/caule e facilidade de manuseio devido ao tamanho pequeno. A cultivar é propagada através de estacas vegetativas e é recomendado para pastejo em sistema de pastoreio rotativo e uso como corte e silagem.

BRS Canará – Essa cultivar lançada pela Embrapa em 2012 é caracteriza-se por ter porte alto, touceiras semi-abertas, folhas, bainha verde-amarelada e caules de diâmetro médio. Possui propagação vegetativa por estaquia e é indicada para silagem ou corte verde. Está bem adaptado à Amazônia e Biomas do Cerrado.

Pioneiro – A cultivar foi lançada pela Embrapa em 1996 apresenta tufo abertos, grande número de ramos aéreos e basais botões, caules finos e folhas eretas. A floração é precoce e em nos meses de inverno, produz folhas mais finas e curtas. Possui tamanho intermediário e pode ser utilizado no corte ou sistema de meia rotativa.

Cameroon – Cultivar introduzida no Brasil na década de 1960. As touceiras são eretas e medem até 3 m de altura. Os caules são grossos, peludos e com raízes adventícias; as folhas são longas, largas e peludas no lado superior da lâmina. A floração é tardia, tem potencial de produção de até 40 t/ ha/ano e é recomendado para silagem e corte verde.

Roxo - Cultivar introduzida da República do Togo com folhas roxas. Possui touceiras semiabertas, atingindo até 3,80 m de altura. As hastes são grossas; as folhas roxas são largas e longas, com pelos no lado superior da lâmina. A cultivar pode ser usado para silagem ou como forragem picada verde.

Mineiro – A cultivar foi a primeira variedade selecionada em Brasil obtido de progênies de meios-irmãos da cultivar Napier. A cultivar Mineiro é semelhante à cultivar Napier, com altura de até 3,80 m e touceiras abertas. As hastes apresentam raízes

adventícias, e as lâminas foliares exibem esparsos cabelos distribuído nos lados superior e inferior, tem uma alta capacidade de produção de matéria seca e perfilhamento vigoroso, com predominância de perfilhos aéreos.

Napier – A primeira cultivar de capim-elefante introduzida no Brasil em 1920. É uma das variedades mais tradicionais e tem a maior área cultivada. Possui touceiras semiabertas, podendo atingir uma altura de até cinco metros. As hastes têm diâmetro médio e entrenós longos. O as folhas são longas e peludas no lado superior da lâmina.

O capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Napier), é cultivado em praticamente todas as regiões tropicais e subtropicais no Brasil, com elevado potencial de produção de biomassa (pode variar de 10 a 50 t/ha/ano), boa palatabilidade onde é bem aceito pelos animais em pastejo controlado pelo sistema rotacionado, principalmente na rebrota onde há abundância de folhas novas e menor quantidade de caule, e possui alto vigor e persistência, sendo ideal para ser implementado neste sistema de pastejo (CAVALCANTE; LIRA, 2010).

Apesar de todas estas características favoráveis para seu emprego sob pastejo, o capim Napier acaba apresentando alguns problemas relacionados a forma que é utilizado nesta condição. De acordo com Gomide (2011), a produção no Napier é de caráter sazonal intenso, demonstrando todo seu potencial de produção na época das chuvas e períodos mais quentes do ano.

Nos meses mais frios e de baixas precipitações, resulta na sua estacionalidade. Outra questão que foi apontada por Voltolini (2010), é a dificuldade de manejo devido a seu hábito de crescimento ereto e ascendente, onde acaba por atingir alturas fora do alcance de pastejo pelos animais. A solução encontrada para utilizar este tipo de capim e controlar seu crescimento, é empregar o pastejo rotativo dos animais.

Este tipo de manejo, possibilita escolher a altura ideal do pasto (0,80 a 0,90 cm) para entrada dos animais, assim como a altura do resíduo que vai resultar em novo rebrote da planta (0,15 a 0,20 cm), até ela estar apta novamente ao próximo pastejo, respeitando o período de descanso determinado (Chaves, 2016).

O período de descanso ou intervalo de pastejo é um fator determinante dentro deste sistema rotativo do capim elefante, pois estabelece o rendimento da forragem, assim como seu valor nutritivo com a rebrota de folhas novas resultando na resposta de sua capacidade de perenidade (SBRISSIA *et al.*, 2018). A taxa de lotação/ha, assim como os dias de ocupação de cada piquete são determinantes para obter os melhores

resultados na produção de leite a pasto, garantindo assim que o produtor reduza seus gastos com alimentação do rebanho.

2.7 Gênero *Panicum*

O gênero *Panicum* pertencem à família Gramineae, tribo Paniceae, que possui cerca de 81 gêneros e mais de 1.460 espécies. Encontram-se distribuídas em uma ampla faixa do globo terrestre, com predominância na zona equatorial úmida (200 N a 200 S), que corresponde às regiões como a África, Américas Central e do Sul, norte da Austrália, Índia, sudeste da Ásia e as Ilhas do Pacífico, numa altitude de até 2.000 metros (ROCHA, 1991).

A espécie *Panicum maximum* Jacq. tem seu centro de origem na África tropical, sendo encontradas formas nativas até a África do Sul, apresentando-se como uma espécie pioneira ocupando o solo recém-desmatado e em pastagens sob sombra de árvores; porém, é na região leste africana que se encontra o maior potencial de diversidade da espécie (JANK, 1995).

Há na literatura mais de uma versão sobre a introdução de *P. maximum* Jacq. No Brasil, segundo Chase (1944), ocorreu através da importação de escravos africanos. O capim era utilizado como camas dos navios, logo se estabelecendo nas regiões onde os navios eram descarregados. Esta espécie difundiu-se rapidamente pela região noroeste do estado de São Paulo, sendo um dos mais valiosos contribuintes para a manutenção dos rebanhos nas épocas de escassez de alimentos, representando, no final da década de 1970, 32% da área de pastagens do estado (ARONOVICH, 1995).

Panicum maximum é uma das espécies mais importantes para a pecuária em regiões tropicais e subtropicais (FREITAS, 2012). Muitas cultivares de *P. maximum* apresentam níveis médios de tolerância ao sombreamento (SANTIAGO-HERNANDEZ *et al.*, 2016), o que indica que eles têm potencial para uso em sistemas silvipastoris. As cultivares Tanzânia e Massai foram liberados para o programa de melhoramento da EMBRAPA, e devido suas vantagens sobre as cultivares mais antigas, e estão atualmente entre as cultivares de *P. maximum* mais plantadas no Brasil. Eles têm mostrado nas últimas décadas, características favoráveis para a intensificação da produção de pastagens devido seu alto rendimento de matéria seca

e valor nutritivo da forragem, mas eles também têm altas demandas de fertilidade do solo, especialmente em termos de exigências de nitrogênio.

Gramíneas de alto potencial produtivo como as cultivares de *Panicum maximum* propiciam alta taxa de lotação e, conseqüentemente, alta produção de leite por hectare. São forrageiras que apresentam alta resposta à adubação nitrogenada, permitindo elevar a capacidade de suporte da pastagem. Os benefícios que tais gramíneas trazem para os sistemas de produção de leite a pasto são, além do alto valor nutritivo, a intensificação da produção de forragem durante a estação quente e chuvosa do ano, o que permite, por um lado, aumentar a capacidade de suporte da pastagem e, por outro, reduzir a área de pasto necessária para alimentação do rebanho. Com isso, é possível expandir as áreas destinadas à produção de forragem para o período de estiagem (GOMIDE; PACIULLU, 2018).

Panicum maximum cv. Tanzânia é uma forrageira cespitosa de porte médio (em torno de 1,2 m) com folhas médias (em torno de 2,6 cm) e decumbentes. As folhas e os colmos são lisos, e sem cerosidade. As inflorescências são do tipo panícula, e as ramificações primárias na base da inflorescência são curtas e as secundárias são longas ocorrendo apenas nas ramificações primárias inferiores. As espiguetas são lisas, distribuídas uniformemente pelas e apresentam muitas manchas roxas o que confere às inflorescências uma aparência aroxeada (SILVA *et al.*, 2019).

Devido a excelente produtividade do capim Tanzânia as exigências nutricionais dessa forrageira variam de média a alta, ou seja, a planta se desenvolve melhor em solos de textura moderada a argilosa, com fertilidade média a alta e sem problemas de acidez (BASSO, 2009).

O capim Tanzânia apresenta maior exigência em fósforo no estabelecimento em detrimento à manutenção. Para estabelecimento da pastagem, dependendo do sistema de exploração recomenda-se adubação de no mínimo 50 kg.ha⁻¹ de N. Para a manutenção, estudos têm demonstrado que a cultivar Tanzânia também responde positivamente a adubação nitrogenada. Souza *et al.* (2015) observaram em experimento em parcela, produções de 31,19, 33,77 e 37,74 t. ha⁻¹, respectivamente para as doses de 50, 75 e 100 kg.ha⁻¹ de N.

O capim Tanzânia apresenta maior resistência às cigarrinhas-das-pastagens quando comparado ao Colonião e Tobiata (GOMES *et al.*, 2011). Assim como o capim-Mombaça não existem relatos de ataques de cigarrinhas das pastagens (*Z. enteriana*, *Deois flavopicta*, *Mahanarva fimbriolata*) em pastagens de capim Tanzânia, sendo

essa cultivar, portanto, resistente ao ataque das pragas. A cultivar Tanzânia também não é susceptível ao ataque de cochonilha dos capins (*Antonina graminis*). A cultivar é suscetível ao fungo foliar *Bipolaris maydis*, e como a maioria das cultivares de *P. maximum*, é muitas vezes acometida pelos fungos *Tilletia ayersii*, *Claviceps purpurea* e *Sphacelia* que atacam as espiguetas.

O Tanzânia vem sendo muito bem empregada nos sistemas de produção de leite a pasto em pastejo rotacionado (SAVIDAN et al., 2014). O capim Tanzânia responde bem a adubação nitrogenada, e tem a como a boa parte das forrageiras tropicais uma certa estacionalidade na sua produção, com boas taxas de produção de massa nas épocas das chuvas com temperaturas mais elevadas e dias mais longos com boa luminosidade.

Em seus trabalhos, Cecato et al. (1996) obtiveram produções de 7.441 e 2.711 kg/ha de MS nos cortes das águas (35 dias) e da seca (70 dias), respectivamente. Barros et al. (2012) estudando o rendimento e composição química do capim Tanzânia estabelecido com milheto sob três doses de Nitrogênio (60, 120 e 180 kg/ha), relatou que houve efeito significativo das doses na produção de MS do capim, verificando aumento de 31,1 kg na produção de massa seca para cada quilograma de Nitrogênio aplicado.

2.8 Gênero *Cynodon*

As espécies de *Cynodon dactylon*, *Cynodon nlemfuensis*, *Cynodon plectostachyus* e *Cynodon aethiopicus*, são predominantemente encontradas na região tropical e, às vezes, na região subtropical do leste da África. Outras espécies tais como *Cynodon incompletus* e *Cynodon transvaalensis* são encontradas na África do Sul, enquanto *Cynodon arcuatus* e *Cynodon barbieri* ocorrem predominantemente no Sul da Ásia e em Ilhas do Pacífico Sul (HARLAN, 1970).

Os capins do gênero *Cynodon* dividem-se em dois grupos: as gramas ou bermudas e as estrelas. São pertencentes ao grupo das bermudas, os capins Swannee, Costal Bermuda, Florarkik, Coast-cross e Tifton e pertencem ao grupo das estrelas os capins Ona, Florico, Florona e Estrelas. As plantas do primeiro grupo apresentam rizomas e estolões, enquanto as do segundo grupo possuem apenas estolão (GARCIA et al., 2014). Os capins do grupo das estrelas pertencem à espécie

C. nlemfuensis, enquanto das bermudas pertencem a *C. dactylon* (HACKER; JANK, 1998). Entretanto, a cv. Tifton-85 é um híbrido entre ambas as espécies.

Ambas as gramas se desenvolvem com melhor facilidade durante a estação quente, enquanto a Florico, Florona e Tifton-85, continuam seu desenvolvimento em dias curtos e frios, desde que tenham condições adequadas de fertilidade e umidade (ATHAYDE *et al.*, 2012). O gênero *Cynodon* apresenta espécies com alta variabilidade morfológica, perenes, adaptadas as diferentes condições edafoclimáticas, com elevada qualidade e produtividade de forragem, resistência ao pisoteio, e exigentes em fertilidade do solo.

De acordo com Severiano *et al.* (2010), o sistema de raízes das forragens do gênero *Cynodon* apresentam sistema radicular persistente altamente desenvolvido. Se adaptaram bem as regiões brasileiras por terem um custo reduzido de produção e elevado potencial produtivo de massa de forragem (SILVA *et al.*, 2017).

Essas forrageiras são bastante flexíveis quanto à forma de utilização nos sistemas produtivos, pois se adaptam à colheita mecânica, bem como ao pastejo; podem ser utilizadas para a produção de feno ou silagem; em condições de pastejo, podem ser manejadas em lotação contínua ou em lotação rotacionada, além de serem recomendadas para o pastejo diferido; são indicadas para as diferentes categorias de bovinos leiteiros, desde as bezerras até as vacas em lactação.

As gramíneas do gênero *Cynodon* (estrelas, bermudas e seus híbridos) apresentam grande potencial forrageiro, principalmente, por sua elevada resposta a fertilização, grande capacidade de adaptação as diversas condições de solo, clima e pisoteio, assim como apresentam bom valor nutritivo, característica essencial para uso na alimentação de vacas leiteiras.

Leal e Nascimento (2017), em trabalho realizado em Teresina – PI, em pastagens irrigadas na época da seca (entre julho e dezembro) de *Cynodon* spp cv. Tifton 85, utilizaram vacas de leite Holandês x Zebu, que receberam suplemento na proporção de 1,0 kg de concentrado para cada 2,0 kg de leite produzido acima da produção mínima de 10,0 kg de leite. Verificaram-se produtividades iguais a 11,33 kg de leite vaca⁻¹.dia e 56,65 kg ha⁻¹.dia em pastagem de capim-tifton 85 manejada em lotação intermitente, com período de ocupação de três dias e período de descanso de 27 dias.

Vilela *et al.* (2006) avaliaram o desempenho produtivo de vacas da raça Holandesa mantidas em pastagem de Coast-cross fertilizada, irrigada e suplementada com 3 ou 6 kg de concentrado/vaca/dia, durante outubro de 2000 a outubro de 2003.

O método de pastejo foi o rotativo, com um dia de ocupação e 25 e 35 dias de descanso dos piquetes, nas estações chuvosa e seca, respectivamente. As produções médias diárias de leite (corrigidas para 3,5% de gordura) foram de 15,5 e 19,1 kg vaca⁻¹ e de 77,8 e 94,0 kg ha⁻¹, quando foram fornecidos, para cada vaca, 3 e 6 kg de concentrado, respectivamente. Os autores concluíram que pastagem de Coast-cross, quando fertilizada e manejada adequadamente, viabiliza elevadas produtividades de leite por animal e por área.

Vilela (2005), em revisão sobre o manejo de pastagem do gênero *Cynodon*, concluiu que, entre as gramas bermuda, 'Tifton 85' tem boas características para corte e pastejo e Coast-cross tem surpreendido pelo potencial, apresentado em termos de capacidade de suporte e qualidade da pastagem para vacas de leite.

Conforme os estudos de Paris *et al.* (2016), no gênero *Cynodon*, as variedades Tifton 85 e Coast-cross, são utilizadas devido ao rápido estabelecimento, elevada produtividade, reduzida suscetibilidade ao pisoteio.

2.8.1 Capim Tifton 85

Segundo estudos de Burton *et al.* (1967), o capim Tifton 85 é um híbrido do gênero *Cynodon*, também conhecidos como capim bermuda, oriundo do cruzamento do cultivar Tifton 68 com uma introdução PI-290884, proveniente da África do Sul.

O tifton 85 foi desenvolvido na Coastal Plain Experiment Station (USDA-University of Georgia), em Tifton, sul do Estado da Geórgia, fruto do cruzamento de uma introdução sul-africana com o tifton- 68. A forrageira, é exigente em fertilidade do solo e adequado manejo da irrigação.

É uma forrageira perene, estolonífera, rizomatosa, possui elevado potencial de produção de forragem com qualidade com produções anuais na faixa de 15 a 25 t de MS/ha, vigorosa formação do estande inicial da pastagem, em função do rápido crescimento dos rizomas e estolões, se dispondo rapidamente no solo (PEDREIRA, 2010). Devido sua estrutura rizomatosa e estolonífera, pode tolerar melhor situações de estresse, como na ocorrência de geadas, fogo, déficit hídrico e pastejo baixo.

Seu uso é variado, podendo ser empregado tanto para pastejo como para conservação de forragem nas mais diversas formas (feno, silagem ou pré-secado), reduzida susceptibilidade a doenças e boa tolerância à cigarrinha das pastagens, bem adaptado a diferentes tipos de solos e climas. Apresenta elevada capacidade de resposta a fertilizações, podendo responder bem à irrigação e por isso muito recomendado para exploração mais tecnificada ou intensiva (PELLEGRINI, 2016).

Alguns estudos têm apontado produtividade de Tifton 85 pouco superior a 20.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca (MS), com taxa de acúmulo variando entre 55 e 83 kg ha⁻¹ dia (TEIXEIRA *et al.*, 2013). Com relação às taxas de acúmulo, Sanches *et al.* (2016) realizaram um experimento e observaram valor de 69,5 kg MS ha⁻¹.dia⁻¹ durante as diferentes estações do ano. Valor similar foi encontrado por Fagundes *et al.* (2012) que verificaram média de 70 kg MS ha⁻¹.dia⁻¹.

Sanches *et al.* (2015) encontrou maior teor de proteína bruta (PB) no verão, com valor de 23,45%, sendo que normalmente os valores encontrados estão na faixa entre 14 e 19%, sendo variáveis ao longo do ano e dependentes da temperatura e fotoperíodo. Relacionado a digestibilidade “*in vitro*” da massa seca (DIVMS) pesquisas apontam valores entre 60 e 80% (SANCHES *et al.*, 2015), segundo Bow *et al.* (2010) quanto maior o valor da DIVMS, menor é o teor de lignina, e dessa forma maior é a qualidade nutricional da pastagem.

O capim Tifton 85 vem sendo muito utilizado para intensificar a produção de leite, por ser de alta produtividade e ter uma elevada resistência a sazonalidade (CORRÊA; SANTOS, 2006).

2.8.2 Capim Coast-cross

Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) é uma das espécies mais forragem importante e amplamente utilizada em climas tropicais, sendo ideal para pastagem e produção de feno.

De acordo com os relatos de Vilela *et al.* (2005), o capim Coast-cross é um capim híbrido estéril, desenvolvido na Estação Experimental de Tifton (na cidade de Tifton, Geórgia, EUA) obtido do cruzamento da cultivar Coastal (*Cynodon nlemfuensis* Vanderist) e o capim-bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), de alta digestibilidade, pouco tolerante ao frio, proveniente do Quênia (BOGDAN, 1977). Foi introduzido no Brasil na década de 70 e liberado para plantio no ano de 1967.

Possuí estolões longos, e colmos finos que podem variar de 10 a 25 cm de comprimento, apresentando nós pequenos, as folhas se caracterizam com fita dupla, e a lâmina foliar é estreita podendo sua largura variar entre 2 a 4 mm com comprimento de 3 a 4 mm, as bainhas já apresentam-se mais comprimidas, sendo uma forrageira perene, rasteira, não rizomatoso, e estolonífera. Sua inflorescência é pequena constituída por agrupamentos de três a cinco espigas. Coast-cross possui folhas macias, com um verde menos intenso, sendo resistente ao pastejo por ter seu meristema apical próximo do solo, além de uma grande capacidade de rebrote (CARNEVALLI, 2001).

O capim Coast-cross quando utilizado para pastejo, se bem manejado, produz elevado teor de biomassa com alto valor nutritivo, com boa distribuição ao longo do ano (ANJOS *et al.*, 2017). Apresenta facilidade e tolerância a cortes frequentes e produz completa cobertura do solo. Vilela *et al.* (2005), trabalhando na região Sudeste com bovino leiteiro, destacaram o potencial de produção de Coast-cross de cerca de 20 t ha⁻¹ por ano de matéria seca (MS) de forragem com a seguinte composição química: 13,9% de PB, 68% de FDN e 35% de FDA, no município de Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais.

Aguirre *et al.* (2014) avaliando a produção de forragem e lotação animal em sistema forrageiro de Coast-cross com altura de dossel de 25 cm e fertilizado com 200 kg de N ha⁻¹.ano, obtiveram média de taxa diária de acúmulo de forragem, produção de forragem e taxa de lotação animal iguais a 70,4 kg MS. ha⁻¹.dia, 24.300 kg MS.ha⁻¹ e 7,7 UA.ha⁻¹ dia, respectivamente. Os mesmos autores avaliando a massa de forragem no pré pastejo obtiveram média de 3.721 kg MS.ha⁻¹. Em estudo similar, Anjos *et al.* (2017) obtiveram uma média de 3.190 kg MS.ha⁻¹ para a massa de forragem pré pastejo, onde a altura de entrada dos animais foi padronizada em 25 cm, e taxa de lotação animal de 6,8 vacas.ha⁻¹ dia.

3 Material e métodos

3.1 Estratégia de busca

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes da declaração *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (MOHER *et al.*, 2009). A estratégia PICO seguiu a declaração das diretrizes da PRESS (MCGOWAN *et al.*, 2016) e definiu População: forrageiras tropicais e subtropicais.; Intervenção: ciclos de pastejo; Controle: desempenho produtivo das forragens durante dos ciclos de pastejo.

A estratégia PICO foi utilizada para obter a questão de pesquisa sobre o desempenho de forrageiras tropicais em diferentes ciclos de pastejo de vacas leiteiras: como as forrageiras tropicais e subtropicais se comportam durante seus determinados ciclos de pastejo em relação a massa de forragem, níveis de proteína, fibra e demais variáveis, e quanto isso interfere na produção de leite a pasto?

A estratégia de busca foi realizada nos meses de dezembro 2021 a março de 2022, por dois autores, em busca de estudos sobre os ciclos produtivos de forrageiras tropicais do gênero *Cynodon*, *Panicum*, *Pennisetum*, para produção de leite a pasto. As bases de buscas oficiais utilizadas foram Google Scholar, Scopus, Web of Science, Pubmed, Scielo, Periódico Capes, Microsoft Academi e Word Wise Science.

A busca foi adaptada com os termos chave e acrescidos dos respectivos operadores booleanos usados em cada banco de dados, conforme apresentado na Tabela 1

Tabela 1. Estratégia de busca (palavras-chave) realizada para cada base de dados e número de trabalhos publicados encontrados.

Base de Dados	Idioma	Estratégia de Busca	Resultados (nº de estudos)
Google Scholar	inglês	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (cow OR dairy) AND (dry matter production OR forage mass OR crude protein OR neutral detergent fiber OR Holstein cows OR milk production OR lactation period) AND (grazing)	3940
Google Scholar	português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (vaca OR leiteira) AND (produção de matéria seca OR massa de forragem OR proteína bruta OR fibra em detergente neutro OR vacas holandesas OR produção de leite OR período de lactação) AND (pastejo rotacionado OR intermitente OR ciclos de pastejo)	868
Web of Science	inglês	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (“forage tropical” OR “grazing tropical” OR “pasture tropical”) AND (“production forage” OR “nutritional value”) AND (“rotate pasture” OR “pasture” OR “capacity intermittent”) AND (“dairy cows”)	282
Web of Science	português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (“forragens tropicais” OR “pastagens tropicais”) AND (“produção de forragem” OR “valor nutritivo”) AND (pastejo OR “pastejo rotacionado” OR “lotação intermitente”) AND (“vacas leiteiras”)	0
Scopus	inglês	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (cow OR dairy) AND (dry matter production OR forage mass OR crude protein OR neutral detergent fiber OR Holstein cows OR milk production OR lactation period) AND (grazing)	205
Scopus	Português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (vaca OR leiteira) AND (produção de matéria seca OR massa de forragem OR proteína bruta OR fibra em detergente neutro OR vacas holandesas OR produção de leite OR período de lactação) AND (pastejo rotacionado OR intermitente OR ciclos de pastejo)	6
Scielo	inglês	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (cow OR dairy) AND (dry matter production OR forage mass OR crude protein OR neutral detergent fiber OR Holstein cows OR milk production OR lactation period) AND (grazing)	100

			50
Scielo	Português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (vaca OR leiteira) AND (produção de matéria seca OR massa de forragem OR proteína bruta OR fibra em detergente neutro OR vacas holandesas OR produção de leite OR período de lactação) AND (pastejo rotacionado OR intermitente OR ciclos de pastejo)	10
Pubmed	inglês	((<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (“forage tropical” OR “grazing tropical” OR “pasture tropical”) AND (“production forage” OR “nutritional value”) AND (“rotate pasture” OR “pasture” OR “capacity intermittent”) AND (“dairy cows”))	54
Pubmed	português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (“forragens tropicais” OR “pastagens tropicais”) AND (“produção de forragem” OR “valor nutritivo”) AND (pastejo OR “pastejo rotacionado” OR “lotação intermitente”) AND (“vacas leiteiras”)	0
Periódico Capes	inglês	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (cow OR dairy) AND (dry matter production OR forage mass OR crude protein OR neutral detergent fiber OR Holstein cows OR milk production OR lactation period) AND (grazing)	1645
Periódico Capes	português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (vaca OR leiteira) AND (produção de matéria seca OR massa de forragem OR proteína bruta OR fibra em detergente neutro OR vacas holandesas OR produção de leite OR período de lactação) AND (pastejo rotacionado OR intermitente OR ciclos de pastejo)	15
Microsoft Academi	inglês	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (cow OR dairy) AND (dry matter production OR forage mass OR crude protein OR neutral detergent fiber OR Holstein cows OR milk production OR lactation period) AND (grazing)	519
Microsoft Academi	português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (vaca OR leiteira) AND (produção de matéria seca OR massa de forragem OR proteína bruta OR fibra em detergente neutro OR vacas holandesas OR produção de leite OR período de lactação) AND (pastejo rotacionado OR intermitente OR ciclos de pastejo)	59
World Wide Science	inglês	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (“dairy cow”) AND (“dry matter” OR “forage mass” OR “crude protein” OR “neutral detergent fiber”) AND (grazing)	187

World Wide Science	português	(<i>Cynodon</i> OR <i>Panicum</i> OR <i>Pennisetum</i>) AND (“vacas leiteiras”) AND (“matéria seca” OR “massa de forragem” OR “proteína bruta” OR “fibra em detergente neutro”) AND (pastejo)	0
Total			7890

Para a buscas efetuadas nas páginas eletrônicas dos periódicos, foi determinada a busca individual por gênero da forrageira, tendo em primeiro momento apenas trabalhos publicados com gênero *Cynodon*, seguido de nova busca individual com gênero *Panicum*, e por último gênero *Pennisetum* de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Buscas efetuadas em periódicos com endereço eletrônico e número de trabalhos encontrados

Periódico	Endereço Eletrônico	Gênero da Forrageira	Resultados
REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECIA(RBZ)	https://www.rbz.org.br/pt-br/	<i>Cynodon</i>	124
		<i>Panicum</i>	123
		<i>Pennisetum</i>	113
ACTA SCIENTIARUM ANIMAL SCIENCES	https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci	<i>Cynodon</i>	70
		<i>Panicum</i>	25
		<i>Pennisetum</i>	25
ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA	https://www.scielo.br/j/abmvz/	<i>Cynodon</i>	34
		<i>Panicum</i>	07
		<i>Pennisetum</i>	37
CIÊNCIA ANIMAL BRASILEIRA	https://www.revistas.ufg.br/vet	<i>Cynodon</i>	70
		<i>Panicum</i>	50

		<i>Pennisetum</i>	55
CIÊNCIA E AGROTECNOLOGIA	https://www.scielo.br/j/cagro/	<i>Cynodon</i>	13
		<i>Panicum</i>	06
		<i>Pennisetum</i>	24
		<i>Cynodon</i>	37
CIÊNCIA RURAL	http://coral.ufsm.br/ccr/cienciarural/	<i>Panicum</i>	03
		<i>Pennisetum</i>	57
		<i>Cynodon</i>	45
PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	https://www.scielo.br/j/pab/	<i>Panicum</i>	95
		<i>Pennisetum</i>	147
		<i>Cynodon</i>	03
REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA	http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista	<i>Panicum</i>	05
		<i>Pennisetum</i>	15
		<i>Cynodon</i>	

REVISTA TRÓPICA: CIÊNCIA AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS	http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica	<i>Cynodon</i>	05
		<i>Panicum</i>	07
		<i>Pennisetum</i>	03
SEMINA CIÊNCIAS AGRÁRIAS	https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias	<i>Cynodon</i>	48
		<i>Panicum</i>	49
		<i>Pennisetum</i>	50
REVISTA CIENTIFICA RURAL	http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/index	<i>Cynodon</i>	02
		<i>Panicum</i>	01
		<i>Pennisetum</i>	01
COLOQUIUM AGRARIE	https://journal.unoeste.br/index.php/ca	<i>Cynodon</i>	0
		<i>Panicum</i>	05
		<i>Pennisetum</i>	01
BOLETIM DA INDUSTRIA ANIMAL	http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia	<i>Cynodon</i>	39

		<i>Panicum</i>	93
		<i>Pennisetum</i>	44
AGRARIAN	https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/index	<i>Cynodon</i>	04
		<i>Panicum</i>	07
		<i>Pennisetum</i>	10
ARQUIVOS DE CIÊNCIAS VET. E ZOOLOGIA UNIPAR	https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria	<i>Cynodon</i>	11
		<i>Panicum</i>	08
		<i>Pennisetum</i>	09
NUCLEUS ANIMALIUM	http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/animalium	<i>Cynodon</i>	01
		<i>Panicum</i>	02
		<i>Pennisetum</i>	03
PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA	http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag	<i>Cynodon</i>	03
		<i>Panicum</i>	02

		<i>Pennisetum</i>	04
TROPICAL GRASSLANDS	https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft	<i>Cynodon</i>	19
		<i>Panicum</i>	08
		<i>Pennisetum</i>	19
REVISTA BRAS. DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (AGRÁRIA	http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA	<i>Cynodon</i>	06
		<i>Panicum</i>	06
		<i>Pennisetum</i>	21
SCIENTIA AGRICOLA	https://www.scielo.br/j/sa/	<i>Cynodon</i>	18
		<i>Panicum</i>	06
		<i>Pennisetum</i>	14
Total			1713

Ao final foi realizada uma busca manual na bibliografia de cada artigo selecionado, obtendo mais resultados, os quais foram agregados a pesquisa.

3.2 Critérios de seleção e itens de inclusão dos estudos

Nos critérios de seleção fariam parte do estudo, artigos completos, sem restrição do ano de publicação, que demonstrassem em suas pesquisas os ciclos de pastejo de forrageiras tropicais e subtropicais dos gêneros *Cynodon*, *Panicum* e *Pennisetum* destinados a produção de leite a pasto no Brasil.

Foram consideradas avaliações de no mínimo dois ciclos de pastejo, com pastagens irrigadas e não irrigadas, recebendo ou não adubação, somente em sistema de pastejo rotacionado, com vacas leiteiras recebendo ou não suplementação durante o período de lactação.

No estudo foram desconsideradas outras espécies de animais, a utilização de forrageiras consorciadas também foram descartadas para a seleção, assim como estudos em casa de vegetação ou em parcelas experimentais sem pastejo. Trabalhos de literatura cinza como dissertações, teses, livros, revisões e artigos de opinião, também não fizeram parte do estudo, com a intenção de selecionar apenas estudos com maior evidência científica por terem sido revisados por pares e pertencentes e indexadores reconhecidos no meio científico, oriundos de experimentos efetuados no Brasil.

Foram considerados estudos na língua portuguesa e inglesa, já, idioma espanhol não obtiveram resultados nas pesquisas de bases e nem mesmo na pesquisa nas páginas das revistas eletrônicas.

3.3 Seleção de estudos e extração de dados

Os artigos selecionados foram identificados por busca eletrônica em cada banco de dados e os resultados compilados pelo gerenciador de referências Zotero 5.0.96.3. Logo após os estudos duplicados foram eliminados, assim como os que foram avaliados pelo título e resumo, sendo excluídos todos aqueles que não se encaixavam nos critérios de inclusão.

Os estudos que foram incluídos passaram por avaliação e coleta de dados, logo após, foram tabulados os dados de cada um com auxílio do programa Microsoft Excel

(2020) e criado critérios e códigos de seleção para cada forrageira. Os dados coletados foram informações sobre autores, ano e país de origem, assim como nome da revista onde foi publicado, design do estudo, dados sobre as forrageiras e número de ciclos de pastejo, dados meteorológicos, características bromatológicas de cada cultivar, quantidade de animais e produção de leite.

3.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando o ambiente de programação estatística R versão 4.2.1 (<https://www.r-project.org/>).

A estatística descritiva e os gráficos preliminares foram realizadas utilizando-se os pacotes `psych` e `ggplot2`, respectivamente. Primeiramente, os valores máximo e mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação foram calculados para descrever os diversos padrões de todas as características analisadas dentro dos estudos incluídos na revisão sistemática. Gráficos preliminares dos modelos (não mostrados) foram criados para permitir uma representação visual da relação entre a variável dependente e a variável independente, bem como o reconhecimento de outliers perceptíveis.

Para todo o banco de dados, a função `lmer` implementada no pacote '`lme4`' (BATES *et al.*, 2015) foi utilizada para executar um Modelo Linear Misto para cada uma das características analisadas, com efeitos fixos dos ciclos de pastejo, intervalos de pastejo e suas interações. O procedimento de Modelo Linear Misto foi utilizado para ajustar modelos de regressão e identificar uma resposta linear-quadrática aos ciclos de pastejo e intervalos de pastejo.

Os experimentos foram considerados com efeito aleatório porque cada estudo contribui com um desfecho aleatório de uma coleção de estudos (ST-PIERRE, 2001; SAUVANT *et al.*, 2008). Os dados foram ponderados utilizando-se a raiz quadrada do número de repetições de cada observação devido à variabilidade entre os estudos.

A priori, em nosso conjunto de modelos, utilizamos o pacote `lmerTest` (KUZNETSOVA, 2016) para testar a significância dos coeficientes.

Começamos a definir um modelo completo com as variáveis explicativas que tínhamos interesse biológico, por exemplo:

```
Modelo.completo <- lmer (DM ~ ciclo_pastejo + I(ciclo_pastejo^2) +  
intervalo_pastejo + I (intervalo_pastejo s^2) + ciclo_pastejo * intervalo_pastejo + (1|  
PubID), pesos = sqrt(N)) onde DM (Matéria Seca neste exemplo) é o valor da variável
```

dependente Y no modelo, ciclo_pastejo e intervalo_pastejo são os coeficientes lineares enquanto ciclos_pastejo^2 e $\text{intervalo_pastejo}^2$ são os coeficientes quadráticos da relação, enquanto PubID é o código de estudo e N é o número de repetições de cada amostra.

Utilizou-se o Critério de Informação de Akaike (AIC) e a Análise de Variância (ANOVA) para selecionar o modelo mais parcimonioso explicando a variação nas características analisadas.

Modelos com $\Delta\text{AIC} \leq 2$ (HAMEL; CÔTÉ, 2009) e ANOVA com valor de $P > 0,05$ foram considerados equivalentes. Quando os modelos eram equivalentes, o modelo com menos parâmetros era considerado o melhor. Posteriormente, o ajuste de cada modelo foi examinado por análise gráfica.

4 Resultados e discussão

4.1 Revisão sistemática

Dos 31 estudos, foi constatado que apenas a cultivares Napier (*Pennisetum purpureum* Schumach), Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), Tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e Tanzânia (*Panicum maximum*), possuíam dados completos para compor a meta-análise, resultando em 15 artigos, sendo outras cultivares descartadas da análise estatística.

Foram encontradas 7890 publicações nas 8 bases pesquisadas, sendo os resultados organizados pelo gerenciador de referências Zotero 5.0.96.3. Publicações duplicadas somaram 3523 estudos, e logo após serem removidas foi obtido um total de 4367 publicações elegíveis para a próxima etapa de extração de dados.

Essa próxima etapa que contou com a avaliação pelo título e leitura do resumo, foram eliminados 3158 artigos, ficando um total de 1209 para posterior avaliação de conteúdo, onde foram descartados 213 artigos de revisão, 118 resumos de eventos nacionais e internacionais, 94 artigos de opinião, 312 capítulos de livros, 54 dissertações e 94 teses. Restaram 324 artigos para leitura na íntegra, onde foram descartadas 298 publicações por não fazerem parte dos itens de inclusão estabelecidos na pesquisa, totalizando nesta etapa de pesquisa nas bases de buscas 26 artigos elegíveis para o estudo de acordo com a Tabela 1.

Na segunda etapa de buscas que compreenderam os periódicos eletrônicos conforme Tabela 2, foram encontrados 1713 artigos publicados, que na sequência foram analisados pelo título e resumo onde foram excluídas 1496 publicações, restando 217 trabalhos para serem analisados na sua íntegra resultando na exclusão de mais 212 artigos, restando 5 trabalhos elegíveis para a pesquisa. Após estas duas etapas de buscas, foram obtidos 31 artigos onde se encaixavam em todos os critérios determinados para a pesquisa.

A busca pela bibliografia individual de cada um dos 31 artigos resultou em 15 artigos extras que foram previamente selecionados e descartados em seguida por não

atenderem aos critérios de seleção, dando então por encerrada a busca em definitivo. Posteriormente realizou-se a coleta e extração dos dados para obtenção dos resultados.

Um fluxograma de cada etapa e o número de estudos selecionados estão apresentados na Figura 1.

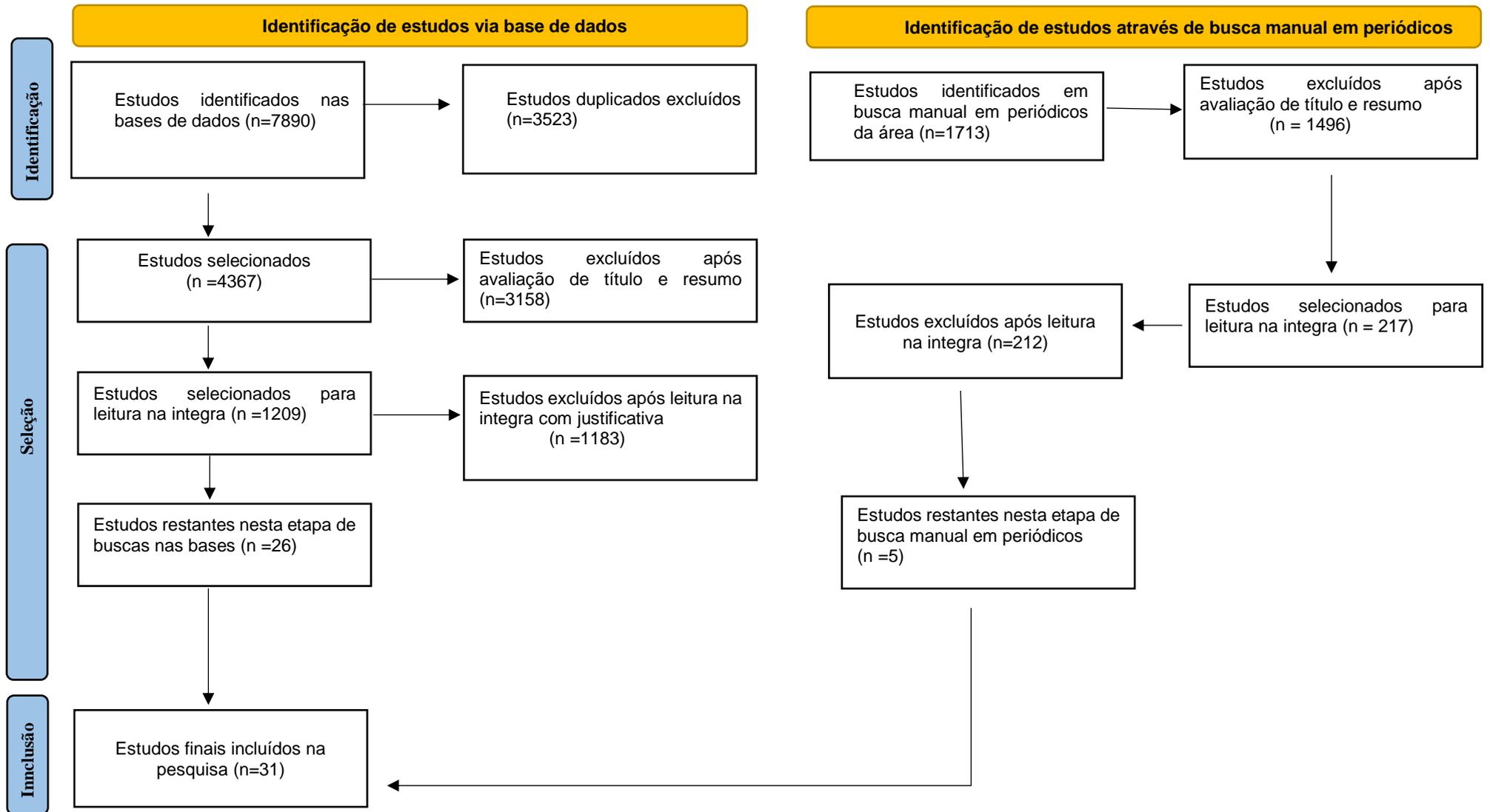


Figura 1. Diagrama de fluxo seguindo as diretrizes PRISMA. Demonstração do número total de registros identificados e filtrados em cada etapa do processo de seleção a partir da revisão sistemática de forrageiras tropicais e subtropicais dos gêneros *Cynodon*, *Panicum* e *Pennisetum* destinados a produção de leite a pasto. Fonte: MOHER *et al.* (2010).

A base de dados foi composta por 31 artigos científicos publicados de 1996 a 2019. Todos os estudos selecionados na pesquisa foram realizados no Brasil. O estado de Minas Gerais apresentou nos estudos o maior número de experimentos realizados (12), seguidos por Rio de Janeiro (5), São Paulo (5), Rio Grande do Sul (5), Paraná (2), Goiás (1) e Pará (1), conforme demonstra a Figura 2.

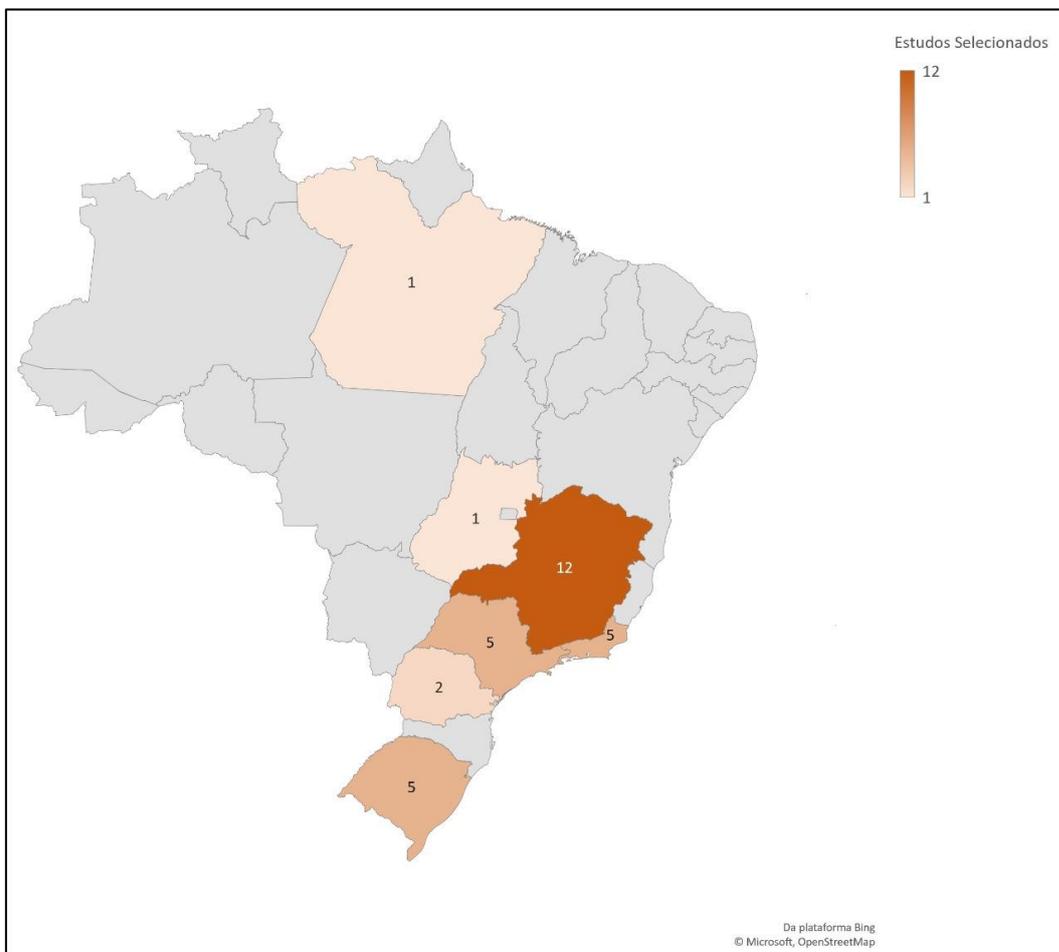


Figura 2. Distribuição dos artigos presentes na base de dados em estados brasileiros. Fonte: própria autora (2022).

Dentre as forrageiras tropicais, o destaque é para o gênero *Pennisetum*, com o capim Elefante Napier que fez parte em 11 experimentos, seguido do capim elefante Merkeron Pinda com 5 experimentos. Para o gênero *Cynodon* com capim Tifton 85, foi encontrado em 6 experimentos, seguido do capim Coast-cross com 4 experimentos. E no gênero *Panicum* o capim Tanzânia fez parte de outros 6 estudos, de acordo com a Tabela 3.

Os animais que faziam parte dos experimentos, eram mantidos em sistema semi-intensivo de pastoreio rotativo em piquetes. Os ciclos de pastejo variaram de 2 a 8 ciclos, com período de ocupação em cada piquete de 2 a 4 dias dos animais em pastejo. O período de descanso da pastagem foi de 20 a 48 dias de intervalo até a volta dos animais ao piquete.

O critério utilizado para entrada nos animais na pastagem em alguns experimentos foi altura de dossel de 25 a 50 cm para capim Tifton 85, e em outros estudos como no caso do capim elefante quando o dossel estivesse com altura aproximada de 1 metro. E em alguns casos como capim Tanzânia e Mombaça, apresentavam interceptação luminosa 95% ativa, a entrada dos animais era permitida.

Em relação a adubação, a área destinada ao experimento era avaliada com coleta de solo e corrigida antes da implantação da pastagem. As aplicações de adubo eram feitas em 2 a 5 vezes nos períodos determinados pelo experimento, levando em conta época das chuvas e de seca.

Tabela 3. Descrição da base de dados.

Código	Autor/Ano	Referências			Dados			
		Estados do Brasil	Forrageira	Estação do ano	Fator crescimento	Nº ciclos pastejo	Intervalo entre pastejos (dias)	Período ocupação (dias)
1	Aguirre (2016)	Rio Grande do Sul	Capim Coast-cross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers)	Outono e inverno	Estolonífero	4	20	2
2	Aroeira (1999)	Minas Gerais	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Outono, Inverno e Primavera	Cespitoso	8	30	3
3	Alvim (2003)	Minas Gerais	Capim Grama Estrela Africana (<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst)	Primavera	Estolonífero	2	25	2
			Capim Florona (<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst)	Primavera	Estolonífero	2	25	2
			Capim Florico (<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst)	Primavera	Estolonífero	2	25	2
			Capim Florakirk (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers)	Primavera	Estolonífero	2	25	2
4	Balieiro Neto (2007)	Minas Gerais	Capim Tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.)	Primavera, Verão,	Estolonífero	8	28	4

				Outono e inverno				
5	Bulegon (2013)	Paraná	Capim Áries (<i>Panicum maximum</i> Jacq)	Primavera, Verão, Outono e inverno	Cespitoso	2	40	2
			Capim Mombaça (<i>Panicum maximum</i> Jacq)	Primavera, Verão, Outono e inverno	Cespitoso	2	40	2
6	Brandstetter (2018)	Goiás	Capim Jiggs (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers)	Outono e inverno	Estolonífero	4	19	1
7	Carvalho (2005)	Minas Gerais	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Primavera, verão e outono	Cespitoso	7	30	3
8	Clips (2006)	Rio de Janeiro	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Inverno	Cespitoso	3	42	3
			Capim Mombaça (<i>Panicum maximum</i> Jacq)	Inverno	Cespitoso	3	42	3

9	Coser (1998)	Rio de Janeiro	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Primavera	Cespitoso	3	30	5
10	Derez (2001)	Rio de Janeiro	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Primavera, verão e outono	Cespitoso	7	30	3
11	Derez (2006)	Rio de Janeiro	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Primavera, verão e outono	Cespitoso	7	30	3
12	Fonseca (1998)	Minas Gerais	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Primavera e verão	Cespitoso	5	30	3
13	Gonçalves (2003)	Pará	Capim Elefante Guaçu (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Outono, inverno e primavera	Cespitoso	6	33	3
14	Lima (2004)	São Paulo	Capim Elefante Guaçu (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Verão	Cespitoso	4	40	2
			Capim Tanzânia (<i>Panicum maximum</i> Jacq)	Verão	Estolonífero	4	30	3
15	Lima (2006)	São Paulo	Capim Elefante Guaçu (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Verão, outono e inverno	Cespitoso	8	40	2

			Capim Tanzânia (<i>Panicum maximum</i> Jacq)	Verão, outono e inverno	Estolonífero	8	33	2
16	Meinerz (2011)	Rio de Janeiro	Capim Elefante Merkeron Pinda (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Inverno, primavera e verão	Cespitoso	7	41	3
17	Morenz (2017)	Minas Gerais	Capim Elefante BRS Kurumi (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Outono e inverno	Cespitoso	4	24	4
18	Neto (2018)	Minas Gerais	Capim Tanzânia (<i>Panicum maximum</i> Jacq)	-	Estolonífero	4	30	3
19	Olivo (2006)	Rio Grande do Sul	Capim Elefante Merkeron Pinda (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Inverno	Cespitoso	3	43	1
20	Olivo (2013)	Rio Grande do Sul	Capim Elefante Merkeron Pinda (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Inverno, primavera e verão	Cespitoso	8	30	3
21	Paciullo (2008)	Minas Gerais	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Verão, outono, inverno e primavera	Cespitoso	12	30	3
22	Sanches (2015)	Paraná	Capim Tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.)	Outono, inverno e	Estolonífero	5	30	3

23	Santos (1999)	São Paulo	Capim Mombaça (<i>Panicum maximum</i> Jacq)	primavera Primavera e verão	Cespitoso	4	48	2
24	Santos (2005)	São Paulo	Capim Elefante Guaçu (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Primavera e verão	Cespitoso	4	40	2
25	Scaravelli (2007)	Rio Grande do Sul	Capim Coast-cross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers)	Verão e outono	Estolonífero	4	19	3
			Capim Milheto (<i>Pennisetum americanum</i>)	Verão	Cespitoso	3	30	2
26	Simonetti (2019)	Rio Grande do Sul	Capim Elefante Merkeron Pinda (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Outono e inverno	Cespitoso	4	30	2
27	Soares (2001)	Minas Gerais	Capim Elefante Napier (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Inverno, primavera e verão	Cespitoso	4	30	3
28	Teixeira (2013)	Minas Gerais	Capim Tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.)	Primavera, verão, outono e inverno	Estolonífero	10	21	3
29	Vilela (1996)	Minas Gerais	Capim Coast-cross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers)	Outono e inverno	Estolonífero	3	26	2

30	Vilela (2006)	Minas Gerais	Capim Coast-cross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers)	Primavera	Estolonífero	2	28	2
31	Voltolini (2010)	São Paulo	Capim Elefante Cameroon (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Primavera e verão	Cespitoso	2	26	2

Destes 31 artigos foram utilizados na meta-análise apenas 15 estudos que continham dados mais completos para análise. Os outros 16 estudos foram eliminados da análise, por falta de consistência de dados e números de repetições insuficientes para serem aplicados nos modelos.

Os artigos eliminados de acordo com Tabela 3 são os códigos: 3, 5, 6, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 29, 30, 31.

Dos 15 estudos que compuseram a meta-análise, apesar de terem dados como, Massa de forragem, PB, FDN, FDA, %MS e Produção de Leite, que foram a base de discussão deste estudo, ainda faltam dados mais precisos da forragem e da questão animal e sua influência nos experimentos dos estudos. Na Tabela 4, podemos verificar a ausência de dados com informações importantes em todos os 15 artigos que participaram da meta-análise. Ausência essa que afetou a discussão e entendimento do comportamento produtivo e nutricional da planta, assim como dados sobre os animais em lactação utilizados nos estudos.

Tabela 4. Dados Inexistentes nos artigos avaliados.

Autor/ano	Relação Folha Colmo %	Lâminas Foliares %	Massa De Folha verde (kg/MS /há)	Massa De Caule (kg MS/ha)	Colmo %	Folhas Novas %	Taxa de Acúmulo Diário MS (kg/MS/dia)	Matéria seca desapa recida %	Altura da planta (cm)	Altura Resíduo (cm)	Taxa de Lotação (UA/ha)	Oferta de forragem (%PV)	Carga Animal Kg PV. ha ⁻¹	Material Morto (kg/MS/ ha)	Peso vivo médio dos animais (KG)	Raça dos animais
Aroeira, 1999	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	⊗	⊗	⊗	⊗	✓
Carvalho, 2005	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	⊗	✓	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Clips, 2006	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Coser, 1998	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	⊗	✓	⊗	⊗	⊗
Derez, 2001	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Derez, 2006	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Fonseca, 1998	✓	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Paciullo, 2008	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Soares, 2001	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

4.2 Resultados cultivar Napier (*Pennisetum purpureum* Schumach)

O conjunto de dados para a massa de forragem do capim Napier incluiu 51 médias de tratamentos, todos realizados na região Sudeste. As médias de massa de forragem observadas dos ciclos de pastejo 1 a 12 e dos intervalos de pastejo são apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os ciclos de pastejo

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	1	14	2425	1318	3532	2114	229	7895
	2	14	2497	1768	3226	1392	1332	5685
	3	14	2537	1903	3170	1209	1351	5891
	4	12	2382	1597	3168	1389	1022	6457
	5	11	2381	1541	3220	1421	1622	6587
	6	10	1686	854	2518	1342	300	5221
	7	10	1191	636	1746	895	507	3354
	8	2	3584	2342	4825	896	2950	4217
	9	1	2548	NaN	NaN	NaN	2548	2548
	10	1	2247	NaN	NaN	NaN	2247	2247
	11	1	4879	NaN	NaN	NaN	4879	4879
	12	1	5987	NaN	NaN	NaN	5987	5987

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

Tabela 6. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) segundo o intervalo de pastejo.

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	24	14	1571	1311	1830	495	507	2010
	30	60	2666	2228	3103	1731	300	7895
	36	7	1543	942	2145	812	229	2666
	42	3	1291	1086	1496	181	1087	1434
	45	7	2027	1572	2483	615	962	2810

Intervalo de confiança de 95%.

Os ciclos de pastejo e os intervalos de pastejo, tanto lineares quanto quadráticos, e seus efeitos de interação simples foram inicialmente investigados, no entanto, apenas o efeito linear dos ciclos de pastejo foi significativo e, portanto, incluído no modelo final (AIC 1520.1), como mostra a Figura 3.

Os ciclos de pastejo diminuiram linearmente a massa de forragem (Kg/MS/ha), ($P < 0,001$) de acordo com a equação (1):

$$\text{Equação (1): } y = 3158,51 - 154,18x$$

Em que:

y = massa de forragem (Kg/MS/ha)

x = ciclos

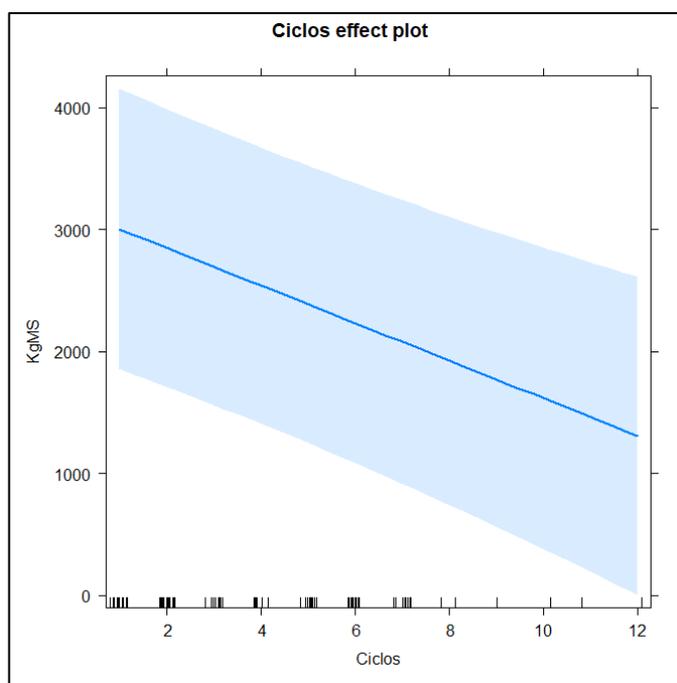


Figura 3. Estimativas de massa de forragem (Kg/MS/ha) em relação aos ciclos de pastejo.

Na aplicação do modelo linear, a massa de forragem durante os ciclos de pastejos apresentou comportamento linear decrescente na sua produção, conforme o número de ciclos aumenta, a massa de forragem diminui.

Um das razões para ter influenciado estatisticamente para este resultado, é a produção de forragem ter diminuído durante alguns meses. Este decréscimo, é devido a sazonalidade do capim elefante Napier durante alguns ciclos, considerando sua alta produção nas épocas das chuvas e sua estacionalidade durante períodos mais secos de inverno.

Podemos observar na Tabela 7, no estudo de Aroeira (1998) onde o período de experimento com capim elefante teve início nos meses de outono e inverno, com temperaturas mais baixas e precipitação em torno de 60mm apenas, seguido pelos estudos de Clips (2006) em que nos três ciclos executados no experimento se deram nos meses de inverno com precipitação média de 27mm e Soares (2001) com quatro ciclos de pastejo e temperaturas com média de 18,4° C e com apenas 32mm de precipitação.

Todos estes fatores reunidos resultam em uma menor massa de forragem nestes períodos mais secos e de temperaturas mais baixas, onde os dias são mais curtos promovendo menos horas de interceptação luminosa e radiação solar insuficiente para um processo de fotossíntese satisfatório, que é vital para a recuperação da área foliar da planta, afetando o novo perfilhamento para rebrote da pastagem do capim elefante (SEIBT *et al.*, 2018).

De acordo com Paciullo *et al.* (2003), essa queda das taxas de acúmulo diário da forragem, durante os meses de inverno, está associada ao comportamento das variáveis morfogênicas da planta citadas acima, onde em seus estudos foram encontrados resultados que reduziram de 0,21 para 0,09 folha/perfilho/dia (taxa de aparecimento de folhas) e de 17,6 para 2,4cm/perfilho/dia (taxa de alongamento de folhas) quando se avaliou uma pastagem de capim-elefante no verão e inverno, respectivamente. Neste trabalho foi possível estimar, pelas médias (Tabela 1), em que os valores de disponibilidade de MS obtidos, foram semelhantes aos encontrados por Aroeira *et al.* (1999) e Deresz (2001).

Para o intervalo de pastejos não houve diferença significativa, ou seja, não houve diferença na produção de forragem com intervalos de 25,30,35 ou 45 dias de descanso entre os ciclos, o que demonstra que a capacidade de recuperação da planta foi suficiente mesmo enfrentando períodos de estacionalidade. Isso pode estar relacionado ao tempo de permanência dos animais em pastejo, conforme tabela 7, o período de ocupação foi de três dias na maioria dos estudos, assim como ao tamanho de resíduo maior pós pastejo deixado pelos animais (não informado nos estudos) ao saírem do pasto, que tende a influenciar no rebrote do pasto para o ciclo seguinte de pastejo.

Segundo os estudos de Rodolfo *et al.* (2014), a permanência dos animais em um piquete sob pastejo rotacionado, precisa ser o mais curto possível para que o desempenho da forragem seja positivo e não haja variações em seu valor nutritivo nos

ciclos futuros. Um período mais curto de ocupação proporciona maior eficiência do pasto e previne uma segunda desfolha de perfilho que prejudicaria sua recuperação, por esgotar as reservas orgânicas basais da planta (Carvalho *et al.*, 2004).

Tabela 7. Dados complementares dos estudos do capim Napier.

Autor/ ano	País/ Estado	Data de entrada dos animais na pastagem	Estação do ano	Nº ciclos	Intervalo entre pastejos (dias)	Período de ocupação (dias)	Temperatura média (graus)	Precipitação o média (mm/mês)	Adubação meses de aplicação	Nº de vacas/há	Suplementação época de seca	Critério para entrada dos animais
Aroeira,1999	Brasil/MG	Abril/1992	Inverno,primavera,verão	8	30	3	17,8	60	Outubro/Novembro	5	2kg concentrado vaca/dia	Estimativa de forragem disponível
Carvalho,2005	Brasil/MG	Nov./2003	Primavera, verão, outono	7	25	3	22,9	198	Janeiro, fevereiro e março	4	-	Dossel com 90 cm altura
Clips,2006	Brasil/RJ	Junho/2002	Inverno, primavera	3	45	5	19,2	27	-	5	-	-
Coser,1998	Brasil,RJ	Setembro/1994	Primavera,verão	3	30	3	22,1	124	-	4	2kg concentrado vaca/dia	-
Derez,2001	Brasil,RJ	Nov./1993	Primavera, verão, outono	7	35	3	20,7	140	Novembro, dezembro, janeiro	5	-	Dossel com 90 cm a 1,10 cm altura
Derez,2006	Brasil,RJ	Outubro/2000	Primavera, verão, outono	7	30	3	23,2	140	Novembro, janeiro e março	5	-	Dossel 90 cm
Fonseca,1998	Brasil/MG	Nov./1993	Primavera, verão.	5	30	3	21,3	156	Novembro, janeiro e março	4	2kg concentrado vaca/dia	Estimativa de forragem disponível
Paciullo,2008	Brasil/MG	Fev./1999	Verão, outono, inverno e primavera	12	40	3	22,8	185	Novembro, janeiro e março	5	1kg concentrado vaca/dia	Estimativa de forragem disponível
Soares,2001	Brasil/MG	Junho/1996	Inverno,primavera.	4	30	3	18,4	32	Outubro	18	2kg concentrado vaca/dia	Estimativa de forragem disponível

O teor de proteína bruta foi calculado a partir de 82 médias de tratamentos coletados de 16 experimentos do capim elefante cv Napier. A análise descritiva, apresentada na Tabela 8 e 9 a seguir, representa a proteína bruta observada em 12 ciclos de pastejo e aos 24, 30, 36, 42 e 45 dias de intervalo de pastejo.

Tabela 8. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os ciclos de pastejo

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	1	14	12,2	11,1	13,2	1,958	7,71	15,6
	2	14	12,6	11,6	13,6	1,922	8,90	15,4
	3	14	11,6	10,8	12,4	1,528	9,23	15,1
	4	12	13,4	12,5	14,2	1,433	10,06	15,2
	5	8	13,7	12,6	14,8	1,591	10,84	16,3
	6	7	13,2	11,5	14,9	2,275	10,40	16,6
	7	7	12,4	11,5	13,3	1,205	11,30	14,6
	8	2	14,4	13,0	15,8	0,990	13,70	15,1
	9	1	14,8	NaN	NaN	NaN	14,80	14,8
	10	1	15,6	NaN	NaN	NaN	15,60	15,6
	11	1	11,4	NaN	NaN	NaN	11,40	11,4
	12	1	13,6	NaN	NaN	NaN	13,60	13,6

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

Tabela 9. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os intervalos de pastejo

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	24	14	12,5	11,89	13,1	1,143	10,40	14,3
	30	57	13,0	12,43	13,5	2,009	7,71	16,6
	36	4	12,3	11,98	12,7	0,350	11,90	12,7
	42	3	11,8	11,00	12,5	0,682	10,98	12,2
	45	4	11,2	9,95	12,5	1,305	10,20	13,1

Intervalo de confiança de 95%.

A partir da análise dos ciclos, observou-se valores médios de proteína bruta variando de 15,6 % no 10º ciclo e 11,4 % no 11º ciclo. Enquanto, para o intervalo de pastejos, as médias estiverem entre 11,2% e 13,0%.

A investigação dos modelos lineares e quadráticos, assim como suas interações, dos ciclos e intervalos de pastejo, revelou que o efeito dos ciclos e intervalo foi significativo ($P < 0,005$), com ajuste para o modelo quadrático (AIC 300,9).

O modelo ajustado está representado na equação (2) e pode ser visualizado na Figura 4.

$$\text{Equação (2): } y = 14,43 + 0,58x - 0,051x^2 - 0,086z$$

Em que:

y = proteína bruta (%)

x = ciclos de pastejo

z = intervalo de pastejo (dias)

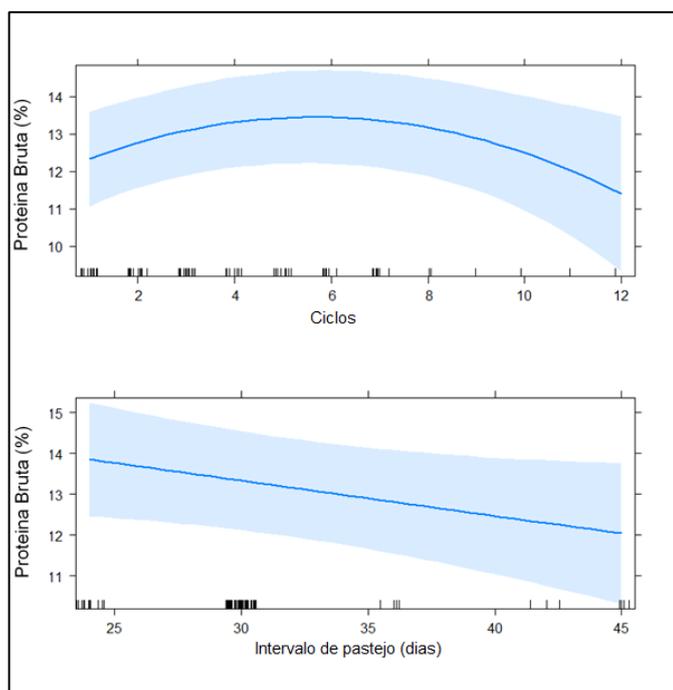


Figura 4. Estimativas de proteína bruta (%) em relação aos ciclos e intervalo de pastejo.

Observa-se o efeito do ciclo de pastejo, um aumento do teor de proteína bruta a partir do 4º ciclo, no entanto, o intervalo de pastejo contribui para o seu decréscimo, conforme aumenta o tempo.

Para a variável proteína bruta (PB) os ciclos de pastejo determinaram um crescimento linear, tendo pico de crescimento ao 6º ciclo, e manteve uma constância até o 8º ciclo, apresentando um decréscimo nos ciclos posteriores. Este efeito crescente está associado as adubações efetuadas durante os meses de novembro a

março na maioria dos estudos conforme tabela 7, que também compreende a época das chuvas e de maior produção do capim Napier, que efetivamente está ligado a dinâmica de perfilhamento, com ciclos de maior número de perfilhos novos, e conseqüentemente folhas novas e caules tenros com maior teor de PB. Considerando que os teores de PB decrescem com a idade da planta e o período de utilização da mesma dentro do ciclo, acabam acarretando diferenças na composição química das folhas e colmos, sendo um comportamento esperado na medida em que avançam os ciclos das forrageiras, reduzindo seu valor nutricional.

Os menores valores encontrados de PB durante os ciclos foram de 11,4% seguidos por valores máximos de 15,6%, que segundo a literatura estão dentro dos valores considerados satisfatórios e que não limitariam o consumo voluntário de vacas em lactação, onde um nível crítico seria 7% (PACIULLO, 2003), o que acarretaria uma queda no consumo de forragem, por estes animais. De acordo com Azevedo Junior (2012), valores de 11% ainda estão dentro da média relatada de produção de PB para forragens tropicais. Trabalhos de Aroeira *et al.* (1999) e Deresz (2001) relatam valores entre 10,0 e 14,5%, conforme a estação do ano em que foi avaliado o capim elefante.

Para intervalo de pastejo a PB mostrou um comportamento decrescente conforme os dias aumentaram. Nos estudos de Veiga (1990), com capim elefante Napier em sistema rotativo com diferentes dias em pastejo, foi observado teores mais reduzidos de PB nos períodos de descanso mais longos entre 35 e 45 dias. Em um intervalo maior de dias entre os pastejos, a planta pode apresentar maior presença de colmos, folhas mais velhas e maior acúmulo de material morto, reduzindo assim seu teor de proteína quando comparado a intervalos de pastejo mais curtos, onde surgem perfilhos jovens com o novo rebrote (VOLTOLINI *et al.* 2010).

Os dados coletados para o estudo da porcentagem de fibra detergente neutro foram obtidos a partir de 79 médias. A Tabela 10, apresenta os dados descritivos observados nos doze ciclos de pastejo e a Tabela 11 a análise descritiva da fibra detergente neutra para os intervalos de pastejo.

Tabela 10. Análise descritiva da fibra detergente neutra (%) conforme os ciclos de pastejo

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
FDN (%)	1	13	67,9	65,8	69,9	3,73	61,8	73,4
	2	13	68,8	67,0	70,7	3,35	62,7	74,7
	3	13	68,4	66,1	70,7	4,20	62,3	74,2
	4	12	68,8	67,2	70,4	2,87	64,2	72,5
	5	8	66,4	64,3	68,5	3,01	63,4	70,5
	6	7	65,1	62,4	67,7	3,57	62,4	71,6
	7	7	66,6	63,3	70,0	4,55	61,4	73,8
	8	2	69,8	65,2	74,5	3,32	67,5	72,2
	9	1	67,5	NaN	NaN	NaN	67,5	67,5
	10	1	67,1	NaN	NaN	NaN	67,1	67,1
	11	1	72,7	NaN	NaN	NaN	72,7	72,7
	12	1	69,2	NaN	NaN	NaN	69,2	69,2

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

Tabela 11. Análise descritiva da fibra detergente neutra (%) nos intervalos de pastejo

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
FDN (%)	24	14	65,0	63,7	66,3	2,457	61,4	68,9
	30	54	68,1	67,2	69,0	3,379	62,3	73,8
	36	4	73,2	71,7	74,6	1,515	71,8	74,7
	42	3	64,9	63,3	66,5	1,383	63,4	66,1
	45	4	72,1	71,2	73,0	0,903	70,9	73,0

Intervalo de confiança de 95%.

Após a análise dos valores de fibra detergente neutra, verificou-se que os ciclos e intervalos de pastejo não foram significativos ($P > 0,05$), assim como seus efeitos de interação. Com isso, foi estimado o percentual, como a média aritmética de todos os estudos observados para a cultivar Napier.

Assim sendo, nos 12 ciclos, os teores de fibra detergente neutra apresentaram valores médios de 65,1% (6º ciclo) e 72,7% (11º ciclo) e valores entre 64,9% e 73,2% para os intervalos de pastejo estudados.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) não apresentaram significância estatística, e seus valores médios (Tabela 3) indicaram que os níveis de FDN foram maiores provavelmente nos períodos estivais. Este fato se deve as condições

climáticas favoráveis ao crescimento do capim Napier, com dias mais longos e boa luminosidade, temperaturas elevadas e com disponibilidade hídrica adequada.

O capim elefante tende a alongar mais seu caule, resultando no aumento da lignificação da parede celular, devido a maior atividade metabólica da planta ao converter em um processo mais rápido o conteúdo celular dos compostos estruturais (DIEHL *et al.*, 2014). Valores aproximados a este estudo foram encontrados por Soares *et al.* (1998) e Aroeira *et al.* (1999) em pastejo rotacionado de capim elefante.

O conjunto dos dados de fibra detergente ácida, foi construído a partir de 55 observações. As médias da porcentagem de fibra detergente ácida observadas nos doze ciclos de pastejo são apresentadas na Tabela 12, assim como, os dados observados para os intervalos de pastejo, são demonstrados na Tabela 13.

Tabela 12. Análise descritiva da fibra detergente ácida (%) conforme os ciclos de pastejo

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
FDA (%)	1	9	36,3	34,3	38,3	3,09	30,9	42,2
	2	9	36,4	35,0	37,8	2,13	34,0	39,7
	3	9	37,5	35,9	39,2	2,50	32,9	40,3
	4	8	35,9	32,7	39,2	4,67	29,9	43,0
	5	7	34,6	31,0	38,3	4,93	27,4	44,1
	6	6	35,5	32,0	39,1	4,43	30,9	42,2
	7	6	34,6	31,5	37,8	3,97	30,0	40,1
	8	1	41,3	NaN	NaN	NaN	41,3	41,3
	9	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	10	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	11	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	12	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

Tabela 13. Análise descritiva para fibra detergente ácida (%) nos intervalos de pastejo

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
FDA (%)	24	14	34.7	33.8	35.5	1.62	32.0	37.9
	30	38	36.4	35.1	37.7	4.10	27.4	44.1
	36	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	42	3	38.9	37.3	40.5	1.37	37.3	39.7
	45	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

A partir dos ciclos e intervalos de pastejo, investigou-se os efeitos de interação, assim como seus modelos lineares e quadráticos. No entanto, foi observada a significância ($P < 0,05$) apenas do efeito linear dos ciclos de pastejo e assim incluído no modelo final (AIC 261,70).

A equação que representa os teores de fibra detergente ácida (%) a partir dos ciclos de pastejo é apresentada de acordo com a equação (3).

$$\text{Equação (3): } y = 38,01 - 0,33 x$$

Em que:

y = fibra detergente ácida (%)

x = ciclos de pastejo

O efeito do ciclo de pastejo sobre a fibra detergente ácida (%) indicou um decréscimo linear dos teores, em todos os ciclos. A curva foi construída a partir das estimativas extraídas de modelos lineares mistos utilizados para determinar a fibra detergente ácida do capim Napier em ciclos específicos de pastejo e status do intervalo de pastejo (Figura 5).

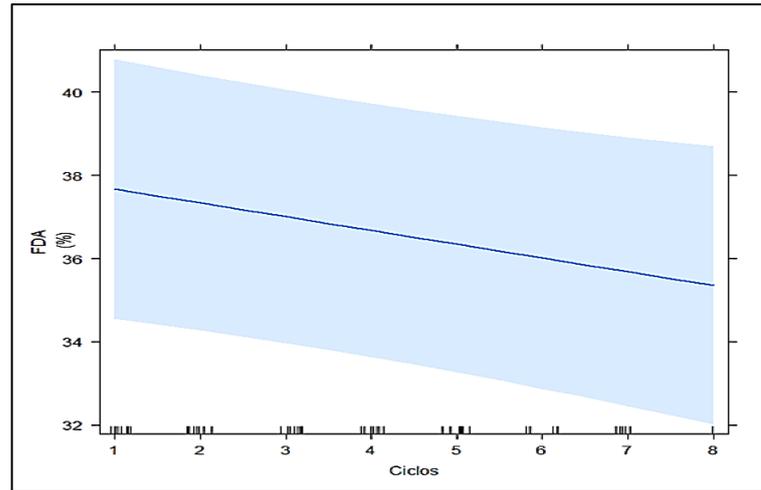


Figura 5. Estimativas de fibra detergente ácida (%) em relação aos ciclos de pastejo.

Fibra detergente ácido houve diferença significativa entre os ciclos de pastejo, conforme o número de ciclos aumentava, o teor de FDA diminuía. Este fato ocorre quando o experimento está bem controlado, o manejo está respeitando corretas alturas da planta para entrada dos animais, o tempo estipulado de permanência dos animais em pastejo, a altura de resíduo de pasto está sendo obedecido e o intervalo de descanso (CHAVES *et al.*, 2016). Neste sentido o capim sofre uma intensidade de pastejo mais precisa, não acumulando colmos e sim uma quantidade maior de folhas ao decorrer dos ciclos, garantindo assim menor teor de FDA. Estes valores reduzidos ao longo de 12 ciclos, indicam maior qualidade do capim Napier durante os pastejos.

O conjunto de dados para a porcentagem de matéria seca do capim Napier incluiu tratamentos com 54 médias. As médias da porcentagem de matéria seca observada nos ciclos de pastejo 1 a 12 e nos intervalos de pastejo são apresentadas nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14. Estatística descritiva da porcentagem de matéria seca (%) conforme os ciclos de pastejo

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Matéria seca (%)	1	10	15,7	13,1	18,3	4,21	11,50	24,4
	2	10	14,5	12,5	16,4	3,14	8,99	19,9
	3	10	15,0	12,6	17,4	3,90	7,99	21,2
	4	9	15,0	11,8	18,2	4,91	8,85	23,7
	5	5	17,7	15,9	19,5	2,04	15,30	20,4
	6	5	19,6	17,6	21,6	2,31	18,30	23,7
	7	5	18,1	15,4	20,7	3,06	16,20	23,5
	8	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	9	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	10	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	11	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	12	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

Tabela 15. Estatística descritiva da porcentagem de matéria seca (%) conforme os intervalos de pastejo

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Matéria seca (%)	24	14	17,9	16,8	19,1	2,164	15,30	23,7
	30	29	16,5	14,9	18,0	4,285	7,99	24,4
	36	4	11,8	11,1	12,5	0,753	10,90	12,6
	42	3	12,9	12,2	13,6	0,647	12,23	13,5
	45	4	12,2	11,1	13,3	1,132	10,50	13,0

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

Para a porcentagem de matéria seca do capim Napier, após contabilização dos efeitos aleatórios do estudo e ponderação para o quadrado radicular do número de amostras incluídas na meta análise, os ciclos de pastejo e os intervalos de pastejo, lineares e quadráticos, e seus efeitos de interação simples não foram significativos. Nesse caso, podemos supor que o valor estimado para o percentual de matéria seca é a média aritmética de todos os estudos incluídos na meta análise.

Para a porcentagem de MS não houve efeito significativo, os teores médios de MS foram 14,5 a 19,6 respectivamente. As maiores médias foram entre os ciclos 6 e 7 que condizem a época em que o capim elefante inicia sua fase de florescimento. De acordo com estudos de Derez (2001), o capim elefante tende a aumentar sua produção de perfilhos nesta fase, elevando significativamente seu teor de MS.

A produção de leite (Kg/vaca/dia) foi estimada a partir de 61 tratamentos. As médias, desvio padrão, valores máximos e mínimos e limites inferior e superior são apresentadas na Tabela 16, a seguir, a qual representa os ciclos de pastejo. A Tabela 17 representa os intervalos de pastejo, em dias.

Tabela 16. Análise descritiva da produção de leite (Kg/vaca/dia) a partir de doze ciclos de pastejo

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Produção de Leite (Kg/vaca/dia)	1	10	12,32	11,05	13,59	2,048	8,20	14,2
	2	10	12,14	10,94	13,34	1,932	9,40	15,0
	3	10	10,09	8,65	11,53	2,327	4,30	11,7
	4	9	10,49	9,51	11,47	1,503	7,40	12,2
	5	8	9,74	8,93	10,55	1,170	8,10	11,3
	6	7	10,00	9,04	10,96	1,300	8,10	12,0
	7	7	9,27	8,62	9,92	0,873	8,50	10,8
	8	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	9	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	10	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	11	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	12	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

NaN – valor ausente

Tabela 17. Estatística descritiva da produção de leite (Kg/vaca/dia) conforme os intervalos de pastejo

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Produção de Leite (Kg/vaca/dia)	24	14	11,8	10,71	12,8	1,99	9,20	15,0
	30	33	10,2	9,53	10,9	2,04	4,30	14,1
	36	7	11,0	10,02	12,0	1,33	9,50	13,4
	42	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	45	7	10,5	9,17	11,9	1,82	8,50	13,3

NaN – valor ausente. Intervalo de confiança de 95%.

As médias estão compreendidas entre 9,27 e 12,32 Kg/vaca/dia nos 12 ciclos de pastejo, enquanto, considerando os intervalos de 24, 30, 36, 42 e 45 dias, os valores ficaram entre 10,2 e 11,8% de produção de leite (Kg/vaca/dia).

O melhor modelo que explicou as variações da produção de leite, incluiu os efeitos do ciclo e intervalo de pastejo. O modelo completo simples sem interação (AIC 230,2), apresentou-se significativo ($P < 0,01$) para ambas as variáveis explanatórias.

A equação (4) representa o modelo apresentado na Figura 6.

$$\text{Equação (4): } y = 15,55 - 0,62 x_1 - 0,11 x_2$$

Em que:

y = produção de leite (Kg/vaca/dia)

x_1 = ciclos de pastejo

x_2 = intervalo de pastejo (dias)

Os ciclos e intervalos de pastejo tiveram um efeito significativo sobre a produção de leite (Kg/vaca/dia), com tendência decrescente com o passar do tempo.

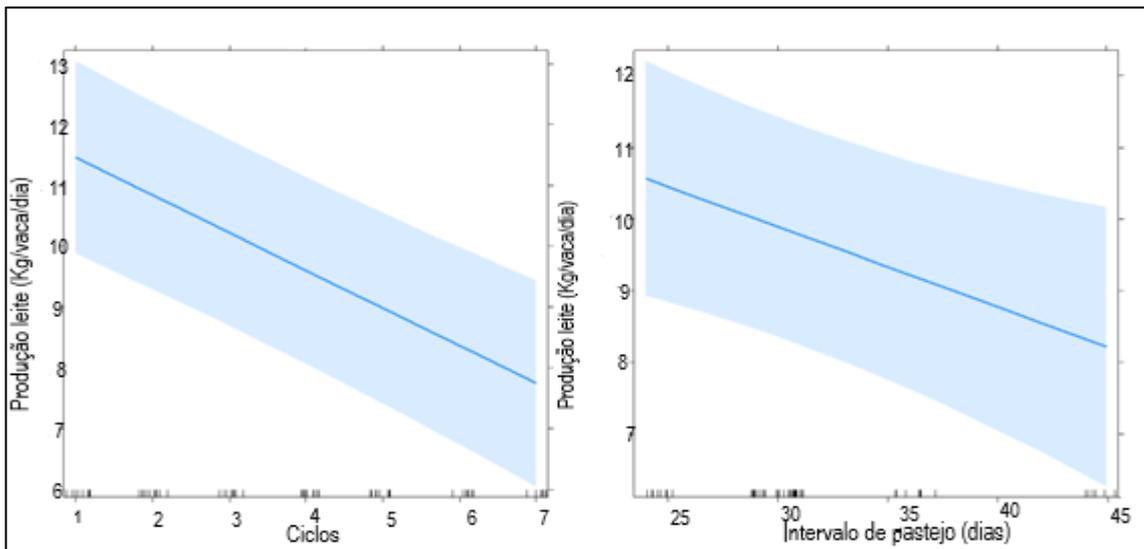


Figura 6. Estimativas de produção de leite (Kg/vaca/dia) em relação aos ciclos e ao intervalo de pastejo.

Na produção de leite (kg/vaca/dia) apresentou resultado significativo com efeito linear decrescente, conforme o número de ciclos de pastejo aumentavam, a produção de leite diminuía. Os estudos avaliados que compuseram estes resultados de produção de leite, obtiveram bons índices de massa de forragem e para teores de PB, que são fatores que afetam diretamente a produção de leite diária, por terem relação com a disponibilidade de forragem com maior valor nutricional. Essa maior produção

média de leite diário nos primeiros ciclos (tabela 16) antes de começar a decrescer, se deve a época de dias mais quentes e longos, com mais períodos de chuvas, e as doses de adubação que foi submetido o capim Napier. A dinâmica de perfilhamento foi eficiente nestes ciclos, resultando em rebrotes constantes de folhas novas com teores de PB mais elevados, e pouca participação de colmos.

Quando comparados aos ciclos posteriores já notamos um decréscimo acentuado no ciclo 5 e 7 que compreende dias mais curtos e temperaturas mais baixas, onde a produção de forragem começa a diminuir, tendo maior participação de colmos e matéria fibrosa, com menos perfilhos novos, afetando o valor nutricional da forragem. O animal fica mais seletivo, sua eficiência de pastejo tende a diminuir e conseqüentemente afeta a produção de leite diária. Derez (2001) e Carvalho *et al.* (2006) em seus estudos verificaram que o consumo de forragem obtido nessa época das chuvas, obteve produção de leite média de 10kg/vaca/dia, e no período de seca, com suplementação volumosa e concentrado (farelo de soja) a produção caiu para 9,5kg/vaca/dia.

Outra questão que afeta a produção de leite, é o estágio de lactação das vacas utilizadas, pois muitas vezes são substituídas por outras durante o experimento. O estudo de Fonseca, 1998 que compõe essa análise, os animais do experimento foram substituídos quando chegavam a uma produção inferior a 6kg/dia.

Para intervalo de pastejo a produção de leite diminuiu quando se aumentou os dias de intervalo. Nota-se que a produção de leite foi maior durante os 25 a 30 dias de intervalo de pastejo. Derez (2001) e Carvalho *et al.* (2006) recomendaram em seus experimentos que o capim Napier tenha intervalos de desfolha com no máximo 30 dias, onde neste manejo as vacas tiveram produção de leite na estação das chuvas de 11,4kg/vaca/dia, sem suplementação de concentrado. Em outro estudo de Derez (2006) com intervalo de 30 dias de pastejo, obteve produção de leite de 11,7kg/vaca/dia, e no intervalo de 45 dias, 10,5kg/vaca/dia. A diferença de produção de leite entre 30 e 45 dias foi de 1,2kg.

Intervalos de pastejo maiores conferem ao pasto maior presença de colmos e material morto e conseqüentemente redução de folhas novas com alto valor nutritivo, isso afeta o consumo de MS pelos animais e os efeitos são sentidos na produção de leite diária.

4.3 Resultados Capim Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers)

O conjunto de dados para a massa de forragem do capim Coast-cross incluiu 16 médias de tratamentos coletados de 16 experimentos, todos realizados na região Sul e Sudeste. As médias de massa de forragem observadas para o efeito dos ciclos de pastejo 1 a 8 são apresentadas na Tabela 18, com intervalo de confiança de 95%.

Tabela 18. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os ciclos de pastejo do capim Coast-cross

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	1	2	3.104	1.836	4.371	914,3	2.457	3.750
	2	2	3.282	3.247	3.317	25,5	3.264	3.300
	3	2	4.300	3.438	5.161	621,5	3.860	4.739
	4	2	4.067	3.348	4.785	518,3	3.700	4.433
	5	2	2.516	233	4.798	1646,9	1.351	3.680
	6	2	2.728	927	4.529	1299,7	1.809	3.647
	7	2	3.017	2.225	3.809	571,3	2.613	3.421
	8	2	3.085	2.494	3.675	426,4	2.783	3.386

Intervalo de confiança de 95%.

A massa de forragem do capim Coast-cross, após o estudo dos efeitos de interação e de modelos lineares e quadráticos, mostrou-se sem significância para ambos os fatores. As médias apresentadas para o efeito do ciclo, demonstrou variação entre 2.516 Kg/MS/ha e 4.300 Kg/MS/ha.

Estes resultados estão de acordo com os estudos de Aguirre *et al.* (2014) onde avaliando a massa de forragem do capim Coast-cross em pastejo rotativo, obtiveram média de 3.721 kg MS.ha⁻¹. Valores inferiores foram encontrados por Anjos *et al.* (2017), que obtiveram uma média de 3.190 kg MS.ha⁻¹, utilizando pastejo rotacionado para vacas holandês.

As médias do efeito do intervalo entre pastejos a 19 e 20 dias são apresentadas na Tabela 19 a seguir, com intervalo de confiança de 95%.

Tabela 19. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) para o intervalo entre pastejos do capim Coast-cross.

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	19	8	3.593	3.455	3.731	199	3.300	3.860
	20	8	2.931	2.114	3.748	1.180	1.351	4.739

O intervalo de 19 dias entre pastejos, apresentou uma média de 3.593 Kg/MS/ha, enquanto, em 20 dias, sua média decresceu para 2.931 Kg/MS/ha. Essa diferença de um dia de acréscimo resultou na baixa de 662 kg/MS/há.

Esta diferença de valores pode estar atribuída ao acúmulo de material morto que ocorre normalmente decorrente da idade da planta dentro do ciclo. Diminuem as emissões de folhas novas, até mesmo pelo sombreamento da parte aérea do dossel, impedindo incidência adequada de luminosidade nas partes mais baixas, sendo insuficiente para o processo de fotossíntese de alongamento das folhas (AGUIRRE, 2014).

Foram coletadas 15 médias para o teor de proteína bruta a partir de 16 experimentos do capim Coast-cross (*Cynodon dactylon*). A análise descritiva, apresentada na Tabela 20 a seguir, representa a proteína bruta observada em 8 ciclos de pastejo.

Tabela 20. Estatística descritiva da proteína bruta (%) com o efeito dos ciclos do capim Coast-cross

	Ciclos	N	Média	Limite mínimo	Limite máximo	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	1	3	18,62	15,4	21,8	2,838	16,97	21,90
	2	3	16,41	15,5	17,3	0,780	15,64	17,20
	3	3	15,96	14,3	17,6	1,440	14,38	17,20
	4	2	13,48	10,1	16,9	2,432	11,76	15,20
	5	1	18,61	NaN	NaN	NaN	18,61	18,61
	6	1	15,40	NaN	NaN	NaN	15,40	15,40
	7	1	8,44	NaN	NaN	NaN	8,44	8,44
	8	1	14,75	NaN	NaN	NaN	14,75	14,75

NaN – valor ausente.

Os ciclos de pastejo e os intervalos entre pastejos, tanto lineares quanto quadráticos, e seus efeitos de interação simples foram inicialmente investigados, no

entanto, apenas o efeito linear dos ciclos de pastejo foi significativo e, incluído no modelo final (AIC 75,71).

Os ciclos de pastejo influenciaram o teor de proteína bruta (%) apresentando significância de $p < 0,001$ e com comportamento decrescente de acordo com a equação e a Figura 7.

$$\text{Equação (5): } y = 18,69 - 0,81x$$

Em que:

y = teor de proteína bruta (%)

x = ciclos de pastejo

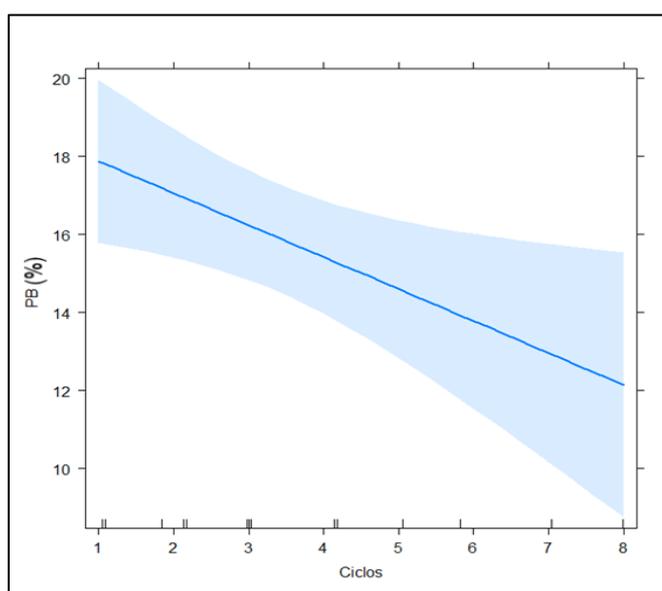


Figura 7. Estimativas do teor de proteína bruta (%) em relação aos ciclos de pastejo para o capim Coast-cross.

Os teores de PB decresceram com o avanço do período de utilização da pastagem nos ciclos. É um comportamento esperado devido as variações na composição química das folhas e colmos enquanto o ciclo da forragem avança. Os valores de PB verificados no capim Coast-cross são superiores aos relatados por Bortolo *et al.* (2001), de 9,16 a 10,04%. Alvim e Botrel (2001), encontraram valores próximos a 16% de PB na época das águas, em pastagens de Coast-cross recebendo 100kg de N/ha.

As doses de adubações associadas a boa condição hídrica (Tabela 22), contribuíram para estes níveis satisfatórios de proteína através dos ciclos (Tabela 20). Valores acima de 18% PB também estão atribuídos as boas condições de rebrote de folhas novas do capim Coast-cross, seu sistema de crescimento estolonífero e seu

meristema apical próximo ao solo garantem boa proteção as reservas da planta e surgimento de folhas novas a cada nó.

Pode-se verificar o efeito do intervalo entre pastejos na Tabela 21, no qual apresenta as médias para intervalos de 19, 20 e 26 dias, com variações de 14,5% a 17,6%.

Tabela 21. Teor de proteína bruta (%) com o efeito dos intervalos entre pastejos do capim Coast-cross.

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite mínimo	Limite máximo	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	19	8	14,5	12,3	16,7	3,149	8,44	18,6
	20	4	17,6	14,8	20,5	2,949	15,20	21,9
	26	3	16,9	16,4	17,3	0,416	16,40	17,2

Tabela 22. Dados complementares dos estudos.

Autor/ ano/ Forragem	País/ Estado	Início experimento	Estação do ano	Nº ciclo s	Intervalo entre pastejos (dias)	Período de ocupaã o (dias)	Temperat ura média (graus)	Precipit ação média (mm/mê s)	Adubação meses de aplicação	Nº de vacas/h a	Suplement ação época de seca	Critério para entrada dos animais
Aguirre,2016 Coast-cross	Brasil/RS	Maio/2012	Out./inver /prim./ver.	8	20	2	19,5	180	Maio,junho/julho/ agosto	4	2kg concentrad o vaca/dia	Altura dossel a 25cm
Scaravelli, 2007 Coast-cross	Brasil/RS	Dez/2004	Verão/out ./inv.	8	19	3	23,3	190,5	DezJaneiro/fev/ março	5	3kg concentrad o/vaca/dia	-
Balieiro Neto,2007 Tifton,85	Brasil/MG	Fevereiro/ ano desconhecid o	Verão, out/inver/ primavera	8	28	4	22,21	178,6	4 aplicações nos meses de verão	-	-	-
Sanches,2015 Tifton 85	Brasil,PR	Maio/2012	Outono/in v/prim/ver	10	30	3	21,4	503,8	Uma aplicação após cada corte	-	-	Altura dossel 35cm
Lima,2004 Tanzânia	Brasil,SP	Dez/1999	Verão/out / inverno	8	33	3	-	256,3	DezJaneiro/fev/ março	-	-	-
Neto,2018 Tanzânia	Brasil/Mg	-	-	4	30	3	-	100	-	-	-	IL95%

4.4 Resultados Capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers)

A massa de forragem do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) foi obtida a partir de 45 observações em 16 experimentos. O efeito do ciclo de pastagem nas médias está apresentado na Tabela 23, totalizando 10 ciclos.

Tabela 23. Estatística descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os ciclos de pastejo para o capim Tifton 85.

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	1	6	4.786	1.795	7.777	3.738,3	770	11.326
	2	6	5.196	2.167	8.225	3.784,9	532	10.538
	3	6	5.836	2.893	8.779	3.678,2	1.765	11.155
	4	6	6.453	3.562	9.343	3.612,4	3.089	11.465
	5	5	7.417	3.223	11.610	4.784,1	3.375	13.218
	6	4	7.407	2.816	11.998	4.684,3	2.790	12.177
	7	4	5.980	1.725	10.234	4.341,3	2.034	10.749
	8	4	4.769	1.877	7.661	2.951,4	1.726	7.377
	9	2	2.132	1.407	2.856	522,6	1.762	2.501
	10	2	2.161	2.071	2.251	65,1	2.115	2.207

Para o intervalo de pastejo (Tabela 24), foram observados intervalos de 21, 28, 30 e 33 dias, com médias superiores aos 28 dias.

Tabela 24. Análise descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os intervalos de pastejo para o capim Tifton 85.

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	21	20	3.048	2.574	3.522	1.082	1.726	6.129
	28	16	10.047	9.076	11.019	1.982	6.289	13.218
	30	5	1.906	767	3.045	1.300	532	3.375
	33	4	5.165	4.500	5.831	679	4.382	5.825

O estudo dos modelos lineares e quadráticos, assim como suas interações, dos ciclos e intervalos de pastejo, revelou que o efeito dos ciclos e intervalo de pastejo foi significativo ($P < 0,001$), com ajuste para o modelo quadrático (AIC 812,19). O modelo ajustado está representado na equação (6).

$$\text{Equação (6): } y = 1492,27 + 1122,7x - 123,43x^2 + 63,41z$$

Em que:

y = massa de forragem (Kg/MS/ha)

x = ciclos de pastejo

z = intervalo de pastejo (dias)

Observa-se um acréscimo na massa de forragem até o 6º ciclo, decrescendo ao final do 10º ciclo, apresentando médias de 2.161 Kg/MS/ha. A Figura 8 representa o modelo ajustado.

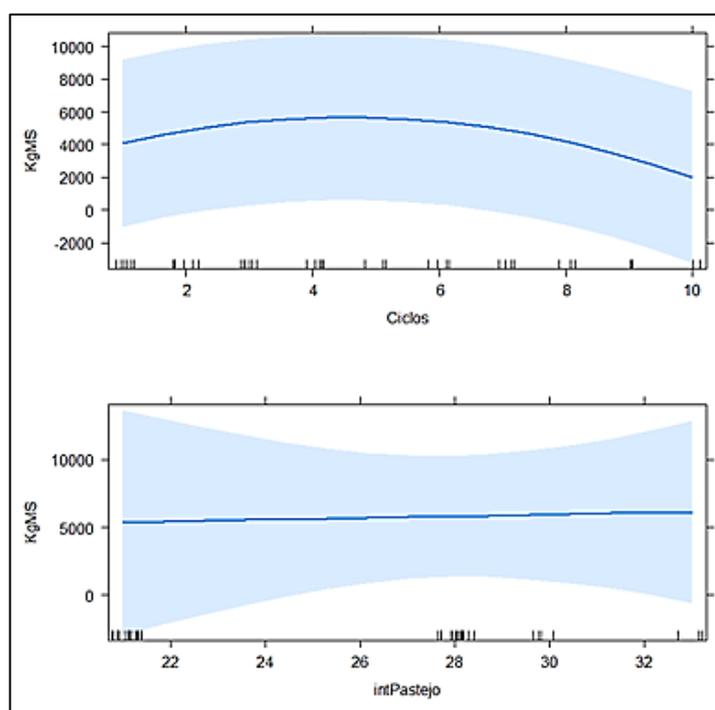


Figura 8. Estimativas de massa de forragem (Kg/MS/ha) em relação aos ciclos e intervalo de pastejo para o capim Tifton 85.

A massa de forragem do capim tifton 85 se manteve em crescimento até o 6º ciclo de pastejo devido aos fatores climáticos com temperaturas elevadas e média de chuva satisfatória para a produção (Tabela 22), associada a doses repetidas de

adubação após cada pastejo no experimento de Sanches, (2015) que compõe este estudo. O declínio nos ciclos posteriores se deve a idade da planta dentro do ciclo e suas perdas por acúmulo de material morto e seu processo de senescência Moreira *et al.* (2012).

Este crescimento de massa de forragem do capim Tifton 85, é atribuído ao seu alto potencial de rebrote, devido ao seu sistema de rizomas com reservas onde garantem a persistência da planta, tolerando pisoteio mais intenso e até mesmo dificuldades hídricas (Pereira, 2012).

Para intervalos de pastejo houve um crescimento de massa de forragem até 28 dias de intervalo, com leve queda e uma nova recuperação na produção aos 33 dias. Para o capim Tifton um período de descanso maior não interferiu na sua produção.

Balieiro Neto *et al.* (2007) encontrou também valor aproximado a este estudo, de 10.761 kg/MS/ha para o Tifton 85, manejado também em lotação rotacionada, com 28 dias de descanso.

Os dados coletados para o estudo da porcentagem de proteína bruta (%) foram obtidos a partir de 21 observações em 16 experimentos. A Tabela 25 apresenta os dados descritivos observados nos 8 ciclos de pastejo.

Tabela 25. Proteína bruta (%) do capim Tifton 85 conforme os ciclos de pastejo.

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	1	3	12,8	9,51	16,1	2,918	9,50	15,0
	2	3	13,9	12,49	15,4	1,265	12,60	15,1
	3	3	12,9	12,06	13,7	0,707	12,06	13,4
	4	3	13,2	12,06	14,3	0,995	12,20	14,2
	5	3	15,0	12,24	17,7	2,410	12,30	17,0
	6	2	14,4	12,53	16,3	1,372	13,46	15,4
	7	2	14,9	12,15	17,6	1,966	13,48	16,3
	8	2	12,8	9,69	15,9	2,227	11,20	14,3

Quanto ao intervalo de pastejo, apresentados na Tabela 26, observa-se valores de 13,9% aos 28 dias e 13,1% em 30 dias.

Tabela 26. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os intervalos de pastejo para o capim Tifton 85.

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	28	16	13,9	12,9	14,8	1,89	9,50	17,0
	30	5	13,1	12,1	14,1	1,16	12,20	15,0

O ciclo e os intervalos de pastejo não apresentaram significância nos modelos verificados, nesse caso, o valor estimado para o percentual de proteína bruta é a média aritmética de todos os estudos incluídos na meta-análise.

As médias de proteína bruta variaram de 12,8% a 15,0% durante os ciclos de pastejo. Segundo estudos de Andrade *et al.* (2012) os valores encontrados de PB para capim Tifton 85 foram superiores aos deste estudo (23,4%). Normalmente os valores encontrados estão na faixa entre 14 e 19%, sendo variáveis ao longo do ano, estando dependentes da temperatura, fotoperíodo e adubação (SANCHES *et al.*, 2015).

Os valores dos intervalos de pastejo do capim Tifton estão de acordo com os encontrados por Bow e Muir (2010), em que encontraram um valor médio de PB de 13,7%, com intervalo de descanso a cada 28 dias.

4.5 Resultados Tanzânia (*Panicum maximum*)

O conjunto de dados para a massa de forragem do capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) incluiu 32 médias de tratamentos coletados no Brasil, as quais são apresentadas na Tabela 27, demonstrando o efeito de 8 ciclos de pastejo (intervalo de confiança de 95%).

Tabela 27. Massa de forragem (Kg/MS/ha) com o efeito dos ciclos no capim Tanzânia

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	1	6	3.956	2.655	5.256	1.625	2.052	5.501
	2	6	4.921	3.443	6.398	1.847	2.292	7.366
	3	6	4.874	3.985	5.762	1.110	3.180	5.736
	4	6	3.422	2.542	4.301	1.100	2.000	4.733
	5	2	3.927	1.018	6.836	2.099	2.443	5.411
	6	2	4.745	2.285	7.205	1.775	3.490	6.000

Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
7	2	4.454	1.940	6.967	1.814	3.171	5.736
8	2	3.329	1.881	4.777	1.045	2.590	4.068

As médias para os intervalos de 30, 33 e 48 dias de pastejo são apresentadas na Tabela 28. Verifica-se que a maior média está compreendida aos 48 dias de intervalo.

Tabela 28. Análise descritiva da massa de forragem (Kg/MS/ha) conforme os intervalos de pastejo para o capim Tanzânia.

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa de forragem (Kg/MS/ha)	30	12	4.127	3.384	4.870	1.314	2.443	6.000
	33	16	3.982	3.244	4.721	1.508	2.000	6.000
	48	4	5.674	4.538	6.810	1.159	4.733	7.366

Quanto aos modelos propostos, os ciclos não apresentaram significância. No entanto, os intervalos de pastejo foram significativos ($p < 0,02$), expresso em um modelo linear simples, conforme demonstrado na equação a seguir e na Figura 9.

$$\text{Equação (7): } y = 1065,28 + 94,06x$$

Em que:

y = massa de forragem (Kg/MS/ha)

x = intervalo de pastejo

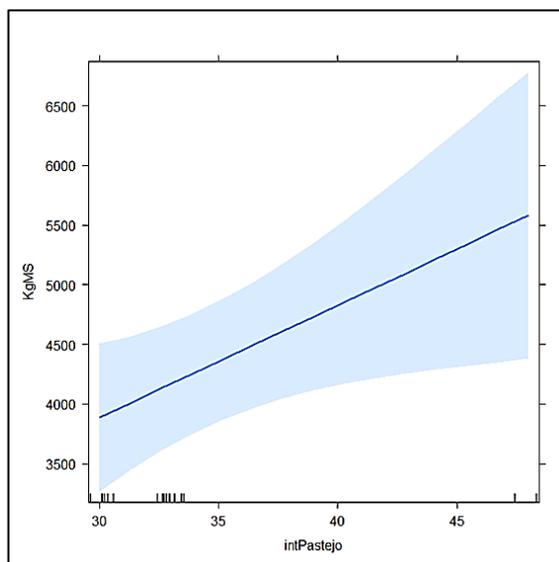


Figura 9. Estimativas de massa de forragem (Kg/MS/ha) em relação aos intervalos de pastejo para o capim Tanzânia.

Para a massa de forragem nos ciclos de pastejo, os resultados se mantiveram entre 3329 e 4921 kg/MS/ha. Resultados estes bem abaixo dos encontrados por Difante *et al.* (2009), onde obtiveram produções de 7441 kg/MS/ha, com intervalo de pastejo de 35 dias trabalhando com capim Tanzânia em pastejo rotacionado. Fukumoto *et al.* (2010) encontraram resultados mais próximos a este trabalho, com valores de massa de forragem de 4985 kg/Ms/ha em intervalo de pastejo de 38 dias.

Os intervalos de pastejo mostraram significância, onde a medida em que os dias de intervalo de pastejo ficaram mais longos, a massa de forragem aumentou. Este fato está associado a maior rebrote da pastagem com participação de colmos e folhas mais alongadas, favorecendo esse tipo de brotação pela maior incidência de luz na base das touceiras.

Valores médios de 5.77T kg MS.ha⁻¹ foram encontrados por Santos *et al.* (2005), estudando o capim Tanzânia sob pastejo, com 48 dias de descanso.

Rodrigues *et al.* (2016), estudando o efeito de diferentes idades de corte sobre o rendimento forrageiro do capim Tanzânia, observou que com o aumento da idade de corte houve maior rendimento de forragem e aumento no teor de matéria seca, no entanto, a qualidade foi afetada devido à redução da relação folha/colmo em idades de corte acima dos 56 dias.

O conjunto dos dados do teor de proteína bruta, foi construído a partir de 12 observações de 16 experimentos. As médias observadas de quatro ciclos de pastejo

são apresentadas na Tabela 29, em que é possível verificar que os valores não diferiram.

Tabela 29. Análise descritiva da proteína bruta (%) conforme os ciclos de pastejo para o capim Tanzânia.

	Ciclos	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	1	3	11,8	10,11	13,6	1,53	10,80	13,6
	2	3	12,1	9,56	14,7	2,28	10,11	14,6
	3	3	12,3	9,30	15,2	2,61	9,97	15,1
	4	3	11,4	8,67	14,0	2,37	8,96	13,7

Para o intervalo entre pastejos, verificou-se o teor de proteína bruta aos 30 dias, em que se verificou uma média de 11,9%.

Tabela 30. Análise descritiva do teor de proteína bruta (%) para o intervalo de pastejo do capim Tanzânia

	Intervalo entre pastejos (dias)	N	Média	Limite inferior	Limite superior	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	30	12	11,9	10,8	13,0	1,94	8,96	15,1

Os modelos investigados para os intervalos de pastejo e os ciclos, tanto lineares quanto quadráticos, assim como sua interação, demonstraram que não houve significância para ambos.

O teor de PB não diferiu estatisticamente entre os ciclos de pastejo, onde o capim Tanzânia não apresentou variações no seu valor nutritivo ao longo dos 4 ciclos estudados. O rebrote se manteve eficiente na composição de folhas novas, provavelmente pelas boas condições climáticas e de luminosidade, garantindo assim teores regulares de PB.

Estes resultados médios de PB estão de acordo com os encontrados por Oliveira *et al.* (2008), que foram de 12% em pastejo rotativo com capim Tanzânia.

5 Conclusões

A falta de informações nos artigos selecionados para este estudo, impossibilitou uma maior avaliação das características de qualidade e produção nos capins Napier, tifton 85, Coast-cross, e Tanzânia. Recomenda-se um cuidado maior no momento da publicação de um artigo científico, onde informações sobre a execução do experimento, sobre a planta, sobre os animais e suas produções e rendimentos não podem ser incompletas. As informações precisam ser claras e concisas afim de qualquer indivíduo pode replica-lo.

A disponibilidade de massa de forragem (kg/MS/ha) e PB do capim elefante Napier sob diferentes ciclos de pastejo, são suficientes para atender as necessidades de produção de leite de 12kg/vaca/dia com intervalos de pastejo de 25 a 30 dias. Nestas condições, os níveis de FDN e FDA se mantem adequados durante os ciclos e intervalos de pastejo.

Para o capim Coast-cross a massa de forragem com 8 ciclos de pastejo, varia entre 2500 e 4300 kg/MS/há.

Os teores de PB se mantem adequados chegando a 18,6% dentro dos ciclos. Com intervalos de pastejo de 20 a 26 dias, e teores de PB não sofrem variações, tendo em média 17% para ambos.

Com o capim Tifton 85, a massa de forragem teve capacidade de produzir 7400 kg/MS/ha até o 6º ciclo de pastejo. Intervalos de pastejo maiores de 28 a 33 dias garantem boa produção de MS/há ao Tifton 85. Os teores de PB se mantem adequados ao longo de 8 ciclos de pastejo, não havendo variações nos teores de PB para 28 ou 30 dias de intervalo de pastejo.

Intervalos de pastejo maiores, com 48 dias garantem ao capim Tanzânia produções mais elevadas de MS/ha. Os teores de PB se mantem adequados, sem variações ao longo de 4 ciclos e intervalo de pastejo de 30 dias no capim Tanzânia.

Referências

- AGUIRRE, P. F.; OLIVO, C. J.; SIMONETTI, G. D.; NUNES, J. S.; SILVA, J. O.; SANTOS, M. da S.; *et al.* Produtividade de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com diferentes leguminosas de ciclo hibernal. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p. 2265-2272, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140156>.
- ANJOS, A. N. A. dos; OLIVO, C. J.; LEME, D. P.; AGUIRRE, P. F.; PIRES, F. de A.; FALK, D. R. Massa forrageira, composição botânica e densidade de lotação de capim-bermuda superestimada com leguminosas forrageiras. **Revista Ceres**, v. 64, n. 5, p. 500-506, 2017.
- ATHAYDE, A. A. R.; PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R.; RIBEIRO, A. O. Composição química do feno de capim-coastcross em função de diferentes estágios de crescimento. **Ensaio e Ciência: Ciências biológicas, agrárias e da saúde**, v. 16, n. 2, p. 93-104, 2012.
- AZEVEDO JUNIOR, R. L.; OLIVO, C. J.; BEM, C. M.; AGUIRRE, P. F.; QUATRIN, M. P.; SANTOS, M. M. dos. Forage mass and the nutritive value of pastures mixed with forage peanut and red clover. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 827-834, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400002>.
- BAHMANI, I.; THOM, E. R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R. J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: Effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 54, p. 803–817, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR02135>.
- BALIEIRO NETO, G.; FERREIRA, J. J.; FERREIRA, M. B. D.; FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. M.; RESENDE, M. Características agronômicas e viabilidade do tifton-85 (*Cynodon spp*) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, p. 235-242, 2007.
- BALLARÉ, C. L. Keeping up with the neighbours: Phytochrome sensing and other signalling mechanisms. **Trends Plant Science**, v. 4, n. 3, p. 97–102, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(99\)01383-7](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(99)01383-7).
- BARROS, C. O. de; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, I. F. de; SANTOS, R. A. dos. Rendimento e composição química do capim-tanzânia estabelecido com milheto sob três doses de nitrogênio. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 1068-1075, 2012.
- BASSO, Kelen Cristina. **Morfogênese e Anatomia Foliar de *Panicum maximum* Jacq. cv IPR-86 Milênio Submetido a Doses Crescentes de Nitrogênio**. 2009. 54p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., WALKER, S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1-48, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.

BOGDAN, A. V. **Tropical pastures and fodder crops**. New York: Longman, 1977. 475 p.

BOONMAN, J. G. **East Africa's grasses and fodders: their ecology and husbandry**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. 343p.

BORTOLO, M.; CECATO, U.; MACEDO, F. DE A. F. DE; CANO, C. C. P.; COALHO, M. R.; DAMASCENO, J. C. *et al.* Desempenho de ovelhas, composição química e digestibilidade *in vitro* em uma pastagem de coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) sob diferentes níveis de matéria seca residual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 636-643, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000300005>.

BOW, J. R.; MUIR, J. P. Dynamics of harvesting and feeding *Cynodon* hybrid Tifton 85 hay of varying maturities to wether kids. **Small Ruminant Research**, v. 93, n. 2-3, p. 198-201, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.023>.

BRAGA, G. J.; RAMOS, A. K. B.; MACIEL, G. A.; FERNANDES, F. D.; CARVALHO, M. A.; FONSECA, C. E. L. da. **Circular Técnica 46**: métodos de pastejo e estimativas para o ajuste do número de bovinos na pastagem. Planaltina: Embrapa Cerrados. p. 46. 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220982/1/Circular-46-Gustavo.pdf>. Acesso: 02 de set. 2022.

BRISKE, D. D. **Developmental morphology and physiology of grasses**. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Ed.) *Grazing management: an ecological perspective*. Portland: Timber Press, p. 85-108, 1991.

CASTILLO, J. M.; RUBIO-CASAL, A. E.; LUQUE, T.; FIGUEROA, M. E.; JIMENEZ-NIEVA, F. J. Intratussock tiller distribution and biomass of *Spartina densiflora* Brongn in a invaded salt marsh. **Lagascalia**, v. 23, p. 61-73, 2003.

CALSINA, L. M.; AGNUSDEI, M. G.; ASSUERO, S. G.; PÉREZ, H. Size/density compensation in *Chloris gayana* Kunth cv. Fine Cut subjected to different defoliation regimes. **Grass Forage Science**, v. 67, p. 255–262. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00840.x>.

CAMINHA, F. O.; DA SILVA, S. C.; PAIVA, A. J.; PEREIRA, L. E. T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V. D. Stability of tiller population of continuously stocked marandu palisade grass fertilized with nitrogen. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 213-220, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200013>.

CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C.; CARVALHO, C. B.; SBRISSIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; PINTO, L. F. M.; *et al.* Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 6, p. 919-927, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000600010>.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; *et al.* Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing management. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165–176, 2006.

CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; *et al.* Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 667-674, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000400003>

CARVALHO, C. A. B. de; PACIULLO, D. S. C.; LIMA, D. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; DERESZ, F. Variações sazonais do perfilhamento em pastagem de capim-elefante em resposta a manejo de alturas de resíduo. **Revista Universidade Rural**, v. 24, p. 121-126, 2004.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Desafios da busca e da apreensão da forragem pelos ovinos em pastejo: construindo estruturas de pasto que otimizem a ingestão. In: IV Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de corte. **Anais...João Pessoa**, 2009.

CAVALCANTE, M.; LIRA, M. A. Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 153-163, 2010.

CECATO, U.; MARCO, A. A. F. B.; SAKAGUTI, E. S. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996, Fortaleza. **Anais... Fortaleza: SBZ**, 1996. p. 404-406.

CECATO, U. *et al.* **Pastagem para produção de leite**, 2002. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/pastagens-08-03.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2023.

CHAVES, C. S.; RIBEIRO, K. G., GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C.; MORENZ, M. J. F.; GAMA, D. S. Valor nutritivo e cinética de degradação *in vitro* de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) sob dois intervalos de desfolhação e duas alturas de resíduo pós-pastejo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 5, p. 1351-1359, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8165>.

CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais. **Comunicado Técnico 48**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 6 p.

COWAN, R. T.; LOWE, K. F. Tropical and subtropical grass management and quality. In: CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. (org.). **Grass for Dairy Cattle**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1998; pp. 101–136.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. *In*: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C.F. (org.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford, UK: CAB International, 2000. pp. 151-168.

DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. *In*: II Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2004, Curitiba: UFPR. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR. 2004.

DA SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C. F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/subtropics. *In*: MCGILLOWAY, D. A. (org.). **Grassland: A Global Resource**. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 81-96.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 121-138, 2007.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO, D.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. *In*: IV Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 2008, Viçosa, Minas Gerais. **Anais [...]**. Viçosa: Editora UFV, 2008, p. 75-100.

DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; CARNEVALLI, R. A.; UEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; *et al.* Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subject to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 66, p. 8-19, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000100002>.

DA SILVA, S. C.; PEREIRA, L. E. T.; SBRISSIA, A. F.; HERNÁNDEZ-GARAY, A. Carbon and nitrogen reserves in marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v. 153, n. 8, p. 1449-1463, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859614001130>.

DEREZ, F., MOZZER, O. L. Produção de leite em pastagens de capim-elefante. *In*: Simpósio sobre Capim-Elefante, 1994, Coronel Pacheco, Minas Gerais. **Anais [...]**. Coronel Pacheco: EMBRAPA, 1994, p.155-173.

DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês-Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 461-469, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200024>.

DIEHL, M. S.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; JUNIOR, R. L. A.; BRATZ, V. F.; SANTOS, J. C. Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante e espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1845-1852, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131347>.

DIFANTE, G. S.; DOMICIO, do N. Jr.; EUCLIDES, V. P. B.; DA SILVA, S. C.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Sward structure and nutritive value of Tanzânia guineagrass subject to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 9-19, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000100002>.

EMBRAPA. **Anuário Leite 2022: Pecuária leiteira de precisão, 2022**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1144110/anuario-leite-2022-pecuaria-leiteira-de-precisao>. Acesso em: 15 janeiro de 2023.

FAGUNDES, J. L.; MOREIRA, A. L.; FREITAS, A. W. de P.; ZONTA, A.; HEINRICHS, R.; ROCHA, F. C. Produção de forragem de Tifton 85 adubado com nitrogênio e submetido à lotação contínua. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 306-317, 2012.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. Adubação e Fertilidade do solo em capim-elefante. In: LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR, J. C. B.; MELLO, A. C. L. (org.). **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA-UFRPE, 2010. p.113-144.

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; FILHO, R. S. A.; GONDA H. L.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. **Livestock Science**, v. 145, n. 1-3, p. 205–211, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.02.003>.

FONSECA, L.; CARVALHO, P. C. F.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; GALLI, J. R.; GREGORINI, P. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 9, p. 4357-4365, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5602>.

FREITAS F. P.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A.; SANTOS, M. E. R. Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 864-872, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400006>.

FUKUMOTO, N. M.; DAMASCENO, J. C.; DERESZ, F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; SANTOS, G. T. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 7, p. 1548-1557, 2010. DOI: [10.1590/S1516-35982010000700022](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700022).

GARCIA, D. M. Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas avícolas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, n. 3, p. 251-252, 2014. DOI: [10.22456/1679-9216.16908](https://doi.org/10.22456/1679-9216.16908).

GIMENES, F. M. A.; DA SILVA, S. C.; FIALHO, C. A.; GOMES, M. B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; *et al.* Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p. 751–759, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700011>.

GOMIDE, J. A.; WENDLING, I. J.; BRÁS, S. P.; QUADROS, H. B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejadas sob duas ofertas diárias de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1194-1200, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000500009>.

GOMIDE, C. A. de M.; PACIULLO, D. S. C.; COSTA, I. de A.; LIMA, A. M.; CASTRO, C. R. T. de; LÉDO, F. J. da S. Morphogenesis of dwarf elephant grass clones in response to intensity and frequency of defoliation in dry and rainy seasons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1445-1451, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000700007>.

GOMES, R. A.; LEMPP, B.; JANK, L.; CARPEJANI, G. C.; MORAIS, M. G. da. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 205-211, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000200013>.

GRANATO, L. O. **Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1924. 96p.

HACK, E. C.; BONA FILHO, A.; MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; MARTINICHEN, D.; PEREIRA, T. N. Structure and milk production in Mombaça Grass (*Panicum maximum* Jacq.) swards submitted to different grazing heights. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000100035>.

HAMEL, S.; CÔTÉ, S. D. Foraging decisions in a capital breeder: trade-offs between mass gain and lactation. **Oecologia**, v. 161, n. 2, p. 421-432, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1377-y>.

HANNA, W. W.; CHAPARRO, C. J.; MATHEWS, B. W.; BURNS, J. C.; SOLLENBERGER, L. E. *Perennial pennisetums*. In: MOSER, L. E.; BURSON, B. L.; SOLLENBERGER, L. E. (org). **Warm-season (C4) Grasses**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 2004. Chap. 14, p.503- 545. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr45.c14>.

HANRAHAN, L.; GEOGHEGAN, A.; O'DONOVAN, M.; GRIFFITH, V.; RUELLE, E.; WALLACE, M.; SHALLOO, L. PastureBase Ireland: A grassland decision support system and national database. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 136, p.193-201. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.029>.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: Proceedings of the Annual Meeting of the Brazilian Animal Science Society, v. 29, 2002. **Anais [...]** SBZ: Recife, 2002. pp.180–202.

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfofisiológicos e suas aplicações como manejo. In: CARVALHO, M. M., ALVIM, M. J., XAVIER, D. F. (org). **Capim elefante: produção e utilização**. Coronel Pacheco: Embrapa-Gado de Leite, 1994. p.31-47.

KRÖNING, Aleksandro Bahr. **Determinação da altura de entrada no amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo) em pastejo rotacionado**. 2017. 46f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

KUZNETSOVA, A. **ImerTest: Tests in Linear Mixed Effect Models: CRAN.R**, 2016. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ImerTest>. Acesso em: 8 nov. 2022.

LEAL, J. A.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B. Produção de leite em pastagem irrigada. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 39, Recife, 2017. **Anais [...]**. Recife: SBZ, 2017.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant population in grazed swards. *In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress*, 2001, São Pedro. **Anais [...]**. São Pedro: FEALQ, 2001. p. 29-38.

LIANG, X.; ERICKSON, J. E.; SOLLENBERGER, L. E.; ROWLAND, D. L.; SILVEIRA, M. L.; VERMERRIS, W. Growth and transpiration responses of elephantgrass and energycane to soil drying. **Crop Science**, v. 58, n.1, p. 354-363, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0019>.

LOPES, Bruna Adese. **Características Morfofisiológicas e Acúmulo de Forragem em Capim-Mombaça Submetido a Regimes de Desfolhação**. 2006. 221f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MATTHEW, C.; LEMAIRES, G.; HAMILTON, N. R. S.; HERNÁNDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v. 76, n. 6, p. 579–587, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1995.1135>.

MATTHEW, C.; ASSUERO S. G.; BLACK C. K.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R. Tiller dynamics in grazed swards. *In: LEMAIRES, G., HODGSON, J., MORAES, A. C., CARVALHO, P.C.F. (org.). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Wallingford, UK: CAB International, 2000, p. 127–150.

MACDONALD, K. A.; PENNO, J. W.; LANCASTER, J. A. S.; ROCHE, J. R. Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 5, p. 2151–2163, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0630>.

McDONALD, S.; REID, N.; WATERS, C.; SMITH, R.; HUNTER, J. Improving ground cover and landscape function in a semi-arid rangeland through alternative grazing management. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 268, p. 8-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.08.021>.

MCGOWAN, J.; SAMPSON, M.; SALZWEDEL, D. M.; COGO, E.; FOERSTER, V.; LEFEBVRE, C. PRESS Peer Review of Electronic Search Strategies: 2015 Guideline Statement. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 75, 40-46, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.01.021>.

MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C.F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.H.; GONDA H.L.; *et al.* Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 153, p. 1-9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.12.014>.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **BMJ**, v. 339, p. 2535-b2535, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>.

MONTAGNER, Denise Baptaglin. **Morfogênese e Acúmulo de Forragem em Capim-Mombaça Submetido a Intensidades de Pastejo Rotativo**. 2007. 75f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MOREIRA, A. L.; REIS, R. A.; SIMILI, F. F.; GOMIDE, C. A. D. M.; RUGGIERI, A. C.; BERCHIELLI, T. T. Nitrogen and carbohydrate fractions in exclusive Tifton 85 and in pasture oversown with annual winter forage species. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 34, n. 1, p. 07-14, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i1.11428>.

MURPHY, J. S.; BRISKE, D. D. Regulation of tillering by apical dominance-Chronology, interpretive value, and current perspectives. **Journal of Range Management**, v. 45, n. 5, p. 419-429, 1992. DOI: <https://doi.org/10.2307/4002896>.

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. Tillering. *In*: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (org.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. cap. 6, p.101-126.

O'BRIEN, D.; SHALLOO, L.; PATTON, J.; BUCKLEY, F.; GRAINGER, C.; WALLACE, M. A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms. **Agricultural Systems**, v. 107, p. 33-46, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.11.004>.

OJEDA, J. J.; CAVIGLIA, O. P.; AGNUSDEI, M.G.; ERRECART, P. M. Forage yield, water and solar radiation-productivities of perennial pastures and annual crops sequences in the south-eastern Pampas of Argentina. **Field Crops Research**, v. 221, p. 19-31, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.010>.

PACIULLO, D. S. C.; DERESZ, F.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; VERNEQUE, R. da S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 7, p. 881-887, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000700013>.

PAIVA, A. J.; PEREIRA, L. E. T.; DA SILVA, S. C.; DIAS, R. A. P. Identification of tiller age categories based on morphogenetic responses of continuously stocked marandu palisade grass fertilised with nitrogen. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 867-870. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120738>.

PARIS, W.; TONION, R.; MARTINELLO, C.; SARTOR, L. R.; PAULA, F. L. M. de, OLIVEIRA, J. G. de. Productivity and nutritional value of African Star managed with different leaf blade mass. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 38, n. 1, p. 31-36, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i1.28549>.

PARK, J. Y.; ALE, S.; TEAGUE, W. R.; DOWWER, S. L. Simulating hydrologic responses to alternate grazing management practices at the ranch and watershed scales. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 72, n. 2, p. 102-121, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2489/jswc.72.2.102>.

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

PEREIRA, L. E. T.; PAIVA, A. J.; GEREMIA, E. V.; DA SILVA, S. C. Components of herbage accumulation in elephant grass cvar Napier subjected to strategies of intermittent stocking management. **The Journal of Agricultural Science**, v. 152, n. 6, p. 954-966, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859613000695>.

PEREIRA, L. E. T.; PAIVA, A. J.; GUARDA, V. D. A.; PEREIRA, P. M.; CAMINHA, F. O.; DA SILVA, S. C. Herbage utilisation efficiency of continuously stocked marandu palisade grass subjected to nitrogen fertilisation. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 2. p. 114-123, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0013>.

PELLEGRINI, C. B. de; MEDEIROS, R. B. de; CARLOTTO, S. B.; GARCIA, R. P. A.; LISBOA, C. V.; BRUNING, G. Valor nutritivo de uma pastagem nativa dominada por *eragrostis plana* nees e sua relação com o perfil metabólico de vacas primíparas suplementadas da gestação ao pós-parto. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 2, p.154-163, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v17i216953>.

PEYRAUD, J. L.; POL, A. D.; DILLON, P.; DELABY, L. Producing milk from grazing to reconcile economic and environmental performances. In: Proc. 23th General Meeting of the European Grassland Federation, Kiel, Germany, 2010. **Anais [...]** Zürich, Switzerland: European Grassland Federation EGF, 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 05 nov. 2022.

RODOLFO, G. R.; SCHMITT, D.; DIAS, K. M.; SBRISIA, A. F. Levels of defoliation and regrowth dynamics in elephant grass swards. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1299-1304, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141094>.

RODRIGUES, B. H. N.; MAGALHÃES, J. A.; CAVALCANTE, R. F.; BARROS, W. S. Efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do Capim-Tanzânia irrigado nos Tabuleiros Litorâneos do Piauí. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 8, n.2, p. 21-27, 2016.

RODRIGUES Jr, C. T.; CARNEIRO, M. S. S.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; *et al.* Produção e composição química do capim-marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências**

Agrárias, v. 36, n. 3, p. 2141-2154, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2141>.

SAMPSON, A. W. **Range improvement by deferred and rotation grazing**. U.S. Department of Agriculture, 1913, 16 p.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RICKLI, M. E.; FASOLIN, J. P.; SOARES, M. R. C.; GOES, R. H. T. B. de. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. **Revista Brasileira de Engenharia e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 126-133, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p126-133>.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RICKLI, M. E.; FRISKE, E. Produtividade, composição botânica e valor nutricional do Tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. **Irriga**, v. 1, n. 1, p.221-232, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v1n1p221-232>.

SANTIAGO-HERNÁNDEZ, F., LÓPEZ-ORTIZ, S., ÁVILA-RESÉNDIZ, C.; JARILLO-RODRÍGUEZ, J.; PÉREZ-HERNÁNDEZ, P.; GUERRERO-RODRÍGUEZ, J. de D. Physiological and production responses of four grasses from the genera *Urochloa* and *Megathyrsus* to shade from *Melia azedarach* L. **Agroforestry Systems**, v. 90, p. 339–349, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9858-y>.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. de C.; LANA, R. de P.; QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M. da. Terminação de tourinhos Limousin X Nelore em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf, durante a estação seca, alimentados com diferentes concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1627-1637, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600030>.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C. G. S.; LIMA, C. G. Tiller cohort development and in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 84–93. 2006.

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J. J.; ST-PIERRE, N. R. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, v. 2, n. 8, p. 1203–1214, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002280>.

SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registros de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: CNPGC. 1990. 68p.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L.; *et al.* Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, 655-665, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000400002>.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100005>.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; MOLAN, L. K.; ANDRADE, F. M. E.; GONÇALVES, A. C.; *et al.* Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v. 206, p. 349–359, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-009-9647-7>.

SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G.; ZANINI, G. D.; SANTOS, G. T.; PADILHA, D. A.; SCHMITT, D. Defoliation strategies in pastures submitted to intermitente stocking method: underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, v. 58, p. 945–954, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.07.0447>.

SEIBT, D. C.; OLIVO, C. J.; ALESSIO, V.; SILVA, A. R.; QUATRIN, M. P.; ANJOS, A. N. A. Forage production in mixed grazing systems of elephant grass with arrowleaf clover or forage peanut. **Revista Ceres**, v. 65, n. 2, p. 174-180, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865020009>

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS Jr., M. S.; COSTA, K. A. P.; CASTRO, M. B.; MAGALHÃES, E. N. Potencial de descompactação de um Argissolo promovido pelo capim-Tifton 85. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 39–45, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000100006>.

SILVA, D. S., GOMIDE, J. A., QUEIROS, C. A. Pressões de pastejo em Pastagens de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott). Efeito sobre o consumo do pasto, valor nutritivo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n.3, p. 453-464, 1994.

SILVA, M. M. P. **Características produtivas, morfogênicas e composição químico bromatológica de gramíneas forrageiras tropicais, submetidas a diferentes condições hídricas do solo**. 2015. 131f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

SILVA, V. R.; COSTA, K. A. P.; SILVA, M. A. P.; NICOLAU, E. S.; SILVA, V. C.; SOUZA, W. F.; *et al.* Production, forage quality, and performance of holstein cows under intermittent grazing on Tifton 85. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 8, p. 11-21, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v9n8p11>.

SILVEIRA, M. C. T.; DA SILVA, S. C.; SOUZA, S. J. Jr.; BARBERO, L. M.; RODRIGUES, C. S.; LIMÃO, V. A.; *et al.* Herbage accumulation and grazing losses on Mulato grass subjected to strategies of rotational stocking management. **Scientia Agrícola**, v. 70, n. 4, p. 242–249, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000400004>.

SOARES, J. P. G.; AROEIRA, L. J. M.; PEREIRA, O. G.; MARTINS, C. E.; VALADARES FILHO, S. de C.; LOPES, F. C. F.; *et al.* Capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob duas doses de nitrogênio. Consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 889-897, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000400032>.

SOUSA, B. M. L.; NASCIMENTO, D. Jr.; DA SILVA, S.C.; FREITAS, H. C. M.; RODRIGUES, C. S.; FONSECA, D. M.; *et al.* Structural and morphogenetic characteristics of andropogon grass submitted to different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2141–2147, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001000006>.

ST-PIERRE, N. R. Invited review. Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 4, p. 741–755, 2001. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74530-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74530-4).

ST-PIERRE, N. R. Meta-analyses of experimental data in the animal sciences. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 343-358, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000031>.

TAINTON, N. **Veld management in South Africa**. Pietermaritz-burg: University of Natal Press. 1999.

TCACENCO, F. A; LANCE, G. N. Selection of morphological traits for characterization of elephant grass accessions. **Tropical Grasslands**, v. 26, n. 3, p. 145-155, 1992.

TEAGUE, W. R.; DOWHOWER, S. L.; BAKER, S. A.; HAILE, N.; DELAUNE, P.B.; CONOVER, D. M. Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass Prairie. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 141, n. 3-4, p. 310-322, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.009>.

TEIXEIRA, A. M., JAYME, D. G.; SENE, G. A.; FERNANDES, L. O. BARRETO, A. C.; RODRIGUES Jr. D. J.; *et al.* Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p.1447-1453, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500025>.

VALENTINE, K. A. Seasonal suitability, a grazing system for ranges of diverse vegetation types and condition classes. **Journal of Range Management**, v. 20, n. 6, p. 395-397, 1967. DOI: <https://doi.org/10.2307/3896413>.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. *In*: HODGSON, J. (org). **New Zealand - Pasture and Crop Science**, Oxford: Cambridge University Press, 1999. p.11-27.

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

VEIGA, J. B. Utilização do capim-elefante sob pastejo. *In*: Simpósio sobre capim-elefante, 1, 1990, Coronel Pacheco: **Anais[...]** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1990. p.133-154.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. de; LIMA, J. **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2005, 251p.

VILELA, D.; LIMA, J. A.; RESENDE, J. C.; VERNEQUE, R. da S. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 555-561, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000200031>.

VOISIN, A. **Grass Productivity**. Philosophical Library, New York, 1959.

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; IMAIZUMI, H.; CLARINDO, R. L.; PENATI, M. A. Milk production and composition of dairy cows grazing elephant grass under two grazing intervals. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100016>.

WHITE, L. M. Carbohydrate reserves of grasses: A review. **Journal of Range Management**, v. 26, 13-18, 1973. DOI: <https://doi.org/10.2307/3896873>.

XAVIER, D. F.; BOTREL, M. A.; DAHER, R. F.; GOMES, F. T.; PEREIRA, A. V. **Caracterização morfológica e agrônômica de algumas cultivares de capim-elefante**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1995. 24 p.