

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

FREQUÊNCIAS DE PASTEJO COMO ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO CAPIM-ZURI
SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE

Jéssica Gomes Rodrigues

CAMPO GRANDE, MS

2023

<p>RODRIGUES, J. G.</p>	<p>FREQÜÊNCIAS DE PASTEIO COMO ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO CAPIM-ZURI SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE</p>	<p>2023</p>
--------------------------------	--	--------------------

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

Frequências de pastejo como estratégias de manejo do capim-zuri sob lotação intermitente

Grazing frequency as management strategies for zuri grass under intermittent stoking

Jéssica Gomes Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante

Coorientadores: Dr^a Denise Baptaglin Montagner

Dr. Alexandre Romeiro de Araújo

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE, MS

2023



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

JÉSSICA GOMES RODRIGUES

FREQUÊNCIAS DE PASTEJO COMO ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO CAPIM-ZURI SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE

GRAZING FREQUENCIES AS MANAGEMENT STRATEGIES FOR ZURIGRASS UNDER INTERMITTENT STOCKING

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 25-09-2023

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Gelson dos Santos Difante
(UFMS) – Presidente

Dr. Alexandre Romeiro de Araujo
(EMBRAPA)

Dra. Denise Baptaglin Montagner
(EMBRAPA)

Dra. Valéria Pacheco Batista Euclides
(EMBRAPA)

Dra. Vanessa Zironi Longhini
(UFMS)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Valeria Pacheco Batista Euclides, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 06:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Zirondi Longhini, Professora do Magistério Superior**, em 06/10/2023, às 07:53, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **DENISE BAPTAGLIN MONTAGNER, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 08:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Romeiro de Araújo, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 11:37, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Gelson dos Santos Difante, Professor do Magisterio Superior**, em 20/10/2023, às 14:41, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4382407** e o código CRC **619EEB02**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Agradecimentos

Agradeço a Deus, fonte de força e fôlego de vida.

Aos meus pais, Marta da Silva Gomes de Lima e Antônio Rodrigues de Lima, que não medem esforços para que eu conquiste os meus sonhos. Agradeço o amor, a dedicação e todos os direcionamentos de vida.

Aos meus irmãos, Arthur Gomes Rodrigues e Ryan Gomes de Lima que mesmo distante, se fazem presente na minha vida, o amor de vocês me renova e me fortalece.

A minha avó, Maria Rodrigues de Lima, exemplo de fé, agradeço as orações protetivas, elas me fizeram crescer segura de que “o mal não me enxerga”.

Aos meus tios Josemar Gomes da Silva, Cresiana Rosa de Lima, Severino Rodrigues de Lima, Francisco Rodrigues de Lima, exemplos de afeto genuíno, agradeço pelo amor, cuidado e pelos votos de sucesso.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), que por meio do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPGCA) contribuiu para minha formação e aprimoramento profissional.

À Fundação do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT-MS) pela bolsa de estudos, sem a qual eu não conseguiria me dedicar de forma exclusiva ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante, grande líder, agradeço por ter me escolhido para ser desafiada, por confiar na minha capacidade e por ter paciência durante esses nove anos de parceria. Por fim, agradeço sua sensibilidade em me capacitar para além dos muros institucionais, serás sempre uma inspiração.

À Dra. Denise Baptaglin Montagner, por me orientar e tornar a forragicultura uma ciência ainda mais interessante através do seu olhar e seus ensinamentos. Agradeço o conhecimento transmitido e a confiança no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Alexandre Romeiro de Araújo (Padrinho), exemplo de humildade, agradeço por ter se mostrado sempre pronto para ajudar, agradeço as trocas de conhecimento e as palavras de incentivo, foram fonte de motivação nos dias cheios.

À Gabriela Oliveira de Aquino Monteiro, amiga, companheira de grupo, e parceira na condução deste experimento, agradeço o carinho e as trocas de experiência que foram determinantes em muitos momentos.

Aos funcionários da EMBRAPA Gado de Corte, Silvano Calixto, José Carlos Peixoto, e em especial Valter Alves e Agnelson Souza, por terem se mostrado sempre prontos para ajudar, pelo convívio e pelo carinho que sempre tiveram comigo. Aprendi muito com vocês

As bolsistas Alana Amarelha Aparecida Nobre e Flávia Santana, que estiveram juntas comigo durante o primeiro ano de condução desse experimento, agradeço a dedicação e comprometimento na condução das avaliações, e a amizade construída. A vocês, meu reconhecimento e admiração.

A todo o grupo GEFOR, em especial, os bolsistas Amanda Eunice, Eduardo Weisze e Andrey Myake que se juntaram ao time no segundo ano, agradeço o esforço e a dedicação, um trabalho desses não é feito a poucas mãos.

Aos colegas de pós-graduação Juliana Caroline Santos Santana e Nestor Eduardo Villamizar Frontado, por desprenderem do tempo, auxiliado em momentos decisivos, e por deixarem a caminhada mais leve.

Aos amigos Emmanuel Liévio de Lima Vêras e Francisca Fernanda da Silva Roberto, que com um gesto nobre, abriram as portas de casa para me acolher quando mais precisei, meu sincero agradecimento. A convivência com vocês foi um presente.

À Tallyta Ananda da Silva Maeda (e toda sua família), um ser de luz, agradeço a amizade, o direcionamento, e agradeço por ter me ensinado a me olhar com mais carinho.

À Marislayne de Gusmão Pereira (Lay), que caminha comigo desde o curso técnico na Escola Agrícola de Jundiaí, há mais de 12 anos (em simbiose), agradeço a paciência, a lealdade, e os anos de dedicação a nossa amizade.

A todos que, não foram nominalmente citados, mas contribuíram para eu chegar até aqui, OBRIGADA!

“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve que renunciar para conseguir”.

Dalai Lama

Resumo

RODRIGUES, J. G. Frequências de pastejo como estratégias de manejo do capim-zuri sob lotação intermitente. 2023. Tese, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

Práticas de manejo do pastejo que modificam a entrada de luz no dossel promovem alterações nas respostas morfofisiológicas das plantas, gerando necessidade de estudos aplicados que busquem o entendimento das relações de causa-efeito. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de quatro frequências de pastejo nas características produtivas, morfogênicas, estruturais e valor nutritivo do *Panicum maximum* cultivar BRS Zuri (capim-zuri). O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS, no período de outubro de 2020 a abril de 2022. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro frequências de pastejo, representadas pelos níveis de interceptação de luz (IL) no pré-pastejo, de 80%IL, 85%IL, 90%IL e 95%IL no capim-zuri sob lotação intermitente. A intensidade de pastejo foi mantida fixa em 50% da altura de entrada para os quatro tratamentos. Para o artigo 1 foram avaliadas características produtivas, estruturais e o valor nutritivo. No artigo 2 foram avaliados a dinâmica do perfilhamento e o fluxo de tecidos. No artigo 3 foi avaliada a dinâmica do rebaixamento dos pastos, tendo como hipótese que as diferentes estruturas formadas pelos tratamentos poderiam alterar a eficiência de colheita pelos animais. A altura do dossel, massa de forragem (MF), acúmulo de forragem (AF) e intervalo entre pastejos (IEP) se ajustaram a um modelo de regressão linear, com incrementos à medida que se aumentou a IL pelo dossel, já a taxa de acúmulo de forragem (TAF) se ajustou a um modelo quadrático. Os níveis de 90%IL e 95%IL mantiveram a altura de pré-pastejo constante ao longo das estações, com médias de 65 e 75 cm, respectivamente. A densidade populacional de perfilhos (DPP), a porcentagem de proteína bruta (PB) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIGMO) diminuíram com o aumento dos níveis de IL pelo dossel. As menores DPP, PB e DIGMO para todas as frequências de pastejo ocorreram no inverno²¹. A maior MF (9626,1 kg/ha de MS) e o maior AF (4738,4 kg/ha de MS) foram observadas no verão^{21/22} para os pastos manejados com 95%IL, já a maior TAF foi estimada nos pastos manejados com 90%IL. Na primavera²¹, foram encontrados os maiores teores de PB da folha (15,53%) em pastos manejados com 80%IL. Para dinâmica do rebaixamento, a frequência e intensidade de desfolhação se ajustou a um modelo de regressão linear, com incrementos à medida que se aumentou o nível de IL no pré-pastejo. A eficiência de utilização do pasto pelos animais foi crescente, com aumentos de 16,7%, 17,1%, 10,9%, e 4,1%, para folhas expandidas, folhas em expansão, pseudocolmo e perfilho estendido, respectivamente, quando o dossel passou de 80%IL para 95%IL. Pastos de capim-zuri manejados com maior frequência de desfolhação apresentam maior valor nutritivo e melhor composição morfológica quando comparados aos manejados com 95%IL no pré-pastejo. A diminuição gradativa na altura e da DPP para pastos manejados com 80%IL podem ser indicativos do comprometimento da capacidade produtiva e da persistência do capim-zuri. Quando o processo de rebrotação foi interrompido com 90% IL, a taxa de acúmulo de forragem foi maior e permitiu maior número de ciclos de pastejo e melhor valor nutritivo. Na dinâmica do rebaixamento, a IL influenciou a estrutura do dossel do capim-zuri e alterou a forma de exploração do dossel forrageiro pelos animais. A IL de 80% proporcionou em uma dieta rica em folhas, baixa proporção de colmos e menor tempo para reestabelecimento do dossel. Já os pastos manejados com 95%IL apresentaram menor relação folha:colmo, porém com maior massa de forragem que, permitiu maior taxa de lotação instantânea.

Palavras-chave: bioma cerrado, dinâmica do perfilhamento, interceptação de luz, manejo do pastejo, produção de forragem, valor nutritivo, morfogênese

Abstract

RODRIGUES, J. G. Grazing frequencies as zuri grass management strategies under intermittent stocking . 2023. Thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

Grazing management practices that modify the entry of light into the canopy promote changes in plant responses, generating the need for applied studies that seek to understand the cause-effect relationships. The objective of this work was to evaluate the effects of four grazing frequencies on the productive, morphogenic, structural characteristics and nutritional value of zuri grass. The experiment was carried out at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande/MS, from October 2020 to March 2022. The experimental design was complete randomized blocks, with four treatments and four replications. The treatments consisted of four grazing frequencies, represented by the levels of light interception (LI) in the pre-grazing, of 80% LI, 85% LI, 90% LI and 95% LI in zuri grass under intermittent stocking. The grazing intensity was kept fixed at 50% of the entry height for the four treatments. For article 1, productive and structural characteristics and nutritional value were evaluated. In article 2, tillering dynamics and tissue flow were evaluated. In article 3, the dynamics of pasture lowering were evaluated, with the hypothesis that the different structures formed by the treatments could alter the efficiency of harvesting by the animals. Canopy height, forage mass (FM), forage accumulation (FA) and interval between grazing (IBG) were adjusted to a linear regression model, with increments as the LI increased by the canopy. The levels of 90% LI and 95% LI kept the pre-grazing height constant throughout the seasons, with averages of 65 and 75 cm, respectively. Tiller population density (TPD), percentage of crude protein (CP) and in vitro digestibility of organic matter (DIGOM) decreased with increasing IL levels in the canopy. The lowest TPD, CP and DIGOM for all grazing frequencies occurred in winter22. The highest MF (9626.1 kg/ha DM) and the highest FA (4738.4 kg/ha DM) were observed in summer21/22 for pastures managed with 95% LI, while the highest FAR was estimated in pastures managed with 90% LI. In spring, the highest leaf CP contents (15.53%) were found in pastures managed with 80% LI. For the dynamics of lowering, the frequency and intensity of defoliation was fitted to a linear regression model, with increments as the level of IL increased in the pre-grazing period. The efficiency of pasture use by the animals increased, with increases of 16.7%, 17.1%, 10.9%, and 4.1%, for expanded leaves, expanding leaves, pseudostem and extended tiller, respectively, when the canopy went from 80% LI to 95% LI. Zuri grass pastures managed with a higher frequency of defoliation have higher nutritional value and better morphological composition when compared to those managed with 95% LI in the pre-grazing. The gradual decrease in height and TPD for pastures managed with 80% LI may be indicative of compromised productive capacity and persistence of zuri grass. When the regrowth process was interrupted with 90% LI, the forage accumulation rate was higher and allowed a greater number of grazing cycles and better nutritional value. In the dynamics of lowering, IL influenced the structure of the zuri grass canopy and changed the way animals exploit the forage canopy. The IL of 80% resulted in a diet rich in leaves, a low proportion of stems and less time for reestablishment of the canopy. Pastures managed with 95% LI showed a lower leaf:stem ratio, but with a higher forage mass, which allowed a higher instantaneous stocking rate.

Keywords: cerrado biome, tillering dynamics, light interception, grazing management, forage production, nutritive value, morphogenesis

Lista de ilustrações

Capítulo 2. Diferentes frequências de pastejo modificam a estrutura, produção e o valor nutritivo do capim-zuri no bioma Cerrado

Figura 1. Precipitação mensal, precipitação histórica mensal e temperatura média durante o período experimental	20
Figura 2. Balanço hídrico do solo no período experimental para uma capacidade de armazenamento de água no solo de 150mm, no período de outubro de 2020 à abril de 2022.	21
Figura 3. Área experimental	22
Figura 4. Número de ciclos de pastejo do capim-zuri manejado sob diferentes níveis de interceptação de luz no pré-pastejo em diferentes estações do ano.....	25
Figura 5. Efeito dos níveis de interceptação de luz (A) e das estações do ano (B) sob a taxa de acúmulo de forragem (TAF) de pastos de capim-zuri.....	29
Figura 6. Teor de lignina na folha de pastos de capim-zuri em função de níveis de interceptação de luz e estações do ano.	33

Capítulo 3. Dinâmica do perfilhamento e fluxo de tecidos em pastos de capim-zuri: respostas ao manejo do pastejo

Figura 1. Precipitação mensal, precipitação histórica mensal e temperatura média durante o período experimental	49
Figura 2. Balanço hídrico do solo no período experimental	49
Figura 3. Área experimental	51
Figura 4. Índice de estabilidade de perfilhos do capim-zuri manejado sob diferentes níveis de interceptação de luz no pré-pastejo em diferentes estações do ano.....	56
Figura 5. Padrões demográficos de perfilhamento do capim-zuri manejado sob diferentes níveis de interceptação de luz no pré-pastejo em diferentes épocas do ano.....	61

Capítulo 4. Inter-relação entre estrutura do pasto e a dinâmica do rebaixamento em pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz

Figura 1. Precipitação mensal, precipitação histórica mensal e temperatura média durante o período experimental 75

Figura 2. Relação entre eventos de desfolha e eficiência de utilização (cm) por categoria de folha expandida, em expansão, pseudocolmo e perfilho estendido em função dos níveis de interceptação de luz de 80% (A), 85% (B), 90% (C) e 95% (D)..... 85

Figura 3. Resumo gráfico 89

Lista de tabela

Capítulo 2. Diferentes frequências de pastejo modificam a estrutura, produção e o valor nutritivo do capim-zuri no bioma Cerrado

Tabela 1. Resultado da análise química da fertilidade do solo antes do início do período experimental	21
Tabela 2. Intervalo entre pastejos (IEP) de pastos de capim-zuri submetido a diferentes níveis de interceptação de luz, em diferentes estações do ano.....	26
Tabela 3. Altura e massa de forragem no pré e pós-pastejo e densidade populacional de perfilhos e acúmulo de forragem em pastos de capim-zuri manejados sob níveis de interceptação em diferentes estações do ano.	27
Tabela 4. Efeito dos níveis de interceptação de luz na porcentagem folha, colmo, material morto e nas relações folha:colmo e relação verde:morto de pastos de capim-zuri.	30
Tabela 5. Efeito de estação sobre as variáveis porcentagem folha, colmo, material morto e nas relações folha:colmo e relação verde:morto de pastos de capim-zuri	31
Tabela 6. Valor nutritivo da folha de pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz em diferentes épocas do ano.	32
Tabela 7. Valor nutritivo do colmo de pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz em diferentes épocas do ano.....	33
Tabela 8. Efeito da época do ano sobre o valor nutritivo do colmo de pastos de capim-zuri manejado sob diferentes níveis de interceptação de luz	34

Capítulo 3. Dinâmica do perfilhamento e fluxo de tecidos em pastos de capim-zuri: uma resposta ao manejo do pastejo

Tabela 1. Resultado da análise química da fertilidade do solo antes do início do período experimental	50
Tabela 2. Taxa de aparecimento de folhas (TApF) e duração de vida da folha (DVF) de pastos de capim-zuri submetido a níveis de interceptação de luz no pré-pastejo.....	55
Tabela 3. Variáveis morfogênicas e estruturais de pastos de capim-zuri submetido a níveis de interceptação de luz no pré-pastejo e a diferentes estações do ano	56
Tabela 4. Taxa de aparecimento (TAP) e índice de estabilidade (IE) de perfilhos de pastos de capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz em diferentes estações do ano	57

Tabela 5. Taxa de mortalidade e taxa de sobrevivência de perfilhos em função de níveis de interceptação de luz e estações do ano	58
---	----

Capítulo 4. Inter-relação entre estrutura do pasto e a dinâmica do rebaixamento em pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz

Tabela 1. Características estruturais do dossel no pré e pós-pastejo em pastos de capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz	80
Tabela 2. Frequência e intensidade de desfolhação por categoria de folha, pseudocolmo e perfilho estendido em pastos de capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz	82
Tabela 3. Área pastejada total e por estrato de pastejo em pastos de capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz	83
Tabela 4. Comprimento médio (cm) dos componentes morfológicos do pasto no pré e pós-pastejo e eficiência de utilização (%) em função dos níveis de interceptação de luz	84
Tabela 5. Tempo para dez bocados, número de bocados por estação, tempo para visitar 5 estações e passos entre estações durante o rebaixamento de pastos de capim-zuri submetidos a diferentes níveis de IL.	86

Sumário

Introdução geral.....	1
Capítulo 1: Revisão bibliográfica.....	2
Panicum maximum cultivar Zuri.....	2
Ecofisiologia de plantas forrageiras sob pastejo.....	4
Frequência e intensidade de pastejo	5
Flexibilização de manejo	8
Objetivo	9
Referências	10
Capítulo 2. Diferentes frequências de pastejo modificam a estrutura, produção e o valor nutritivo do capim-zuri no bioma Cerrado	16
Resumo:	16
Introdução.....	19
Material e métodos	20
Resultados.....	25
Discussão	35
Conclusão	41
Referências	42
Capítulo 3: Dinâmica do perfilhamento e fluxo de tecidos em pastos de capim-zuri: respostas ao manejo do pastejo	47
Resumo:	47
Introdução.....	49
Material e métodos	51
Resultados.....	56
Discussão	64
Conclusão	68
Referências	69
Capítulo 4: Inter-relação entre estrutura do pasto e a dinâmica do rebaixamento em pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz	73
Resumo:	73
Introdução.....	76
Material e Métodos.....	78
Resultados.....	83

Discussão	90
Conclusão	95
Referências	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	100

Introdução geral

A introdução de novas cultivares forrageiras aumentou o potencial de produção das pastagens tropicais devido à elevada produtividade e à grande adaptabilidade dessas plantas ao pastejo. A espécie *Panicum maximum* (Sin. *Megathysus maximus*) merece destaque, pois suas cultivares apresentam elevada produção de forragem e valor nutritivo e se propagam facilmente por sementes (Jank et al. 2013). Em virtude dessas características, os lançamentos de cultivares forrageiras tropicais passaram a predominar nos sistemas de produção em pasto do país (Da Silva et al., 2007).

Entretanto, o sucesso na utilização de pastagens tropicais não depende apenas da escolha de uma planta forrageira altamente produtiva ou da disponibilidade de nutrientes para o seu crescimento, mas também do manejo adotado e o meio onde estão inseridas. Esses fatores são determinantes para a expressão de todo o potencial produtivo das plantas forrageiras. Os fatores abióticos como luz, temperatura, água e nutrientes, somados ao manejo, interferem no processo de fotossíntese e na dinâmica de crescimento dos componentes do pasto (Santos et al., 2012).

O conhecimento do potencial produtivo e das respostas da planta ao pastejo são essenciais para gerar práticas de manejo adequadas, que visam a obtenção do equilíbrio entre a qualidade e a produção de forragem, considerando a nutrição animal adequada e a persistência da pastagem utilizada (Costa et al., 2019).

Nas duas últimas décadas, pesquisas foram realizadas avaliando a interceptação de luz (IL) pelo dossel (Carnevali et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Difante et al., 2009; Zanini et al., 2011; Carvalho et al., 2017). Com os resultados dessas pesquisas observou-se a importância de usar um parâmetro fisiológico para interromper o processo de rebrotação dos pastos, e a necessidade de traduzir essa informação científica para um contexto prático, visando a adoção desta tecnologia pelos manejadores de pasto.

Como resultado dessa procura, observou-se que a altura do dossel era uma variável que se relacionava com a IL, e passou a ser uma ferramenta prática de manejo do pastejo, que considera os aspectos morfológicos e ecofisiológicos das forrageiras. A incorporação do conceito de 95% de IL, traduzido em altura do pasto, em comparação ao uso de dias fixos, configurou um avanço. Apesar da simplicidade do uso de dias fixos, estes não consideram que os processos de crescimento são fortemente impactados pelas variações ambientais durante o período de rebrotação.

Entretanto, resultados de pesquisa demonstram que em pastos manejados a frequências maiores, em relação a IL-meta de 95%, há um maior número de ciclo de pastejo e maior porcentagem de lâminas foliares na composição da massa de forragem (Barbosa et al., 2007), sem grandes diferenças no acúmulo de forragem (Sbríssia et al., 2018) na composição química (Schmitt et al., 2019) e no desempenho animal (Alvarenga et al., 2020).

A busca por princípios adequados de manejo que sejam capazes de evitar a degradação e melhorar os sistemas de produção animal em pastagens devem abranger informações sobre as respostas morfofisiológicas e produtivas das plantas forrageiras e como a estrutura dos pastos influencia o consumo de forragem pelos animais.

Baseado no conceito de 95%IL como o limite máximo para interromper o processo de rebrotação, nas variações ambientais dentro das estações de crescimento e em estratégias de manejo para períodos de transição para maximizar o uso dos pastos, buscou-se entender as respostas morfofisiológicas e produtivas das plantas forrageiras quando submetidas a altas frequências de pastejo, as alterações no valor nutritivo da forragem ofertada aos animais, e o efeito da estrutura do pasto sobre a dinâmica do rebaixamento pelos animais.

A revisão bibliográfica procura possibilitar maior compreensão destes temas, e auxiliar na compreensão e discussão dos dados apresentados nesta tese.

Capítulo 1: Revisão bibliográfica

Panicum maximum cultivar Zuri

As gramíneas da espécie *Panicum maximum* estão entre as forrageiras mais utilizadas nacionalmente, devido ao seu destaque na alta produção de matéria seca (MS) por unidade de área, podem alcançar produtividade de 33 t/ha de MS, e facilidade de estabelecimento (Gomes et al., 2020), com elevado potencial de produção em regiões com clima predominantemente tropical e subtropical (Galindo et al., 2017). Outras características desejáveis da espécie incluem, produção abundante de folhas (Emerenciano Neto et al., 2017), bom valor nutritivo e aceitabilidade pelos animais, quando bem manejadas (Euclides et al., 2018), com capacidade de proporcionar elevado desempenho animal (Jank et al., 2013).

Entre os lançamentos indicados para o manejo intensivo, a cultivar BRS Zuri merece destaque. Essa cultivar foi desenvolvida, registrada e protegida sob coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em parceria com à

Associação para Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais (Unipasto) e lançada ao mercado em 2014.

Esta cultivar se caracteriza por ser uma planta de crescimento ereto e cespitoso, de porte alto, com folhas largas, longas e arqueadas, colmo grosso e florescimento tardio (abril). Possui boa capacidade de suporte, resistência à cigarrinha-das-pastagens e alto grau de resistência ao fungo *Bipolaris maydis* (Jank et al., 2022).

Alguns estudos científicos tem sido desenvolvidos após o seu lançamento para compreender o seu desempenho em sistemas de produção em pasto. Abreu et al. (2020) observaram que o capim-zuri respondeu até a dose de 600 kg/ha de N para as variáveis tamanho de folha, densidade populacional de perfilhos e produção de forragem.

Ao avaliar o potencial de produção de forragem e o desempenho animal nas cultivares Massai, Tamani e Zuri em Planaltina-DF, Braga et al. (2019) mostraram que o capim-tamani e principalmente o capim-zuri podem ser recomendados para categorias de bovinos mais exigentes (ou seja, animais em crescimento e engorda) em sistemas em pasto, combinando altas taxas de lotação e qualidade de forragem, nos períodos onde as exigências climáticas e de fertilidade do solo são atendidas.

A cultivar BRS Zuri demonstra grande potencial de adaptação a diferentes condições climáticas, embora seja recomendada para regiões que possuem solos preferencialmente com boa drenagem e com fertilidade de média a alta (Embrapa, 2014). Também foi classificado como bastante tolerante ao encharcamento temporário do solo quando avaliado em parcelas, e quando submetido ao pastejo. Ainda em solos mal drenados, mostrou-se vigorosa, com sobrevivência de 90% de suas plantas em um estudo realizado no Acre (Andrade & Valentim, 2009). Porém, é importante destacar que a cv. BRS Zuri não suporta o alagamento quando há acúmulo de água sobre o solo (Jank et al., 2022).

No semiárido brasileiro, caracterizado longos períodos com déficit hídrico, a cultivar BRS Zuri apresentou massa de forragem de 3000 kg/ha de MS, semelhante a cultivar Tanzânia (Veras et al., 2020), taxa de acúmulo de forragem média de 25,8 kg/ha/dia de MS no período de transição (período seco/chuvoso) e com teor PB de 11,5%.

A cultivar BRS Zuri, embora apresente produção de forragem estacional, floresce em um período definido (abril) e emite, proporcionalmente, menos colmo fora do período reprodutivo em comparação a cultivares do gênero *Brachiaria*, se bem manejado. Por alongar menos colmos, as gemas ficam menos expostas e são menos

removidas pelos animais por isso suporta melhor o estresse causado pela seca e pelo pastejo (Jank et al., 2022).

Ecofisiologia de plantas forrageiras sob pastejo

As principais causas para que o complexo solo-planta entre em processo de degradação são: a falta de reposição de nutrientes no solo e o manejo do pastejo inadequado. A expectativa é que a definição e a transferência dos princípios adequados de manejo consigam possibilitar que as pastagens se mantenham produtivas e persistentes (Euclides et al., 2014).

Nas últimas décadas houve uma grande evolução no conhecimento de ecofisiologia das plantas forrageiras em ecossistema de pastagens, e sua relação com o manejo do pastejo. Esse progresso ocorreu quando se passou a entender o funcionamento das plantas forrageiras para planejar sua utilização e manejo, considerando as características morfogênicas e estruturais, dinâmica de perfilhamento, reservas orgânicas, crescimento radicular, padrões de desfolha, índice de área foliar (IAF), IL pelo dossel e o comportamento de animais em pastejo para o equilíbrio do sistema de produção.

Em um estudo clássico, Watson (1967) definiu o IAF de uma planta forrageira como a relação entre a sua área foliar e a área de solo que a mesma ocupa. Em vista disso, com o aumento do IAF, eleva-se a IL pelo dossel forrageiro (Martins et al., 2021). A IL, ou interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, é um fator da biofísica fundamental dentro do programa trófico das plantas (Broughan, 1956). Esses dois parâmetros se relacionam com a variável altura do dossel, que, segundo Hodgson (1990), é uma das variáveis que apresentam maior consistência sobre a produção de forragem.

Estudos com gramíneas de clima tropical descreveram o padrão de crescimento durante o período de rebrotação, como sigmoide, com três fases. A primeira representada por um crescimento exponencial, a segunda por um crescimento linear onde a taxa de acúmulo é constante, até a terceira fase, onde ocorre diminuição no crescimento e aumento na senescência, devido ao dossel se aproximar da máxima IL (Broughan, 1956). Em tese, esse comportamento demonstra que com o aumento da IL pelo dossel ocorrem incrementos no IAF, na altura do dossel e na massa de forragem.

A dinâmica de acúmulo de folhas de um dossel forrageiro se correlaciona com sua IL, e quanto maior a altura do dossel, maior a quantidade de luz interceptada

(Andrade et al., 2016). Braga et al. (2008) reportaram que o controle da estrutura do dossel (altura, IAF, IL) aliado a um período de descanso variável, pode ser uma alternativa para maximizar a eficiência fotossintética da área, melhorar o valor nutritivo da forragem e por consequência o desempenho animal. Logo, observa-se que o padrão de acúmulo de forragem pelas plantas é afetado diretamente pela disponibilidade de luz do ambiente.

Em sistemas que utilizam como método de pastejo a lotação rotacionada ou intermitente, fatores como redução da luminosidade no dossel forrageiro durante o processo de rebrotação, alterações nas disponibilidades de água e nutrientes no solo e manejo do pastejo são capazes de alterar a composição do dossel forrageiro e comprometer a produtividade e persistência das plantas no sistema (Braz et al., 2017; Lopes et al., 2017). Desta maneira, o conhecimento acerca das características morfofisiológicas e seus mecanismos de tolerância aos estresses são de fundamental importância para definição de metas de manejo adequadas.

A produção animal em pasto, é dependente da eficiência do processo de pastejo, quando o animal promove a desfolhação da planta forrageira. Esse processo pode sofrer a influência das metas de manejo do pastejo e do manejo imposto à pastagem como um todo. Diante disso, um dos principais entraves que refletem na baixa produtividade das áreas de pastagens é justamente a gestão inadequada do recurso forrageiro (Carvalho et al., 2017) e a falta de conhecimento dos limites de utilização das gramíneas, que geram dificuldades no controle da estrutura do dossel.

Frequência e intensidade de pastejo

A escolha de estratégias de manejo do pastejo passa pela compreensão de toda a base produtiva, da finalidade da utilização dos recursos, das respostas da planta e do animal ao pastejo e do perfil do sistema de produção. (Da Silva & Corsi, 2003). Em relação aos objetos de avaliação do manejo do pastejo, a frequência e intensidade de pastejo merecem destaque, devido à importância na contribuição sobre as modificações na estrutura do dossel, em decorrência das alterações no número e peso de perfilhos (Da Silva & Pedreira, 1997), na taxa de aparecimento e alongamento de folhas e na participação de colmo e material morto que interferem na qualidade e acessibilidade da forragem para o animal (Difante et al., 2008).

A frequência de pastejo corresponde ao intervalo com que o animal realiza desfolhações sucessivas na planta, e em casos de lotação rotacionada ou intermitente,

corresponde ao tempo em que o piquete está novamente pronto para ser pastejado. Esta variável possui elevada eficiência no controle do alongamento de colmos e senescência, se destacando como uma característica importante para ajustes de práticas de manejo no campo (Da Silva & Nascimento Júnior, 2007). Sob pastejo em lotação rotacionada, a duração do intervalo de pastejos sucessivos, é um dos fatores que estabelece a recuperação do IAF e, por consequência, maximiza a produção de forragem em cada ciclo de pastejo (Costa et al., 2004).

Em contrapartida, a intensidade de pastejo é compreendida como quantidade da parte aérea retirada durante o pastejo, ou seja, representa a área foliar remanescente ou o IAF do dossel após a desfolhação, sendo um dos índices determinantes da capacidade de rebrotação dos pastos (Lemaire & Chapman, 1996). Para garantir uma rebrotação rápida e assegurar a interceptação da luz incidente, existe a importância de manutenção de um IAF adequado para recuperação das plantas pastejadas, ou seja, definir metas de frequência e intensidade de pastejo alinhadas com o cenário para manter o sistema sustentável e perene.

O emprego inadequado das variáveis de manejo do pastejo pode resultar em menor produtividade do pasto, pois o acúmulo de matéria seca apresenta alta correlação com a frequência de pastejo, a qual interage fortemente com a intensidade de desfolhação, afetando diretamente a produtividade de forragem e seus componentes como folhas, colmos e material senescente, com reflexos negativos em sua composição química ao longo do ano (Da Silva et al., 2015).

Estudos desenvolvidos com o objetivo de identificar o ponto em que as plantas estão preparadas novamente para o pastejo, indicam que a máxima taxa de acúmulo de forragem acontece quando a IL do dossel forrageiro atinge 95%, esta medida mostra uma condição ótima de manejo para que as cultivares expressem seus potenciais produtivos distintos (Santos et al., 2012). A partir desse ponto, o atraso do pastejo pode aumentar a senescência da folha, a taxa de alongamento de colmo e reduzir as taxas líquidas de alongamento da folha (Da Silva et al., 2015). Como resultado dessa premissa, diversas pesquisas foram publicadas associando a IL de 95%, a uma altura correspondente de manejo para diversas cultivares.

Carnevalli et al. (2006), um dos trabalhos pioneiros na utilização da IL como parâmetro fisiológico de interrupção do processo de rebrotação, avaliaram o capim-mombaça com combinações entre duas frequências de desfolhação (95 e 100%IL) e duas alturas de resíduo (30 e 50 cm), e também observaram menor intervalo de

descanso nos pastos manejados com 95% de IL e maior produção de forragem quando combinaram essa frequência com a menor altura de resíduo (30 cm).

Barbosa et al. (2007), avaliaram o com capim-tanzânia manejado com combinações entre três frequências de desfolhação (90, 95 e 100% IL) e duas alturas de resíduo (25 e 50 cm). Foi verificado que o menor intervalo de descanso e maior número de ciclos foi na frequência correspondente a 95%IL em comparação com a frequência de 100%IL. Enquanto os pastos manejados a 90%IL apresentaram menor produção de forragem em relação aos demais.

Alterações na produtividade animal também são observados pela mudança da meta de frequência de pastejo. Voltolini et al. (2010) trabalhando com vacas leiteiras em pastos de capim-elefante manejados com frequências de pastejo correspondentes a 26 dias e 95% de IL, observaram incrementos de 52% na produção diária de leite (kg/ha/dia), em comparação com os manejados em intervalo fixo de descanso.

A interrupção do período de descanso quando o dossel intercepta 95% da luz pode ser muito restrita, especialmente em ambientes favoráveis ao crescimento do pasto, como em pastagens adubadas e/ou irrigadas (Zanine et al., 2011). Os autores relatam que nesses casos, é comum que, um número maior de pastos alcance a condição ideal de pastejo, simultaneamente. Por outro lado, quando as condições climáticas são desfavoráveis ao crescimento das plantas, o tempo necessário para atingir a meta de 95% IL pode ser muito longo (Carnevali et al., 2006; Giacomini et al., 2009), dificultando o manejo de animais nos piquetes disponíveis e tornando-se uma meta de manejo impraticável entre os produtores (Alvarenga et al., 2020).

Baseado nisso, torna-se importante conhecer o comportamento das cultivares a maiores frequências de pastejo, um menor intervalo entre pastejos sucessivos em relação à meta ideal de 95% de IL pelo dossel (Zanine et al., 2011). Com isso, destaca-se a importância de conhecer as alterações nos parâmetros ecofisiológicos de crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras quando submetidas a estratégias de manejo do pastejo específicas a fim de conhecer o limite máximo de utilização da planta e identificar a frequência de pastejo que irá comprometer a reconstituição do dossel e prejudicar a persistência do pasto, além de identificar possíveis faixas de utilização, para flexibilizar o manejo.

Baseado na relação da quantidade de luz interceptada pelo dossel com variáveis importantes para o manejo do pasto/sistema de produção animal em pasto (altura, massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo), qualquer prática de manejo

capaz de flexibilizar a frequência de utilização dos pastos deve passar por uma avaliação minuciosa de como a mudança no ambiente luminoso pode alterar a dinâmica de crescimento e acúmulo de forragem pelas plantas forrageiras.

Flexibilização de manejo

Após a consolidação dos 95%IL como o correspondente ao IAF crítico, muitos trabalhos passaram a usar tratamentos incluindo dias fixos e os 95%IL como tratamento, ou 95%IL com diferentes alturas de resíduo. Entretanto, quando utilizadas maiores frequências de pastejo em relação a IL-meta, mesmo nos trabalhos pioneiros, já eram observadas algumas diferenças benéficas com uso de maiores frequências, sem grandes diferenças no acúmulo ou na taxa de acúmulo de forragem.

Nesse contexto, Barbosa et al. (2007) não encontraram diferença no acúmulo de matéria seca no outono, inverno e na primavera, quando a IL era 90 ou 95%. Entretanto, os pastos manejados a 90%IL, independente da altura de resíduo (25 ou 50 cm), apresentaram, maior porcentagem de lâmina foliar, e menores porcentagens de colmo e material morto na massa de forragem. Zanine et al. (2011) não observaram grandes diferenças no acúmulo de forragem da cv. Tanzânia entre 90 e 95%IL. Nos dois trabalhos de pesquisa citados, a IL de 90% possibilitou mais ciclos de pastejo e conseqüentemente menor intervalo entre pastejos, podendo ser utilizado para gerar flexibilidade no manejo do pastejo, de forma pontual.

Alvarenga et al. (2020) indicaram que pastos de capim-mombaça podem ser manejados com IL de 90 a 95% (alturas correspondentes de 80 a 90 cm) sem comprometer o desempenho da pastagem ou dos animais, pois nas duas alturas a estrutura do pasto e o valor nutritivo foram semelhantes. Amorim et al. (2020) trabalhando com cultivar de *Panicum maximum* sempre-verde em três frequências de pastejo diferentes (90%IL, 95%IL e 28 dias) observaram maior taxa de aparecimento de perfilhos, maior número de ciclos de pastejo e maior porcentagem de folha na massa de forragem, para os pastos manejados a 90% de IL, sem influência para acúmulo de forragem e taxa de acúmulo de forragem.

Sbríssia et al. (2018) testaram diferentes frequências de pastejo para o capim-kikuyu (10, 15, 20 e 25cm) e concluíram que pastagens manejadas de 15 a 25 cm apresentaram mesmo acúmulo de forragem, sendo 25 cm a altura correspondente a 95%IL. Já os pastos manejados a 10cm não apresentaram massa de forragem na mesma proporção que os demais.

Diversos questionamentos surgem a partir destes resultados de pesquisas, porém os trabalhos continuam com o objetivo de gerar tecnologias consistentes para melhorar o manejo dos pastos. Esse estudo utilizou o capim-zuri para testar as seguintes hipóteses: (i) O capim-zuri pode apresentar respostas produtivas semelhantes quando submetido a diferentes frequências de pastejo; (ii) as diferentes frequências de pastejo podem alterar a estrutura do pasto sem promover modificações sobre a dinâmica do perfilhamento, características morfogênicas e valor nutritivo.

Objetivo

Avaliar as repostas do *Panicum maximum* cv. Zuri submetido a quatro frequências de pastejo: 80, 85, 90 e 95% de IL, sob lotação intermitente quanto a alterações nas características produtivas, morfogênicas, estruturais, na composição química do dossel forrageiro e nos padrões de variação ao longo do ano.

Referências

- ABREU, M.J.I.; PAULA, P.R.P.; TAVARES, V.B. et al. (2020). Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem do *Megathyrus maximus* BRS zuri submetido a adubação nitrogenada. Boletim De Indústria Animal, v.77, p.1-17. <https://doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>
- ALVARENGA, C.A.F.; EUCLIDES, V.B.P.; MONTAGNER, D.B. et al. (2020). Animal performance and sward characteristics of Mombaça guineagrass pastures subjected to two grazing frequencies. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales. v.8, n.1, p.1-10. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(8\)1-10](https://doi.org/10.17138/TGFT(8)1-10)
- AMORIN, P.L.; LOPES, E.L.G.; MOREIRA, A.M. et al. (2020). Efeitos da interceptação luminosa ou período de descanso fixo no acúmulo de forragem e estrutura do dossel de uma antiga cultura de *Megathyrus maximus*. Revista Ciência Agrícola. v.18, n.1. <https://doi.org/10.28998/rca.v18i1.8801>
- ANDRADE, C.M.S. & VALENTIM, J.F. (2009). Desempenho de acessos e cultivares de *Panicum* spp. e *Brachiaria* spp. em solos de baixa permeabilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46. 2009. Maringá. Anais... Maringá: UEM. 2009.
- ANDRADE, A.S.; SANTOS, P.M.; PEZZOPANE, J. R. M. et al. (2016). Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: an overview of model development and application. Grass and Forage Science, v.71, n.1, p.54-65. <https://doi.org/10.1111/gfs.12177>
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. (2007). Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.329-340. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300005>
- BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R. et al. (2008). Herbage allowance effects on leaf photosynthesis and canopy light interception in palisade grass pastures under rotational stocking. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales. v.42, n.4, p.214.

BRAGA, G.J.; MACIEL, G.A.; GUIMARÃES JUNIOR, R. et al. (2019) Performance of young Nelore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. v.7, n.3. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales. [https://doi.org/10.17138/tgft\(7\)214-222](https://doi.org/10.17138/tgft(7)214-222)

BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A.; SANTOS, M.E.R. et al. (2017). Análise de correlação parcial no estudo da morfogênese e do acúmulo de forragem de *Panicum maximum* cv. 'Tanzânia'. Ciência Rural, v.47, n.9. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161058>

BROUGHAM, R.W. (1956). Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. v.7, p.377-387. <https://doi.org/10.1071/AR9560377>

CARNEVALLI, R.A.; SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O. et al. (2006). Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. Tropical Grasslands, v.40, p.165-176.

CARVALHO, A.L.S.; MARTUSCELLO, J.A.; ALMEIDA, O.G.D. et al. (2017). Production and quality of Mombaça grass forage under different residual heights. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.39, n.2, p.143-148. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i2.34599>

COSTA, N.D.L.; MAGALHÃES, J.A.; TOWNSEND, C.R. et al. (2004). Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. EMBRAPA Rondônia - Documentos (INFOTECA-E)

COSTA, N.L.; JANK, L.; MAGALHÃES, J.A. et al. (2019). Resposta de pastagens de *Megathyrus maximus* cv. Zuri à frequência de desfolhação. Research Society and Development. v.8, n.8. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i8.1185>

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA; C.G.S. (1997) Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3. 1997, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: FUNEP, p. 1-62.

DA SILVA, S.C. & CORSI, M. (2003) Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, p. 155-186.

DA SILVA, S.C. & NASCIMENTO JÚNIOR, D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia. v.36, p.121-138. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014>

DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A.F.; PEREIRA, L.E.T. (2015). Ecophysiology of C4 forage grasses-understanding plant growth for optimizing their use and management. Agriculture. v.5, n.3, p.598-625. <https://doi.org/10.3390/agriculture5030598>

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; DA SILVA, S.C. et al. (2008). Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia. v.37, p.189-196. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200003>

DIFANTE, G.S.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.N. et al. (2009). Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on tanzânia guineagrass subjected to rotational stocking managements. Revista Brasileira de Zootecnia. v.38, n.6, p.1001-1008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000600005>

EMERENCIANO NETO, J.V.; DIFANTE, G.S.; LANA, A.M.Q. et al. (2017). Sward structure and herbage accumulation of massai guineagrass pastures managed according to pre-grazing heights, in the Northeast of Brazil. Journal of Agricultural Science, v.9, n.4, p.155-163. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p155>

EMBRAPA GADO DE CORTE (CNPGC) (2014). BRS Zuri *Panicum maximum*. BRS Zuri, produção e resistência para a pecuária (Folder/Folheto/Cartilha). Campo Grande, MS.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; DIFANTE, G. S. et al. (2014). Sward structure and livestock performance in guinea grass cv: Tanzania pastures managed by rotational stocking strategies. *Scientia Agricola*, v.71, n.6, p.451–457. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2013-0272>

EUCLIDES, V. P. B.; CARPEJANI, G. C.; MONTAGNER, D. B. et al. (2018). Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. *Grass and Forage Science*, v.73, n.1, p.174- 182. <https://10.1111/gfs.12292>

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E. et al. (2017). Application of diferente nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guinegrass (*Panicum maximum* cv. Mombasa) at dry and rainy seasons. *Australian journal of crop Science*, Cruz do sul-Austrália, v.11 n.12, p.1657-1664. <https://10.21475/ajcs.17.11.12.pne907>

GIACOMINI, A. A.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L. et al. (2009). Components of the leaf area index of Marandu palisadegrass swards subjected to strategies of intermittent stocking. *Scientia Agricola*. v.66, p.721–732. <https://10.1590/S0103-90162009000600002>

GOMES, E. S.; BITTAR, D. Y.; SÉRVULO, A. C. O. (2020). Produção de forrageiras da espécie *Panicum maximum* submetidas a doses de nitrogênio. *Ipê Agronomic Journal*, v.4, n.2, p.1-8. <https://doi.org/10.37951/2595-6906.2020v4i2.6242>

JANK, L., LIMA, E. A.; SIMEÃO, R. M.; ANDRADE, R. C. (2013). Potential of *Panicum maximum* as a source of energy. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*. v.1, p.92-94, 2013. [https://doi.org/10.17138/tgft\(1\)92-94](https://doi.org/10.17138/tgft(1)92-94)

JANK, L.; SANTOS, M. F.; BRAGA, G. J. (2022). O capim-BRS Zuri (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação das pastagens. Comunicado técnico, 163.1ª ED. ISSN 1983-9731

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds). The ecology and management of grazing systems. Cab international, 1996. p.03-36

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C. et al. (2017). Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. *Ciência Rural*, v.47, n.2. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160472>

MARTINS, C. D. M.; SCHMITT, D.; DUCHINI, P. G. et al. (2021). Defoliation intensity and leaf area index recovery in defoliated swards: implications for forage accumulation. *Scientia Agricola*, v.78, n.2. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2019-0095>

SANTOS, M. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. et al. (2012). Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. *Ciência Animal Brasileira*, v.13, n.1, p.49–56, 2012. <https://10.5216/cab.v13i1.13041>

SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G.; ZANINI, G. D. et al. (2018). Defoliation Strategies in Pastures Submitted to Intermittent Stocking Method: Underlying Mechanisms Buffering Forage Accumulation over a Range of Grazing Heights. *Crio Science*. v.58, n.2, p.945-954. <https://doi.org/10.2135/cro-psci2017.07.0447>

SCHMITT, D.; PADILHA, D. A.; DIAS, K. M. et al. (2019). Chemical composition of two warm-season perennial grasses subjected to proportions of defoliation. *Grassland Science*. v.65, n.3, p.171-178. <https://doi.org/10.1111/grs.12236>

VERAS, E. L. L.; DIFANTE, G. S.; GURGEL A. L. C. et al. (2020). Tillering and structural characteristics of panicum cultivars in the Brazilian semiarid region. *Sustainability*, v.12, n.9, p.3849. <https://doi.org/10.3390/su12093849>

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C. et al. (2010). Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a

duas frequências de pastejo. Revista Brasileira Zootecnia, v.39, n.1, p.121-127.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000100016>

WATSON, D.J. (1967). Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Annals of Botany, Oxford, v.11, p.41-76.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083148>

ZANINE, A. M.; NASICMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, M. E. R. et al. (2011). Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. Revista Brasileira de Zootecnia. vol.40, n.11, Viçosa, 2011. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001100012>

Capítulo 2. Diferentes frequências de pastejo modificam a estrutura, produção e o valor nutritivo do capim-zuri no bioma Cerrado

Resumo:

As técnicas de manejo do pastejo tem sido estudadas com base nas respostas das plantas forrageiras à disponibilidade de fatores ambientais, principalmente a luz. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de quatro frequências de pastejo na estrutura do pasto, produção de forragem e valor nutritivo do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri nas estações do ano. O experimento foi realizado de outubro de 2020 a maio de 2022, na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro frequências de pastejo: 80%IL, 85%IL, 90%IL e 95%IL, com quatro repetições. A intensidade de pastejo foi mantida fixa em 50% da altura de entrada. Foram avaliados a altura do dossel, massa de forragem (MF), porcentagem e relação dos componentes morfológicos no pré e no pós-pastejo, intervalo entre pastejos (IEP), acúmulo de forragem (AF), taxa de acúmulo de forragem (TAF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e valor nutritivo. Houve efeito da IL em todas as variáveis analisadas, com interações entre as estações do ano. A altura do dossel, MF, AF e IEP se ajustaram a um modelo de regressão linear, com incrementos à medida que se aumentou a IL pelo dossel. Os pastos manejados com 90%IL e 95%IL mantiveram a altura constante ao longo das estações, com médias de 65 e 75 cm, respectivamente. A DPP, o teor de proteína bruta (PB) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIGMO) diminuíram com o aumento da IL. A menor DPP, PB e DIGMO para todas as frequências de pastejo ocorreram no inverno²². A maior MF (9626,1 kg/ha de MS) e maior AF (4738,4 kg/ha de MS) foram observadas no verão^{21/22} para os pastos manejados com 95%IL, a maior TAF foi estimada naqueles manejados com 90%IL. Na primavera foram encontradas as maiores porcentagens de PB da folha (15,53%) em pastos manejados com 80%IL. Pastos de capim-zuri manejados com maior frequência de desfolhação apresentam maior valor nutritivo e melhor composição morfológica quando comparados aos manejados com meta de 95%IL no pré-pastejo. A diminuição gradativa na altura e da DPP para pastos manejados com 80%IL pode ser indicativo do comprometimento da capacidade produtiva e da persistência do capim-zuri. Quando o processo de rebrotação foi interrompido com 90% IL, a taxa de acúmulo de forragem foi maior e permitiu maximizar o uso de pastos de capim-zuri com maior número de ciclos de pastejo e melhor valor nutritivo.

Palavras-chave: *Panicum maximum*, flexibilização de manejo, interceptação de luz, produção de forragem

Different grazing frequencies modify the structure, production and nutritional value of zuri grass in the Cerrado biome

Abstract: Grazing management techniques have been studied based on the responses of forage plants to the availability of environmental factors, mainly light. The objective of the study was to evaluate the effect of four grazing frequencies on pasture structure, forage production and nutritive value of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri in the seasons. The experiment was carried out from October 2020 to April 2022, at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande/MS. The experimental design was randomized complete blocks with four grazing frequencies: 80% LI, 85% LI, 90% LI and 95% LI, with four replications. Canopy height, forage mass (MF), percentage and ratio of morphological components in pre and post-grazing, grazing interval (GI), forage accumulation (FA), forage accumulation rate (FAR) were evaluated. , tiller population density (TPD) and nutritive value. There was an effect of LI on all analyzed variables, with interactions between the seasons. Canopy height, MF, FA and GI fitted a linear regression model, with increments as the LI increased by the canopy. Pastures managed with 90% LI and 95% LI maintained constant height throughout the seasons, with averages of 65 and 75 cm, respectively. The DPP, the percentage of crude protein (CP) and the in vitro digestibility of organic matter (DIGOM) decreased with the increase in LI. The lowest TPD, CP and DIGOM for all grazing frequencies occurred in winter22. The highest FM (9626.1 kg/ha DM) and highest FA (4738.4 kg/ha DM) were observed in summer21/22 for pastures managed with 95% LI, the highest FAR was estimated in those managed with 90 %IL. In spring, the highest percentages of leaf CP (15.53%) were found in pastures managed with 80% LI. Zuri grass pastures managed with a higher frequency of defoliation have higher nutritional value and better morphological composition when compared to those managed with a goal of 95% LI in the pre-grazing. The gradual decrease in height and TPD for pastures managed with 80% LI may be indicative of compromised productive capacity and persistence of zuri grass. When the regrowth process was interrupted with 90% LI, the forage accumulation rate was higher and allowed to maximize the use of zuri grass pastures with a greater number of grazing cycles and better nutritional value.

Keywords: *Panicum maximum*, management flexibility, light interception, forage production

Introdução

A produção animal em pasto é dependente da eficiência no uso da forragem durante o processo de pastejo. Esse processo pode sofrer influência das metas de manejo do pastejo e daquele imposto à pastagem como um todo. Tradicionalmente, as pesquisas com forrageiras tropicais sob lotação intermitente são feitas com uso de períodos fixos de ocupação e descanso (Crestani et al., 2017). Entretanto, nas últimas décadas, técnicas aplicadas de manejo do pastejo vem sendo desenvolvidas baseadas nas respostas das plantas forrageiras (Macedo et al., 2021) a disponibilidade de fatores ambientais, principalmente a luz.

No Brasil, alguns estudos com gramíneas tropicais sob lotação intermitente apontam que o momento ideal de interromper o processo de rebrotação é quando o dossel intercepta 95% de luz (Carnevali et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Difante et al., 2009; Zanine et al., 2012;). A interceptação de luz tem sido amplamente sugerida como um alvo de parâmetro fisiológico ideal para iniciar o processo de pastejo, pois é um indicador do equilíbrio entre o crescimento e senescência das plantas (Zubieta et al., 2021). Além disso, é uma ferramenta que se associa com variáveis importantes do gerenciamento dos pastos, como altura do dossel, massa de forragem e densidade populacional de perfilhos (Pezzopane et al., 2018).

As cultivares ao serem liberadas para comercialização, normalmente não trazem recomendações de manejo do pastejo baseado no conceito de interceptação da radiação solar incidente. Assim, estudos com essas cultivares, baseados no conceito de interceptação de luz pelo dossel, podem levar à identificação do momento ideal para interromper a rebrotação, ponto de máxima eficiência produtiva da cultivar, além de poder gerar flexibilização de manejo e aumentar a utilização dos pastos dentro da janela de produção.

A produtividade de uma planta forrageira é estimada de acordo com o manejo utilizado e o meio onde está inserida (Santos et al., 2011). No sistema de produção, o ajuste em função do acúmulo de forragem ocorre por meio do ajuste da taxa de lotação e do método de pastejo. Já sob experimentação, a definição ou o estudo de metas de manejo do pastejo consideram a relação da planta com o meio em que ela está inserida, por meio da expressão de características morfofisiológicas e produtivas. Esse controle tem o objetivo de garantir a alta produtividade e persistência do pasto (Araújo et al., 2020). Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de quatro frequências de

pastejo na estrutura do pasto, produção de forragem e valor nutritivo do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri nas estações do ano.

Material e métodos

Local e período experimental

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS (latitude 20° 27' sul, e longitude 54° 37' oeste, com altitude de 530 m acima do nível do mar). O período experimental foi de outubro de 2020 a abril de 2022.

Clima, solo e adubação

O clima da região é tropical chuvoso de savana, subtipo Aw, com distribuição sazonal de chuvas. Os dados de temperatura e precipitação do período experimental foram coletados da estação meteorológica da Embrapa Gado de Corte (Figura 1). Baseado nos dados de temperatura média mensal e precipitação mensal acumulada, foi calculado o balanço hídrico do período experimental (Figura 2), utilizando 150 mm de capacidade de armazenamento de água no solo (CAD).

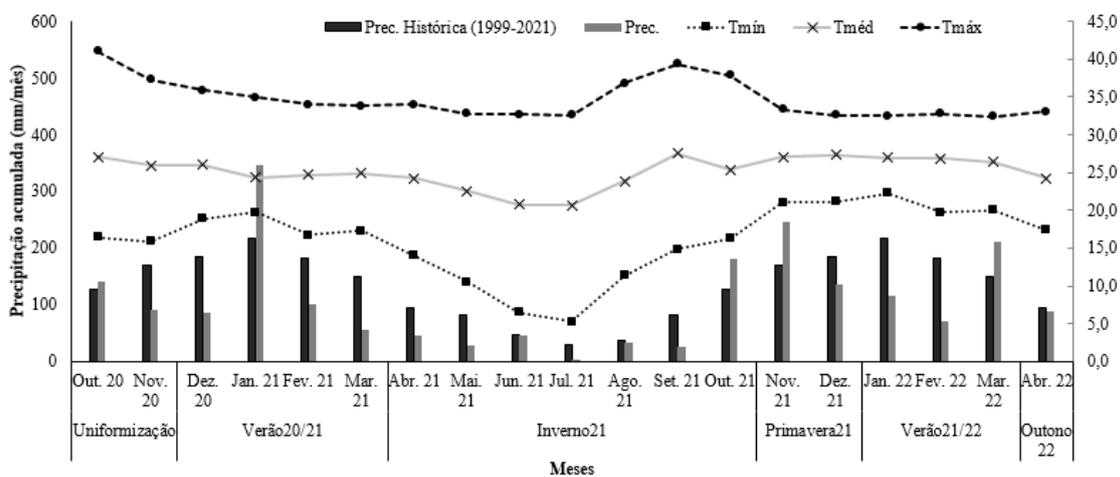


Figura 1. Precipitação mensal, precipitação histórica mensal e temperatura média durante o período experimental

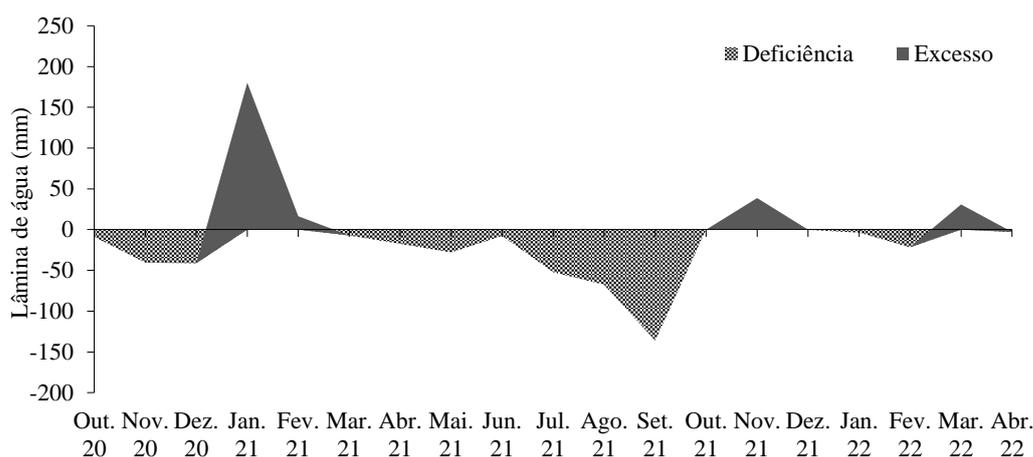


Figura 2. Balanço hídrico do solo no período experimental para uma capacidade de armazenamento de água no solo de 150mm, no período de outubro de 2020 à abril de 2022

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico (Santos et al., 2018). Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-10, 0-20 e 20-40cm para análise da fertilidade do solo. Baseado nos resultados da análise química do solo e no manejo do pastejo (Tabela 1) foi realizada adubação com 60 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O utilizando-se o formulado 0-20-20 (N-P-K), e adubação de manutenção com 150kg/ha/ano de N parcelado em três doses de 50kg/ha. A adubação nitrogenada foi aplicada ao final de cada ciclo de pastejo, após a saída dos animais. As fontes de nitrogênio foram ureia, e, sulfato de amônia na última aplicação, devido à diminuição do regime de chuvas.

Tabela 1. Resultado da análise química da fertilidade do solo antes do início do período experimental

Profundi dade (cm)	pH CaC l ₂	P mg/ dm ⁻³	MO %	cmol dm ³						S	T	V%	t	m%
				K	Ca	Mg	Al	H+Al						
0-10	4,99	6,30	4,02	0,36	2,62	1,91	0,32	5,82	4,89	10,70	45,07	5,21	8,34	
0-20	4,87	5,07	3,63	0,19	2,48	1,73	0,48	5,34	4,75	9,74	44,09	4,88	13,12	
20-40	4,97	4,52	3,91	0,23	2,72	1,83	0,32	5,41	4,77	10,18	46,34	5,09	7,52	

MO (matéria orgânica); S (soma de bases); T (CTC potencial); V (saturação por bases); t (CTC efetiva); m% (saturação por Al); MO- Dakota do Sul Modificado; P e K- Mehlich I; Ca e Mg- Mehlich III; Ca e Mg- Mehlich III; Al- KCl; H+Al- SMP

Área e delineamento experimental

Os pastos de capim-zuri foram implantados em 2017 e a área experimental de 0,96 ha foi dividida em quatro blocos e cada bloco subdividido em quatro piquetes de 0,045ha (Figura 3). Os pastos foram manejados sob lotação intermitente desde

novembro de 2020, com uso da técnica de pastejo *Mob grazing* (Mislevy et al., 1981) e a intensidade de pastejo foi mantida fixa em 50% da altura de entrada para todos os tratamentos. Foi utilizada uma área reserva de 4,0 ha, formada com capim-massai para manutenção dos animais quando eles não fossem utilizados nas unidades experimentais.

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro tratamentos, representados pelos níveis de IL no pré-pastejo de 80, 85, 90 e 95% de IL e quatro repetições. Os tratamentos foram aplicados a partir da primavera de 2020. Variações na precipitação e temperatura média ao longo do ano permitiram o agrupamento dos dados em cinco estações, consideradas na análise estatística.



Figura 3. Área experimental

Agentes desfolhadores

Como agentes desfolhadores foram utilizados novilhos da raça Caracu com aproximadamente 24 meses. Os animais permaneceram na área reserva até o momento que cada piquete atingisse as metas de pré-pastejo.

Para o ajuste da taxa de lotação instantânea foi considerada a massa de forragem no pré-pastejo, o período de ocupação de um dia e as alturas-metas de resíduo no pós-pastejo. O uso de animais nesta pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética de uso animal (CEUA) nº003/2018.

Avaliações

Interceptação de luz e altura do dossel

A estimativa da interceptação de luz (IL) foi realizada utilizando o aparelho analisador de dossel (AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80; DECAGON Devices), em 10 pontos representativos do piquete. Em cada ponto foi realizada uma leitura acima do dossel e uma leitura abaixo do dossel, no nível do solo. Concomitantemente às medidas de IL foram tomadas medidas da altura do dossel, utilizando uma régua graduada em centímetros, em 20 pontos por piquete. A altura média, correspondente a meta das ILs, foi considerada altura de pré-pastejo e utilizada para determinar as alturas-meta do resíduo no pós-pastejo.

Massa de forragem e componentes morfológicos

As massas de forragem e dos componentes morfológicos no pré e pós-pastejo foram estimadas pelo corte, ao nível do solo, de três amostras contidas em quadrados (1m x 1m) por piquete, posicionado em pontos representativos da altura média do dossel. Os cortes foram realizados com segadeira manual. As amostras foram divididas em duas: uma das subamostras foi pesada e seca em estufa a 65°C até peso constante para determinação da matéria seca e a outra separada em folha (lâmina foliar), colmo (colmo+bainha) e material morto, seca em estufa a 55°C até peso constante, cada componente foi expresso em percentagem do peso total e também foram utilizadas para estimar a relação folha:colmo e relação verde:morto.

As amostras de lâmina foliar, colmo e material morto foram moídas a 1mm e analisadas para determinação das porcentagens de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e lignina em detergente ácido, usando-se o sistema de espectrofotometria, segundo Merten et al. (1985).

Acúmulo de forragem e intervalo entre pastejos

O acúmulo de forragem (AF) foi calculado pela diferença entre a massa de forragem no pré-pastejo e no pós-pastejo do ciclo anterior, considerando apenas a porção verde (folha e colmo). O intervalo entre pastejos (IEP) foi calculado pelo tempo médio (dias) necessário para os pastos atingirem as metas de pré-pastejo. A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi calculada dividindo o AF pelo IEP.

Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi obtida por meio da contagem dos perfilhos contidos em três áreas de 1 m² por piquete. As áreas foram alocadas em pontos que representavam a condição média do pasto, e a contagem feita sempre que os pastos atingissem a condição de pré-pastejo.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância levando em consideração um delineamento em blocos casualizados. Utilizou-se o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + B_j + I_{Pi} + \alpha_{ij} + \epsilon_{ijk}$, em que:

Y_{ijk} = valor observado na cultivar, interceptação de luz i , bloco j , estação k ;

μ = efeito médio geral;

B_j = efeito do bloco J ;

I_{Pi} = efeito da interceptação de luz ($i = 80, 85, 90$ e 95%);

α_{ij} = efeito do erro aleatório.

O efeito da interceptação de luz foi analisado por equações de regressão. Os modelos lineares quadráticos foram testados e selecionou-se o modelo de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. O efeito de estação foi analisado pelo teste de tukey, considerando uma significância de 5%.

Resultados

Intercepção de luz, ciclos de pastejo e intervalo entre pastejo

A intercepção de luz pelo dossel permaneceu dentro das faixas alvo de 80%IL $\pm 0,8$, 85%IL $\pm 0,7$, 90%IL $\pm 0,4$, 95%IL $\pm 0,2$, durante todo o período experimental.

O experimento iniciou na outubro com o rebaixamento dos pastos para implementação dos tratamentos. Entretanto, a precipitação neste período ficou abaixo da média de 20 anos (Figura 1) e a quantidade de chuvas não foi o suficiente para o solo sair da condição de déficit hídrico (Figura 2), conseqüentemente, os pastos não atingiram as metas de manejo pré-definidas na primavera20. Em janeiro de 2021, a precipitação ultrapassou a média histórica dos últimos 20 anos (Figura 1) e o solo atingiu um balanço hídrico positivo até março (Figura 2), período que aconteceram os ciclos de pastejo do verão20/21 (Figura 4).

Os pastos foram utilizados até o final de março, totalizando 6 ciclos para 80%IL, 4,5 ciclos para 85%IL, 4 ciclos para 90%IL e 3,7 ciclos para 95%IL. No outono os pastos estavam em período de descanso, e voltaram a atingir a meta de pré-pastejo em novembro, com intervalo entre pastejo médio de 240,1 dias. Os primeiros ciclos de pastejo de cada tratamento aconteceram na primavera subsequente, em novembro de 2021, sendo o acúmulo de forragem, massas de forragem, estrutura do pasto, densidade populacional de perfilhos e valor nutritivo considerados respostas do inverno21. Após o ciclo de pastejo do inverno21, os pastos com meta de 95%IL só voltaram a atingir condição de pré-pastejo no verão21/22 (Figura 4). No outono2022 apenas os pastos de 80%IL atingiram a condição para pastejo.

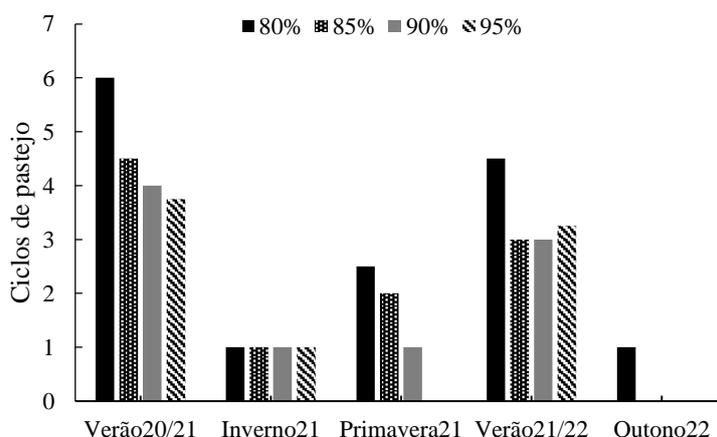


Figura 4. Número de ciclos de pastejo do capim-zuri manejado sob diferentes níveis de intercepção de luz no pré-pastejo em diferentes estações do ano.

Houve interação IL x estação para o IEP ($p=0,0012$) (Tabela 2). O IEP se ajustou a um modelo de regressão linear crescente, com aumento no IEP, conforme aumentou a IL pelo dossel. O menor IEP ocorreu sempre nos pastos manejados com 80%IL, com incrementos até 95%IL, de aproximadamente 5, 4, 4 e 6 dias para as estações verão20/21, inverno21, primavera21 e verão21/22, respectivamente (Tabela 2).

Após o verão20/21, os pastos voltaram a atingir as metas de IL no mês de novembro, concomitantemente com condição de balanço hídrico positivo do solo. Entretanto, o primeiro ciclo de cada tratamento após a volta das chuvas foi considerado resposta do inverno21, período que os pastos passaram maior tempo que apresentou o maior IEP, para todos os tratamentos, foi observado no inverno21, e o menor na primavera21 para 80%IL, 85%IL e 90%IL. Para 95%IL não houve diferença entre o verão20/21 e o verão21/22.

Tabela 2. Intervalo entre pastejos (IEP) de pastos de capim-zuri submetido a diferentes níveis de interceptação de luz, em diferentes estações do ano.

Estações	Interceptação de Luz (%)				EPM	p-valor		Equação	R ²
	80	85	90	95		p linear	P _{quad}		
Verão20/21	19,8b	22,9b	28,8b	37,3b	2,14	<0,0001	ns	Y=12,25+5,91x	0,94
Inverno21	229,2a	242,2a	244,2a	245,0a	3,21	0,0010	0,059	Y=227,87+4,92x	0,74
Primavera21	14,8b	20,2b	23,0b	-	2,47	0,0210	ns	Y=11,16+4,10x	0,96
Verão21/22	18,0b	26,5b	32,6b	37,1b	1,91	<0,0001	ns	Y=12,68+6,36x	0,98
Outono22	24b	-	-	-	-	-	-	-	-

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de significância. EPM: Erro padrão médio; R²: Coeficiente de determinação. IEP: intervalo entre pastejos.

Características estruturais e produtivas

As alturas de pré e pós-pastejo ($p<0,0001$), massa de forragem no pré ($p<0,0001$) e pós-pastejo ($p=0,0254$) e a densidade populacional de perfilhos (DPP) ($p<0,0001$) foram afetadas pela interação IL x estação (Tabela 3).

As alturas de pré e pós-pastejo, em todas as estações, aumentaram com o aumento da IL pelo dossel. Com o aumento da interceptação de luz houve um incremento de aproximadamente 8, 7, 11, e 11 cm no pré-pastejo, e de 4, 3, 3, e 5 cm no pós-pastejo no verão20/21, inverno21, primavera21 e verão21/22, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Altura e massa de forragem no pré e pós-pastejo e densidade populacional de perfilhos e acúmulo de forragem em pastos de capim-zuri manejados sob níveis de interceptação em diferentes estações do ano.

Estações	Interceptação de Luz (%)				EPM	p-valor		Equação	R ²
	80	85	90	95		plinear	pquad		
	ALTpré (cm)								
Verão20/21	46,9ab	54,2b	63,3a	72,6a	1,1	<0,0001	ns	Y=37,82+8,58x	0,99
Inverno21	50,9a	61,8a	67,4a	74,3a	1,6	<0,0001	ns	Y=44,72+7,56x	0,97
Primavera21	43,6bc	55,8b	65,8a	-	1,3	<0,0001	ns	Y=32,92+11,09x	0,99
Verão21/22	40,2cd	54,8b	65,1a	75,2a	0,9	<0,0001	ns	Y=30,08+11,52x	0,99
Outono22	38,6d	-	-	-	-	-	-	-	-
	ALTpós (cm)								
Verão20/21	23,9abc	26,9b	31,2a	36,2a	0,9	<0,0001	ns	Y=19,35+4,09x	0,98
Inverno21	25,1a	31,2a	34,0a	36,2a	1,4	<0,0001	ns	Y=22,65+3,60x	0,93
Primavera21	24,5ab	27,6ab	32,5a	-	1,1	<0,0001	ns	Y=20,27+3,98x	0,98
Verão21/22	19,8c	27,6ab	32,1a	37,5a	0,8	<0,0001	ns	Y=14,92+5,75x	0,98
Outono22	20,4bc	-	-	-	-	-	-	-	-
	MFpré (kg/ha de MS)								
Verão20/21	3931,5ab	5091,3b	6003,3c	7599,0b	218,5	<0,0001	ns	Y=2677,74+1191,42x	0,98
Inverno21	4712,4a	6878,6a	8029,0a	9708,6a	327,5	<0,0001	ns	Y=3297,45+1613,90x	0,98
Primavera21	4010,9ab	5323,0b	7009,8b	-	251,6	<0,0001	ns	Y=2449,03+1499,44x	0,99
Verão21/22	3110,4b	5137,9b	7432,8ab	9626,1a	192,5	<0,0001	ns	Y=866,34+2184,20x	0,99
Outono22	3340,0b	-	-	-	-	-	-	-	-
	MFpós (kg/ha de MS)								
Verão20/21	2369,3a	2682,2ab	3514,7a	4219,9a	139,77	<0,0001	ns	Y=1600,46+638,43x	0,97
Inverno21	2446,1a	3248,0a	3930,0a	4691,1a	209,5	<0,0001	ns	Y=1724,49+741,72x	0,99
Primavera21	2320,8a	2869,8ab	3546,1a	-	160,9	<0,0001	ns	Y=1687,01+612,63x	0,99
Verão21/22	1990,1a	2382,3b	3453,1a	4335,7a	124,52	<0,0001	0,051	Y=1013,46+810,75x	0,97
Outono22	1957,3a	-	-	-	-	-	-	-	-
	DPP (número)								
Verão20/21	420,0a	365,5a	338,6a	291,3a	12,1	<0,0001	ns	Y=457,19-41,31x	0,98
Inverno21	317,8b	306,7b	260,1b	264,8a	18,14	0,0130	ns	Y=338,85-20,57x	0,82
Primavera21	379,9a	375,2a	345,6a	-	13,94	0,0450	ns	Y=401,19-17,12x	0,85
Verão21/22	373,7a	354,9ab	353,8a	304,1a	10,78	<0,0001	0,034	Y=349,01+32,21x-11,58x ²	0,92
Outono22	360,7a	-	-	-	-	-	-	-	-
	AF (kg/ha de MS)								
Verão 20/21	2081,5a	2390,3a	3313,6a	3971,0a	178,01	<0,0001	ns	Y=1291,15+659,18x	0,96
Inverno21	1376,8a	2134,2a	2433,9b	3603,1a	265,53	<0,0001	ns	Y=642,44+697,84	0,94
Primavera21	1660,2a	2680,5a	3859,1a	-	215,04	<0,0001	ns	Y=534,42+10,99x	0,99
Verão 21/22	1361,5a	2440,1a	4032,5a	4738,4a	156,15	<0,0001	ns	Y=212,34+1172,33x	0,98
Outono	1626,3a	-	-	-	-	-	-	-	-

Médias seguida de letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de significância. EPM: Erro padrão médio; R²: Coeficiente de determinação. ns: não significativo; ALT: altura; MF: massa de forragem; pré: pré-pastejo; pós: pós-pastejo; DPP: densidade populacional de perfilhos; AF: acúmulo de forragem.

A maior altura de pré e pós-pastejo dos pastos manejados com 80%IL e 85%IL, foi observada no inverno21. Para 80%IL, a menor altura ocorreu no outono22 e para aqueles manejados com 85%IL, não foi observada diferença entre as demais estações. As alturas dos pastos manejados a 90%IL e 95%IL não foram influenciados, no pré e pós-pastejo, pelas estações do ano (Tabela 3).

Entre as diferentes ILs, as MFpré e MFpós, apresentaram padrões de resposta linear, com aumentos de 1191,4, 1613,9, 1499,4 e 2184,2 kg/ha de MS no verão20/21, inverno21, primavera21 e verão21/22, respectivamente, no pré-pastejo. A maior MFpré, para 80%IL, 85%IL e 90%IL foi observada no inverno21, e para 95%IL no inverno21 e no verão21/22. A menor MFpré para 80%IL ocorreu no verão21/22 e outono22, 85%IL no verão20/21, primavera21 e verão21/22, sem diferença entre essas estações. Para 90%IL e 95%IL as menores MFpré foram alcançadas no verão20/21.

A MFpós se ajustou a um modelo de regressão linear crescente com aumentos de 638, 741, 612 e 812 kg/ha de MS, no verão20/21, inverno21, primavera21 e verão21/22, respectivamente. Apenas os pastos manejados com 85%IL apresentaram variação na MFpós entre as estações, a maior massa foi verificada no inverno21, a menor no verão21/22 e intermediárias no verão20/21 e primavera21.

A DPP apresentou padrão de resposta linear decrescente ($p < 0,0001$), em todas as estações, a maior DPP foi observada nos pastos manejados com 80%IL e a menor nos manejados com 95%IL (Tabela 3). Nos pastos manejados com 80%IL, 85%IL e 90%IL as menores DPPs foram observadas no inverno21, sem diferença estatística entre as demais estações. A DPP nos pastos manejados com 95%IL não foram influenciadas pelas estações.

Houve interação entre IL e estação ($p = 0,0046$) para o acúmulo de forragem (AF) (Tabela 3). O AF aumentou à medida que aumentou a meta de IL. O maior AF foi observado nos pastos manejados com 95%IL, em todas as estações, enquanto o menor acúmulo ocorreu na frequência de pastejo de 80%IL. A frequência de 90%IL apresentou menor AF no inverno21, sem diferenças entre as demais estações.

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi afetada pelas metas de IL ($p = 0,0001$) e pelas estações do ano ($p < 0,0001$), mas não houve interação entre IL e estação ($p = 0,1135$) (Figura 5). A TAF foi positivamente relacionada com o aumento na IL até 90%IL, e diminuiu a partir desse ponto. Entre as estações, as maiores TAF foram observadas no verão20/21, primavera21 e verão21/22, a menores no inverno21 e intermediárias no outono22.

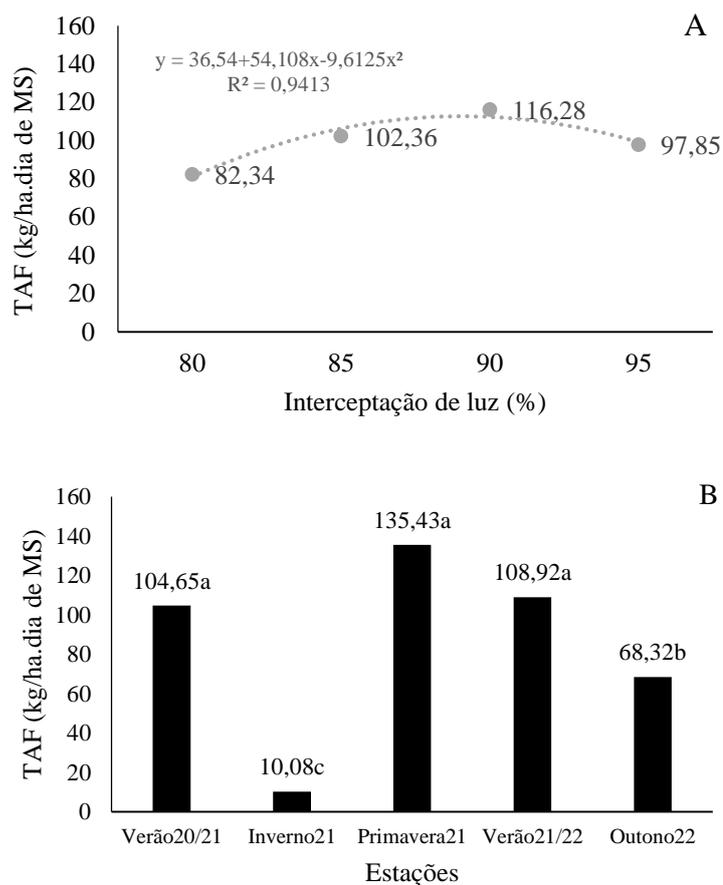


Figura 5. Efeito dos níveis de interceptação de luz (A) e das estações do ano (B) sob a taxa de acúmulo de forragem (TAF) de pastos de capim-zuri.

Não houve interação IL x estação para porcentagem de folha (PF) ($p=0,2010$), colmo (PC) ($p=0,0615$), material morto (PM) ($p=0,0906$), relação folha:colmo (RFC) ($p=0,5937$) e relação verde morto (RVM) ($p=0,0751$) no pré e pós-pastejo. No entanto houve efeito isolado de IL ($p<0,0001$) (Tabela 4) e de estação ($p<0,0001$) (Tabela 5). A %F, RFC e RVM no pré-pastejo diminuiram 5,12%, 0,36 e 0,68, respectivamente, com o aumento da IL. Já a PC e PM aumentaram 2,2 e 3,01%, respectivamente. Comportamentos semelhantes foram observados nos componentes morfológicos no pós-pastejo, com diminuição de 3,41, 0,14 e 0,10 para %F, RFC e RVM, e aumentos de 1,69 e 1,66, para PC e PM, respectivamente.

Tabela 4. Efeito dos níveis de interceptação de luz na porcentagem folha, colmo, material morto e nas relações folha:colmo e relação verde:morto de pastos de capim-zuri.

Variáveis	Interceptação de Luz (%)				EPM	Plinear	pquad	Equação	R ²
	80	85	90	95					
	Pré-pastejo								
PF	57,06	50,61	47,86	40,90	0,8	<0,0001	ns	Y=61,91-5,12x	0,97
PC	23,51	25,03	26,9	30,2	0,68	<0,0001	ns	Y=20,92+2,20x	0,96
PM	19,29	24,31	25,78	28,86	0,95	<0,0001	ns	Y=17,01+3,01x	0,99
RFC	2,52	2,05	1,83	1,39	0,08	<0,0001	ns	Y=2,85-0,36x	0,98
RVM	4,82	3,61	3,14	2,69	0,26	<0,0001	ns	Y=5,25-0,68x	0,93
	Pós-pastejo								
PF	27,65	24,70	19,83	17,69	0,97	<0,0001	ns	Y=31,16-3,47x	0,97
PC	32,24	32,98	36,36	36,74	0,97	<0,0001	ns	Y=30,36+1,69x	0,89
PM	40,61	42,35	44,17	45,56	1,36	0,008	ns	Y=39,01+1,66x	0,98
RFC	0,89	0,8	0,55	0,5	0,04	<0,0001	ns	Y=1,04-0,14x	0,94
RVM	1,56	1,44	1,37	1,24	0,08	0,006	ns	Y=1,66-0,10x	0,98

PF: porcentagem de folha; PC: porcentagem de colmo; PM: porcentagem de material morto; RFC: relação folha:colmo; RVM: relação verde:morto; EPM: Erro padrão da média R²: Coeficiente de determinação; ns: não significativo.

No pré-pastejo a PF e RVM foram semelhantes, entre as estações, com média de 52,53% e 4,2, respectivamente, diferindo apenas no inverno21, com uma diminuição de 24,2% na %F e 37% na RVM (Tabela 5). Já a PC foi menor no inverno21, maior no outono22 e semelhante entre primavera21 e verão21/22. A PM foi maior no inverno21 e 47,7% menor nas demais estações, com média de 20,48%. Não houve efeito de estação para RFC.

No pós-pastejo a maior PF ocorreu no verão20/21, menor no inverno21 e intermediária nas demais estações, com média de 22,8% (Tabela 5). A maior PC foi observada no outono22, e a menor no verão 20/21 e no inverno21. A maior PM foi verificada no inverno21, menor no outono22 e intermediária nas demais estações. A RFC foi maior no verão20/21 e menor no outono22. Para RVM, a maior foi no outono22, menor no inverno22 e semelhante entre as demais estações com média de 1,36.

Tabela 5. Efeito de estação sobre as variáveis porcentagem folha, colmo, material morto e nas relações folha:colmo e relação verde:morto de pastos de capim-zuri

Variáveis	Estações					EPM	p
	Verão20/21	Inverno21	Primavera21	Verão21/22	Outono22		
Pré-pastejo							
PF	54,12a	39,78b	53,27a	50,14a	52,46a	1,36	<0,001
PC	24,18bc	20,87c	26,63ab	28,06ab	29,21a	1,07	<0,001
PM	21,78b	39,35a	20,10b	21,80b	18,32b	1,47	<0,001
RFC	2,33a	1,95a	2,06a	1,91a	1,81a	0,13	<0,001
RVM	4,29a	1,58b	4,10a	3,93a	4,54a	0,41	<0,001
Pós-pastejo							
PF	27,05a	19,02b	24,11ab	22,08ab	22,38ab	1,49	<0,001
PC	30,00c	30,71c	33,69ab	37,74b	45,38a	1,55	0,001
PM	43,22ab	50,54a	42,20b	40,16ab	32,24c	2,11	<0,001
RFC	0,90a	0,62b	0,73ab	0,62b	0,49b	0,63	0,001
RVM	1,40b	0,98c	1,36b	1,54b	2,12a	0,12	0,008

PF: porcentagem de folha; PC: porcentagem de colmo; PM: porcentagem de material morto; RFC: relação folha:colmo; RVM: relação verde:morto; EPM: Erro padrão da média; p: valor p.

Valor nutritivo da forragem

Houve interação IL x estação para PB ($p < 0,0001$), DIGMO ($p = 0,049$) e FDN ($p = 0,036$) da folha (Tabela 6). Houve decréscimo no teor de PB da folha, de 0,17, 0,20 e 0,25%, no verão20/21, primavera21 e verão21/22, respectivamente, à medida que a IL pelo dossel aumentou (Tabela 6). Na DIGMO da folha, o comportamento foi semelhante, diminuição de 0,37 e 0,58%, no verão20/21 e verão21/22, respectivamente, em função do aumento da IL. Aumentos de 0,27% na primavera21, e 0,17% no verão21/22, foram observados para o FDN da folha, com o aumento das metas de IL, no verão20/21 e inverno21 não houve diferença entre os tratamentos.

Os pastos manejados com 80%IL apresentaram menor teor de PB e DIGMO no inverno21 com diminuição de 54,24% na PB e 21,13% na DIGMO em relação a primavera21, estação onde foram encontradas as maiores porcentagens para estas variáveis. Entre as demais estações, o comportamento foi semelhante, com média de 12,37% para PB e 58,63% para DIGMO. Para os pastos manejados com 85%IL, 90%IL e 95%IL, a menor PB da folha ocorreu no inverno21, com uma diminuição 35,08, 29,63 e 21,75%, respectivamente, em relação as demais estações, que não apresentaram diferença entre si.

A maior %FDN da folha para 80%IL foi observada no inverno21, menor na primavera21 e intermediário das demais estações. Para 85%IL e 90%IL as menores %FDN foi constatada na primavera21, sem diferença entre as demais estações. A FDN da folha dos pastos manejados com 95%IL não apresentou variação na entre as estações.

Tabela 6. Valor nutritivo da folha de pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz em diferentes épocas do ano.

Estações	Interceptação de Luz (%)				EPM	plinear	pquad	Equação	R ²
	80	85	90	95					
	Proteína bruta (%)								
Verão20/21	12,46b	12,23a	11,15a	9,87a	0,56	0,001	ns	Y=26,94-0,17x	0,93
Inverno21	7,0c	8,03b	8,29b	7,48b	0,82	ns	ns	Y=7,7	ns
Primavera21	15,3a	13,55a	13,23a	-	0,66	0,030	ns	Y=31,60-0,20x	0,86
Verão21/22	13,36ab	11,35a	10,96a	9,28ab	0,48	<0,0001	ns	Y=33,35-0,25x	0,94
Outono22	11,31b	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fibra em detergente neutro (%)								
Verão20/21	72,45ab	73,82a	73,4a	74,21a	0,66	ns	ns	Y=73,46	ns
Inverno21	73,61a	73,63a	74,99a	74,6a	0,97	ns	ns	Y=74,20	ns
Primavera21	67,2c	69,57b	69,97b	-	0,79	0,015	ns	Y=45,36+0,27x	0,85
Verão21/22	70,62b	72,63a	72,17a	73,63a	0,57	0,001	ns	Y=57,25+0,17x	0,77
Outono22	69,89bc	-	-	-	-	-	-	-	-
	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (%)								
Verão20/21	57,62bc	56,61b	55,3b	51,77a	1,44	0,004	ns	Y=88,36-0,37x	0,9
Inverno21	53,07c	53,4b	53,96b	53,72a	2,12	ns	ns	Y=53,5	ns
Primavera21	67,29a	63,37a	63,58a	-	1,71	ns	ns	Y=64,7	ns
Verão21/22	62ab	57,12b	56,86b	52,26a	1,24	<0,0001	ns	Y=108,64-0,58x	0,91
Outono22	56,27bc	-	-	-	-	-	-	-	-

Médias seguida de letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de significância; EPM: erro padrão da média; R²: Coeficiente de determinação; ns: não significativo.

Não houve interação para o teor de lignina da folha (P=0,564). Houve efeito da estação de luz onde os dados se ajustaram a um modelo de regressão linear crescente (Figura 6), com incremento de 0,03% com o aumento da interceptação de luz, passando de 3,6 em 80%IL para 4,17% em 95%IL. Houve também efeito das estações do ano, com maior teor de lignina no verão20/21 e menor na primavera21, com teores intermediários entre as demais estações.

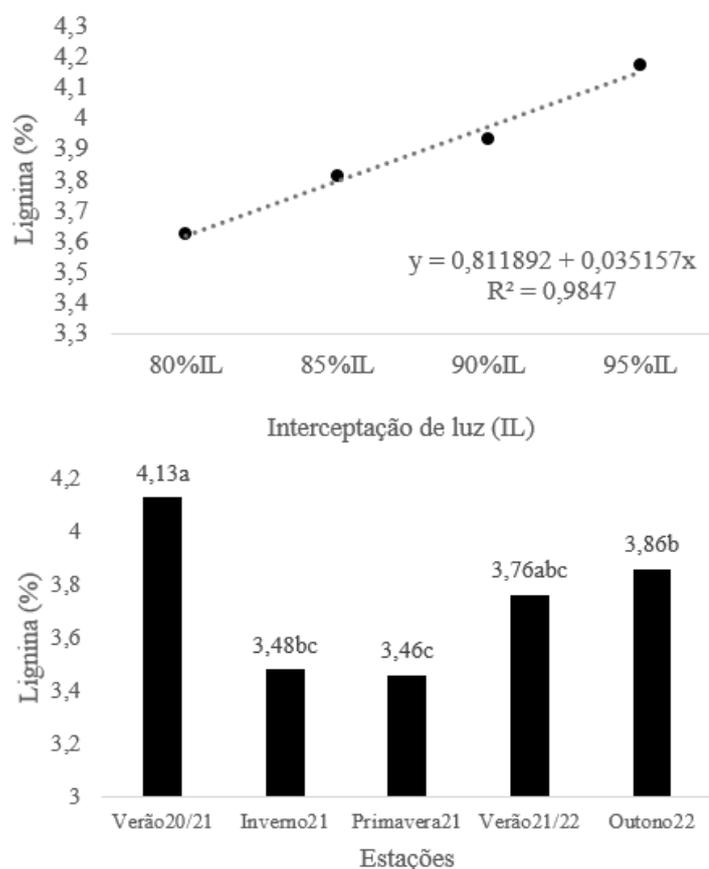


Figura 6. Teor de lignina na folha de pastos de capim-zuri em função de níveis de interceptação de luz e estações do ano.

Não houve interação IL x estação para PB ($p=0,3122$), FDN ($p=0,6463$) e DIGMO ($p=0,1472$) do colmo. Houve efeito de IL, com incremento de 0,16% de FDN, e diminuição de 0,14 e 0,39% de PB e DIGMO, com o aumento da IL (Tabela 7). Não houve efeito de IL e estações do ano para teor de lignina do colmo, com média de 4,8%.

Tabela 7. Valor nutritivo do colmo de pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz em diferentes épocas do ano.

Variáveis	Interceptação de Luz (%)				EPM	plinear	Pquad	Equação	R ²
	80	85	90	95					
PB (%)	6,74	5,82	5,79	4,26	0,27	<0,0001	ns	$Y=18,73-0,14x$	0,88
FDN (%)	74,97	76,28	76,77	77,51	0,34	<0,0001	ns	$Y=62,22+0,16x$	0,95
DIGMO (%)	53,89	51,08	51,04	47,39	0,59	<0,0001	ns	$Y=85,07-0,39x$	0,89

EPM: erro padrão da média; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; DIGMO: digestibilidade da matéria orgânica;

Entre as estações a %PB e % de DIGMO apresentaram um aumento de 48 e 11,46%, respectivamente, quando passou do inverno21 para primavera21. Sendo essas

as estações de menor e maior porcentagem destes componentes, respectivamente. A menor %FDN foi na primavera21 e a maior no inverno21 (Tabela 8).

Tabela 8. Efeito da época do ano sobre o valor nutritivo do colmo de pastos de capim-zuri manejado sob diferentes níveis de interceptação de luz

Variáveis	Estações					EPM	p
	Verão20/21	Inverno21	Primavera21	Verão21/22	Outono22		
PB (%)	5,92ab	3,90c	7,50 ^a	5,84b	5,46bc	0,41	<0,0001
FDN (%)	76,28ab	77,67a	74,03c	76,56ab	74,62bc	0,52	<0,0001
DIGMO (%)	50,53bc	48,84c	55,16a	51,25bc	53,18ab	0,9	<0,0001

EPM: erro padrão da média; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; DIGMO: digestibilidade da matéria orgânica

Discussão

Ciclos de pastejo, intervalo entre pastejo

Os pastos manejados com maiores IL apresentaram períodos de descanso mais longos, o número de ciclos de pastejo diminuiu à medida que aumentou a meta de IL pelo dossel (Tabela 2). No segundo ano, os pastos manejados com 95%IL atingiram a meta no início das águas, após as primeiras chuvas, e só voltaram a atingir a meta de pré-pastejo no verão21/22, enquanto aqueles manejados com 80, 85 e 90%IL voltaram a atingir a meta de pré-pastejo ainda na primavera21.

Os pastos manejados com a meta de 80% de IL foram utilizados até o final do período das águas, sendo o único a atingir a meta de pré-pastejo no outono22 (Figura 3). Alvarenga et al. (2020) relataram que a indicação de interromper a rebrota, invariavelmente, quando o dossel intercepta 95% de luz seja difícil de ser mantida o ano todo pelos produtores, pois em momentos com adversidades climáticas, como baixas temperaturas e longos períodos com o solo em condição de déficit hídrico, acarretam em longos períodos de rebrotação. Este fato demonstra a necessidade de entender as respostas da planta a maiores frequências de pastejo, sobre tudo para correta utilização em épocas de transição seca-águas e águas-seca.

No inverno21, a diminuição da frequência de chuvas, associado aos períodos com baixas temperaturas levaram a um longo IEP, uma vez que essas são condições adversas ao crescimento de gramíneas tropicais. Por outro lado, na estação seguinte, primavera21, o acumulado de chuvas e a primeira adubação nitrogenada, aumentaram a velocidade de recuperação o que reduziu no IEP (Tabela 2).

A variação no número de ciclos de pastejo e IEP em função das épocas do ano revelam a forte influência das condições climáticas sob o crescimento da forragem. Esse fato fortalece a importância de utilizar um parâmetro fisiológico como critério de interrupção do processo de rebrotação.

Características estruturais e produtivas

Existe uma relação entre IL, MF, DPP, AF (Tabela 3) e os componentes morfológicos (Tabela 4) dos pastos. O incremento na altura de pré e pós-pastejo em função do aumento na IL em sistemas de lotação intermitente, é abordado na literatura em diversos experimentos (Emerenciano Neto et al., 2017; Da Silva et al., 2020; Macedo et al., 2021) e podem ser explicados por padrões morfofisiológicos das gramíneas tropicais, em período de rebrotação (crescimento).

Quando em condições adequadas para o crescimento, as plantas forrageiras apresentam rápidos incrementos no índice de área foliar (IAF) e, posteriormente, aumentos na produção de estruturas de sustentação (Geremia et al., 2018). Esse processo naturalmente promove aumentos na altura do dossel. O aumento na IL também provoca aumento na competição por luz na base do dossel, que faz a planta modificar o crescimento para potencializar o uso da luz (Da Silva et al., 2020), essa resposta impacta de forma significativa a composição morfológica da massa de forragem (Pereira et al., 2014).

A altura do dossel foi quantificada em associação às medidas de IL a fim de determinar o momento de entrada e saída dos animais de forma prática, e também para verificar a correlação entre a altura e IL, já relatada na literatura (Tabela 3). Ainda, existe a possibilidade de usar esta variável como indicador de manejo prático, após análise rigorosa de todas as variáveis em estudo. Entretanto, as alturas do dossel de 80%IL e 85%IL se comportaram de maneira heterogênea entre as estações, e, principalmente, ao longo do período experimental.

Comportamento contrário foi observado nos pastos manejados com 90%IL e 95%IL, cujas alturas se mantiveram constantes, sendo representados por médias de 65 e 74cm, respectivamente. Pastos manejados com 85%IL apresentaram alteração de altura apenas no inverno²¹, provavelmente devido a ter entrado o período seco próximo da meta de pré-pastejo.

Esse fato observado para o capim-zuri na menor IL, pode ser indicativo de que a planta forrageira utilizou de mecanismos de defesa ao processo de pastejo. O pastejo reduz a altura da planta que desencadeia uma série de respostas fisiológicas e plásticas dependentes da intensidade e frequência com que é realizado (Díaz et al., 2007). Com o pastejo frequente, as plantas podem fazer uso de mecanismos de escape e de tolerância, como mobilização de fotoassimilados para renovação de área foliar, e até mesmo diminuição da altura para proteção de estruturas de crescimento, respectivamente.

A diminuição no número de perfilhos em pastos de capim-zuri em função do aumento da interceptação de luz pelo dossel (Tabela 3) pode ser resposta da planta a competição por luz (Machado et al., 2020). Como o perfilhamento é estimulado pela quantidade e qualidade de luz que chega à base do dossel (Difante et al., 2011) dosséis mantidos mais altos apresentam menor quantidade de luz chegando na base e conseqüentemente, menor ativação de gemas axilares para geração de novos perfilhos. Esse comportamento gera uma compensação tamanho/densidade, quando pastos

mantidos mais altos apresentam perfilhos maiores, porém com menor densidade (Gastal et al., 2015). Tal fato pode ser comprovado neste trabalho, onde as menores DPP foram observadas em pastos mantidos mais altos sob maior IL (Tabela 3), esse fato pode ainda ser comprovado pelo aumento no acúmulo de forragem (Tabela 3).

Uma interação entre IL x estação para a DPP ocorreu devido a diminuição no número de perfilhos no inverno²¹. O longo intervalo de tempo com baixas temperaturas e/ou déficit hídrico (Figuras 2), características desta estação, levou a morte de perfilhos quando os pastos foram manejados à 80%IL, 85%IL e 90%IL. Em condição de estresse a planta utiliza mecanismos de adaptação para assegurar sua sobrevivência. Nesse caso, a manutenção de tecidos em plantas individuais ocorre de acordo com um padrão de prioridade para a alocação de assimilados (Pedreira et al., 2013), como para a manutenção de perfilhos mais vigorosos e folhas expandidas em detrimento a folhas e perfilhos em crescimentos, uma vez que são drenos de fotoassimilados.

Em contraste, pastos manejados com a menor frequência de pastejo, ou seja, 95%IL, foram capazes de manter a DPP constante entre as estações. Pastos mantidos mais altos apesar de menor DPP apresentam perfilhos maiores (Gastal et al., 2015). A compensação tamanho x densidade citada anteriormente pode ser o que levou a cultivar a não apresentar variação na DPP ao longo das estações, devido, provavelmente a uma população de perfilhos mais estável.

A diminuição gradativa da altura dos pastos manejados a 80%IL, ao longo das estações, também foi observada na DPP e no AF. Essas diminuições mostram que as condições climáticas ideais (chuva e reposição de nutrientes) encontradas na primavera²¹ e verão^{21/22} não foram suficientes para que os pastos recuperassem a quantidade de perfilho por área, o que consequentemente afetou AF, com exceção da primavera²¹, estação onde o AF foi maior que no inverno²¹, porém menor que o AF do verão^{20/21}. Esse fato pode sugerir que a utilização de 80%IL como meta de manejo, ao longo do tempo, pode prejudicar a perenidade do pasto. Este comportamento não foi observado pra 85%IL.

Incrementos na TAF até a 90%IL e diminuição em 95%IL sugere que essa é a frequência onde a produção é maximizada em função do tempo. A menor TAF no inverno é reflexo das condições adversas. No Bioma Cerrado, longos períodos com balanço hídrico negativo no solo, aliado à baixas temperaturas (<15°C) inibem o crescimento das gramíneas tropicais, gerando assim um período em que a produção de forragem é estacional (Mochel filho et al., 2016).

A baixa TAF no outono é, exclusivamente, resposta de 80%IL, único tratamento a atingir meta de manejo nesta estação, além disso, o déficit hídrico (Figura 2) pode ter contribuído para a menor TAF. As maiores TAF no verão20/21, primavera21 e verão21/22 mostram que quando atendidos os requerimentos nutricionais, e ambientais (temperatura, umidade do solo, luz) a cultivar pode expressar seu potencial produtivo.

As modificações na altura do dossel em função do aumento na IL, podem impactar de forma significativa a composição morfológica da massa de forragem (Pereira et al., 2014). Diminuições na PF e aumentos na PC e PMM no pré e pós-pastejo aconteceram à medida que se aumentou a IL pelo dossel (Tabela 4). Essa adaptação morfológica aumenta a competição e faz a planta modificar o crescimento para potencializar o uso da luz (Da Silva et al., 2020).

Os pastos manejados com 95%IL apresentaram, no pré-pastejo decréscimos de 30% na PF, e incrementos de 31,26% na PC e 49,61% na PM, quando comparados à meta de 80%IL. Cabe reforçar que tais modificações podem acontecer não só para fazer o uso eficiente da radiação fotossinteticamente ativa, mas também, para manter a estrutura física do dossel através da produção de estruturas mais fibrosas para sustentação da produção de folhas (Valente et al., 2010).

Os efeitos da estação sobre os componentes morfológicos permitem identificar que no inverno21 a planta diminui os processos de crescimento de folha e colmo e aumenta o acúmulo de material senescente (Tabela 5). A maior PC no outono é reflexo do florescimento do capim-zuri, que é uma cultivar de florescimento tardio (Jank et al., 2022). A maior PC_{pré} no verão21/22 é reflexo da participação do manejo com 95%IL com maior número de ciclos que no verão20/21 o que eleva a porcentagem do componente nesta estação.

A RFC acima de é uma característica desejável uma vez que folhas possuem maior valor nutritivo que colmos (Emerenciano Neto et al., 2018) e conferem ao dossel forrageiro maior capacidade fotossintética. A maior RFC_{pré} dos pastos manejados com 80% de IL com diminuições à medida que aumenta a IL permite apontar que estes pastos apresentam maior valor nutritivo para os animais em pastejo (Tabela 6).

Valor nutritivo

A interação IL x estação para o valor nutritivo da folha confirma o descrito por Tesk et al. (2018) que destacam o estágio de maturidade como fator primário de

modificação nos componentes do valor nutritivo e variações ambientais como umidade e fertilidade do solo, como fatores secundários.

Cabe observar os fatores que levam ao aumento na FDN, pois este é um componente importante não só para composição como também é um dos principais limitantes do consumo de volumosos (Baroni et al., 2010). Os autores reforçam o estágio de desenvolvimento como o fator que mais influência nessa variável. No presente trabalho, tanto na folha quanto no colmo, com o aumento a IL, aumentaram a %FDN e diminuíram a %PB e a DIGMO.

Independente da estratégia de manejo usada, os menores valores de PB e DIGMO e maior FDN da folha foram observadas no inverno²¹, reflexo de plantas com praticamente o mesmo tempo de rebrotação e mesma condição climática. A condição de déficit hídrico no solo impede a absorção de nutrientes (Figura 2), e aliado a isso o IEP que variou de 229 a 245 dias (Tabela 3), levam à diminuição no conteúdo celular e maior lignificação de tecidos fibrosos. O contrário aconteceu na primavera²¹, estação que proporcionou maiores teores de PB e menor FDN, independente da meta de manejo. A presença de umidade no solo, associada a adubação nitrogenada e temperaturas adequadas (Figura 1) permitiram que as plantas atingissem a meta de IL em um menor intervalo de tempo, promovendo forragem com material mais jovem.

A diminuição na PB e DIVMO da folha no outono²² nos pastos manejados com 80% de IL foi resposta ao período de florescimento do capim-zuri. Simioni et al. (2014) consideram o estágio de floração como um dos momentos que a gramínea reduz o valor nutritivo. A maior participação do componente colmo (Tabela 4) aliado ao aumento no IEP nessa estação (Tabela 2) são fatores que corroboram com os achados pelos autores.

Diversos trabalhos avaliaram gramíneas tropicais comparando o uso da IL meta de 95% e ILmax (Echeverria et al., 2016; Nave et al., 2010; Pedreira et al., 2017) e relatam um melhor valor nutritivo e melhor composição da massa de forragem, bem como acúmulo de folhas em pastos manejados com 95%IL. Alguns trabalhos (Alvarenga et al., 2020; Zanine et al., 2012) que comparam a IL alvo de 95% com a IL de 90% já mostram melhorias no valor nutritivo e composição da forragem em 90%IL, sem prejuízos no acúmulo de forragem.

O presente estudo comprova que ocorre um efeito de diluição na PB com o aumento da maturidade do pasto e aumento dos componentes fibrosos (Zubieta et al., 2021), o que sugere que interromper o processo de rebrotação em maiores frequências permite oferecer aos animais uma dieta de melhor qualidade, maior valor nutritivo e

estrutura do dossel mais favorável ao pastejo. Esse fator deve ser cautelosamente avaliado, e não levado em consideração de forma isolada, pois, o melhor valor nutritivo pode levar a um maior ganho individual. Porém, a menor MF, AF, TAF dos pastos manejados sob maiores frequências podem levar a uma menor taxa de lotação e menor capacidade de suporte do pasto. Aliado a isso, a diminuição na DPP e altura dos pastos com 80%IL podem ser indicadores de início de degradação.

Associar os resultados de produtividade e valor nutritivo às avaliações da dinâmica populacional e perfilhos e fluxo morfogênico podem permitir um entendimento mais minucioso do comportamento desses pastos manejados sob maiores frequências de pastejo em relação a meta máxima de 95%IL, e darão maior clareza sobre uma nova possibilidade de flexibilização de manejo pontual ou de utilização em períodos maiores.

Conclusão

Interromper o processo de rebrotação com maior frequência resulta em uma rebrota com maior valor nutritivo e melhor composição morfológica quando comparado interromper quando o dossel atinge a meta de 95%IL. Entretanto, fatores como a diminuição gradativa na altura ao longo do período experimental, associada à diminuição na DPP e no acúmulo de forragem para pastos manejados com 80%IL podem ser indicativos de que essa estratégia de manejo pode comprometer capacidade produtiva e a perenidade dos pastos.

As frequências de pastejo de 85%IL e 90%IL permitem maximizar o uso do pasto, pois nesse momento a massa de forragem apresenta melhor valor nutritivo quando comparado a meta de 95%IL, e maior número de ciclos de pastejo pode ser realizado.

O manejo dos pastos com uso de 95%IL permitiu estabilidade na maioria das variáveis avaliadas neste estudo, mesmo, quando submetido às diferentes condições climáticas (estações), manteve padrões de crescimento, produtivo e de valor nutritivo praticamente, invariáveis. Entretanto, a maior taxa de acúmulo de forragem de 90% indica que essa frequência de pastejo permite utilizar o pasto em uma maior eficiência produtiva.

Referências

- ALVARENGA, C. A. F.; EUCLIDES, V. B. P.; MONTAGNER, D. B. et al. (2020). Animal performance and sward characteristics of Mombaça guineagrass pastures subjected to two grazing frequencies. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. v.8, n.1, p.1-10. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(8\)1-10](https://doi.org/10.17138/TGFT(8)1-10)
- ARAÚJO, S. A. C.; SANTOS, C. C. R.; ALVEZ, D. O. et al. (2020). Estratégias de manejo do pastejo para capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés). *Archivos de zootecnia*, v.69, n.265, p. 38-45. <https://doi.org/10.21071/az.v69i265.5037>
- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. et al. (2007). Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.329-340. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300005>
- CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O. et al. (2006). Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, v.40, p.165-176.
- CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; GEREMIA, E. V. et al. (2017). Sward structural characteristics and herbage accumulation of Piatã palisade grass (*Brachiaria brizantha*) in a crop–livestock–forest integration área. *Crop and pasture Science*. v.68, n.9, p.859-871. <https://doi.org/10.1071/CP16341>
- DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; CARNEVALLI, R. A. et al. (2020). Nutritive value and morphological characteristics of mombaça grass managed with diferente rotational grazing strategies. *The Journal of Agricultural Science*. v.157, n.7-8, p.1-7. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000052>
- DÍAZ, S.; LAVOREL, S.; MCINTYRE, S. et al. (2007) Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global change biology*. v.13, n.2, p.313-341. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01288.x>

DIFANTE, G. S.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. (2009). Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on tanzânia guineagrass subjected to rotational stocking managements. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.6, p.1001-1008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000600005>

DIFANTE, G. D. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C. et al. (2011). Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.5, p.955-963. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000500003>

ECHEVERRIA, J. R.; EUCLIDES, V. B. P.; SBRÍSSIA, A. F. et al. (2016). Acúmulo de forragem e valor nutritivo do híbrido interespecífico *Urochloa* BRS RB 331 Ipyorã sob pastejo intermitente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.7, p.880-889. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000700011>

EMERENCIANO NETO, J. V.; DIFANTE, G. S.; LANA, A. M. Q. et al. (2017). Sward structure and herbage accumulation of massai guineagrass pastures managed according to pre-grazing heights, in the Northeast of Brazil. *Journal of Agricultural Science*, v.9, n.4, p.155-163. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p155>

GEREMIA, E.V.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C. et al. (2018) Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. *Livestock Science*, v.212, p.83-92. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.03.020>

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. (2015). Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. *Agriculture*, v.5, n.4, p.1146-1171. <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>

HODGSON, J. (1990). *Grazing management. Science into practice*. Logman Group UK Ltd. p.203.

JANK, L.; SANTOS, M. F.; BRAGA, G. J. (2022). O capim-BRS Zuri (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação das pastagens. Comunicado técnico, 163.1ª ED. ISSN 1983-9731

MACEDO, V. H. M.; CUNHA, A. M. Q.; CÂNDIDO, E. P. et al. (2017). Structure and productivity of tanzania grass subjected to diferente defoliation frequencies. *Ciência animal brasileira*, v.18, p.1-10. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v18e-38984>

MACEDO, V. H. M.; CUNHA, A. M. Q.; CÂNDIDO, E. P.; et al. (2021). Canopy structural variations affect the relationship between height and light interception in Guinea Grass. *Field Crops Research*. v.271, n.15. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108249>

MACHADO, V. D.; FONSECA D. M.; LIMA M. A. et al. (2020). Grazing management strategies for *Urochloa decumbens* (Stapf) R. Webster in a silvopastoral system under rotational stockinf. *Grass and Forage Science* v.75, n.3, p. 266-278. <https://doi.org/10.1111/gfs.12491>

MISLEVY, P.; MOTT, G. O.; MARTIN, F. G. Screening perennial forages by mob-grazing technique. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1981, Lexington. **Proceedings...** Lexington: 1981. p.516-519.

MOCHEL FILHO, W. J. E.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C. et al. (2016). Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. *Revista de Ciências Agrárias*, v.39, n.1, p.81-88. Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal. <http://dx.doi.org/10.19084/rca14154>

NAVE, R. L. G.; SULC, R. M.; BARKER, D. J. et al. (2014). Changes in Forage Nutritive Value among Vertical Strata of a Cool-Season Grass Canopy. *Crop Science*, v.54, n.6, p.2837-2845. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.01.0018>

PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J.; PORTELA, J. N. (2017) Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light

interception. *Crop & pasture Science*. v.68, n.1, p.62-73.
<https://doi.org/10.1071/CP16333>

PEREIRA, L. E. T.; PAIVA, A. J.; GEREMIA, E. V. et al. (2014). Components of herbage accumulation in elephant grass cv. Napier subjected to strategies of intermitente stocking management. *Journal of agricultural Science*, v.152, p.954-966.
<https://doi.org/10.1017/S0021859613000695>

PEZZOPANE, J. R. M.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G. et al. (2018) An integrated agrometeorological model to simulate Marandu palisade grass productivity. *Field crops research*. v.224, p.13-21. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.04.015>

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S. et al. (2011). Características morfológicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.3, p.535-542.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000300010>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. et al. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos (5a ed.). Brasília, DF: Embrapa.

SIMIONI, T. A.; HOFFMANN, A.; GOMES, F. J. et al. (2014). Senescence, removal, transport of nutrients and nutritional value in tropical grasses. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.8, n.13, p.1551-1697.

VALENTE, B. S. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; CUTRIM JUNIOR, J. A. A. et al. (2010). Composição químico-bromatológica, digestibilidade e degradação in situ da dieta de ovinos em capim-tanzânia sob três frequências de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p.113-120. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982010000100015>

TESK, C. R. M.; PEDREIRA, B. C.; PEREIRA, D. H. (2018). Impact of grazing management on forage qualitative characteristics: a review. *Scientific electronic archives*. v.11, n.5, p.188-197. <https://doi.org/10.36560/1152018667>

ZANINE, A. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SOUSA, B. M. L. et al. (2013). Tillering dynamics in Guinea grass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. *Revista brasileira de zootecnia*. v.42, n.3, p.155-161. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000300002>

ZUBIETA, A. S.; SAVIAN, J. V.; SOUZA FILHO, G. et al. (2021). Does grazing management provide opportunities to mitigate methane emissions by ruminants in pastoral ecosystems?. *Science of the total environment*. v.754. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142029>

Capítulo 3: Dinâmica do perfilhamento e fluxo de tecidos em pastos de capim-zuri: respostas ao manejo do pastejo

Resumo:

O objetivo foi avaliar o efeito de quatro frequências de pastejo representadas por níveis de interceptação de luz (IL) no pré-pastejo, na dinâmica do perfilhamento e a expressão das características morfogênicas e estruturais de pastos de capim-zuri, sob lotação intermitente. O delineamento foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos: 80%IL, 85%IL, 90%IL e 95%IL e quatro repetições. Foram avaliadas, em função dos níveis de IL e das estações do ano, as variáveis: taxa de aparecimento (TApF), alongamento (TAIF) e senescência foliar (TSeF), duração de vida da folha (DVF), filocrono (FIL), comprimento final da folha (CFF), número de folhas vivas (NFV), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de aparecimento (TAP), mortalidade (TMP) e sobrevivência de perfilhos (TSP) e índice de estabilidade (IE). Houve interação tratamento x estação do ano para TApF e DVF ($p < 0,05$). Os dados se ajustaram a equações de regressão linear com diminuição na TApF de 0,012, para todas as estações, à medida que se aumentou a IL pelo dossel. A DVF apresentou incrementos de 8.5, 3.0, 10.2 e 6.2 no verão20/21, inverno21, primavera21 e verão21/22, respectivamente, quando a IL passou de 80%IL para 95%IL. Houve efeito de IL para CFF, FIL, TAIF, TSeF, TAIC, com incrementos de 9,5, 5,2, 0,07, 0,23 e 0,01, respectivamente, à medida que aumenta o nível de IL. Entre as estações apenas no inverno21 foi diferente das demais. O NFV foi semelhante entre os níveis de IL com média de 5,12 folhas/perfilhos. Maiores TAP foram observadas nos pastos de menor IL (80%IL e 85%IL) no verão20/21 e primavera21 e menores para 90%IL e 95%IL. Quanto maior a IL maior o IE, maior a TSP e menor a TMP. Pastos de capim-zuri submetidos a frequência de pastejo de 80%IL e 85%IL, não mantem a estabilidade na população de perfilhos, apresentando maiores taxas de mortalidade, e menores taxa de sobrevivência de perfilhos, indicativos de degradação ao longo do tempo. Pastos manejados a 90%IL e 95%IL apresentam gerações de perfilhos mais estáveis, com maiores taxas de alongamento de folhas e maior comprimento final da folha. O uso de 90%IL como estratégia de manejo permite interromper o processo de rebrotação com menores acúmulos de pseudocolmo e menor acúmulo de material senescente.

Palavras-chave: estabilidade de perfilhos, frequência de desfolha, *guinea grass*, *megathyrus maximus*

Chapter 3: Tillering dynamics and tissue flow in zuri grass pastures: a response to grazing management

Abstract: The objective was to evaluate the effect of four grazing frequencies represented by the levels of light interception (LI) in the pre-grazing of 80% LI, 85% LI, 90% LI and 95% LI, under the dynamics of tillering and the expression of morphogenetic and structural characteristics of zuri grass pastures in intermittent stocking systems. The design was randomized blocks with four treatments (80%LI, 85%LI, 90%LI and 95%LI) and four replications. As a function of LI levels and seasons, the following variables were evaluated: appearance rate (LAR), elongation (SER) and leaf senescence (LSR), leaf life span (STS), phyllochron (PHI), final leaf length (LLG), number of live leaves (NLL), stem elongation rate (SSR), appearance rate (PAR), mortality (PMR) and tiller survival (PSR) and stability index (SI). There was a treatment x season interaction for TapF and DVF ($p < 0.05$). The data were fitted to linear regression equations with a decrease in TapF of 0.012, for all seasons, as the LI increases through the canopy. The DVF showed increments of 8.5, 3.0, 10.2 and 6.2 in summer20/21, winter21, spring21 and summer21/22, respectively, when the IL went from 80%LI to 95%LI. There was an LI effect for CFF, FIL, TalF, TSF, TalC, with increments of 9.5, 5.2, 0.07, 0.23 and 0.01, respectively, as the level of LI increases. Among the seasons, only winter21 was different from the others. NFV was similar between LI levels with an average of 5.12 leaves/tillers. Higher TAP in pastures with lower LI (80%LI and 85%LI) in summer 20/21 and spring 21 and lower for 90%LI and 95%LI. The higher the LI, the higher the EI, the higher the PSR and the lower the PMR. Zuri grass pastures submitted to grazing frequencies of 80% LI and 85% LI, over time, do not maintain stability in the tiller population, presenting higher mortality rates and lower tiller survival rates. With indications of degradation over time. Pastures managed at 90% LI and 95% LI showed more stable tiller generations, with higher rates of leaf elongation and higher final leaf growth. The use of 90% LI as a management strategy allows interrupting the regrowth process with less accumulation of pseudostem and less accumulation of senescence.

Keywords: tiller stability, defoliation frequency, guinea grass, megathyrus maximus

Introdução

Um dos principais entraves que levam aos baixos índices produtivos em áreas de pastagens é a falta de conhecimento à cerca das respostas morfofisiológicas das plantas forrageiras às variações ambientais e ao manejo imposto (Carvalho et al., 2017). As gramíneas forrageiras utilizam o perfilhamento como forma de crescimento, aumento de produtividade e, sobretudo, sobrevivência da comunidade de plantas em pastagens estabelecidas (Hodgson, 1990).

O perfilhamento depende do balanço hídrico, capacidade de retenção de água e fertilidade, bem como da interceptação de luz, radiação solar e temperatura ambiente (Sousa et al., 2019). As limitações de um ou mais desses fatores ambientais ou o emprego inadequado de metas de manejo do pastejo podem restringir a capacidade de rebrota e, conseqüentemente, a produção de forragem (Veras et al., 2020). Portanto, é importante entender a dinâmica do perfilhamento, investigando as mudanças nos parâmetros de densidade, sobrevivência e mortalidade de perfilhos, e o estudo dos ritmos morfogênicos para que práticas de manejo possam ser definidas para garantir a longevidade, produtividade e sustentabilidade da pastagem ao longo do ano (Gastal & Lemaire, 2015; Souza et al., 2019).

A área foliar é um dos principais determinantes do crescimento das plantas, mas a desfolha leva à remoção de parte dela, assim, a adaptação da estrutura do pasto ao manejo da desfolha deve ser analisada em termos da dinâmica da área foliar. O estudo da morfogênese para descrever o crescimento e desenvolvimento das plantas no pasto permite uma melhor compreensão das respostas dinâmicas do pasto ao processo de desfolhação (Silveira et al. 2010; Sousa et al., 2011).

A capacidade dos pastos em manter e/ou aumentar a população de folhas e perfilhos, quando submetido a diferentes estratégias de manejo, é reflexo, entre outras características, da plasticidade fenotípica da planta forrageira. O tempo máximo para deixar os pastos no processo de rebrotação deve corresponder ao momento que o dossel intercepta 95% de luz incidente (Barbosa et al., 2007; Carnevalli et al., 2006). No entanto, com o lançamento cultivares se faz importante conhecer o comportamento dessas cultivares quando submetidas a frequências de pastejo, como forma de identificar possíveis faixas de manejo, onde compensação tamanho/densidade de perfilhos não altere a produção de forragem.

A cultivar de *Panicum maximum* BRS Zuri, desenvolvida sob coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA é uma planta de

crescimento cespitoso, porte alto e ereto, caracteriza-se por ter folhas largas, colmo grosso e florescimento tardio (Jank et al., 2022). O capim-zuri, embora apresente produção de forragem estacional, floresce num período definido e emite, proporcionalmente, menos colmo fora do período reprodutivo que plantas do gênero *Brachiaria*, se bem manejado. Logo, torna-se importante submeter esta cultivar à maiores frequências de pastejo, em relação a meta preconizada de 95% IL.

A hipótese testada é que o aumento na frequência de pastejo (menores IL no pré-pastejo) não alteram a dinâmica do perfilhamento e o fluxo de tecidos de capim-zuri. O objetivo foi avaliar o efeito de quatro frequências de pastejo representadas pelos níveis de interceptação de luz (IL) no pré-pastejo de 80%IL, 85%IL, 90%IL e 95%IL, sob a dinâmica do perfilhamento e a expressão das características morfogênicas e estruturais de pastos de capim-zuri, sob lotação intermitente

Material e métodos

Local e período experimental

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. A área apresenta como coordenadas geográficas a latitude 20°27' sul, e a longitude 54°37' oeste, com altitude de 530 m acima do nível do mar. O período experimental foi de outubro de 2020 a abril de 2022.

Clima, solo e adubação

O clima da região é tropical chuvoso de savana, subtipo Aw, com distribuição sazonal de chuvas. Os dados de temperatura e precipitação do período experimental foram coletados pela estação meteorológica da Embrapa Gado de Corte (Figura 1). Baseado nos dados de temperatura média mensal e precipitação mensal acumulada foi calculado o balanço hídrico do período experimental (Figura 2), utilizando 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo (CAD).

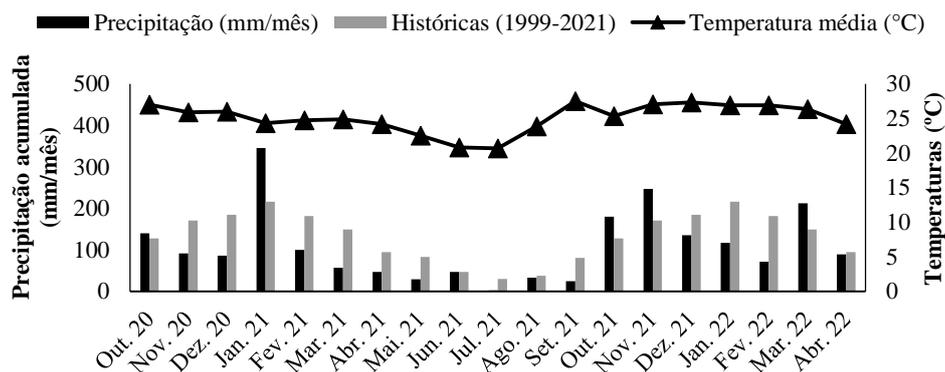


Figura 1. Precipitação mensal, precipitação histórica mensal e temperatura média durante o período experimental

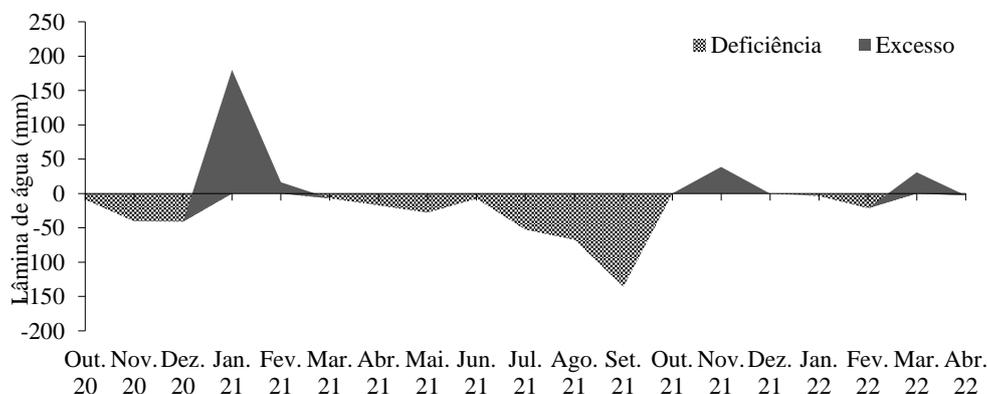


Figura 2. Balanço hídrico do solo no período experimental

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico (Embrapa, 2018). Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-10, 0-20 e 20-40 cm para análise da fertilidade do solo. Baseado nos resultados da análise química do solo e na forma de utilização do pasto (Tabela 1) foi realizada adubação com 60 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O utilizando-se o formulado 0-20-20 (N-P-K), e adubação de manutenção com 150kg/ha/ano de N parcelado em três doses de 50kg/ha. A adubação nitrogenada foi aplicada ao final de cada ciclo de pastejo, após a saída dos animais. A fonte de nitrogênio nas primeiras aplicações, foi ureia, e na última foi utilizado o sulfato de amônia.

Tabela 1. Resultado da análise química da fertilidade do solo antes do início do período experimental.

Profundidade (cm)	pH CaCl ₂	P mg/dm ³	MO %	cmol dm ⁻³							V%	T	m%
				K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T			
0-10	4,9	6,3	4,0	0,3	2,6	1,9	0,3	5,8	4,8	10,7	45,1	5,2	8,3
0-20	4,8	5,0	3,6	0,1	2,4	1,7	0,4	5,3	4,7	9,7	44,1	4,8	13,1
20-40	4,9	4,5	3,9	0,2	2,7	1,8	0,3	5,4	4,7	10,2	46,3	5,1	7,5

MO (matéria orgânica); S (soma de bases); T (CTC potencial); V (saturação por bases); t (CTC efetiva); m% (saturação por Al); MO- Dakota do Sul Modificado; P e K- Mehlich I; Ca e Mg- Mehlich III; Ca e Mg- Mehlich III; Al- KCl; H+Al- SMP

Área e delineamento experimental

Os pastos de capim-zuri foram implantados em 2017 e a área experimental de 0,96 ha foi dividida em quatro blocos e cada bloco foi subdividido em quatro piquetes de 0,045ha (Figura 3). Os pastos foram manejados sob lotação intermitente desde novembro de 2020, com uso da técnica de pastejo *mob grazing* (Mislevy et al., 1981). A intensidade de pastejo foi mantida fixa em 50% da altura de entrada para todos os tratamentos.

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro tratamentos, representados pelos níveis de interceptação e luz (IL) no pré-pastejo de 80, 85, 90 e 95% de IL e com quatro repetições. Os tratamentos foram impostos a partir da primavera de 2020.

Variações na precipitação e temperatura média ao longo do ano permitiram o agrupamento dos dados em cinco estações, consideradas na análise estatística. Os pastos foram rebaixados em outubro de 2020 para uma altura de resíduo média de 35cm. Após o rebaixamento, os pastos foram manejados no pré-pastejo de acordo com os

tratamentos de interceptação de luz estabelecidos no protocolo de pesquisa. Ciclos de pastejo até 30 de março de 2021 foram considerados verão20/21, o primeiro ciclo de cada tratamento após o período seco (abril-outubro) foram considerados ciclos de resposta ao inverno2021. Ciclos de pastejo até o dia 26 de dezembro foram agrupados na primavera2021, ciclos até março 2022 foram considerados para o verão21/22 e ciclos de pastejo do mês de abril foram considerados para o outono.

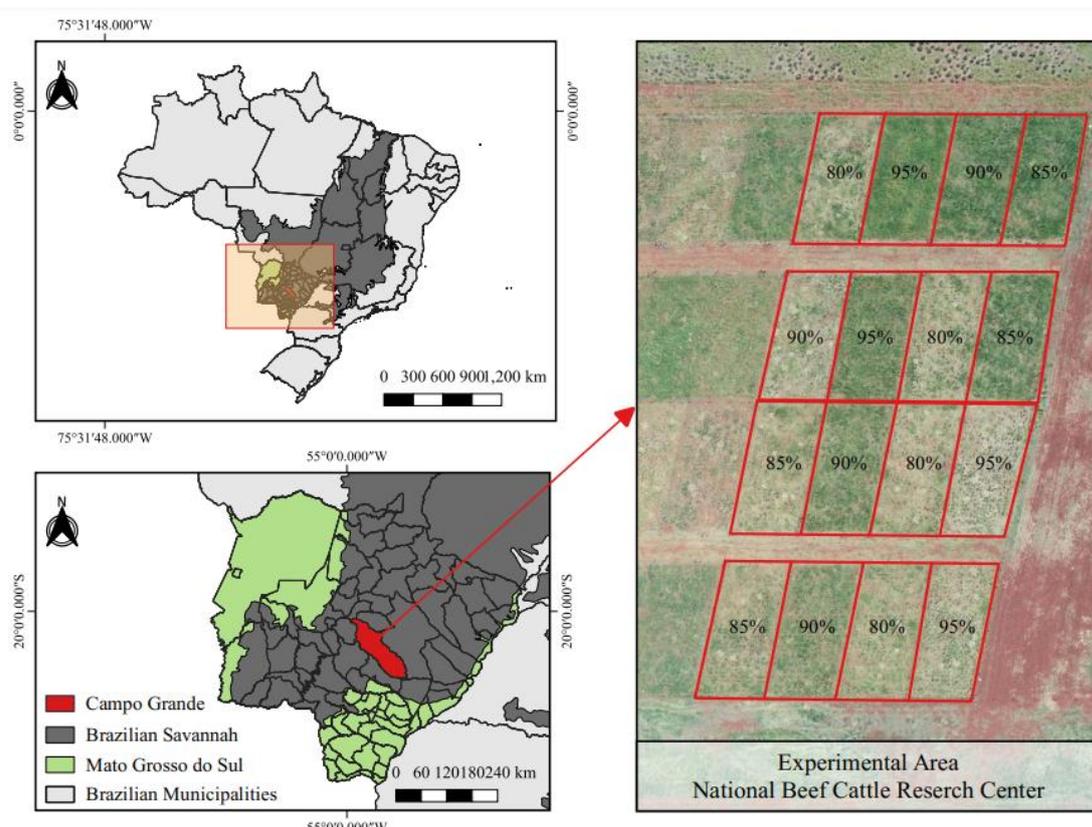


Figura 3. Área experimental

Manejo do pastejo e agentes desfolhadores

Para a determinação da frequência de pastejo baseado na IL, foi utilizado o aparelho analisador de dossel (AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80; DECAGON Devices), para estimativa da IL pelo dossel, em 10 pontos representativos do piquete. Em cada ponto foi realizada uma leitura acima do dossel e uma leitura abaixo do dossel, no nível do solo. Concomitantemente às medidas de IL foram tomadas medidas da altura do dossel, utilizando uma régua graduada em centímetros, em 20 pontos por piquete. A altura média correspondente a meta das ILs,

foi considerada altura de pré-pastejo e utilizada para determinar as alturas-meta do resíduo no pós-pastejo.

Foram utilizados novilhos da raça Caracu com aproximadamente 24 meses. Os animais permaneceram na área reserva, 4,0 ha de capim-massai, até o momento que cada piquete atingisse as metas de pré-pastejo.

Para o ajuste da taxa de lotação instantânea foi considerada a massa de forragem no pré-pastejo, o período de ocupação de um dia e as alturas-metas de resíduo no pós-pastejo. O uso de animais nesta pesquisa foi aprovado no comitê de ética de uso animal (CEUA) nº003/2018.

Variáveis resposta

Morfogênese

A avaliação de morfogênese foi realizada em cinco perfilhos por piquete, totalizando 20 perfilhos por tratamento, identificados com fios coloridos para melhor visualização. Os perfilhos eram marcados após a saída dos animais, e avaliados, semanalmente, até o momento de pré-pastejo do ciclo seguinte. Foram tomadas medidas de altura do solo até a lígula da última folha completamente expandida, altura do perfilho estendido, comprimento de folhas (alongando/expansão), quantificação da porção verde em folhas senescente e número de folhas vivas (NFV). A partir dessas informações foram calculadas: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de senescência (TSeF), número de folhas vivas (NFV) duração de vida da folha (DVF) e filocrono (FIL) de acordo com o proposto por Chapman & Lemaire (1993).

Dinâmica do perfilhamento

A dinâmica do perfilhamento foi avaliada na condição de pré-pastejo, em três touceiras por piquete. Na primeira avaliação, todos os perfilhos de cada touceira foram marcados com fios da mesma cor, e estes foram considerados como a primeira geração. A avaliação de marcação dos perfilhos foi repetida a cada ciclo de pastejo e os novos perfilhos foram marcados com cores diferentes para identificar as novas gerações. Os arames dos perfilhos mortos foram retirados e contabilizados em cada geração.

Com base nesses dados, as seguintes variáveis foram calculadas, como proposto por Bahmani et al. (2003): taxa de aparecimento de perfilho (TAP) = número de novos perfilhos (última geração marcada) /total perfilhos existentes (geração previamente

marcada) $\times 100$; taxa de mortalidade de perfilho (TMP) = número de perfilhos previamente marcados – perfilhos sobreviventes (contagem atual) /número total de perfilhos no período anterior marcação $\times 100$; e o índice de estabilidade populacional (IE) de perfilhos (P1/P0) foi calculado pela seguinte equação: $P1/P0 = TSR (1+ TAP)$. O IE foi considerado estável quando o $IE=1$, diminuindo quando o $IE<1$ e aumentando quando o $IE>1$.

Acúmulo de forragem

Foram feitos cortes em três áreas representativas de 1 m² por piquete no pré-pastejo e no pós-pastejo para determinar a massa de forragem de cada ciclo. O acúmulo de forragem (AF) foi calculado pela diferença entre a massa de forragem no pré-pastejo e no pós-pastejo anterior, considerando apenas a porção verde (folha e colmo).

7.4.5. Análise estatística

Os dados foram agrupados por estação do ano, sendo elas: verão20/21 (de dezembro de 2020 a março de 2021), inverno 21 (novembro de 2021), primavera21 (novembro a dezembro 21) verão 21/22 (dezembro de 2021 a março de 2022) e outono 22 (abril 2022). Foi utilizado um modelo matemático contendo o efeito aleatório de blocos, e efeitos fixos das IL, das estações do ano e de suas interações. A estação do ano foi tratada como medidas repetidas no tempo. A comparação de médias e as interações doses de N x estações do ano, foram realizadas pelo teste Tukey adotando-se 5% de probabilidade e quando significativas, foram submetidas a análise de regressão.

Resultados

Morfogênese

Houve interação IL x estação do ano para taxa de aparecimento de folhas (TapF) e duração de vida da folha (DVF) ($p < 0,0001$) (Tabela 2). Nas demais variáveis morfológicas, foram observados efeitos de IL e das estações do ano (Tabela 3).

No verão20/21, primavera21 e no verão21/22, a TapF se ajustou ao modelo linear de regressão, com diminuições de 0,015; 0,016 e 0,011 cm/dia, respectivamente, à medida em que se aumentou o nível de IL. No inverno 21, a TApF foi semelhante entre os tratamentos, com médias de 0,012 cm/dia. Os níveis de IL se comportaram de maneira semelhante entre as estações, com menores TApF no inverno21, e maiores TApF nas demais estações (Tabela 2).

Tabela 2. Taxa de aparecimento de folhas (TApF) e duração de vida da folha (DVF) do capim-zuri submetido a níveis de interceptação de luz em diferentes estações do ano

Estações	Interceptação de Luz (%)				EPM	plinear	pquad	Equação	R ²
	80	85	90	95					
	TApF (folha/perfilho/dia)								
Verão20/21	0,111a	0,123a	0,097a	0,075a	0,009	0,002	0,042	Y=0,141-0,015x	0,93
Inverno21	0,020b	0,010b	0,010b	0,010b	0,015	ns	ns	Y=0,012	-
Primavera21	0,120a	0,108a	0,105a	0,065a	0,011	0,001	0,213	Y=0,141-0,016x	0,82
Verão21/22	0,132a	0,095a	0,100a	0,092a	0,010	0,018	0,161	Y=0,133-0,011x	0,63
Outono22	0,110a	-	-	-	-	-	-	-	-
	DVF (dias)								
Verão20/21	51,358b	54,720b	59,278b	78,370b	5,604	0,001	ns	Y=39,534+8,559x	0,83
Inverno21	147,34a	159,32a	195,93a	237,71a	9,700	<0,001	ns	Y=108,147+30,772x	0,95
Primavera21	47,683b	52,766b	56,100b	80,825b	6,859	0,001	ns	Y=33,654+10,275x	0,81
Verão21/22	50,281b	57,716b	71,500b	67,507b	6,484	0,027	ns	Y=45,386+6,546x	0,77
Outono22	50,000b	-	-	-	-	-	-	-	-

EPM: erro padrão da média; R²: coeficiente de determinação; médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

A DVF, se ajustou a equações lineares crescentes para os níveis de IL, em todas as estações do ano. Houve aumento estimado de 8,5 dias no verão20/21, 30,8 dias no inverno21, 10,3 dias na primavera21 e 6,5 dias no verão21/22. Para todos os tratamentos, a maior DVF foi observada no inverno21, sem diferença estatística entre as demais estações (Tabela 2).

Os níveis de IL influenciaram o comprimento final da folha (CFF), o filocrono (FIL), a taxa de alongamento de folha (TAIF), a taxa de alongamento de colmo (TAIC) e a taxa de senescência foliar (TSeF). Para todas as variáveis os dados se ajustaram a equações de regressão lineares, com acréscimos de 9,51; 5,24; 0,07; 0,23 e 0,01 para CFF, FIL, TAIF, TAIC e TSeF, respectivamente (Tabela 3). O NFV foi semelhante em todos os níveis de IL, com média de 5,12 folhas/perfilho.

Os pastos de capim-zuri tiveram o FIL, TAIF, NFV e TSeF alterados em função das estações do ano. O CFF e a TAIC foram semelhantes entre as estações, com média de 26,26 cm e 0,05 cm/perfilho/dia, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 3. Variáveis morfogênicas e estruturais do capim-zuri submetido a níveis de interceptação de luz durante as estações do ano

Variável	Interceptação de luz (%)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R ²
	80	85	90	95					
CFF	19,51	22,83	37,39	46,37	2,892	<0,001	ns	Y=7,751+9,512x	0,95
FIL	11,34	24,44	24,61	28,46	2,657	0,002	ns	Y=9,18+5,24x	0,80
TAIF	3,88	4,129	5,410	5,955	0,448	0,004	ns	Y=-2,242+0,076x	0,96
NFV	5,27	5,09	5,05	5,1	0,15	ns	ns	Y=5,12	ns
TSeF	0,19	0,227	0,576	0,849	0,064	<0,001	0,096	Y=-0,118+0,231x	0,92
TAIC	0,039	0,062	0,065	0,082	0,008	<0,001	ns	Y=0,029+0,013x	0,93

Variável	Estações					EPM	P
	Verão20/21	Inverno21	Primavera21	Verão21/22	Outono22		
CFF	30,15	20,12	29,23	26,28	25,55	5,046	0,325
FIL	10,75b	94,80a	11,21b	10,38b	9,33b	4,622	<0,001
TAIF	4,750a	0,390b	5,193 ^a	4,674a	4,620a	0,781	<0,001
NFV	5,378a	2,250b	5,369 ^a	5,855a	5,400a	0,277	<0,001
TSeF	0,323b	0,907a	0,343b	0,255b	0,200b	0,112	0,002
TAIC	0,061	0,015	0,066	0,058	0,060	0,014	Ns

CFF: crescimento final da folha (cm); FIL: filocrono (dias); TAIF: taxa de alongamento de folhas (cm/dia); NFV: número de folhas vivas (folhas/perfilho); TSeF: taxa de senescência foliar (cm/dia); TAIC: taxa de alongamento de colmo (cm/dia); EPM: erro padrão da média; R²: coeficiente de determinação; ns: não significativo. Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância (p<0,05).

Dinâmica do perfilhamento e densidade populacional de perfilhos

Houve interação IL x estação para taxa de aparecimento de perfilhos (TAP) ($P=0,003$), e índice de estabilidade de perfilhos (IE) ($P=0,004$) (Tabela 4). Foram observadas TAP semelhantes entre os níveis de IL no verão20/21 e no inverno21, com médias de 2,3 e 0,18 perfilho/100 perfilhos/dia, respectivamente. Na primavera21 e no verão21/22 os dados se ajustaram a um modelo de regressão linear decrescente com reduções de 1,00 e 0,35 perfilho/100 perfilhos/dia, respectivamente, à medida que a IL do dossel aumentava (Tabela 4).

Para todos os níveis de IL, as menores TAP foram observadas no inverno21, sendo que, para 80%IL o inverno21 foi estatisticamente igual ao outono22. 80%IL apresentou maior TAP na primavera21, enquanto para 85%IL e 90%IL a maior TAP foi no verão20/21 e na primavera21, e 95%IL no verão20/21.

Tabela 4. Taxa de aparecimento e índice de estabilidade de perfilhos do capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz nas estações do ano.

Estação	Interceptação de Luz (%)				EPM	plinear	Pquad	Equação	R ²
	80	85	90	95					
	Taxa de aparecimento de perfilhos (TAP)								
Verão20/21	2,768b	2,276a	2,401a	2,434a	0,250	ns	ns	Y=2,269	ns
Inverno21	0,119c	0,194c	0,186c	0,212c	0,250	ns	ns	Y=0,177	ns
Primavera21	4,282a	2,381a	2,288ab	-	0,680	<0,0001	0,006	Y=4,98-1,00x	0,78
Verão21/22	1,799b	1,311b	1,414b	1,509b	0,480	<0,0001	0,002	Y=3,00-0,35x	0,98
Outono22	0,636c	-	-	-	-	ns	ns	ns	ns
	Índice de estabilidade (IE)								
Verão20/21	1,021a	1,014a	1,021a	1,019a	0,002	ns	ns	Y=1,018	ns
Inverno21	0,997b	0,999b	1,000c	1,001b	0,002	ns	ns	Y= 0,999	ns
Primavera21	1,032a	1,016a	1,014a	-	0,002	<0,0001	ns	Y=1,036+0,008x	0,86
Verão21/22	0,997b	0,999b	1,005b	1,006b	0,002	0,017	0,085	Y=0,994+0,003x	0,93
Outono22	0,993b	-	-	-	0,002	ns	ns	ns	ns

EPM: erro padrão da média; R²: coeficiente de determinação; médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ($p<0,05$).

O IE nos pastos manejados com níveis de 80%IL e 85%IL foram menos estáveis que 90%IL e 95%IL, se mantendo, predominantemente, abaixo de um (1) no decorrer do ano (Figura 4).

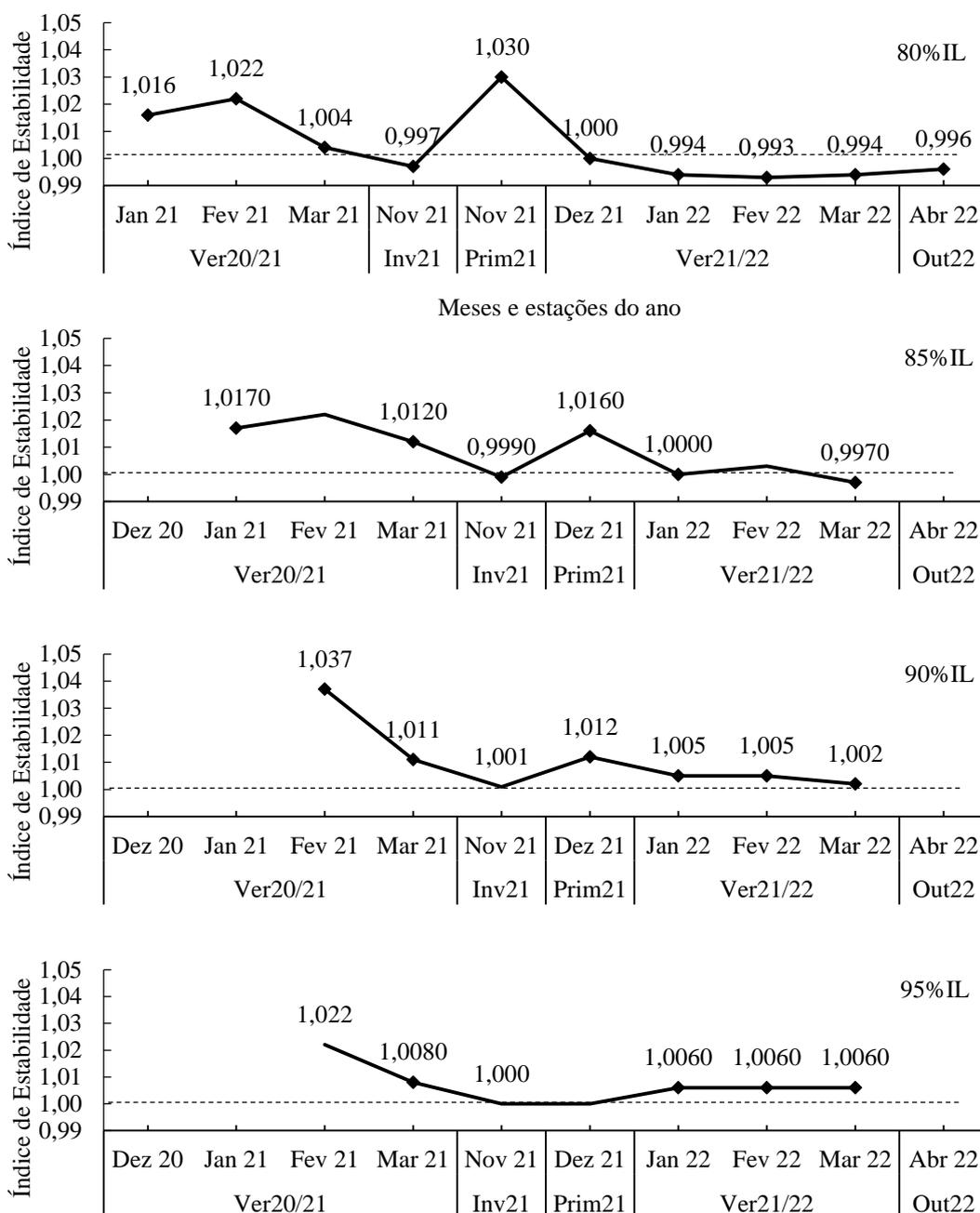


Figura 4. Índice de estabilidade de perfis de pastos do capim-zuri submetidos a diferentes níveis de interceptação de luz e diferentes estações do ano

O IE no verão20/21 e no inverno21 foi semelhante entre os tratamentos, com médias de 1,018 e 0,999, respectivamente. Enquanto na primavera21 e no verão21/22 os dados se ajustaram a um modelo de regressão linear crescente, com acréscimos de 0,008

e 0,003 no IE, respectivamente (Tabela 4). Para os níveis de 80%IL, 85%IL e 90%IL, os maiores IE foram observados no verão20/21 e na primavera21, e para 95%IL, no verão20/21. Os menores IE foram observados no inverno21, verão21/22 e outono 22 para o 80%IL, e no inverno21 e no verão21/22 para os níveis de 85%, 90% e 95% de IL (Tabela 4).

Não houve interação entre os níveis de IL e as estações do ano para taxa de mortalidade de perfilhos (TMP) ($P= 0,0976$) e para a taxa de sobrevivência (TSP) ($P=0,0875$). Entretanto, houve efeitos de IL e de estação do ano (Tabela 5).

Para o efeito dos níveis de IL sobre a TMP, os dados se ajustaram a um modelo linear de regressão, com decréscimos de 0,16 perfilhos/100 perfilhos/dia à medida que se aumentou o nível de IL (Tabela 5). No efeito das estações, foi observado as maiores TMP na primavera21, no verão21/22 e no outono22, e as menores TMP no verão20/21 e no inverno21 (Tabela 5).

Houve efeito dos níveis de IL sobre a TSP. Os dados se ajustaram a um modelo linear de regressão, com incremento de 0,144 (Tabela 5). Nas estações, as maiores TSP foram observadas no verão20/21 e no inverno21, e as menores TMP na primavera21, no verão21/22 e no outono21.

Tabela 5. Taxa de mortalidade de perfilhos (TMP) e taxa de sobrevivência de perfilhos (TSP) em função de níveis de interceptação de luz e estações do ano.

Variável	Interceptação de luz (%)				EPM	Plin	Pquad	Equação	R ²
	80	85	90	95					
TMP	0,972	0,743	0,684	0,520	0,062	0,006	0,452	$Y=1,996-0,159x$	0,81
TSP	98,992	99,379	99,394	99,469	0,059	0,001	0,012	$Y=98,555+0,1446x$	0,93

	Estações					EPM	P
	Verão20/21	Inverno21	Primavera21	Verão21/22	Outono22		
TMP	0,476b	0,221b	1,080a	1,173a	1,113a	0,078	<0,0001
TSP	99,481a	99,771a	99,086b	98,827b	98,886b	0,076	<0,0001

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não foram significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância ($p<0,05$).

Demografia do perfilhamento

A demografia da população de perfilhos foi investigada de dezembro de 2020 até abril de 2022. O tamanho das gerações (quantidade de perfilhos por avaliação), o número de gerações (número de ciclos de pastejo) e o tempo de uso dos pastos foram influenciados pelos níveis de IL (Figura 5).

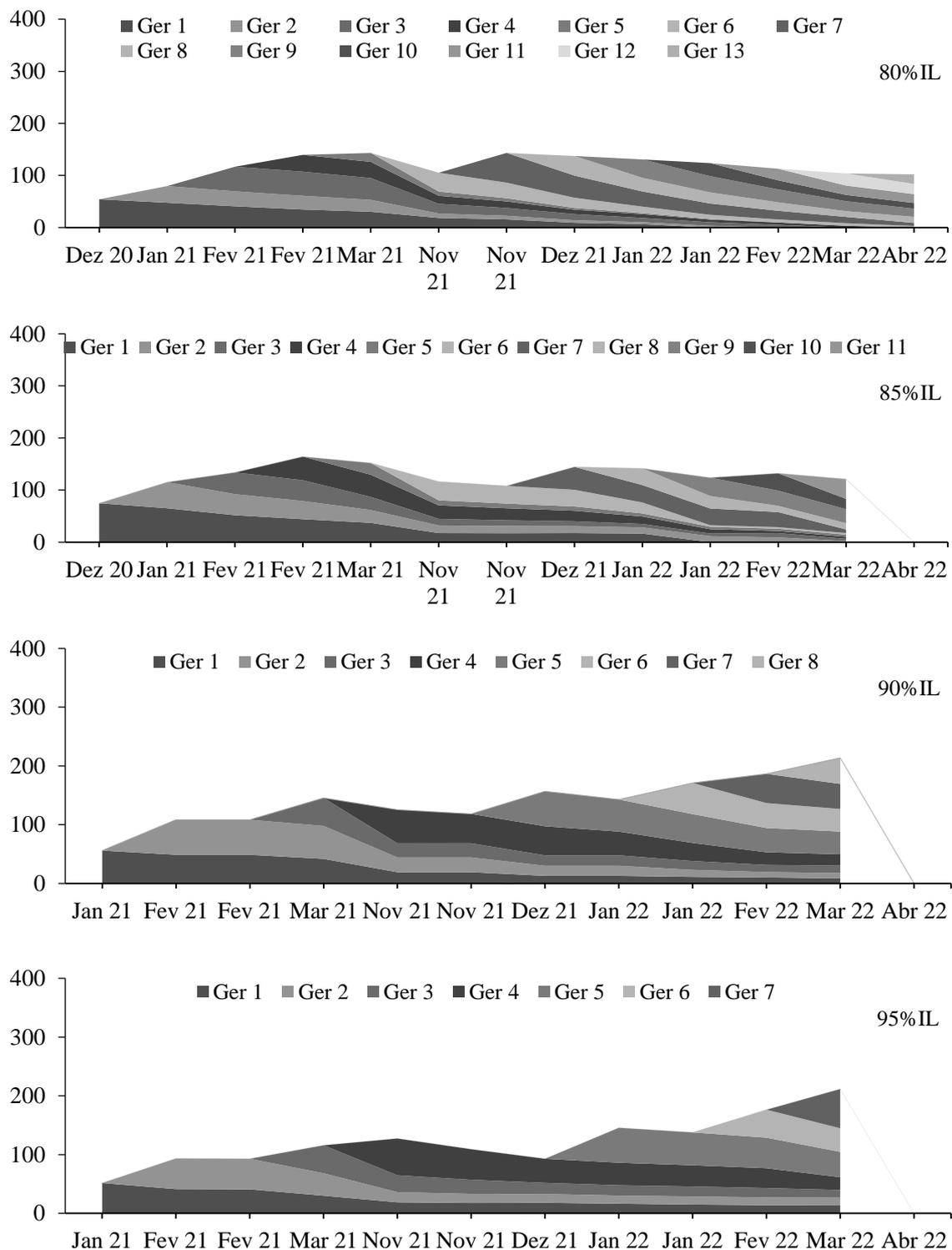


Figura 5. Padrões demográficos do perfilhamento do capim-zuri manjado sob diferentes níveis de interceptação de luz em diferentes épocas do ano

Nos pastos manejados a 80% de IL, foram observados um número maior de gerações (13 gerações), com menor número de perfilhos por geração. Nos pastos manejados a 85% de IL, foram observadas 11 gerações com o tamanho das gerações

semelhantes a 80%IL. Gerações maiores de perfilhos foram observadas nos pastos manejados com 90% de IL, com 8 gerações, e nos pastos manejados com 95% de IL apresentaram 7 gerações (Figura 5).

O tamanho das gerações foi menor no nível de 80%IL, enquanto um maior número de gerações foi identificado neste tratamento. Foram observadas 5 gerações com formação entre dezembro de 2020 e março de 2021 e 8 gerações de novembro de 2021 até abril de 2022. Em seguida, foi observado um aumento no tamanho das gerações e uma diminuição no número de gerações e tempo de uso no nível de 85%IL, com um total de 5 gerações de dezembro de 2020 a março de 2021 e de 6 gerações de novembro de 2021 a março de 2022.

Pastos manejados com 90%IL apresentaram maior tamanho de gerações quando comparado a 80%IL e 85%IL. Foram 3 gerações de janeiro até março de 2021 e 5 gerações de dezembro de 2021 até março de 2022. Os pastos manejados a 95%IL apresentaram as gerações maiores, sendo observadas 3 gerações entre janeiro e março de 2021 e 4 gerações entre novembro de 2021 e março de 2022 (Figura 5).

Discussão

Efeito de interceptação de luz

A maior TApF nos pastos manejados com os menores níveis de IL (Tabela 2) podem ser respostas morfológicas das plantas em reconstituir rapidamente a área foliar, devido ao menor intervalo de tempo entre pastejos sucessivos (Gastal et al., 2015). O contrário acontece com plantas submetidas a estratégias de manejo que tem maior intervalo entre pastejos (90%IL e 95%IL) que diminuem a TApF e aumentam a TAlF, gerando maior CFF (Tabela 3). Costa et al. (2019) alegaram que maiores intervalos entre pastejo proporcionam maior retenção de área foliar, corroborado pelo maior CFF (Tabela 3).

Esse mesmo comportamento pode explicar o incremento no FIL à medida que os níveis de IL foram aumentados (Tabela 3). Silva Neto et al. (2019) e Rodrigues et al. (2021) trazem que a TApF é oposta ao FIL e a DVF. Os achados no presente estudo corroboram com a afirmação dos autores, pois à medida que se aumentou a IL dos pastos, ocorreu redução na TApF e aumento no FIL e na DVF (Tabela 3).

As maiores na TAlF à medida que se aumentou a IL, levou ao mesmo comportamento para CFF (Tabela 3). Essas características podem ser responsáveis pelos aumentos na TAIC à medida que o dossel aumentava a IL, pela necessidade de suporte estrutural para manter folhas maiores (Garcia et al., 2021). Outra forma de abordar as mesmas variáveis é que pastos manejados sob maior IL aumentam o comprimento do pseudocolmo ao longo do processo de rebrotação, o que tende a aumentar a distância para uma folha emergir e ter contato com a luz no topo do dossel (Lemaire et al., 2018), esse comportamento gera uma maior TAlF e maior CFF (Tabela 3).

Os comportamentos observados para TAlF e TSeF (Tabela 3) estão de acordo com os relatados por Sbrissia et al. (2018). Os autores apontam que maiores TAlF, geralmente observadas em dosséis mais altos, podem ser acompanhadas de maiores TSeF, e esse balanço entre alongamento e senescência, pode se equilibrar e levar a níveis semelhantes de taxa de acúmulo de forragem (Mocelin et al., 2022), como observado neste trabalho (Artigo 1, Figura 6).

O número semelhante de folhas vivas entre as estratégias de manejo de pastejo estudadas provavelmente se deve ao fato de ser uma característica determinada geneticamente e assumir um valor relativamente constante (Duchini et al. 2013).

As maiores TAP (Tabela 4) nas menores IL não são capazes de manter o IE acima de um (1) ao longo do tempo (Figura 4). O IE igual a um (1) indica uma

população de perfilhos estável (Bahmani et al., 2003). Logo, IE acima de um é um indicativo de que a sobrevivência e o aparecimento de perfilhos foram capazes de compensar as TMP, e abaixo de 1 configura uma população de perfilhos instável, quando mais perfilhos estão morrendo no dossel.

Com exceção do verão20/21 e da primavera21, onde foram registradas as maiores TAP, os pastos manejados a 80%IL não voltaram a atingir uma estabilidade, ficando abaixo de 1 até o final do experimento. Duchini et al. (2018) observaram que maiores TAP implicam em maior extração de nutrientes do solo e uso de água, e, conseqüentemente, maior demanda em termos de manejo. Logo, é possível que os pastos manejados a 80%IL e 85%IL demandem mais nutrientes do solo e mais recurso hídrico, sendo que, a instabilidade desses pastos pode levar apenas a extração, sem que esses perfilhos permaneçam, contribuindo para o processo de renovação, com alongamento e expansão de folhas e sendo fonte de nutriente para folhas jovens e novos perfilhos.

Analisando os padrões demográficos de perfilhamento (Figura 5) observam-se as variações em quantidade e tamanho (número de perfilhos) das gerações. Afim de atender os requerimentos nutricionais da planta, foi realizada a correção do solo para níveis adequados de nutrientes, além de uma adubação nitrogenada de manutenção, parcelada em três aplicações.

Os pastejos subsequentes ao término das adubações (80%IL e 85%IL), independente no nível de IL, apresentaram reduções significativas na população de perfilhos (Figura 5). Mesmo com mais 150 kg/ha de N parcelado, a partir da primavera21, as altas TAP não foram suficientes para atingir gerações com altas densidade de perfilhos como as do primeiro ano, o que fizeram com que os pastos manejados a 80%IL 85%IL não atingissem a estabilidade na população de perfilhos no segundo ano, apresentando IE abaixo de 1 (Figura 4).

Uma vez os requerimentos nutricionais e ambientais (temperatura + umidade do solo) das plantas sejam atendidos, a produtividade, a qualidade e a persistência de pastagens perenes são determinadas pelo manejo do pastejo (Giorello et al., 2021). O padrão de resposta do capim-zuri, pode indicar que quando utilizado de forma intensiva (alta frequência) é necessário intensificar o manejo da fertilidade do solo e que, mesmo essa prática, pode não ser o suficiente para compensar a perturbação causada pelos pastejos frequentes que o pasto está sendo submetido.

Os pastos manejados com 90%IL e 95%IL apresentaram, ao final do período de avaliação, persistência de perfilhos das primeiras gerações (Figura 5), enquanto que os pastos manejados a 80%IL e 85%IL, não apresentam perfilhos das primeiras gerações ao final do experimento. Barbosa et al. (2021) afirmaram que a vida útil do perfilho varia e o equilíbrio entre sobrevivência, morte e aparecimento determina a população de perfilhos.

Corroborando com os autores, a manutenção de perfilhos das primeiras gerações para os pastos manejados sob metas de maior IL (90%IL e 95%IL), são indicativos de maior vida útil dos perfilhos, comprovado pelas maiores TSP em e menores TM (Tabela 5). Por outro lado, as menores TSP e maiores TM encontradas em 80%IL e 85%IL compreendem uma meta de manejo que resulta em menor vida útil de perfilhos.

Sendo a produtividade de um pasto, resultado do acúmulo de forragem de perfilhos individuais, qualquer meta de manejo do pastejo que promova como resposta uma diminuição na TSP e aumentos na TMP, pode ser considerada inadequada. Pois, a perenidade dos pastos é dependente do equilíbrio entre aparecimento, mortalidade e sobrevivência de perfilhos.

Efeito das estações do ano

Para que haja intensificação do perfilhamento de determinada forrageira é necessário que fatores relacionados ao desenvolvimento vegetal (temperatura, luminosidade, água e nutrientes) estejam em condições favoráveis, pois, de acordo com Casagrande et al. (2010) as características morfogênicas e estruturais referentes ao perfilhamento são mais influenciadas pelas condições climáticas que pelo manejo aplicado.

Com a restrição em um desses fatores, um dos mecanismos de adaptação desencadeado pela planta é a redução do perfilhamento (Abreu et al., 2020). A maior DVF no inverno²¹ para todos os tratamentos (Tabela 2), menor TAlF, menor NFV e maior FIL são respostas adaptativas às condições adversas ao crescimento de folhas e perfilhos.

Uma análise da demografia do perfilhamento (Figura 5) associada ao balanço hídrico (Figura 3) permite observar como os pastos manejados sob maior frequência, ou seja, menores IL tem a população de perfilhos marcadamente alteradas, em função de alterações na umidade do solo e/ou temperatura.

Embora abaixo da média dos últimos 20 anos, a maior precipitação durante o verão20/21 e na primavera21, sendo estas as estações onde se iniciou a adubação nitrogenada, configurou condições ótimas para o crescimento de perfilhos, observado-se as maiores TAP, para todos os tratamentos (Tabela 4). Giustina Junior et al. (2019) baseados nos resultados de diversos experimentos durante os períodos de intenso crescimento, as pastagens mantêm sua estabilidade com altas taxas de perfilhamento, o que compensa as baixas taxas de sobrevivência (Tabela 5) dos perfilhos nesta mesma época do ano.

O verão21/22, diferente do verão20/21, apresentou condições de déficit hídrico no meio da estação. A menor TAP no verão21/22, para todos os níveis de IL, pode ser reflexo do balanço hídrico negativo encontrado na maior parte dessa estação (Figura 2). Sendo o perfilho produto da capacidade genética da planta+condições ambientais e de manejo (Alves et al., 2021). Tais respostas reforçam a necessidade do uso de parâmetros fisiológicos para definir metas de manejo, pois permite levar em consideração as flutuações das estações.

Durante a escassez de água, baixa temperatura ou curto fotoperíodo, as taxas de perfilhamento são reduzidas e as plantas aumentam as TSP, independentemente das estratégias de manejo de pastejo adotadas (Sbrissia et al., 2010; Da Silva et al., 2015). No inverno21, independentemente do nível de IL, a diminuição na TAP (Tabela 4) e o aumento na TSP (Tabela 5), corrobora com o descrito acima, pelos autores.

Após longos períodos de condições inadequadas de umidade do solo e temperatura, é comum maiores TMP, e maiores TSP pelo uso de mecanismos de tolerância pela planta forrageira. Contudo, quando manejado de forma adequada, com a volta das chuvas, temperaturas e com o aporte nutricional, os pastos voltam a aumentar o perfilhamento. Esse comportamento pode ser observado na primavera21, com os aumentos na TAP, que geram diretamente um aumento na população de perfilhos dentro das gerações (Figura 5)

Conclusão

Pastos manejados a 90%IL e 95%IL apresentam gerações de perfilhos mais estáveis, com maiores taxas de alongamento de folhas e maior comprimento final da folha. O uso de 90%IL como estratégia de manejo permite interromper o processo de rebrotação com menores acúmulos de pseudocolmo e de senescência.

Em se tratando de ambientes pastoris, a perenidade dos pastos se torna um fator chave da determinação de metas de manejo, logo o uso de altas frequências de pastejo (80%IL e 85%IL) se torna impróprio para a sustentabilidade do sistema.

Referências

ABREU, M. J. I.; PAULA, P. R. P.; TAVARES, V. B. et al. (2020). Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem do *Megathyrus maximus* BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada. Boletim de indústria animal. v.77. <https://doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>

ALVES, C. P.; CIRINO JÚNIOR, B.; ROCHA, A. K. P. et al. (2021). Morphophysiological responses of forage plants under crop and grazing management: A review. Research, Society and development. v.10, n.6. <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15405>

BAHMANI, I.; THOM, E. R.; MATTHEW, C. et al. (2003). Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: Effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. Aust. J. Agric. Res. v.54, p.803–817. <https://doi.org/10.1071/AR02135>

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. et al. (2007). Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.329-340. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300005>

BARBOSA, P. L.; SILVA, V. J.; PEDREIRA, C. G. S. et al. (2021). Herbage accumulation and tillering dynamics of ‘Zuri’ guineagrass under rotational stocking. Crop Science. v.61, n.5, p.3787-3798. <https://doi.org/10.1002/csc2.20536>

CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O. et al. (2006). Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. Tropical Grasslands, v.40, p.165-176.

CARVALHO, A. L. S.; MARTUSCELLO, J. A.; ALMEIDA, O. G. D. et al. (2017). Production and quality of Mombaça grass forage under different residual heights. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.39, n.2, p.143-148. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i2.34599>

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. (1993). Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In Proceedings of the XVII International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand, pp. 95–104.

COSTA, N. L.; JANK, L.; MAGALHÃES, J. A. et al. (2019). Resposta de pastagens de *Megathyrus maximus* cv. Zuri à frequência de desfolhação. Research Society and Development. v.8, n.8.

DA SILVA, S. C.; SBRISIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. (2015). Ecophysiology of C4 forage grasses-understanding plant growth for optimising their use and management. Agriculture, v.5, p.598-625. <https://doi.org/10.3390/agriculture5030598>.

DUCHINI, P. G.; RIBEIRO, H. M. N.; SBRISIA, A. F. (2013). Tiller size/density compensation in temperate climate grasses grown in monoculture or in intercropping systems under intermittent grazing. Grass and Forage Science. v.69, n.4, p.655–665. <https://doi.org/10.1111/gfs.12095>

DUCHINI, P. G.; GUZATTI, G. C.; ECHEVERRIA, J. R. et al. (2018). Experimental evidence that the perennial grass persistence pathway is linked to plant growth strategy. PLOS ONE. v.13, p.1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207360.g001>

GARCIA, L. F.; SILVA, G. P.; GEREMIA, E. V. et al. (2021). Central rib and the nutritive value of leaves in forage grasses. Scientific reports. v.11, n.5440. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84844-z>

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. (2015). Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. Agriculture, v.5, p.1146-1171. <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>

GIORELLO D.; SBRISIA A. F.; DA SILVA, S. C. (2021). Herbage accumulation, morphological composition and nutritional value of *Paspalum notatum* cv. INIA Sepé. Agrociencia Uruguay. v.25, n.1. <https://doi.org/10.31285/AGRO.25.348>

GIUSTINA JUNIOR, L. H. P. D.; ZANELLA, P. G.; BALDISSERA, T. C. et al. (2019). Grazing height management does not change the persistence pathway of *Andropogon lateralis* in a natural pasture. *Pesq. Agropec. Bras.* v.54. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00405>

HODGSON, J. (1990). *Grazing management. Science into practice.* Logman Group UK Ltd. p.203.

JANK, L.; SANTOS, M. F.; BRAGA, G. J. (2022). O capim-BRS Zuri (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação das pastagens. Comunicado técnico, 163.1ª ED. ISSN 1983-9731

MISLEVY, P.; MOTT, G. O.; MARTIN, F. G. Screening perennial forages by mob-grazing technique. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1981, Lexington. **Proceedings...** Lexington: 1981. p.516-519.

MOCELIN, M. G.; SCHMITT, D.; ZANINI, G. D. et al. (2022). Grazing Management Targets for Tangolagrass Pastures. *Agriculture.* v.12, n.279. p.1-9. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020279>

RODRIGUES, J. G.; DIFANTE, G. S.; GURGEL, A. L. C. et al. (2021). Establishment of *Brachiaria* cultivars in the soil-climatic conditions of the Brazilian semi-arid region. *Acta Scientiarum.* v.43. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.51802>

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L. et al. (2010). Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. *Plant Ecology*, v.206, p.349-359. <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. (2018). Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. *Crop Sci.* v.58, p.945–954. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.07.0447>

SILVA NETO, I. M.; SOUZA, A. L.; ZANINE, A. M. et al. (2018). Morphogenetic and structure characteristics of marandu grass subjected to grazing management strategies. *Biological Rhythm Research*. v.51, n.6. <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1558738>

SILVEIRA, M. C. T.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C. et al. (2010). Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. *Sci Agric*. v.67, n.2, p.136–142. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000200002>

SOUSA, B. M. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RODRIGUES, C. S. et al. (2011). Morphogenetic and structural characteristics of xaraes palisadegrass submitted to cutting Heights. *R.Bras. Zootec*. v.40, n.1. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000100008>

SOUSA, B. M. L.; RIZATO, C. A.; FAGUNDES, J. L. et al. (2019). Tillering dynamics of digit grass subject to different defoliation frequencies. *Pesqui. Agropecu. Bras*. 54:1-9. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00668>

SOUZA, J. S.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V. et al. (2019). Biometric measurements of Santa Inês meat sheep reared on *Brachiaria brizantha* pastures in Northeast Brazil. *PLOS ONE*, v.30, p.1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219343>

VERAS, E. L. L.; DIFANTE, G. S.; GURGEL A. L. C. et al. (2020). Tillering and structural characteristics of panicum cultivars in the Brazilian semiarid region. *Sustainability*, v.12, n.9, p.3849. <https://doi.org/10.3390/su12093849>

Capítulo 4: Inter-relação entre estrutura do pasto e a dinâmica do rebaixamento em pastos de capim-zuri manejado sob níveis de interceptação de luz

Resumo:

A hipótese testada foi que diferentes níveis de interceptação de luz alcançadas pelo dossel forrageiro do capim-zuri no pré-pastejo, implicam em diferentes estruturas do pasto, que interferem diretamente na eficiência de utilização e no comportamento de pastejo dos animais durante o período de ocupação. O objetivo foi avaliar a dinâmica do rebaixamento em pastos de capim-zuri submetidos a quatro níveis de interceptação de luz (IL) no pré-pastejo, (80, 85, 90 e 95%), em quatro repetições. A dinâmica do rebaixamento foi avaliada em 18 perfilhos distribuídos em três linhas de transecção em cada piquete. Em cada perfilho foram avaliados os comprimentos da lâmina foliar, do pseudocolmo e do perfilho estendido, em quatro eventos de desfolha: pré-pastejo, quatro, oito e 24 horas após a entrada dos animais nos piquetes. Também foram estimadas a área pastejada em cada evento, área total pastejada, frequência e intensidade de desfolhação por categoria de folha, pseudocolmo e perfilho estendido, além da redução em centímetros por componente estrutural em cada evento. Os níveis de IL influenciaram a estrutura do pasto. A MF, altura, TLI (taxa de lotação instantânea) e porcentagem de pseudocolmo se ajustaram um modelo de regressão linear ($p < 0.0001$), com incremento de 19.35, 2.27, 416.69 e 0.58, respectivamente, com o aumento da IL. A frequência e intensidade de desfolhação se ajustaram ao modelo de regressão linear, com aumento paralelo a LI. A eficiência de utilização do pasto pelos animais foi crescente, com aumentos de 16,7, 17,1, 10,9, 4,1%, para folhas expandidas, folhas em

expansão, pseudocolmo e perfilho estendido, respectivamente, quando o dossel passou de 80 para 95% de IL. A IL influencia a estrutura do dossel do capim-zuri e altera a forma de exploração do dossel forrageiro pelos animais. A IL de 80% resulta em uma dieta rica em folhas, baixa proporção de colmos e menor tempo para reestabelecimento do dossel. Pastos manejados a 95% de IL apresentam menor relação folha:colmo, porém com maior massa de forragem o que permite maior taxa de lotação instantânea.

Palavras-chuva: eficiência de utilização, forragem, frequência de pastejo, intensidade de desfolha, manejo do pastejo, *Panicum maximum*

Capítulo 4: Interrelationship between pasture structure and drawdown dynamics in zuri grass pastures managed under light interception levels

Abstract: The hypothesis tested was that different levels of light interception achieved by the forage canopy of zuri grass in pre-grazing, imply different structures of the pasture, which directly interfere in the efficiency of use and in the grazing behavior of the animals during the occupation period. The objective was to evaluate the dynamics of lowering in zuri grass pastures submitted to four levels of light interception (LI) in the pre-grazing, (80, 85, 90 and 95%), in four replications. Lowering dynamics was evaluated in 18 tillers distributed in three transect lines in each paddock. In each tiller, leaf blade, pseudostem and extended tiller lengths were evaluated in four defoliation events: pre-grazing, four, eight and 24 hours after animals entered the paddocks. The grazed area in each event, total grazed area, frequency and intensity of defoliation by category of leaf, pseudostem and extended tiller, in addition to the reduction in centimeters per structural component in each event, were also estimated. IL levels influenced pasture structure. FM, height, TLI and percentage of pseudostem were fitted to a linear regression model ($p < 0.0001$), with increments of 19.35, 2.27, 416.69 and 0.58, respectively, with the increase in LI. The frequency and intensity of defoliation fitted the linear regression model, with increase parallel to LI. The pasture utilization efficiency by the animals increased, with increases of 16.7, 17.1, 10.9, 4.1%, for expanded leaves, expanding leaves, pseudostem and extended tiller, respectively, when the canopy changed from 80 to 95% LI. The IL influences the zuri grass canopy structure and alters the way in which the animals use the forage canopy. The LI of 80%

results in a diet rich in leaves, a low proportion of stems and a shorter time for canopy reestablishment. Pastures managed at 95% LI have a lower leaf:stem ratio, but with greater forage mass, which allows for a higher instantaneous stocking rate.

Keywords: utilization efficiency, forage, grazing frequency, defoliation intensity, grazing management, *Panicum maximum*

Introdução

A produção animal em pasto deve ser entendida como um ecossistema, e o manejo das pastagens, comum foco multifuncional que inclua processos envolvidos na produção e utilização sustentável das forrageiras, e não mais baseado, essencialmente, na produção animal (Lemaire et al., 2011). Esse alvo na interface planta-animal requer questionamentos inovadores para ser possível a compreensão das interrelações entre as diferentes áreas.

A produção animal em pastagens é dependente da eficiência do processo de pastejo, fator que pode interferir de forma diferente nos processos de crescimento, e senescência, alterar a estrutura do dossel e o acúmulo de forragem (Simioni et al., 2014). Nesse sentido, a frequência e intensidade de desfolhação constituem ferramentas importantes para controlar a estrutura do pasto disponível aos animais e garantir manutenção de um índice de área foliar adequado para recuperação das plantas após o pastejo.

Com base nos resultados de pesquisa em sistemas de lotação intermitente, a interceptação de luz (IL) é um indicador do equilíbrio entre o crescimento das plantas e a senescência. Essa variável tem sido recomendada como um parâmetro fisiológico ideal para o início do pastejo (Zubieta et al., 2021), como sendo o momento em que ocorrem maior acúmulo de folhas, menor participação de pseudocolmo e material morto, o que favorece o consumo e o desempenho dos animais. Uma vez que a presença de pseudocolmo promove restrições físicas à formação de bocados, e os ruminantes em pastejo consomem preferencialmente folhas (Gregorini et al., 2011). A participação de folhas na estrutura do dossel pode alterar o consumo de forragem e o comportamento de pastejo do animal (Amaral et al., 2013).

A gestão exercida sobre a frequência de pastejo garante o controle da estrutura do pasto, mas não se pode presumir que todas as unidades da planta são desfolhadas na mesma proporção (Medeiros Neto et al., 2020). Com base na importância da relação entre as características do pasto e o consumo de forragem pelo animal durante o processo de pastejo, é importante conhecer os efeitos de diferentes metas de manejo sobre a frequência e intensidade de desfolha de cada componente do dossel, uma vez que a arquitetura e a persistência do pasto dependem da correta utilização dos recursos disponíveis.

Ao avaliar a dinâmica da desfolhação em sistemas com lotação intermitente pode-se compreender de forma minuciosa a influência dos componentes do pasto sobre

o processo de pastejo. Ainda, busca-se compreender o efeito do processo de desfolha sobre as características do dossel e determinar metas de manejo que respeitem a interface planta-animal e a perenidade deste ecossistema. Diante disso, a hipótese testada foi que diferentes níveis de interceptação de luz pelo dossel forrageiro do capim-zuri, no pré-pastejo, implicam em diferentes estruturas do pasto, que interferem sobre as respostas do comportamento de pastejo dos animais, durante o período de ocupação.

O objetivo foi investigar como ocorre a dinâmica do rebaixamento em pastos de capim-zuri submetidos a diferentes frequências de pastejo, representadas pelos níveis de interceptação de luz de 80, 85, 90 e 95%, e fornecer compreensão de como as metas de manejo interferem na forma de utilização da forrageira pelos animais.

Material e Métodos

Local, clima e período experimental

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. A área apresenta como coordenada geográfica latitude 20°27' sul, e longitude 54°37' oeste, com altitude de 530 m acima do nível do mar. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico (Embrapa, 2018). O clima da região é tropical chuvoso de savana, subtipo Aw, com distribuição sazonal de chuvas. O período experimental foi de outubro de 2020 a abril de 2022. As avaliações foram realizadas no verão (dezembro-março) de 2022.

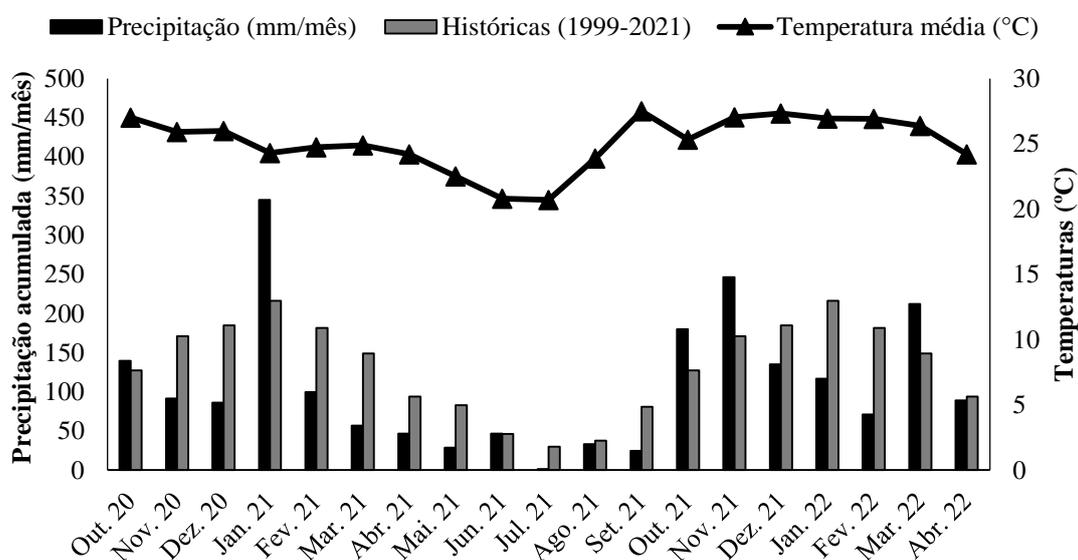


Figura 1. Precipitação mensal acumulada e temperatura média durante o período experimental

Área e Delineamento experimental

A área experimental de 0,96 ha foi dividida em quatro blocos e cada bloco subdividido em quatro piquetes (0,045 ha). O capim-zuri foi implantado em 2017 e anualmente foi realizada adubação de manutenção com 60 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O utilizando-se o formulado 0-20-20 (N-P-K), e 150kg/ha/ano de N parcelado em três doses de 50kg/ha. Os pastos foram manejados sob lotação intermitente desde novembro de 2020. A intensidade de pastejo foi mantida fixa, em 50% da altura do pasto no pré-pastejo. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro tratamentos, representados pelos níveis de interceptação e luz (IL) no pré-pastejo de 80, 85, 90 e 95% de IL e quatro repetições.

Animais e ajuste da taxa de lotação

Este projeto foi aprovado no comitê de ética de uso animal (CEUA) nº003/2018. Foram utilizados novilhos da raça Caracu com aproximadamente 24 meses. Os animais foram pesados para ajustar a taxa de lotação instantânea. Foi considerado o consumo de 2,5% do peso vivo para estimar a oferta de forragem. Os animais entraram nos piquetes às 08:00 da manhã e saíram no dia seguinte quando atingissem a meta de altura do pós-pastejo estipulada para cada tratamento.

Avaliações

Altura e interceptação de luz

A interceptação de luz (IL) foi monitorada, semanalmente após a saída dos animais dos piquetes, passando a ser diária quando estava próximo a meta. Concomitantemente às medidas de IL foram tomadas medidas da altura do dossel para determinar as alturas de pré e pós-pastejo.

Massa de forragem e componentes morfológicos

As massas de forragem e dos componentes morfológicos no pré e pós-pastejo foram estimadas pelo corte, ao nível do solo, de três amostras contidas em quadrados (1m x 1m) por piquete, posicionado em pontos representativos da altura média do dossel. Os cortes foram realizados utilizando segadeira manual. As amostras foram divididas em duas subamostras: uma foi pesada e seca em estufa a 65°C até peso constante para determinação da matéria seca e a outra, separada em folha (lâmina foliar), pseudocolmo (bainha e colmo) e material morto, seca em estufa a 55°C até peso constante. A quantidade de cada componente foi expressa em percentagem do peso total. As porcentagens de folha e de pseudocolmo foram utilizadas para estimar a relação folha:colmo e relação verde:morto.

Dinâmica do rebaixamento

A dinâmica do rebaixamento foi avaliada pela técnica do perfilho marcado (Medeiros Neto et al., 2020; Hodgson, 1969), por meio de 18 perfilhos ao longo de três linhas de transecção por piquete, de forma a cobrir toda a área útil. As linhas foram alocadas a uma distância de dois metros das bordas do piquete.

As folhas de cada perfilho foram numeradas e esses perfilhos foram avaliados em quatro momentos (eventos de pastejo) durante o período de ocupação de 24 horas: (1) pré-pastejo, (2) 4hs após a entrada dos animais, (3) 8hs após a entrada dos animais, e (4) 24hs após a entrada dos animais (pós-pastejo). Em cada avaliação, as lâminas foliares foram medidas com régua graduada em centímetros, e classificadas: em expansão (sem lígula visível), expandidas (com lígula visível), senescentes (folhas maduras com senescência), intactas ou pastejadas. Também foi medido o comprimento do pseudocolmo e do perfilho estendido.

A frequência e a intensidade da desfolhação foram avaliadas nas lâminas foliares (em expansão ou expandida), nos perfilhos estendidos e no pseudocolmo. Foi considerado como evento de pastejo qualquer redução no comprimento destas estruturas morfológicas. Comparou-se a área pastejada total e a área pastejada em cada evento.

Frequência de desfolhação

A frequência de desfolhação foi calculada pelo número perfilhos ou categoria de folha pastejada no evento, pelo número total de perfilhos ou categoria de folha, expresso em porcentagem em um período de avaliação (24 horas).

FD (%) = ((Nº de perfilhos ou categoria de folhas tocadas no evento/Nº total de perfilhos ou categoria de folha)*100)/dias de avaliação).

Intensidade de desfolhação

A intensidade de desfolhação foi calculada pelo comprimento da estrutura morfológica avaliada imediatamente antes do evento de pastejo e o comprimento da mesma estrutura, depois do evento de pastejo:

ID (%) = ((Comprimento pré-desfolhação – comprimento pós-desfolhação)/comprimento pré-desfolha) x 100.

Área total pastejada

A porcentagem da área total pastejada foi estimada pelo número de perfilhos pastejados durante todo o período de avaliação em relação ao número de perfilhos marcados.

Área total pastejada (%) = ((número de perfilhos desfolhados/número de perfilhos marcados) x 100)/dia.

Exploração dos horizontes de pastejo por evento

Para detectar a exploração dos diferentes estratos ao longo do período de ocupação dos piquetes, considerou-se que o primeiro evento de pastejo em um perfilho estava relacionado à exploração do primeiro estrato (superior) durante as primeiras quatro horas de pastejo, e que os eventos de bocadas sucessivos no mesmo perfilho estavam relacionados a exploração nos estratos inferiores. Foi calculado a área pastejada em cada evento (APE) e a eficiência de utilização por evento de pastejo (EUE) foram considerados quatro tempos: momento zero, antes da entrada dos animais, evento 1 (quatro horas após a entrada dos animais), evento 2 (oito horas após a entrada dos animais) e evento 3 (24 horas após a entrada dos animais). Para o cálculo foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{APE (\%)} = (\text{n}^\circ \text{ de perfilhos desfolhados no evento } n / \text{n}^\circ \text{ total de perfilhos}) * 100$$

$$\text{EUE (\%)} = ((\text{Comprimento na hora } n - \text{Comprimento na hora } n-1) / \text{Comprimento na hora } n) * 100$$

Avaliação de bocado e estação

Foram escolhidos dois animais testes por piquete e estes foram avaliados duas vezes durante as primeiras 4 horas de ocupação. Foram contabilizados o tempo gasto para realizar dez bocados, tempo para visitar cinco estações alimentares, número de bocados por estação e passos entre estações.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância levando em consideração um delineamento em blocos casualizados. Utilizou-se o seguinte modelo: $Y_{ij} = \mu + B_j + I_{Pi} + \alpha_{ij}$, em que:

Y_{ij} = valor observado na cultivar, interceptação de luz i , bloco j ;

μ = efeito médio geral;

B_j = efeito aleatório do bloco J ;

I_{Pi} = efeito da interceptação de luz ($i = 80, 85, 90$ e 95%);

α_{ij} = efeito do erro aleatório.

O efeito da interceptação de luz foi analisado por equações de regressão. Os modelos lineares quadráticos foram testados e selecionou-se o modelo de acordo com a

significância dos coeficientes de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e o coeficiente de determinação.

Resultados

Caracterização da estrutura do pasto e taxa de lotação instantânea

As ILs observadas foram compatíveis com as metas propostas de 80% (80,1%±0,5%), 85% (85,6%±0,2%), 90% (90,3%±0,4%) e 95% (95,2%±0,1%).

A altura do pasto, massa de forragem, porcentagem de lâmina foliar, colmo e material morto do pré e pós pastejo evidenciam as diferenças estruturais do capim-zuri em cada meta de manejo (Tabela 1). A taxa de lotação instantânea se ajustou a um modelo de regressão linear crescente, com acréscimo de 19,35 UA/ha a cada na IL.

As alturas de pré e pós-pastejo aumentaram linearmente ($p < 0,0001$) à medida em que aumentou a IL. No pré-pastejo, houve acréscimo de 87% na altura entre a maior e a menor IL (80% e 95%), respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Características estruturais do dossel no pré e pós-pastejo em pastos de capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz

	Interceptação de Luz				EMP	p Linear	p Quad	Equação	R ²
	80%	85%	90%	95%					
Pré-pastejo									
TLinst	123,5	181,0	298,1	407,0	0,11	<0,001	<0,001	Y=-1440,9+19,35x	0,98
ALT	40,0	53,5	65,0	75,0	0,44	<0,001	0,001	Y=-140,80+2,27x	0,99
MF	3985,0	5106,0	8005,2	9963,5	190,48	0,001	ns	Y=-29695,5+416,69x	0,97
FOL	56,5	55,0	51,4	39,7	1,56	<0,001	0,002	Y=-874,40+22,32x-0,13x ²	0,99
PC	22,2	25,8	28,2	32,0	1,26	0,001	ns	Y=-23,60+0,58x	0,97
MM	21,3	19,2	20,4	28,3	2,07	0,023	0,013	Y=956,43-21,96x+0,13x ²	0,96
Pós-pastejo									
ALT	19,8	26,7	31,0	36,5	0,61	<0,001	ns	Y=-66,80+1,09x	0,99
MF	1790,3	2381,0	3383,3	4702,8	160,65	<0,001	ns	Y=-13976,3+194,7x	0,97
FOL	22,2	23,3	16,5	16,1	1,29	0,003	ns	Y=59,41-0,46x	0,73
PC	34,2	39,4	43,1	36,0	2,23	ns	ns	Y=35	ns
MM	42,6	39,3	40,4	47,9	3,36	ns	ns	Y=42	ns

TLinst: Taxa de lotação instantânea por hectare (UA- Unidade animal - 450kg); Altura (cm); MF: Massa de forragem (kg/ha MS); FOL: Folhas (%); PC: Pseudocolmo (%); MM: Material morto (%); EMP: Erro padrão da média; R²: Coeficiente de determinação.

A MF do pré-pastejo apresentou resposta linear ($p < 0,0001$) com incremento de 4116,6 kg/ha MS a cada aumento na IL. A MF no pós-pastejo ($p < 0,0001$) aumentou linearmente com o aumento da IL, com acréscimos de 212,3 kg/ha MS entre as metas de manejo (Tabela 1).

Entre os componentes morfológicos, a porcentagem de folhas se ajustou ao modelo quadrático de regressão, e a estimativa da quantidade máxima de folhas no pré-pastejo ($p=0,0001$) foi de 57,1% na IL de 83,4%. No pós-pastejo, a quantidade de folhas no dossel diminuiu linearmente ($p=0,0087$) com as metas de IL do pré-pastejo. A porcentagem de pseudocolmo no pré-pastejo ($p=0,0042$) aumentou linearmente com o aumento na IL, porém, no pós-pastejo não foram observadas diferenças entre os níveis de IL ($p=0,1056$, $Y=35\%$). Houve efeito da IL sobre o percentual de material morto no pré-pastejo ($p=0,0166$), com menor quantidade (17,4%) na IL de 85%, e a ausência desse efeito no pós-pastejo ($p=0,3127$, $Y=42\%$).

Dinâmica do rebaixamento

A dinâmica do rebaixamento do pasto foi influenciada pelos níveis de IL (Tabela 2). Para a frequência de desfolha, foram observadas regressões lineares crescentes para todas as categorias de folhas. Para as folhas expandidas ($p=0,0011$), houve um aumento na frequência de 36% para 50% à medida que aumentou a IL de 80% para 95% de IL, com acréscimos de 0,096% para cada ponto percentual de IL. Para as folhas em expansão ($p<0,0001$), foi observado um acréscimo de 1,98% na frequência de desfolhação para cada ponto percentual da IL, com acréscimo de 71% entre a menor e a maior IL (80 e 95%) (Tabela 2).

A frequência de pastejo no pseudocolmo se ajustou a um modelo quadrático de regressão ($p<0,0001$), com a menor frequência estimada em 11% na IL de 75,8%. A frequência de pastejo no perfilho estendido também se ajustou a uma regressão quadrática, com a maior frequência de 59,7% estimada na IL de 97,2% (Tabela 2).

As intensidades de desfolha nas folhas expandidas e em expansão se ajustaram ao modelo de regressão linear. Incrementos de 1,12% e de 1,08%, foram observados entre os níveis de IL para as categorias de folhas expandidas e em expansão, respectivamente (Tabela 2).

A intensidade de desfolhação do pseudocolmo se ajustou a resposta quadrática, com um ponto mínimo de 14,1% na IL de 81,7%. Aumentos de 30% e 75% na intensidade de desfolhação do pseudocolmo foram verificados nas IL de 90% e 95%, respectivamente, quando comparados a IL de 80%. A intensidade de desfolhação no perfilho estendido foi linear, com um aumento de 20% entre a menor (80%) e a maior (95%) IL (Tabela 2).

Tabela 2. Frequência e intensidade de desfolhação por categoria de folha, pseudocolmo e perfilho estendido em pastos de capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz

Parâmetros	Interceptação de Luz				EMP	P Linear	P Quad	Equação	R ²
	80%	85%	90%	95%					
Frequência de desfolhação (%)									
Expandidas	36,2	39,1	44,6	50,5	1,72	<0,001	ns	Y=-41,90+0,096	0,97
Em expansão	42,8	55,1	62,0	73,5	1,27	<0,001	ns	Y=-114,68+1,98	0,98
Pseudocolmo	13,8	15,7	24,2	31,5	1,04	<0,001	0,0330	Y=315,68-8,00+0,05	0,98
Estendido	43,3	51,6	56,9	59,4	2,88	<0,001	0,0020	Y=-452,91+10,55-0,05	0,98
Intensidade de desfolhação (%)									
Expandidas	68,4	77,2	83,2	85,1	2,4	0,001	ns	Y=-19,17+1,12	0,92
Em expansão	77,6	87,3	90,1	94,7	1,75	<0,001	ns	Y=-7,31+1,08	0,93
Pseudocolmo	14,4	14,5	18,8	25,1	0,48	<0,001	<0,001	Y=429,93-10,18+0,06	0,99
Estendido	57,3	61,5	64,0	69,2	1,36	<0,001	ns	Y=-3,39+0,76	0,98

EMP: Erro padrão da média; R²: Coeficiente de determinação.

A intensidade de desfolhação do pseudocolmo se ajustou a resposta quadrática, com um ponto mínimo de 14,1% na IL de 81,7%. Aumentos de 30% e 75% na intensidade de desfolhação do pseudocolmo foram verificados nas IL de 90% e 95%, respectivamente, quando comparados a IL de 80%. A intensidade de desfolhação no perfilho estendido foi linear, com um aumento de 20% entre a menor (80%) e a maior (95%) IL (Tabela 2).

Foi observado efeito dos níveis de IL sobre a área total pastejada ($p < 0,0001$) e sobre a área pastejada no estrato superior ($p = 0,0299$) e médio ($p < 0,0001$) em pastos de capim-zuri, porém, a área pastejada no estrato de pastejo inferior não sofreu influência dos níveis de IL ($p = 0,1910$) (Tabela 3).

A utilização do estrato de pastejo superior aumentou linearmente com os níveis de IL, com incrementos de 2,18% na área pastejada entre os níveis de IL. Os pastos manejados com 95% de IL superaram em 53% a utilização do estrato quando comparados àqueles manejados com 80% de IL (Tabela 3).

A utilização do estrato de pastejo médio se ajustou ao modelo quadrático de regressão, com diminuição da área pastejada até o ponto mínimo de 16,3% de área pastejada, no nível de 86,6% de IL. A utilização do estrato de pastejo inferior foi semelhante entre as ILs, com média de 51,2% de área pastejada (Tabela 3).

Tabela 3. Área pastejada total e por estrato de pastejo em pastos de capim-zuri submetidos a níveis de interceptação de luz

Parâmetros	Interceptação de Luz				EMP	p Linear	p Quad	Equação	R ²
	80%	85%	90%	95%					
	<u>Área Pastejada</u>								
Total (%)	88,5	100,0	100,0	100,0	1,5	0,001	0,004	Y=-836,85+20,74-0,11	0,93
EPS (%)	58,7	63,9	78,6	90,1	6,55	0,005	ns	Y=-177,71+2,18	0,97
EPM (%)	26,0	20,0	19,1	34,5	5,03	0,002	<0,001	Y=1858,38-42,53+0,25	0,89
EPI (%)	45,1	50,0	58,3	51,2	3,88	Ns	ns	Y=51,2	ns

EPS: Estrato de pastejo superior; EPM: Estrato de pastejo médio; EPI: Estrato de pastejo inferior; EMP: Erro médio padrão; R²: Coeficiente de determinação.

O comprimento médio (CM) dos componentes morfológicos do pasto no pré e pós-pastejo se ajustou a um modelo de regressão quadrático, com ponto de máxima estimado na IL de 95% para o comprimento médio de folhas expandidas, em expansão e perfilho estendido no pré-pastejo, e folhas expandidas e perfilho estendido do pós-pastejo.

A eficiência de utilização no comprimento de folhas expandidas, em expansão, altura do pseudocolmo e do perfilho estendido se ajustaram a um modelo de regressão linear crescente, com incrementos de 1,06, 1,09, 0,66 e 0,71%, respectivamente, entre os níveis de IL (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento médio (cm) dos componentes morfológicos do pasto no pré e pós-pastejo e eficiência de utilização (%) em função dos níveis de interceptação de luz.

Parâmetros	Interceptação de Luz				EMP	p Linear	p Quad	Equação	R ²
	80%	85%	90%	95%					
	CM pré (cm)								
Folhas Expandidas	18,5	28,4	38,5	41,4	0,26	<0,001	<0,001	$Y=-640,33+13,83x-0,07x^2$	0,99
Folhas em expansão	19,0	30,7	36,9	30,8	1,82	0,001	0,001	$Y=-1357,93+31,03x-0,17x^2$	0,98
Pseudocolmo	14,1	20,2	25,2	32,4	0,87	<0,001	ns	$Y=-81,96+1,19x$	0,99
Perfilho estendido	46,9	67,8	83,1	93,1	1,71	<0,001	0,011	$Y=-1031,13+22,23x-0,11x^2$	0,99
	CM pós (cm)								
Folhas Expandidas	5,7	6,3	8,3	5,3	0,43	ns	<0,001	$Y=-270,57+6,33-0,03$	0,65
Folhas em expansão	4,4	3,8	3,7	1,9	0,24	<0,001	0,034	$Y=-79,29+2,05-0,01$	0,92
Pseudocolmo	12,0	17,3	24,9	24,9	0,40	<0,001	<0,001	$Y=-463,05+10,14-0,05$	0,95
Perfilho estendido	19,7	26,1	29,8	32,2	0,27	<0,001	<0,001	$Y=-702,50+16,01-0,08$	0,96
	Eficiência de utilização (%)								
Folhas Expandidas	68,4	77,2	80,3	85,1	1,82	<0,001	ns	$Y=-1488+1,06x$	0,95
Folhas em expansão	77,6	87,3	90,4	94,7	1,19	<0,001	0,051	$Y=-7,69+1,09x$	0,93
Pseudocolmo	14,2	14,5	15,7	25,1	2,08	0,006	ns	$Y=-40,74+0,66$	0,70
Perfilho estendido	57,3	69,1	61,5	61,4	1,25	<0,001	ns	$Y=0,61+0,71x$	0,85

CM: Comprimento médio; EMP: Erro médio padrão; R²: Coeficiente de determinação.

Houve influência dos níveis de IL sobre a utilização dos componentes morfológicos em cada evento de desfolha. As maiores eficiências de utilização foram observadas nas IL de 90 e 95% para folhas expandidas, em expansão e para os perfilhos estendidos (Figura 2). Já as eficiências de pastejo no pseudocolmo aconteceram de forma moderada, e foram mais expressivas no último evento de pastejo nos níveis de IL de 90 e 95%.

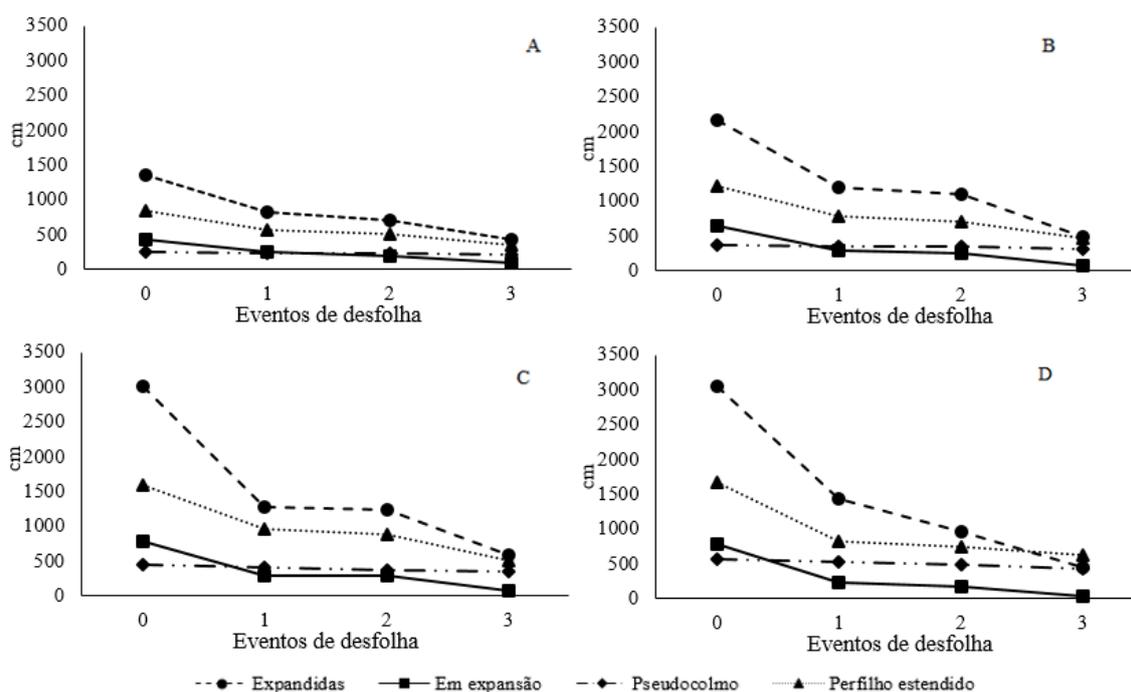


Figura 2. Relação entre eventos de desfolhação e eficiência de utilização por categoria de folha expandida, em expansão, pseudocolmo e perfilho estendido em função dos níveis de interceptação de luz de 80% (A), 85% (B), 90% (C) e 95% (D)

O tempo para a realização de dez bocados se ajustou a um modelo de regressão linear crescente, com incrementos de aproximadamente 4,7 segundos a cada aumento na interceptação de luz. O número de bocados por estação e o tempo para os animais visitarem 5 estações não se ajustaram a modelos de equações de regressão. Já o número de passos entre estações se ajustou a uma equação de regressão linear decrescente, com diminuição de 0,15 passos à medida que aumentou a IL (Tabela 5).

Tabela 5. Tempo para dez bocados, número de bocados por estação, tempo para visitar 5 estações, passos entre estações durante o rebaixamento de pastos de capim-zuri submetidos a diferentes níveis de IL.

Parâmetros	Interceptação de Luz				EPM	p Linear	p Quad	Equação	R ²
	80%	85%	90%	95%					
	Frequência de desfolhação								
Tempo/10 bocados (s)	9,2	11,5	15,6	23,6	0,86	<0,001	0,005	Y=3,15+4,74x	0,93
Nº bocados/estação (n)	87,0	84,8	95,16	90,6	1458	0,752	0,929	-	-
Tempo visita 5 estações (s)	120,2	136,54	183,9	162,2	13,6	0,098	0,457	-	-
Passos entre estações (n)	2,3	2,2	1,1	1,6	0,14	<0,001	0,041	Y=3,34-1,11x-0,15x ²	0,63

n: número; s: segundos; EMP: Erro médio padrão; R²: Coeficiente de determinação.

Discussão

Caracterização da estrutura do pasto em função dos níveis de interceptação de luz

Mudanças na composição estrutural do dossel sob níveis de IL demonstram a plasticidade fenotípica do capim-zuri, traduzida pela capacidade de adaptação às metas de manejo. Essas diferenças estruturais sugerem alterações tanto na distribuição vertical quanto na horizontal dos componentes morfológicos dos pastos.

O aumento do nível de IL promove aumento na altura do dossel do capim-zuri (Tabela 1). Comportamento semelhante também foi observado em outras plantas forrageiras tropicais, como no capim-mombaça (Alvarenga et al., 2020) e o capim-tifton 85 (Silva et al., 2019). Também ocorreu incrementos na massa de forragem com o aumento na altura do dossel (Macedo et al., 2021), devido ao maior tempo que as plantas levam para desenvolver área foliar para interceptar maiores quantidades de luz e, conseqüentemente, suportar maior taxa de lotação instantânea.

Independentemente do nível de IL, as porcentagens de folha, pseudocolmo e material morto formam estruturas do pasto que possibilitam ao animal selecionar uma dieta de qualidade, devido a maior participação de folhas em detrimento ao pseudocolmo, e maior participação de material verde (folha+pseudocolmo) em relação ao material morto.

Dinâmica da desfolhação

O comportamento linear crescente encontrado para frequência e intensidade de desfolhação de folhas expandidas, em expansão e pseudocolmo pode ser explicado pelas variáveis estruturais (Tabela 2).

A maior frequência e intensidade de desfolhação nas folhas em expansão e expandidas, e a menor no pseudocolmo, independente dos níveis de IL, provavelmente é resultado da capacidade de seleção dos animais e da estrutura de pasto ofertada, com alta relação folha:colmo e verde:morto (Tabela 1). Como o pseudocolmo impõe limitações físicas à formação de bocados (Gregorini et al., 2011), os animais utilizam de sua capacidade de selecionar plantas e componentes morfológicos que otimizam a ingestão de nutrientes (Carvalho et al., 2013b). A preferência é por folha em detrimento ao pseudocolmo ou material morto. No entanto, à medida que a altura do pasto se aproxima da condição de pós-pastejo, a frequência e intensidade de pastejo no pseudocolmo tendem a aumentar (Figura 1).

As diferentes estruturas do dossel formadas pelos níveis de IL, influenciaram a forma de utilização do pasto durante os eventos de desfolha (Figura 1) e se associam com os padrões de utilização da área pastejada dentro de cada evento (Tabela 3). Quanto maior o nível de IL, maior a severidade na redução de área de folha, pseudocolmo, e perfilho estendido. Bartham et al. (1984) relataram que folhas maiores são mais propensas a serem desfolhadas. Logo os pastos mantidos mais altos possuem folhas maiores (Tabela 4), que por sua vez, são desfolhadas com mais frequência e maior intensidade (Tabela 2).

Nos pastos mantidos mais baixos (80 e 85% de IL) as reduções no comprimento de folhas em expansão e expandidas acontecem de forma moderada dentro dos eventos de pastejo (Figura 2A e 2B). Zubieta et al. (2021) também observaram que a menor massa de forragem dos pastos com menor altura compromete a profundidade do bocado. Já nos pastos mantidos mais altos (90 e 95% de IL) a redução foi severa e desuniforme entre os eventos de pastejo (Figura 2C e 2D).

A redução do tamanho das estruturas morfológicas se torna ainda mais acentuada para os pastos manejados com 90 e 95% de IL após o primeiro evento de desfolha. Comportamento semelhante também observado por Laca (2009) que salienta que a profundidade de bocado é uma proporção razoavelmente constante da altura do pasto, e aumenta com o aumento dessa variável. Isso faz com que a intensidade de pastejo em folhas em expansão, expandidas e pseudocolmo seja maior em pastos mantidos mais altos devido a distribuição vertical destes componentes.

A massa de forragem compromete ainda as variáveis associadas a taxa de ingestão de forragem. A medida da taxa de bocados estima a facilidade com que ocorre a apreensão da forragem pelos animais (Trevisan et al., 2004). O tempo para a realização de 10 bocados aumentou à medida que aumentou a IL pelo dossel, já os passos entre estações diminuíram com o aumento da IL (Tabela 5). Esses resultados podem ser indicativos da presença de maior densidade volumétrica de forragem nos pastos de maior IL. Associar a taxa de bocado com a variável intensidade de pastejo permite inferir que pastos manejados com maior IL permitem maior massa de forragem sendo removida a cada bocado.

A estratégia do animal de aumentar a taxa de bocados na escala a curto prazo é uma forma de compensar a baixa ingestão de forragem e é um indicativo que o animal está consumindo pouca massa por bocado, uma vez que a massa de bocado muitas vezes é uma constante proporcional à altura do pasto (Mezzalira et al., 2014). Trindade et al.

(2016) mostram que o consumo de matéria seca aumenta quando os animais se deparam com maiores alturas de pasto e maiores massas de forragem.

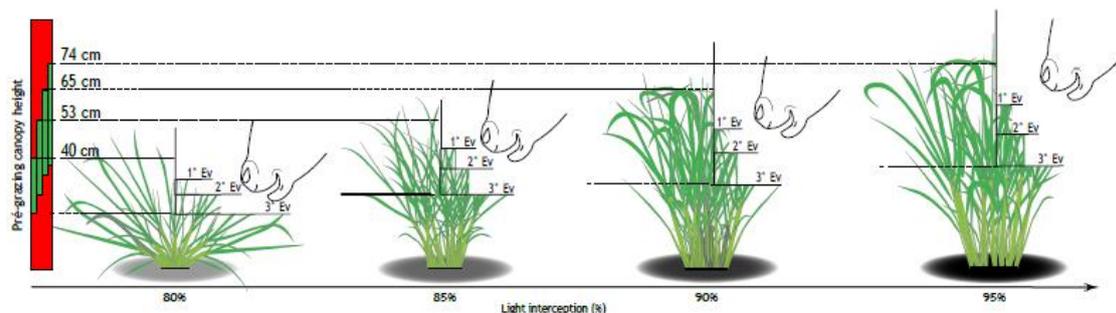


Figura 3. Resumo gráfico dos eventos de pastejo

Como pode ser visualizado pelo resumo gráfico (Figura 3), além da menor altura promover menor intensidade de pastejo, a dispersão de folhas observada na arquitetura horizontal do dossel pode levar ao maior tempo para a realização de 10 bocados, bem como ao maior número de passos entre estações. Gonçalves et al., 2018 observaram que apesar da estreita relação com a altura, a profundidade do bocado não é capaz de compensar o efeito negativo da dispersão da lâmina foliar (ou seja, baixa densidade aparente) na massa de bocado, o que significa que os animais colhiam menos forragem por bocado.

A eficiência de utilização de folhas em expansão e expandidas aumenta com o aumento da IL (Figura 2). Ao final do processo de pastejo, os pastos manejados com menor IL possuem maior quantidade de folhas e menor participação de pseudocolmo, esse fato altera a qualidade da dieta. Em contrapartida, quando acontece redução na participação de folhas e aumento da participação do pseudocolmo no dossel forrageiro nos maiores níveis de IL, pode resultar em menor quantidade de proteína bruta e maior teor de FDN (Carvalho et al. 2013a).

Cabe salientar que, embora a redução de pseudocolmo tenha sido maior nos pastos de 95% de IL (Tabela 4), apenas 8 cm deste componente foi removido durante o rebaixamento. Além disso, a maior redução no comprimento do pseudocolmo acontece próximo ao terceiro evento de desfolhação, momento que o pasto se aproxima da condição de pós-pastejo, quando 50% da altura de pré-pastejo foi pastejada. Na fase final de ocupação dos piquetes, próximo ao momento em que altura de pós-pastejo é

alcançada, a seleção e apreensão da forragem pode ter sido restringida, pois os animais se deparam com componentes estruturais que dificultam o processo de formação da bocada (Benvenuti et al., 2015; Rocha et al., 2016) e a quantidade de nutrientes ingeridos passa a ser menor. Estudos feitos com base na altura de pós-pastejo mostram que, um pastejo que reduz até 40% da altura do pasto no pré-pastejo permite a manutenção de uma alta taxa de ingestão de forragem (Carvalho et al., 2013b; Fonseca et al., 2013).

Além das mudanças estruturais e da composição química, a atividade fotossintética das folhas diminui com o aumento da idade, de modo que o valor calculado para proporção de folhas removidas pode refletir na capacidade de rebrota do dossel (Tabela 4). Pastos manejados com maiores ILs possuem, ao final do processo de pastejo, uma menor quantidade de área foliar remanescente (Da Silva et al., 2015) o que pode indicar um maior tempo para recuperação de área foliar e, em casos onde a fertilidade do solo não for corrigida para atender as necessidades das plantas, com paralização no acúmulo de reserva pelas raízes, e remobilização de armazenamento, onde folhas maduras tornam-se fonte de nutrientes para recompor o dossel (Maillard et al., 2015).

Mesmo utilizando a técnica de pastejo *mob grazing*, que visa reduzir os efeitos da seletividade do animal durante o processo de pastejo (Oñatibia et al., 2018), os pastos manejados com 80% de IL apresentaram áreas de exclusão ao pastejo, provavelmente devido a deposição de dejetos dos animais, aliado a menor altura do dossel e ao menor intervalo entre os pastejos. Diferente ao observado nos pastos manejados com 80% de IL, nos níveis de 85, 90 e 95% de IL apresentaram 100% da área pastejada (Tabela 3).

A maior utilização de área pelos animais no EPS, em todos os níveis de IL, pode representar a oportunidade de seleção da dieta. A menor remoção de forragem no EPM (após oito horas de ocupação) independentemente do nível de IL, pode ter ocorrido devido a uma diminuição do processo de pastejo dos animais durante algum momento do tempo de ocupação (Schmitt et al. 2019). Fonseca et al. (2013) também registraram padrões semelhantes de uso do estrato com diferentes estruturas do pasto de sorgo forrageiro.

O aumento de utilização da área no EPI (após 24 horas de ocupação), em relação ao EPM, pode indicar uma maior competição espacial entre os animais à medida que a diminui quantidade de forragem (Medeiros Neto et al., 2020). Esse fato sugere que os

animais passaram por restrições nesse momento, acarretando em estratégias para compensar a qualidade da forragem ofertada.

Para sistemas que utilizam a meta de manejo recomendada de 95% de IL no pré-pastejo, a flexibilização da intensidade de pastejo por meio da retirada dos animais antes da redução de 50% da altura de entrada, pode reduzir ainda mais o consumo de pseudocolmo. Além de permitir a manutenção de maior quantidade de folhas remanescentes, capazes de reestabelecer a capacidade fotossintética e diminuir a mobilização de reservas para reestruturação da área foliar.

As maiores frequências de pastejo baseadas nas condições onde o pasto intercepta 80% (40cm), 85% (54cm) e 90% (65cm) de IL foram aliadas a fim de gerar flexibilização de uso dos pastos nas transições seca-água e água-seca e mesmo, na estação seca, para garantir maior utilização do pasto. Entretanto, qualquer manejo deve ser feito de forma a garantir a reposição dos nutrientes extraídos pelo pastejo para não prejudicar a sustentabilidade do sistema.

Conclusão

A IL influencia a estrutura do dossel do capim-zuri e altera a forma de exploração do dossel forrageiro pelos animais. O processo de seleção dos animais frente a diferentes estruturas do pasto pode impactar no reestabelecimento do pasto após o pastejo.

Os manejos com 80%IL, e 85%IL proporcionam uma dieta rica em folhas para os animais, baixa proporção de colmo e menor tempo para a recuperação do dossel após o pastejo. Pastos manejados com 90 e 95% de IL apresentam menor relação folha:colmo, porém com maior massa de forragem que suporta maior taxa de lotação instantânea e maior eficiência de utilização do pasto.

Referências

- ALVARENGA, C. A. F.; EUCLIDES, V. B. P.; MONTAGNER, D. B. et al. (2020). Animal performance and sward characteristics of Mombaça guineagrass pastures subjected to two grazing frequencies. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. v.8, n.1. [https://doi.org/10.17138/tgft\(8\)1-10](https://doi.org/10.17138/tgft(8)1-10)
- AMARAL, M. F.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; ET AL. (2013). Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. *Grass and Forage Science*. v.68, n.2, p.271-277. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00898.x>
- BARTHAM, G.T. Experimental techniques: The HFRO sward stick. In *Biennial Report of the Hill Farming Research Organization*; Alcock, M.M., Ed.; HFRO: Midlothian, UK, 1985; pp. 29–30.
- BENVENUTTI, M. A.; PAVETTI, D. R.; POPPI, D. P. et al. (2015) Defoliation patterns and their implications for the management of vegetative tropical pastures to control intake and diet quality by cattle. *Grass and Forage Science*. v.71, n.3, p.424-436. <https://doi.org/10.1111/gfs.12186>
- CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; BREMM, C. et al. (2013A). Comportamento Ingestivo de Animais em Pastejo Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros, Viçosa, UFV(2013), p. 525-545^a
- CARVALHO, P. C. F. (2013B). Harry Stobbs Memorial Lecture: The Grazing Behavior can support innovations in pasture management?. *Tropical grassland Forrajes Tropicales*. v.1, p.137-166. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(1\)137-155](https://doi.org/10.17138/TGFT(1)137-155)
- DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. (2015). Ecophysiology of C4 forage grasses: understanding plant growth for optimising their use and management. *Agriculture* v.5, n.3, p.598-625. <https://doi.org/10.3390/agriculture5030598>
- FONSECA, L.; CARVALHO, F. C. F.; MEZZALIRA, J. C. et al. (2013). 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.4357-65.
<https://doi.org/10.2527/jas.2012-5602>

GONÇALVES, R. P.; BREMM, C.; MOOJEN, F. G. et al. (2018). Grazing down process: the implications of sheep's ingestive behavior for sward management. Livestock Science. v.214, p.202-208. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.06.005>

GREGORINI, P.; GUNTER, S. A.; BOWMAN, M. T. et al. (2011). Effect of herbage depletion on short-term foraging dynamics and diet quality of steers grazing wheat pastures. Journal of Animal Science. v.89, n.11, p.3824-3830.
<https://doi.org/10.2527/jas.2010-3725>

HODGSON, J.; OLLERENSHAW, J. H. (1969). The frequency and severity of defoliation of individual tillers in set-stocked swards. Grass and forage science. v.24, n.3, p.226-234. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1969.tb01073.x>

LACA, E. A. (2009). New approaches and tools for grazing management. Rangeland Ecology and Management. v.62, n.5, p.407-417.

LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. (2011). 'Sward Productivity and Ecosystems Services. CABI International, Wallingford. p.286.

MACEDO, V. H. M.; CUNHA, A. M. Q.; CÂNDIDO, E. P. et al. (2021). Canopy structural variations affect the relationship between height and light interception in Guinea Grass. Field Crops Research. v.271, n.15.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108249>

MAILLARD, A.; DIQUÉLOU, S.; BILLARD, V.; et al. (2015). Leaf mineral nutrient remobilization during leaf senescence and modulation by nutrient deficiency. v.6, n.317. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00317>

MEDEIROS NETO, C.; SCHMITT, D.; MARTINS, C. D. M. et al. (2020). Defoliation dynamics in kikuyugrass pastures subjected to intensities of defoliation. Agronomy. v.10, n.1939. <https://doi.org/10.3390/agronomia10121939>

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

MISLEVY, P.; MOTT, G. O.; MARTIN, F. G. (1981). Screening perennial forages by mob-grazing technique. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1981, Lexington. **Proceedings...** Lexington: 1981. p.516-519.

OÑATIBIA, G. R., AGUIAR, M. R. (2018). Paddock Size Mediates the Heterogeneity of Grazing Impacts on Vegetation. *Rangeland Ecology & Management*. v.71, n.4, p. 470-480. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2018.03.002>

ROCHA, C. H.; SANTOS, G. T., PADILHA, D. A.; et al. (2016) Padrões de deslocamento de bovinos em pastos de capim-quicuiu sob lotação intermitente. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.68, n.6. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8711>

SCHMITT, D.; PADILHA, D. A.; MEDEIROS NETO, C. et al. (2019). Consumo de forragem por bovinos em pastagens de capim-kikuyu sob o método de lotação intermitente. *Revista Ciência Agronômica*, v.50, n.3, p.493-501. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190058>

SILVA, W. L.; COSTA, J. P. R.; CAPUTTI, G. P. et al. (2019). Effects of grazing intensity and supplementation strategies on Tifton 85 production and on sheep performance. *Small Ruminant Research*. v.174, p.118-124. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.03.015>

SIMIONI, T. A.; HOFFMANN, A.; GOMES, F. J. et al. (2014). Senescência, remoção, translocação de nutrientes e valor nutritivo em gramíneas tropicais. *PUBVET*, Londrina, v. 8, n. 13. <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v8n13.1743>

TRINDADE, J. K.; NEVES, F. P.; PINTO, C. E. et al. (2016) Daily forage intake by cattle on natural pasture: response to forage supply and pasture structure. *Rangeland*

ecology and management. v.69, n.1, p.59-67.
<https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002>

ZUBIETA, A. S.; SAVIAN, J. V.; SOUZA FILHO, W. (2021). Does grazing management provide opportunities to mitigate methane emissions by ruminants in pastoral ecosystems?. Science of the total environment. v.754,
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142029>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de uma meta de manejo do pastejo não pode ser escolhida baseada em fatores isolados. Grandes avanços dentro da forragicultura aconteceram quando o resultado de produção animal a pasto deixou de ser apenas baseado no binômio produção de forragem/taxa de lotação. Se tratando de plantas forrageiras perenes, a estabilidade da população de perfilhos e o equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência parecem ser a chave para a correta intervenção e definição de práticas de manejo eficientes.

Os resultados deste estudo mostram que é possível flexibilizar o manejo, interrompendo o processo de rebrotação quando o dossel atinge 90%IL, sem percas no acúmulo de forragem, sem alterações na estabilidade de perfilhos e com maior taxa de acúmulo de forragem em consequência da menor senescência e maior porcentagem de folha.

Outros benefícios como melhora no valor nutritivo, e relação folha:colmo, com maior número de ciclos de pastejo e menores acúmulo de pseudocolmo e senescência foram observados nos pastos manejados a 90%IL quando comparado com o ponto de máximo acúmulo de forragem abordado na literatura atual (95%IL).

Metas de manejo que visam unicamente a maximização do consumo de forragem pelo animal, considerando como fator planta, apenas a área foliar residual, pode ser um grande problema para a sustentabilidade do ecossistema como um todo. Neste estudo a intensidade de pastejo foi de 50% da altura de entrada. Os pastos de 80%IL e 85%IL apresentaram maior porcentagem de folhas no pós-pastejo, mais área foliar residual para uma rebrota mais eficiente, entretanto, não foi suficiente para a reestruturação e equilíbrio da densidade de plantas, ao longo do tempo

O resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento de folhas e perfilhos observados pela morfogênese e pela dinâmica do perfilhamento são a chave para a persistência dos pastos. Embora as plantas forrageiras, ao longo de seu processo evolutivo, tenham desencadeados uma série de mecanismos de defesa para sobreviver a perturbações, esses não são suficientes quando um manejo inadequado, e duradouro, é empregado.

Metas de manejo do pastejo para plantas perenes, que visam obter, em carácter pontual, massa de forragem com melhor estrutura e valor nutritivo, sem levar em consideração as modificações no dossel do tempo, e, principalmente a vida útil e estabilidade da população de perfilhos, comprometem todo o sistema de produção.

