

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

DAVI MORAES DE OLIVEIRA

MORFOGÊNESE DO CAPIM-MARANDU SOB ESTRATÉGIAS DE
REBAIXAMENTO PARA O DIFERIMENTO

Uberlândia
2024

DAVI MORAES DE OLIVEIRA

MORFOGÊNESE DO CAPIM-MARANDU SOB ESTRATÉGIAS DE
REBAIXAMENTO PARA O DIFERIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal.

Linha de pesquisa: Produção de forragens, manejo e eficiência na produção dos animais e de seus derivados.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Eduardo Rozalino Santos

Orientador: Prof. Manoel Eduardo Rozalino Santos

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

O48 2024	<p>Oliveira, Davi Moraes de, 1999- MORFOGÊNESE DO CAPIM-MARANDU SOB ESTRATÉGIAS DE REBAIXAMENTO PARA O DIFERIMENTO [recurso eletrônico] / Davi Moraes de Oliveira. - 2024.</p> <p>Orientador: Manoel Eduardo Rozalino Santos . Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ciências Veterinárias. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.182 Inclui bibliografia.</p> <p>1. Veterinária. I. , Manoel Eduardo Rozalino Santos, 1981-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 619</p>
-------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias

BR 050, Km 78, Campus Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902 Telefone:
(34) 2512-6811 - www.ppgcv.famev.ufu.br - mesvet@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências Veterinárias				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico PPGCVET N° 08/2024				
Data:	01 de março de 2024	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	17:15
Matrícula do Discente:	12212MEV005				
Nome do Discente:	Davi Moraes de Oliveira				
Título do Trabalho:	Morfogênese do capim-marandu sob estratégias de rebaixamento para o diferimento				
Área de concentração:	Produção Animal				
Linha de pesquisa:	Forragicultura, manejo e eficiência na produção dos animais e de seus derivados				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Manejo da desfolhação de pastos tropicais: ênfase no outono e no inverno				

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: Simone Pedro da Silva (FAMEV/UFU); Gabriel de Oliveira Rocha (Prefeitura Municipal de Uberaba); Manoel Eduardo Rozalino Santos (FAMEV/UFU), orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Manoel Eduardo Rozalino Santos, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Manoel Eduardo Rozalino Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/03/2024, às 17:12, conforme [horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Simone Pedro da Silva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/03/2024, às 17:15, conforme horário oficial de [Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **GABRIEL DE OLIVEIRA ROCHA, Usuário Externo**, em 01/03/2024, às 21:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5216632** e o código CRC **5DB8A400**.

Referência: Processo nº 23117.014686/2024-90

SEI nº 5216632

RESUMO

O objetivo com o trabalho foi verificar como as estratégias de rebaixamento do pasto antes do diferimento impactam a morfogênese do capim-marandu ao longo do período de diferimento, bem como determinar as diferenças morfogênicas, estruturais e produtivas entre os perfis basais e aéreos do capim-marandu. O trabalho foi conduzido de novembro de 2021 a junho de 2022, na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG. Os tratamentos foram aplicados segundo o delineamento foi inteiramente casualizados, com três repetições, e consistiram de três condições de pastos por cinco meses antes do período de diferimento: LC-15: lotação contínua com 15 cm de altura média; LC-35/15: lotação contínua com 35 cm de altura média em novembro de 2022, com rebaixamento gradativo para 15 cm até a data de início do diferimento; LI-25/15: lotação intermitente com 25 cm de altura pré-pastejo e 15 cm de altura pós-pastejo. Em 15/03/2022 iniciou-se o período de diferimento, que terminou em 14/06/2022 (90 dias). As estratégias de rebaixamento do pasto para o diferimento não modificaram a morfogênese do capim-marandu diferido. As taxas de aparecimento, alongamento e de senescência foliar, bem como todas as características de desenvolvimento do dossel, decresceram do início para o final do período de diferimento. A duração de vida da folha, o comprimento da folha e o comprimento do colmo apresentaram padrão de resposta contrário. Todas as características morfogênicas, estruturais e de desenvolvimento do dossel foram superiores no perfilho basal, em comparação ao perfilho aéreo. A morfogênese e o crescimento do dossel de capim-marandu diminuem ao longo do período de diferimento. Ao contrário do perfilho basal, o perfilho aéreo tem menor desenvolvimento, ocorre em menor número, é menos robusto e têm baixa contribuição para o crescimento do dossel diferido de capim-marandu.

Palavras-Chave: altura do pasto; *Brachiaria brizantha* syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu; manejo do pastejo; perfilho

ABSTRACT

The objective of the work was to verify how pasture lowering strategies before the differential stockpiling impact the morphogenesis of marandu grass throughout this period, as well as to determine the morphogenic, structural and productive differences between the basal and aerial tillers of marandu grass. The work was conducted from November 2021 to June 2022, at Capim Branco Experimental Farm, at Federal University of Uberlândia, in Uberlândia, MG. The treatments were applied according to a particularly randomized design, with three replications, and consisted of three pasture conditions for five months before the difference period: LC-15: continuous stocking with 15 cm average height; LC-35/15: continuous capacity with an average height of 35 cm in November 2022, with gradual lowering to 15 cm until the differential start date; LI-25/15: intermittent stocking 25 cm high pre-grazing and 15 cm high post-grazing. The stockpiling period began on 03/15/2022, which ended on 06/14/2022 (90 days). The lowering strategies for stockpiling did not modify the morphogenesis of stockpiled marandu grass. Maturity, elongation and leaf sensitivity rates, as well as all canopy development characteristics, decreased from the beginning to the end of the deferral period. The life span of the leaf, the length of the leaf and the length of the stem met the opposite response pattern. All morphogenic, structural and canopy development characteristics were superior in the basal tiller, compared to the aerial tiller. Marandu grass morphogenesis and canopy growth decrease throughout the period of stockpiling. Unlike the basal tiller, the aerial tiller has less development, occurs in fewer numbers, is less robust and has a low contribution to the growth of the deferred Marandu grass canopy.

Keywords: pasture height; *Brachiaria brizantha* syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu; grazing management; tiller

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variações das características morfogênicas e estruturais durante o período de diferimento de gramíneas forrageiras	24
Tabela 2 - Características morfogênicas e estruturais de perfilhos, taxas de crescimento e de senescência do dossel de capim-marandu, em função do período de diferimento	31
Tabela 3 – Características morfogênicas e estruturais de perfilhos, taxas de crescimento do dossel e taxa de senescência do dossel de capim-marandu, em função do tipo de perfilho	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Esquema da relação entre o ambiente, as características morfogênicas e as estruturais das gramíneas forrageiras. Fonte: Chapman; Lemaire (1993), adaptado por Da Silva; Sbrissia (2001).....	18
Figura 2 - Modelo conceitual de como a estratégia de rebaixamento altera a estrutura do dossel e a sua influência. Fonte: Rocha (2022)	23
Figura 3 - Temperaturas mensais e precipitação pluvial média durante o período de janeiro a junho de 2022	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- CC – Comprimento do colmo
CF – Comprimento da folha
DPP – Densidade populacional de perfilhos
DVF – Duração de vida da folha
IAF – Índice de área foliar
NFEX – Número de folhas expandidas
NFP – Número de folhas por perfilho
NFV – Número de folha vivas
TAIC – Taxa de alongamento de colmo
TAIF – Taxa de alongamento de folha
TApF – Taxa de aparecimento de folha
TCC – Taxa de crescimento de colmo
TCF – Taxa de crescimento de folha
TCT – Taxa de crescimento total
TFF – Tamanho final da folha
TSF – Taxa de senescência de folha
TSF – Taxa de senescência foliar do dossel

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO.....	13
3	HIPÓTESE.....	13
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
	4.1 Capim-marandu.....	13
	4.2 Características de um pasto diferido	14
	4.3 Altura do pasto no início do período de diferimento.....	15
	4.4 Morfogênese de gramíneas forrageiras	17
	4.5 Morfogênese de gramíneas forrageiras diferidas	20
5	MATERIAL E MÉTODOS	25
6	RESULTADOS	30
7	DISCUSSÃO	33
8	REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

O diferimento da pastagem é uma técnica relativamente fácil, de baixo custo operacional e comumente utilizado nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (Santos *et al.*, 2021a; Santos *et al.*, 2021b; Silva *et al.*, 2013). Essa técnica consiste em evitar o acesso dos animais a uma parte da pastagem, próximo ao final do período chuvoso, para proporcionar o estoque de massa de forragem a ser utilizado, sob pastejo, durante a época de seca (Sousa *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2016). O principal objetivo com o diferimento é contornar os efeitos negativos da baixa produção de forragem durante o período de seca.

Uma estratégia de manejo recomendada em pastagens diferidas é a realização de um pastejo mais severo, através do aumento da taxa de lotação previamente ao período de diferimento (Carvalho *et al.*, 2016). A finalidade de tal técnica é remover a forragem mais velha e estimular o surgimento de novos perfilhos. Com isso, o pasto diferido tem melhor qualidade na época seca do ano.

O rebaixamento do pasto previamente ao diferimento pode ser executado de maneiras distintas. É possível realizar o rebaixamento com maior antecedência ao início do diferimento, sob regime de lotação contínua, mantendo-se a altura média do pasto mais baixa. Com isso, ocorre maior adaptação da planta ao pastejo mais intenso, o que pode aumentar o número de perfilhos (Sbrissia *et al.*, 2003) e, com efeito, a taxa de crescimento do pasto durante o período de diferimento.

Por outro lado, o pasto também pode ser manejado sob lotação intermitente antes do diferimento, com altura de resíduo pós-pastejo correspondente à altura preconizada para o início do diferimento. Neste caso, é esperado uma menor população de perfilhos no início do período de diferimento, o que pode reduzir a produção de forragem durante este período.

Por fim, o rebaixamento do pasto sob lotação contínua também pode ocorrer de forma gradativa no período que antecede o diferimento. Nesta situação, certa quantidade de lâmina foliar é removida mensalmente, reduzindo a altura e o índice de área foliar (IAF) do pasto gradativamente. Além do mais, é possível que alguns perfilhos tenham o seu meristema apical eliminado nesse processo de rebaixamento, o que também tem efeito sobre o perfilhamento aéreo e o crescimento do pasto.

O tipo de estratégia de rebaixamento utilizado pode modificar a morfogênese do pasto durante o período de diferimento. A morfogênese é a evolução dinâmica temporal de crescimento, que gera a modificação da forma da planta no espaço (Chapman; Lemaire, 1993).

Essa dinâmica resulta na taxa de aparecimento de novos órgãos (organogênese) da planta e é um dos terminantes da produção de forragem durante o período de diferimento da pastagem.

2. HIPÓTESES

A estratégia de rebaixamento do pasto antes do período de diferimento modifica as características morfogênicas, estruturais e produtivas do capim-marandu.

Existem diferenças na morfogênese dos perfilhos aéreos e basais do capim-marandu diferido.

O fluxo de tecidos do capim-marandu é maior no início, em comparação ao fim do período de diferimento.

3. OBJETIVOS

Verificar como as estratégias de rebaixamento do pasto antes do diferimento impactam a morfogênese do capim-marandu.

Determinar as diferenças morfogênicas, estruturais e produtivas entre os perfilhos basais e aéreos durante o período de diferimento do capim-marandu.

Comparar a morfogênese, a estrutura e o crescimento do dossel de capim-marandu ao longo do período de diferimento.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 CAPIM-MARANDU

No Brasil, as forrageiras do gênero *Urochloa* são as mais usadas para estabelecimento de pastagens e, sem dúvida, representaram um marco para a pecuária brasileira. Dentre as espécies desse gênero, destaca-se a *Urochloa brizantha* (Hochst ex A Rich) Stapf. cv. Marandu (capim-braquiarião ou capim-marandu), uma das mais utilizadas atualmente pelos pecuaristas brasileiros (Barbosa, 2006).

O capim-braquiarião tem crescimento cespitoso, podendo ultrapassar 2 m de altura, com colmos iniciais prostados, entretanto emitindo perfilhos eretos, com rizomas curtos, colmo delgado, lâmina foliar linear-lanceoladas, florescimento concentrado em fevereiro, e inflorescência com 4 a 6 ráculos. O capim-braquiarião apresenta média a alta exigência em fertilidade de solo e, adubado corretamente, é bastante responsivo e propicia considerável

produção de forragem (Nunes *et al.*, 1984).

O capim-braquiarião é de fácil estabelecimento, tolera o ataque das cigarrinhas das pastagens, tem bom desenvolvimento sob sombra, alta produção de sementes viáveis, e não possui adaptação aos solos enxarcados e de baixa fertilidade. A sua utilização é basicamente sob pastejo, seja em lotação contínua ou intermitente (Jank *et al.*, 2013). O capim-marandu também pode ser usado para o diferimento da pastagem (Junior *et al.*, 2005; Euclides *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2021a, 2021b).

4.2 CARACTERÍSTICAS DE UM PASTO DIFERIDO

O diferimento da pastagem é uma técnica de manejo da pastagem, onde parte da área de pastagem é excluída do pastejo dos animais, próximo ao final do período chuvoso, e reservada para seu uso posterior (Santos *et al.*, 2018). Essa técnica visa contornar a estacionalidade de produção de forragem e garantir alimento para os animais em um período crítico de escassez de forragem no ano, que é o período de seca. O diferimento da pastagem é de fácil implementação e tem baixo custo operacional (Fonseca *et al.*, 2013).

De acordo com Rocha (2022), com o diferimento da pastagem, o pasto ultrapassa o ponto ideal de colheita preconizado para o manejo do pastejo durante a época das águas, que é quando o dossel forrageiro intercepta em torno de 95% de luz. Embora isso possa afetar negativamente a estrutura do pasto diferido, essa abordagem é necessária para atingir o principal objetivo com o pastejo diferido, que é estocar uma quantidade significativa de massa de forragem para posterior utilização, via pastejo, durante o período de seca, em que a produção de forragem é restrita.

Quando um período de diferimento prolongado é adotado, diversos perfilhos completam o seu ciclo fenológico, desde a fase vegetativa até a reprodutiva (Rocha *et al.*, 2020). Nesta condição, o pasto diferido tem as seguintes características: perfilhos com maior alongamento de colmo e senescência; diminuição da relação folha/colmo; menor perfilhamento; baixo aparecimento de novas folhas e menor alongamento foliar; e porte mais alto. Desse modo, o pasto diferido tem geralmente qualidade inferior (Sousa *et al.*, 2019; Sousa *et al.*, 2012; Vilela *et al.*, 2012).

A qualidade do pasto diferido pode ser influenciada pela estrutura inicial do pasto e pelas práticas de manejo adotadas no início e durante o diferimento (Sousa *et al.*, 2012). Quando diferido de forma correta, o pasto tem estrutura e valor nutricional mais favorável para o consumo e desempenho dos animais (Alves *et al.*, 2019). Nesse sentido, a fim de melhorar as características do pasto diferido, é aconselhável diminuir a duração do período de diferimento

(Rocha *et al.*, 2020).

As limitações nutricionais encontradas no pasto diferido estão relacionadas ao estágio avançado de desenvolvimento da planta forrageira, aliado à limitação do clima, como o estresse hídrico, que reduzem o crescimento do pasto e o predispõem à maiores taxas de senescência durante o inverno (Silva *et al.*, 2021).

Neste cenário, para que o pasto diferido não apresente elevada produção de massa de forragem com valor nutricional limitado, tem-se aconselhado trabalhar com menor tempo de diferimento. Neste caso, o uso da adubação nitrogenada favorece a redução do tempo de diferimento, sem alterar a produção ou até mesmo acrescentar maiores quantidades de massa de forragem produzida. Isso acontece, porque a adubação nitrogenada no início do diferimento estimula o perfilhamento do pasto, favorecendo o surgimento de perfilhos jovens, que tem maior potencial de crescimento. Como consequência, há melhoria da morfologia e do valor nutricional do pasto diferido, o que tem um considerável potencial para a melhoria do consumo e desempenho dos animais (Alves *et al.*, 2019).

Além disso, para que o pasto diferido não apresente elevada produção de massa de forragem com valor nutricional limitado, tem-se aconselhado reduzir a altura do pasto no início do diferimento, por meio do aumento da intensidade de pastejo (aumento da taxa de lotação) por curto período de tempo (Santos *et al.*, 2021a).

4.3 ALTURA DO PASTO NO INÍCIO DO PERÍODO DE DIFERIMENTO

O pasto diferido com maior altura no início do diferimento tende a ter maiores senescência e alongamento de colmo, porém diminuição da relação folha/colmo e da densidade populacional de perfilhos. Esse pasto também será constituído de perfilhos mais velhos, que tendem a sombrear de forma mais intensa a base da planta e diminuir o surgimento de novos perfilhos. Ademais, os perfilhos vegetativos mais velhos tendem a completar mais rápido o seu ciclo de vida, tornando-se um perfilho reprodutivo e, depois, morto (Santos *et al.*, 2009).

Embora o aumento da altura do pasto no início do período de diferimento resulte em maior massa de forragem, ocorre uma redução no percentual de lâminas foliares vivas e um aumento na quantidade de caules e folhas mortas no pasto diferido (Sousa *et al.*, 2012).

Vilela *et al.* (2012), em trabalho com capim-piatã diferido com alturas de 20, 30 e 40 cm, verificaram que a massa de forragem não variou ao final do diferimento. Entretanto, a menor altura (20 cm) resultou em um percentual maior de folha viva e menor percentual de colmo vivo na massa de forragem ao final do período de diferimento.

Nesse sentido, Sousa *et al.* (2019), em experimento de diferimento com o capim-piatã rebaixado para 20 cm, evidenciaram que, no início da rebrotação, ocorreu maior quantidade e qualidade de luz penetrando no interior do pasto. Esse fato, somado à maior incidência de chuvas no início do período de diferimento (março), promoveu aumento das taxas de surgimento de perfilhos basais e aéreos, bem como maior estabilidade da população de perfilhos no pasto diferido. As alturas do pasto no início do diferimento também não geraram diferenças na densidade aparente da forragem, que se manteve em média de 123,2 kg/ha.cm de MS.

Por outro lado, um pasto que foi recentemente rebaixado e possui um baixo índice de área foliar (IAF) pode enfrentar limitações em seu crescimento durante o período de diferimento. Isso pode resultar em uma menor produção de forragem, devido à reduzida capacidade de crescimento da vegetação. Nesse sentido, Rocha (2022), em experimento de diferimento com capim-marandu, com estratégias de rebaixamento diferentes observou que o rebaixamento abrupto do pasto de 35 cm para 15 resultou em menores quantidade de forragem produzida durante o período de diferimento, mas o percentual de colmo na massa de forragem diferida foi menor.

Após o rebaixamento intenso, há a diminuição drástica do índice de área foliar (IAF), o que compromete a produção de forragem, pois a folha é o órgão assimilador de energia solar pela planta. Ademais, muitos perfilhos perdem o meristema apical durante o rebaixamento intenso para o diferimento, o que também prejudica a produção de forragem posterior. Por outro lado, após o rebaixamento intenso, mais luz solar incide sobre a base da planta, estimulando o perfilhamento, o que resulta em maior quantidade de perfilhos jovens e de alta relação folha/colmo no pasto diferido.

Para evitar os efeitos adversos da maior altura inicial sobre a qualidade da forragem diferida, pode-se retardar o início do período de diferimento, encurtando-o. Essa estratégia de manejo, caracterizada pela compensação entre a altura inicial do pasto e a duração do período de diferimento, proporciona equilíbrio entre qualidade e quantidade de forragem produzida (Sousa *et al.*, 2012).

A diminuição da altura do pasto no início do período de diferimento pode ser realizada de várias maneiras (Sousa *et al.*, 2012). Por exemplo, o rebaixamento pode ser implementado com antecedência de alguns meses, em relação ao início do período de diferimento (Vilela *et al.*, 2012), para possibilitar que a planta forrageira se adapte a uma desfolhação mais intensa e frequente durante esses meses. Neste caso, o pasto pode apresentar maior densidade populacional de perfilhos ao início do diferimento, o que pode intensificar a competição por luz, resultando em aumento no alongamento dos colmos e na senescência das folhas dos

perfilhos. Esses processos, por sua vez, têm o potencial de afetar negativamente a estrutura do pasto diferido (Rocha, 2022).

Alternativamente, o rebaixamento do pasto também pode ser realizado imediatamente antes do início do período de diferimento, particularmente em plantas que vinham sendo manejadas com alturas maiores (Santos *et al.*, 2013). Isso é feito com a finalidade de remover a forragem, propiciar maior incidência de luz na base das plantas e, com isso, estimular o surgimento de novos perfilhos, que têm potencial maior de crescimento.

A renovação dos perfilhos basais resulta em uma redução da idade média da população de perfilhos basais na pastagem, o que tem implicações significativas do ponto de vista agrônomo. De fato, perfilhos basais mais jovens apresentam taxas mais elevadas de surgimento e alongamento de folhas (Santos *et al.*, 2014)

Carvalho *et al.* (2016) conduziram uma avaliação em parcelas, avaliando três estratégias de rebaixamento do capim-braquiarião antes do período de diferimento. Os dosséis foram mantidos a alturas de 15, 30 e 45 cm por um período de três meses antes do diferimento e, em seguida, aqueles que estavam a 30 e 45 cm foram rebaixados para 15 cm. Todas as medições foram realizadas imediatamente após o rebaixamento dos dosséis, no início do período de diferimento. Os resultados indicaram que o dossel com altura de 15 cm apresentou maiores quantidades de massa de forragem, densidade populacional de perfilhos e IAF ao início do diferimento.

Os padrões de desenvolvimento e as variações morfológicas das plantas forrageiras sob diferentes estratégias de rebaixamento do pasto para o diferimento podem ser devidamente compreendidos através do estudo da morfogênese (Silva *et al.*, 2021).

4.4 MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

A morfogênese refere-se ao processo de criação e expansão da forma de uma planta no espaço e ao longo do tempo, abrangendo tanto a taxa de surgimento de novos órgãos (organogênese), quanto às taxas de crescimento (Champman; Lemaire, 1993).

O fluxo de tecidos abrange o estudo da origem, desenvolvimento e crescimento dos órgãos em um organismo, compreendendo as transformações que são determinantes para a produção, bem como as alterações na forma e estrutura da planta no espaço e ao longo do tempo (Basso *et al.*, 2010).

O desenvolvimento das lâminas foliares e dos perfilhos individuais acarreta modificações em suas características, como o comprimento da lâmina foliar e do colmo, peso, área foliar e composição morfológica. Isso, por sua vez, resulta em transformações na configuração geral do dossel forrageiro. Portanto, a análise do estágio de desenvolvimento das lâminas foliares e dos perfilhos possibilita inferências significativas sobre as condições do pasto, desempenhando um papel fundamental na explicação das respostas das plantas forrageiras às estratégias de manejo da pastagem (Santos *et al.*, 2009)

A análise da morfogênese em pastagens tem sido conduzida com o propósito de monitorar a dinâmica de surgimento e morte de folhas e perfilhos, os quais são os elementos fundamentais do pasto. Ao explorar a morfogênese, há uma ênfase mais dinâmica na compreensão das mudanças na forma das plantas ao longo do tempo. Isso possibilita a integração de diversos fatores aos processos de crescimento e desenvolvimento (Marcelino *et al.*, 2006).

As características morfogênicas são geneticamente determinadas, mas também são influenciadas pelas condições do ambiente. Elas desempenham um papel crucial na definição das características estruturais das plantas, que, por sua vez, afetam a área foliar capaz de capturar a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) que incide sobre elas (Figura 1). Portanto, tanto o número, quanto o tamanho das folhas verdes por unidade de área, têm um papel fundamental na capacidade de captura da RFA e na eficiência fotossintética da vegetação.



Figura 1- Esquema da relação entre o ambiente, as características morfogênicas e as estruturais das gramíneas forrageiras. Fonte: Chapman; Lemaire (1993), adaptado por Da Silva; Sbrissia (2001).

Nesse contexto dinâmico, a análise das características morfogênicas é fundamental para compreender a produção primária das gramíneas forrageiras. Esses estudos possibilitam a estimativa da produção de forragem e também ajudam a compreender as mudanças no consumo animal, que podem ser atribuídas às alterações na estrutura do pasto ao longo do tempo (Pereira, 2013).

A taxa de aparecimento de folhas (TApF) desempenha um papel fundamental para a planta, já que é a folha que realiza a interceptação de luz. Essa taxa pode variar entre diferentes espécies e entre cultivares de uma mesma espécie. Em ambientes homogêneos, a taxa de aparecimento tende a ser constante, embora seja significativamente afetada por variações sazonais (Pereira, 2013). A TApF é calculada como o número de folhas que surgem por perfilho, dividido pelo número de dias do período de avaliação (Santos *et al.*, 2014).

Quando há alta disponibilidade de nitrogênio (N), ocorre estímulo ao crescimento da planta, resultando no alongamento dos entrenós. Isso leva à expansão da folha recém-formada para fora da bainha da folha anterior, o que pode aumentar a TApF (Oliveira *et al.*, 2007).

O filocrono é o inverso TApF e indica o tempo, seja em dias ou graus-dias, necessários para o surgimento de duas folhas seguidas no mesmo perfilho (Oliveria *et al.*, 2014). Com uso de doses de N, ocorre maior estímulo à produção foliar e, com isso, o filocrono reduz (Basso *et al.*, 2020).

A taxa de alongamento foliar (TAIF) é calculada pela soma do crescimento de todas as lâminas foliares de um perfilho e, depois, divide-se esse valor pelo número de dias do período de avaliação (Santos *et al.*, 2014).

Modificações na TAIF são influenciadas por duas características celulares principais: o número de células produzidas diariamente (divisão celular) e alterações no comprimento das células (alongamento celular) (Pereira, 2013). Essas características sofrem influência positiva com a adubação nitrogenada (Basso *et al.*, 2020), fotoperíodo, altura do pasto e disponibilidade hídrica.

A duração da vida da folha (DVF) é outra característica morfogênica estimada pela equação: $DVF = \text{número de folhas expandidas (NFEX)} \times \text{Filocrono}$ (Santos *et al.*, 2014). Assim que um perfilho atinge seu número máximo de folhas vivas, um equilíbrio se estabelece entre a taxa de surgimento de novas folhas e o envelhecimento/morte das folhas que ultrapassaram sua duração de vida.

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) é expressa em cm/perfilho/dia e é calculada pela diferença entre o comprimento final do colmo e seu comprimento inicial, dividido pelo número de dias corridos de avaliação.

Nas plantas forrageiras tropicais, o colmo desempenha um papel significativo no processo de crescimento, influenciando diretamente a estrutura do dossel e os processos de competição por luz (Fagundes *et al.*, 2006)

Em condições favoráveis para o crescimento da planta forrageira tropical, como em épocas de maiores temperaturas e precipitações pluviais, geralmente ocorre maior oferta em relação à demanda de forragem. Como consequência, o pasto é manejado mais alto e ocorre maior sombreamento no interior do dossel forrageiro, desencadeando um maior alongamento do colmo, a fim de colocar as folhas novas no estrato superior do dossel, onde a luminosidade é maior. Nesse contexto, Fagundes *et al.* (2006) observaram maior TAIC no verão, valor intermediário na primavera e inferior TAIC durante o inverno e outono.

Casagrande *et al.* (2010), em experimento com capim-braquiarião, verificaram que a TAIC aumentou na medida em que a quantidade de forragem disponível aumentou. O notável aumento no crescimento dos colmos em situações com maior oferta de forragem pode ser justificado pela maior altura atingida pelo dossel nessas condições, levando a uma competição intensa entre os perfilhos por luz, devido ao sombreamento mútuo.

O aumento da participação do colmo na forragem, que ocorre principalmente durante a época de florescimento (Santos, 2002), tem efeito negativo sobre a qualidade da forragem e a eficiência de pastejo, em decorrência da diminuição da relação folha/colmo e da dificuldade de consumo da forragem pelos animais em pastejo.

Segundo Santos (2002), deve-se adotar estratégias de manejo que visam promover maiores renovações dos perfilhos a partir de fevereiro, com finalidade de reduzir os efeitos negativos do florescimento, pois é a época que a maioria das gramíneas tropicais começam a florescer, próximo do final do período chuvoso.

As variáveis estruturais do pasto vão depender do manejo, estágio de desenvolvimento do capim e a época do ano que se encontra. Santos *et al.* (1999) verificaram que o aumento do intervalo de pastejo de 28 dias para 48 dias, propiciou decréscimo na relação folha/colmo. Além disso, a partir de fevereiro, onde as condições climáticas tendem a ficarem desfavoráveis, os perfilhos vegetativos entraram em transição para estágio reprodutivo.

Estratégias de manejo adotadas a fim de aumentar a relação folha/colmo são primordiais para obtenção de um bom consumo e desempenho dos animais que consomem a forragem, uma vez que a parte com maior valor nutritivo da forragem são as folhas. Nesse contexto, com a redução na relação folha/colmo, há diminuição nos níveis de proteína bruta e no conteúdo celular, enquanto os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido aumentam (Queiroz-Filho; Silva; Nascimento, 200)

Após o período de DVF, torna-se evidente o processo de senescência das folhas geradas pela planta. Nas gramíneas cespitosas, as folhas que começam a morrer primeiramente são aquelas localizadas em níveis de inserção mais baixos, geralmente de tamanho menor, em comparação às folhas localizadas em níveis de inserção mais elevados (Rocha, 2022)

O número de folhas vivas por perfilho é uma característica genotípica notavelmente estável, desde que não haja carências hídricas ou deficiências nutricionais. A sua persistência, e, conseqüentemente, o processo de senescência das folhas, são influenciados pela temperatura de maneira semelhante à taxa de alongamento foliar (TAIF) (Nabinger; Pontes, 2002).

A densidade populacional de perfilhos é uma medida comumente utilizada, a fim de contabilizar a quantidade de perfilhos do pasto, geralmente expressa em perfilhos/m². Nas regiões do Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, observa-se um aumento significativo no aparecimento e morte de perfilhos durante a primavera, o que geralmente se estende até o verão. No entanto, no outono, o surgimento de novos perfilhos começa a diminuir, atingindo níveis mínimos durante o inverno (Carvalho *et al.*, 2021).

O perfilho representa a unidade de crescimento nas gramíneas (Hodgson, 1990) e seu desenvolvimento é baseado na sucessiva diferenciação de fitômeros (Valentine; Matthew, 1999). Cada fitômero é a unidade elementar do perfilho e inclui componentes como folha (com bainha e lâmina), nó, entrenó e gema axilar, todos originados de um único meristema apical compartilhado (Costa *et al.*, 2004).

As gramíneas forrageiras consistem em uma população de perfilhos que se originam a partir de gemas localizadas nas bases das plantas. Após o corte ou pastejo, a incidência solar aumenta sobre essas gemas, estimulando o surgimento de novos perfilhos. Quando o manejo é adequado, esse mecanismo permite a renovação das unidades de crescimento (perfilhos) e assegura a persistência do pasto. Desse modo, o perfilhamento é o processo pelo qual as plantas emitem novos perfilhos a partir de gemas remanescentes (Costa *et al.*, 2004).

Além da influência do pastejo sobre o perfilhamento, práticas agrônômicas, como a adubação nitrogenada, exercem um impacto significativo nos padrões de aparecimento e morte de perfilhos, bem como afetam a dinâmica das populações de plantas em pastagem (Caminha *et al.*, 2010).

Paiva *et al.* (2012) observaram que, durante o período de escassez de fatores climáticos (junho a outubro), a população de perfilhos velhos predominava no capim-marandu, com os perfilhos maduros e jovens contribuindo muito pouco para a formação do pasto. No entanto, a partir de outubro, quando as condições climáticas se tornaram mais favoráveis, os pastos começaram a mostrar um vigoroso perfilhamento. Esse processo marcou a renovação dos

perfilhos, resultando em um aumento significativo na população de perfilhos jovens em comparação com a de perfilhos velhos.

O tamanho final da folha (TFF) é determinado através do cálculo da média do comprimento das folhas expandidas e inteiras (Casagrande *et al.*, 2010). Essa característica tem correlação direta com a taxa de alongamento foliar (TAIF) e, por outro lado, está inversamente relacionado à taxa de aparecimento de folhas (TApF). Dessa forma, a TAIF e a TApF são os principais fatores que determinam o tamanho final da folha (TFF) (Lemaire; Chapman, 1996).

O TFF é influenciado pelo manejo do pastejo, onde pastejo severo pode reduzir o seu tamanho e a área foliar. Nesse contexto, quando há presença de fatores limitantes, especialmente a umidade do solo, a planta interrompe o crescimento de folhas e raízes antes que os processos de fotossíntese e divisão celular sejam afetados pela competição por fotoassimilados (Borges, 2023).

A adubação aumenta o TFF, o que pode ser justificado pelo aumento provável no número de células em fase de divisão. Isso estimula a produção de novas células e resulta em um aumento na taxa de alongamento das folhas, o que, por sua vez, contribui para as alterações positivas no tamanho da lâmina foliar (Fagundes *et al.*, 2006).

Tanto as características morfológicas, quanto as características estruturais, são modificadas durante o período de diferimento. Além disso, as práticas de manejo adotadas na pastagem a ser diferida também influencia a morfogênese do pasto durante o período de diferimento.

4.5 MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS DIFERIDAS

A estratégia de rebaixamento adotada antes do início do período de diferimento provoca alterações na estrutura do dossel. Por exemplo, no caso de um rebaixamento do pasto feito com meses de antecedência e sob lotação contínua, a compensação entre o número e o tamanho dos perfilhos resulta em um dossel com maior número de perfilhos menores e mais jovens. Em contrapartida, um padrão de resposta oposto é esperado no dossel forrageiro que é rebaixado abruptamente, que também apresentará menor índice de área foliar.

As diferentes morfologias do pasto no começo do período de diferimento, causadas pelas distintas formas de rebaixamento, influenciam o processo de crescimento dos perfilhos (morfogênese) e, por consequência, a produção de forragem do pasto, um fator determinante para a taxa de lotação da pastagem adiada na época de seca.

Além disso, as modificações morfogênicas também impactam a estrutura e o valor nutritivo do pasto diferido. Por sua vez, a estrutura do dossel diferido tem implicações sobre o comportamento de pastejo (como a seletividade e o tempo gasto em atividades de pastejo, ruminação e descanso), o consumo de forragem e o desempenho dos animais em pastejo durante o inverno (Rocha, 2022) (Figura 2).

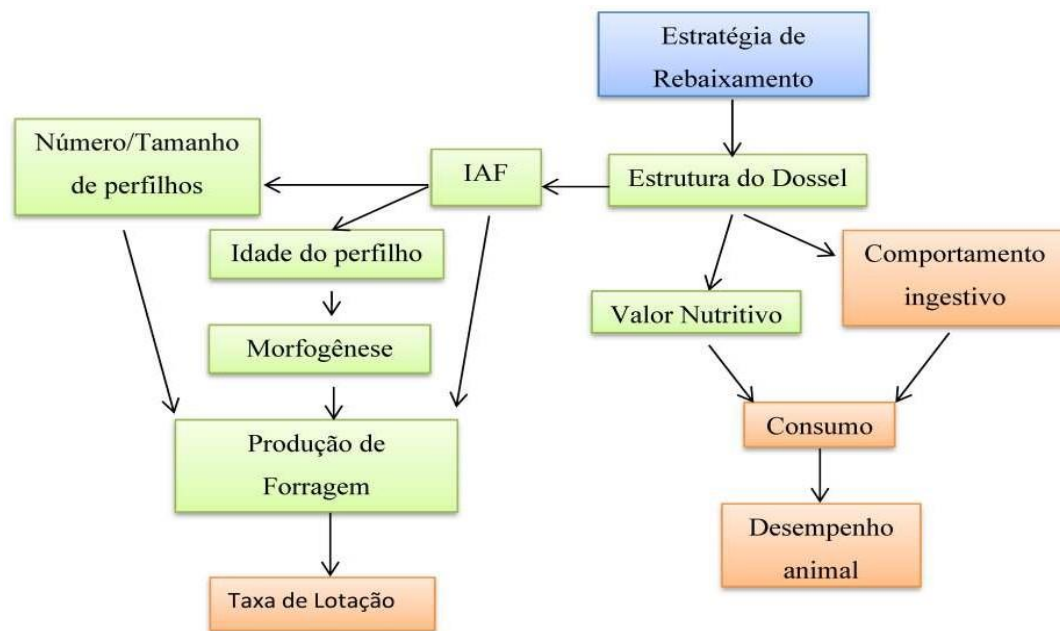


Figura 2 - Modelo conceitual de como a estratégia de rebaixamento altera a estrutura do dossel e a sua influência. Fonte: Rocha (2022).

A altura do pasto no início do período de diferimento influencia a estrutura do dossel, quando os animais utilizam a pastagem diferida durante o inverno. Isso põe em evidência o fato de que a altura do pasto no início do período de diferimento pode ser manipulada para controlar, tanto a quantidade de forragem, quanto a estrutura do pasto após o período de diferimento. Conseqüentemente, o manejo adotado no começo do período de diferimento pode ser uma ferramenta eficaz para controlar o desenvolvimento e, por conseqüência, moldar a morfologia do pasto diferido. Nesse contexto, a altura do pasto no início do período de diferimento desempenha um papel crucial na modulação da morfogênese e, conseqüentemente, na estrutura do dossel sob pastejo diferido (Rocha, 2022).

Pinheiro et al. (2019), em um experimento com morfogênese do capim-marandu diferido por 72 dias e com duas alturas (10 e 20 cm), observaram que a TApF foi maior no início do período de diferimento e no dossel com menor altura inicial (10 cm). O alongamento

de colmo foi maior para o dossel diferido com 20 cm, devido ao aumento na competição por luz entre as plantas mais altas.

Em estudo com capim-braquiária submetido à distintos períodos de diferimento, Santos *et al.* (2009) observaram redução no percentual de folhas vivas nos perfilhos reprodutivos. No entanto, os percentuais de colmos vivos e mortos nos perfilhos reprodutivos não foram afetados pelos fatores estudados. Isso pode ser explicado pelo fato de que os perfilhos reprodutivos têm colmos significativamente mais longos devido ao seu alongamento durante o período de florescimento, o que pode explicar a constância na composição morfológica dos colmos vivos.

Santos *et al.* (2010) avaliaram o capim-braquiária sob quatro períodos de diferimento (18, 46, 74, e 121 dias) e observaram decréscimo do número de perfilhos vegetativos, perfilhos vivos e perfilhos totais com o aumento do período de diferimento. Simultaneamente, houve aumento nas massas de colmo verde e de forragem morta, e uma redução na relação entre a quantidade de lâmina foliar verde e colmo verde.

Na Tabela 1, são evidenciadas a natureza das variações estruturais e morfogênicas de gramíneas forrageiras durante o período de diferimento.

Tabela 1 - Variações das características morfogênicas e estruturais durante o período de diferimento de gramíneas forrageiras.

Característica	Variação ao longo do período de Diferimento*
Aparecimento foliar	-
Alongamento foliar	-
Alongamento de colmo	+
Duração de vida da folha	+
Senescência foliar	+
Número de folha viva por perfilho	-
Número de folha morta por perfilho	+
Tamanho da folha	-
Tamanho do colmo	+
Número de perfilho vegetativo	-
Número de perfilho reprodutivo	+
Número de perfilho morto	+
Relação folha/colmo	-

* + aumenta; - diminui. Fonte: Borges (2022).

Durante o período de diferimento, é importante destacar que, a altura de manejo ideal preconizado durante o período das águas, quando o objeto de manejo é os 95% de interceptação

luminosa (IL), é ultrapassada (Rocha, 2022). Com isso, diversos perfilhos completam o estágio fenológico, passando da fase vegetativa à reprodutiva (Rocha *et al.*, 2020).

Durante o período de diferimento, os perfilhos também passam de jovens para maduros e, depois, ficam velhos. Estes contribuem pouco para a produção de forragem (Paiva *et al.*, 2012), pois têm menor aparecimento e alongamento foliar. Em decorrência do pasto possuir maiores quantidades de perfilhos maduros e velhos durante o período de diferimento, as taxas de crescimento dos perfilhos são reduzidas, o que diminui a quantidade de folhas expandidas produzidas, bem como o tamanho delas.

A duração da vida da folha (DVF) aumenta durante o período de diferimento, pois ela é calculada pela multiplicação do número de folhas expandidas (NFEX) pelo filocrono. O filocrono é o período para o surgimento de duas folhas consecutivas no mesmo perfilho. Como a planta requer maior prazo para emitir folhas, quando diferida sob condições climáticas menos favoráveis, o resultado é que a DVF tende a aumentar com o avanço do diferimento.

O estresse hídrico, que reduz o crescimento do pasto e o predispõem à maiores taxas de senescência durante o outono e inverno (SILVA *et al.*, 2021), ocorre durante o período de diferimento do pasto. Isso contribui para o aumento do número de folha morta no pasto diferido.

Com o aumento da quantidade de forragem disponível ao longo do período de diferimento, verifica-se o aumento do alongamento e comprimento do colmo (Casagrande *et al.*, 2010), em decorrência do crescimento livre do pasto por um período prolongado. Com isso, ocorre sombreamento mais intenso da base da planta e, como resposta, a planta alonga o colmo, para expor suas folhas na parte superior do dossel, a fim de capturar luz. Como consequência do aumento da quantidade de colmo, a relação folha/colmo diminui.

5. Material e Métodos

Esse trabalho foi conduzido de novembro de 2021 a junho de 2022 na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG. O clima da região é Aw, tropical de savana, com inverno seco e verão quente e úmido (Alvares *et al.*, 2013). Durante o período experimental, as condições climáticas foram monitoradas em estação meteorológica distante cerca de 300 m da área experimental (Figura 3)

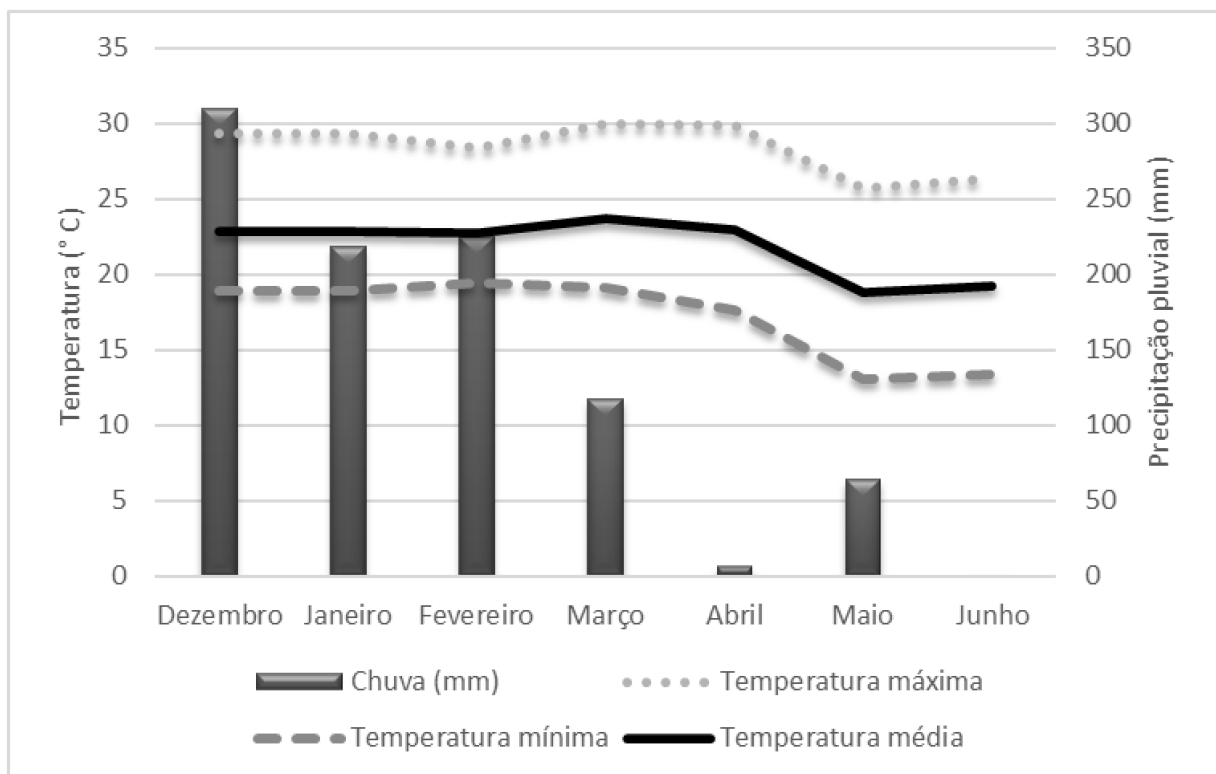


Figura 3 – Temperatura diária média mensal e precipitação pluviométrica média durante o período de dezembro de 2021 a junho de 2022.

O relevo da área experimental é plano e o solo é classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico (EMBRAPA, 2018). Em setembro de 2021, foram retiradas amostras de solo na camada de 0 a 10 cm, utilizando-se uma sonda, para análise do nível de fertilidade. Os resultados foram: pH em (H₂O): 5,6; P: 14,1 mg dm⁻³ (Mehlich-1); K: 295 mg dm⁻³; Ca²⁺: 4,8 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 2,0 cmol_c dm⁻³; Al³⁺: 0 cmol_c dm⁻³ (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al: 3,0 cmol_c dm⁻³ e V: 71%.

Com base nesses resultados, não foi necessário efetuar a calagem e nem a adubação potássica (Cantarutti *et al.*, 1999). A adubação nitrogenada ocorreu em 15 de dezembro de 2021, com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de supersimples. As adubações foram realizadas ao fim da tarde e em cobertura.

O experimento foi conduzido em uma pastagem com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, subdividida em nove piquetes (unidades experimentais) de aproximadamente 800 m² cada um, além de quatro piquetes que serviram de área reserva.

Os tratamentos foram aplicados segundo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, e consistiram em três condições de pastos por cinco meses antes do período de diferimento:

- 1) LC-15: lotação contínua com 15 cm de altura média;
- 2) LC-35/15: lotação contínua com 35 cm de altura média em novembro de 2022, com rebaixamento gradativo para 15 cm até a data de início do diferimento;
- 3) LI-25/15: lotação intermitente com 25 cm de altura pré-pastejo e 15 cm de altura pós-pastejo.

Na primeira semana de outubro de 2021, todos os pastos foram roçados a 8 cm de altura. A forragem cortada não foi removida dos piquetes. Depois, os pastos permaneceram em crescimento até alcançarem as respectivas alturas para o manejo do pastejo, o que ocorreu em novembro de 2021. A partir de então, ovinos mestiços Santa Inês e Dorper foram usados para o manejo do pastejo até 14 de março de 2022. As estratégias de manejo do pastejo (tratamentos) foram conduzidas por cinco meses, de novembro de 2022 a março de 2023.

Nos pastos sob LI-25/15, o rebaixamento do dossel de 25 para 15 cm ocorreram em três dias (período de ocupação) e a duração do período de descanso corresponderam ao tempo necessário para que o pasto alcance 25 cm. O monitoramento das alturas dos pastos foi realizado duas vezes por semana durante o período de descanso e duas vezes por dia durante o período de ocupação.

Nos pastos sob LC-15, animais foram retirados ou adicionados nos piquetes quando as alturas médias dos pastos estiveram 10% abaixo ou 10% acima das alturas almeçadas, respectivamente. Nestes pastos, o monitoramento das alturas médias ocorreu duas vezes por semana.

No pasto sob LC-35/15, o capim foi manejado com 35 cm em novembro de 2022; 30 cm em dezembro; 25 cm em janeiro; 20 cm em fevereiro e 15 cm em março, sob lotação contínua e taxa de lotação variável. Nestes pastos, o monitoramento das alturas médias ocorreu duas vezes por semana, de modo semelhante aos pastos sob LC-15.

A altura das plantas foi medida em 30 pontos de cada piquete, utilizando-se um bastão graduado e considerando-se a distância desde a superfície do solo até as folhas localizadas na parte superior do dossel.

Em 15/03/2022 iniciou-se o período de diferimento, que terminou em 14/06/2022 (90 dias).

O período de diferimento de 90 dias foi separado em dois ciclos com 45 dias cada, nos quais foram realizadas as avaliações de morfogênese, semanalmente. No início de cada novo ciclo foram marcados, 15 perfilhos basais e 15 perfilhos aéreos por piquete, com distanciamento entre os perfilhos de aproximadamente 10 cm. Os perfilhos selecionados foram marcados com

presilhas de plástico identificadas numericamente. Ao lado da linha de perfilhos foi fixada uma haste plástica para identificação do local de avaliação.

Considerou-se como perfilhos basais aqueles oriundos de gemas basais, localizadas próximas e, ou, no nível da superfície do solo, estando conectado ao sistema radicular da planta. Por outro lado, os perfilhos aéreos corresponderam aqueles que se desenvolveram a partir das gemas axilares na porção superior de um perfilho basal principal.

Por meio de uma régua graduada, foram realizadas medições semanais do comprimento das folhas e do colmo de perfilhos marcados. Para folhas completamente expandidas, a medição foi realizada da lígula até a ponta da folha. No caso de folhas em fase de expansão, o procedimento foi o mesmo, mas a lígula da última folha expandida serviu como referência. Para folhas em senescência, o comprimento foi medido da extremidade do processo de senescência até a lígula da folha. Já o tamanho do colmo foi mensurado desde a superfície do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida, de acordo com Santos *et al.* (2011).

Conforme a metodologia descrita por Santos *et al.* (2011), foram realizados cálculos para determinar as taxas de aparecimento e alongamento foliar, taxa de alongamento do colmo, taxa de senescência foliar, duração de vida da folha, tamanho médio da folha, tamanho do colmo, e número de folha viva por perfilho, da seguinte forma:

- Comprimento da folha (cm): média do maior comprimento de cada folha obtida;
- Número de folha viva por perfilho: média do número de folhas vivas e com menos de 50% de seu comprimento senescente contidas nos perfilhos ao final do período de avaliação;
- Comprimento do colmo (cm): média do comprimento máximo do colmo mensurado ao final do período de avaliação;
- Taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho.dia): média do número de folhas que surgiram dividida pelo período de avaliação;
- Taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia): média do crescimento do colmo dividida pelo período de avaliação;
- Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia): média da senescência foliar dividida pelo período de avaliação;
- Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia): média do crescimento foliar dividida pelo período de avaliação;
- Duração de vida da folha (dia): multiplicação do filocrono (inverso da taxa de aparecimento foliar) pelo número de folha viva por perfilho.

Os valores destas características foram apresentados como as médias dos grupos de perfilhos e separadamente para cada ciclo de avaliação (início e fim do período de diferimento).

A densidade populacional de perfilhos foi avaliada em três momentos, na primeira semana, no 44º dia e na última semana do período de diferimento. Foram contados todos os perfilhos vivos no interior de uma área de 0,125 m² em três locais com a altura média do pasto por piquete. Esses perfilhos foram classificados em basal, com origem próxima e, ou no nível da superfície do solo; e aéreos, originários de gemas axilares na porção superior de um perfilho basilar principal. A média dos valores das densidades populacionais de perfilhos obtidas no início e meio do período de diferimento corresponderam ao período inicial, enquanto que a média dos valores das densidades populacionais de perfilhos obtidas no meio e no fim do período de diferimento corresponderam ao período final do diferimento.

Com o objetivo de expressar as taxas de crescimento e de senescência de lâminas foliares e colmos em kg/ha.dia de matéria seca, foram gerados fatores de conversão. No último dia de cada ciclo de avaliação morfogênica, foram colhidos ao nível da superfície do solo 30 perfilhos por parcela, os quais foram colocados em sacos plásticos identificados e levados ao laboratório. Os perfilhos tiveram os comprimentos das lâminas foliares e dos colmos medidos de forma similar àquela realizada no campo. Posteriormente, todas as lâminas foliares e os colmos (colmos mais bainhas) foram separados manualmente, agrupados de acordo com a parcela de origem e levados à estufa a 65°C por 72 horas. Após a secagem, os componentes morfológicos foram pesados e suas massas, divididas pelos seus respectivos comprimentos totais. Assim, obtiveram-se os fatores de conversão (em mg/cm) utilizados para transformar os valores obtidos com as leituras realizadas no campo (que eram expressos em cm/perfilho.dia) para a unidade de mg/perfilho.dia. Com a multiplicação dos valores de crescimento e senescência de lâminas foliares e pseudocolmos, expressos em mg/perfilho.dia, pela densidade populacional média de perfilho vivo (perfilho/ha) em cada unidade experimental, foi possível obter as taxas (em kg/ha.dia): crescimento de folha (TCF): aumento diário da massa de lâmina foliar por unidade de área; crescimento de colmo (TCC): aumento diário da massa de pseudocolmo por unidade de área; crescimento total (TCT): somatório das taxas de crescimento de lâmina foliar e de colmo; e senescência de folha (TSF): massa diária de lâmina foliar que senesceu por unidade de área.

Para análise estatística foi utilizado o programa SAS 9.0 para Windows, usando o PROC MIXED e a escolha da matriz de covariância se deu pelo método de Akaike (Wolfinger, 1993). As estratégias de rebaixamento e o tipo de perfilho foram considerados efeito fixo e o período do diferimento foi considerado como medida repetida no tempo. O teste de Tukey ($P < 0,10$) foi

usado para a comparação das médias das seguintes variáveis respostas TF (tamanho da folha); NFV (número de folha viva por perfilho); CC (comprimento do colmo); TALC (taxa de alongamento de colmo); TALF (taxa de alongamento da folha) e TSeF (taxa de senescência foliar). As variáveis TApF (taxa de aparecimento foliar); DVF (duração de vida da folha); DPP (densidade populacional de perfilhos); TCC (taxa de crescimento de colmo); TCF (taxa de crescimento de folha); TCT (taxa de crescimento total) e TSF (taxa de senescência foliar) foram analisadas pelo teste não paramétrico de Friedman ($P < 0,10$), pois violaram os princípios da análise de variância.

6. RESULTADOS

Todas as características avaliadas não foram influenciadas ($P > 0,10$) pelas estratégias de rebaixamento do pasto antes do diferimento. Além disso, todas as variáveis respostas também não foram influenciadas ($P > 0,10$) pelas interações entre os fatores estudados. Foi constatado efeito isolado ($P < 0,10$) do tipo de perfilho (basal e aéreo) e do período do diferimento (inicial e final) para as características avaliadas.

Dentre as 13 variáveis respostas avaliadas, somente o número de folha viva por perfilho (NFV) e a densidade populacional de perfilhos (DPP) não foram influenciados pelo período do diferimento (Tabela 2). As taxas de aparecimento foliar (TApF), de alongamento foliar (TAlF) e de senescência foliar (TSeF), bem como as características de desenvolvimento do dossel, taxa de crescimento de folha (TCF), taxa de crescimento de colmo (TCC), taxa de crescimento total (TCT), taxa de senescência foliar (TSF), decresceram do início para o final do período de diferimento. Por outro lado, a duração de vida da folha (DVF), o comprimento da folha (CF) e o comprimento do colmo (CC) apresentaram padrão de resposta contrário (Tabela 2).

Tabela 2 – Características morfológicas e estruturais de perfilhos, taxas de crescimento e de senescência do dossel de capim-marandu, em função do período de diferimento

Variável	Período do diferimento		Coeficiente de variação (%)
	Inicial	Final	
Características morfológicas			
TApF	0,05 a	0,03 b	11
TAIF	0,49 a	0,22 b	19
TAIC	0,50 a	0,30 b	31
DVF	74,2 b	134,9 a	9
TSeF	0,51 a	0,32 b	25
Características estruturais			
NFV	3,8 a	3,7 a	7
CF	7,5 b	11,3 a	29
CC	7,0 b	15,0 a	22
DPP	691 a	661 a	28
Desenvolvimento do dossel, em kg/ha.dia de MS			
TCF	39,3 a	14,6 b	35
TCC	28,5 a	4,6 b	38
TCT	67,8 a	19,2 b	32
TSF	45,9 a	24,2 b	36

CF: comprimento da folha (cm); NFV: número de folha viva por perfilho; CC: comprimento do colmo (cm); TAIC: taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia); TAIF: taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia); TSeF: taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia); TApF: taxa de aparecimento de folhas; DVF: duração de vida da folha; DPP: densidade populacional de perfilho (perfilho/m²); TCF: taxa de crescimento de folha (kg/ha.dia de MS); TCC: taxa de crescimento de colmo (kg/ha.dia de MS); TCT: taxa de crescimento total (kg/ha.dia de MS); TSF: taxa de senescência de folha (kg/ha.dia de MS). Para cada característica, médias seguidas por letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey (P>0,10).

Todas as características morfológicas, estruturais e de desenvolvimento do dossel foram influenciadas pelo tipo de perfilho, de modo que seus valores foram superiores no perfilho basal, em comparação ao perfilho aéreo (Tabela 3).

Tabela 3 – Características morfológicas e estruturais de perfilhos, taxas de crescimento do dossel e taxa de senescência do dossel de capim-marandu, em função do tipo de perfilho

Variável	Perfilho		Coeficiente de variação (%)
	Aéreo	Basal	
Características morfológicas			
TApF	1,36 b	1,68 a	11
TAIF	0,26 b	0,45 a	19
TAIC	0,2 b	0,05 a	31
DVF	96,58 b	112,52 a	9
TSeF	0,25 b	0,59 a	25
Características estruturais			
NFV	3,5 b	4.1 a	7
CF	6,6 b	17,9 a	29
CC	6,27 b	15,71 a	22
DPP	169 b	1183 a	28
Desenvolvimento do dossel, em kg/ha.dia de MS			
TCF	1,07 b	52,78 a	35
TCC	0,17 b	7,29 a	38
TCT	1,25 b	60,07 a	32
TSF	1,02 b	69,15 a	36

CF: comprimento da folha (cm); NFV: número de folha viva por perfilho; CC: comprimento do colmo (cm); TAIC: taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia); TAIF: taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia); TSeF: taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia); TApF: taxa de aparecimento de folhas; DVF: duração de vida da folha; DPP: densidade populacional de perfilho (perfilho/m²); TCF: taxa de crescimento de folha (kg/ha.dia de MS); TCC: taxa de crescimento de colmo (kg/ha.dia de MS); TCT: taxa de crescimento total (kg/ha.dia de MS); TSF: taxa de senescência de folha (kg/ha.dia de MS). Para cada característica, médias seguidas por letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey (P>0,10).

7. DISCUSSÃO

A hipótese inicial com esse trabalho era de que as diferentes estratégias de rebaixamento do pasto para o diferimento gerariam modificação na morfogênese dos perfilhos de capim-marandu. Mais especificamente, era esperado que o pasto sob lotação contínua com 15 cm (LC-15) apresentasse maior densidade populacional de perfilhos (DPP) no início do período de diferimento, devido à maior incidência de luz na base das plantas mais baixas (Sbrissia *et al.*, 2003). Com isso, ocorreria maior competição por luz entre os perfilhos do pasto durante o período de diferimento, o que desencadearia o alongamento do colmo dos perfilhos. Por outro

lado, esse efeito não aconteceria no pasto sob lotação intermitente (LI-25/15), em função da expectativa de sua menor DPP ao início do diferimento. Porém, no pasto sob LI-25/15, era esperado maior surgimento de perfilhos aéreos, resultado da maior eliminação do meristema apical dos perfilhos durante o período de ocupação (rebaixamento) do pasto. Como consequência, o efeito de dominância apical seria “perdido”, favorecendo o surgimento de perfilhos aéreos. Esse mesmo efeito também aconteceria no pasto sob lotação contínua com 35 cm e rebaixamento gradativo para 15 cm (LC-35/15). Contudo, todas essas hipóteses não se confirmaram.

Uma possível justificativa para a ausência de efeitos das estratégias de rebaixamento sobre a morfogênese durante o período de diferimento é a limitação ao crescimento do capim-marandu, causada pelo clima restritivo ao crescimento vegetal durante o outono (Tabela 1). Nesse contexto, a temperatura influencia o desenvolvimento das plantas, ao regular as taxas metabólicas. Com isso, baixas temperaturas diminuem a velocidade das reações químicas nos vegetais (Rodrigues *et al.*, 2015). Essa limitação pode ter reduzido o desenvolvimento dos perfilhos de capim-marandu ao longo do período de diferimento e, por isso, não foi possível verificar diferenças morfogênicas associadas às estratégias de rebaixamento.

Além disso, sob estresse hídrico, a planta forrageira fecha seus estômatos, para reduzir a perda de água por meio da transpiração. Contudo, a indução do fechamento estomático, com o intuito de minimizar a transpiração, resulta na diminuição da assimilação de CO₂. Como consequência, é comum observar, durante períodos de déficit hídrico, a redução da taxa fotossintética (Cruz *et al.*, 2023). Isso também pode ter ocorrido ao longo do período de diferimento do capim-marandu, contribuindo para a ausência de diferenças morfogênicas associadas às estratégias de rebaixamento.

Resultado similar foi encontrado por Rocha (2022) em experimento com o capim-marandu sob diferentes estratégias de rebaixamento para o diferimento na mesma área experimental em que o presente trabalho foi realizado. Este autor destacou que, dentre os três fatores estudados (estratégias de rebaixamento, período de diferimento e ano experimental), menor número das variáveis respostas foi influenciada pela estratégia de rebaixamento. O autor justificou que isso ocorreu provavelmente devido às condições climáticas que predominaram durante o período do outono, com restrições hídrica e térmica, que influenciaram negativamente o crescimento vegetal.

O efeito do período de diferimento sobre a morfogênese do capim-marandu foi mediado pelo clima distinto entre a fase inicial e final do período de diferimento. De fato, no início do diferimento a condição climática foi mais favorável ao crescimento vegetal, sendo caracterizada

por precipitação pluvial de 78,8 mm e temperatura mínima de 18,5 °C. Já no final do diferimento a condição climática foi mais restritiva ao crescimento vegetal, sendo caracterizada por precipitação pluvial de 64,0 mm e temperatura mínima de 13,5°C. Com isso, o crescimento do dossel foi maior no início do que no final do período de diferimento, devido às melhores condições climáticas no início deste período (Tabela 1), que resultaram em um maior fluxo de tecidos e favoreceram o maior crescimento da planta e de seus órgãos.

Nesse contexto, observou-se que a taxa de senescência foliar (TSeF) diminuiu, porém, a duração de vida da folha (DVF) foi maior no fim do que no início deste período. A maior longevidade da folha ao final do diferimento pode ter sido uma estratégia da planta para compensar suas menores taxas de aparecimento (TApF) e alongamento (TAIF) foliares no fim do período de diferimento, em decorrência das condições climáticas mais desfavoráveis (Tabela 1). Esse mesmo padrão de resposta também foi encontrado por Rodrigues *et al.* (2015) e Brito *et al.* (2022), que avaliaram a morfogênese do capim-marandu diferido. Estes autores afirmaram que esse mecanismo adotado pelo capim-marandu contribui para manter maior estabilidade do índice de área foliar (IAF), garantindo a interceptação de luz, um requisito fundamental para o processo de fotossíntese.

Observou-se uma diminuição da taxa de alongamento de colmo (TAIC) (Tabela 2) do início para o final do diferimento. Isso ocorreu, em função da troca dos perfilhos nestes períodos de avaliação morfogênica. Os perfilhos marcados e avaliados durante os 45 dias iniciais, desenvolveram em condições climáticas mais favoráveis, do que em relação os perfilhos marcados na segunda metade do período de diferimento. Resultado similar foi encontrado por Rodrigues *et al.* (2015), que observaram decréscimo da TAIC do capim-marandu ao final do diferimento, em razão do clima limitante para o seu desenvolvimento.

As características estruturais, como o comprimento do colmo (CC) e o comprimento da folha (CF), foram maiores no final do que no início do diferimento (Tabela 2). Isso ocorreu, em função da troca dos perfilhos nestes períodos de avaliação morfogênica. Na metade inicial do diferimento, foram selecionados perfilhos com tamanho menor, semelhante à altura média do

pasto. De outro modo, na metade final do diferimento, foi feita a marcação de perfilhos mais compridos, também características de um pasto diferido por mais tempo (45 dias).

Vale salientar que existe uma correlação positiva entre o CC e o CF, devido à necessidade da folha percorrer uma distância dentro do pseudocolmo até ser exposta (Rocha, 2022). Assim, um maior comprimento do colmo está associado a um maior comprimento da folha.

O número de folha viva por perfilho (NFV) não variou entre o início e o fim do período de diferimento (Tabela 2), porque esta é uma característica relativamente constante para cada genótipo. Em geral, quando uma folha envelhece e senesce, uma nova folha surge no mesmo perfilho (Hodgson, 1990). Esse processo mantém estável o NFV, desde que o perfilho não esteja em fase de crescimento inicial (Casagrande *et al.*, 2010). Resultado similar também foi encontrado em trabalho sobre a morfogênese de cultivares de *Urochloa brizantha* cvs. Marandu, Piatã, Xaraés e Paiaguás, conduzido por Santos *et al.* (2021b), onde o NFV se manteve constante entre o início e final do período de diferimento.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) também se manteve constante durante o período de diferimento (Tabela 2). Era esperado que, com o clima mais limitante ao final do período de diferimento (Tabela 1), ocorreria redução do número de perfilhos. Ademais, conforme descrito por Sbrissia *et al.* (2003), ocorre um mecanismo de compensação em pasto de capim-marandu, em que pastos mais baixos (típicos do início do diferimento) possuem maior DPP, ao passo que pastos mais altos (como ocorre ao final do período de diferimento) possuem menor DPP. Com base nesse mecanismo de compensação entre tamanho e DPP, também era esperado uma diminuição do número de perfilhos ao final do diferimento, mas isso não ocorreu (Tabela 2).

É possível que a maior sobrevivência de perfilhos em época de clima mais limitante seja uma resposta adaptativa da planta, para compensar o menor aparecimento de perfilhos novos, com finalidade de manter estável o IAF. Esse mesmo mecanismo foi observado em trabalho por Santos *et al.* (2011) com capim-braquiária. Ao analisar os dados relativos às taxas de aparecimento e sobrevivência de perfilho, observou a existência de um mecanismo compensatório entre essas características nos pastos de capim-braquiária. Esse mecanismo visa estabilizar a população de perfilhos, assegurando sua persistência na área sob diferentes condições ambientais. Durante o inverno, para compensar a redução na taxa de aparecimento, os perfilhos prolongaram sua sobrevivência, enquanto, na primavera e verão, épocas de maior taxa de aparecimento, observou-se uma menor longevidade dos perfilhos. Essa compensação emerge como fator determinante para a magnitude da população de perfilhos nos pastos,

especialmente em condições ambientais específicas.

Devido ao fluxo de tecidos mais intenso no início do que no fim do diferimento e à estabilidade da DPP, a contribuição do período inicial do diferimento para as taxas de crescimento do dossel também foi maior no início do que no fim do diferimento (Tabela 2). Realmente, as contribuições relativas da fase inicial do período de diferimento (primeiros 45 dias) para as taxas de crescimento de folha (TCF), de colmo (TCC) e total (TCT) do dossel diferido foram majoritárias e corresponderam à 73%, 84% e 60%, respectivamente. A participação relativa da fase inicial do período de diferimento para a taxa de senescência foliar (TSF) do dossel diferido também foi majoritária e correspondeu à 65%.

Esses resultados demonstram dois aspectos relevante da técnica do diferimento da pastagem: a maior parte do estoque de massa de forragem ocorre na metade inicial do período de diferimento; e o atraso na época de início do período de diferimento pode comprometer acentuadamente o crescimento do pasto diferido, por proporcionar clima restritivo ao crescimento vegetal.

No que tange aos efeitos dos tipos de perfilhos (basal ou aéreo) sobre a morfogênese do capim-marandu diferido, observou-se que, de maneira geral, o perfilho basal apresentou maior fluxo de tecidos, em comparação ao perfilho aéreo (Tabela 3). Como consequência da morfogênese e da menor quantidade de perfilhos aéreo nos pastos, o perfilho basal contribuiu mais para o crescimento do dossel diferido, comparativamente ao perfilho aéreo (Tabela 3).

Santos *et al.* (2014) verificaram que as características morfológicas e estruturais da *Urochloa decumbens* cv. Basilisk foram maiores nos perfilhos basais do que nos perfilhos aéreos. Segundo estes autores, provavelmente a falta de uma conexão direta do sistema radicular com o colmo do perfilho aéreo pode comprometer a eficiência no transporte de nutrientes para seus órgãos, limitando assim o alongamento tanto de folhas quanto de colmos. Ademais, é possível que as taxas menores de alongamento de folhas e colmos no perfilho aéreo sejam inerentes a essa categoria específica de perfilho, o que determina seu tamanho inferior e garante que possam ser sustentados de maneira apropriada pelos respectivos perfilhos basais de origem (Santos *et al.*, 2014).

A contribuição do perfilho basal para o crescimento do dossel durante o período de diferimento foi bem superior, quando comparada à contribuição do perfilhos aéreo. De fato, o perfilho basal contribuiu com a quase totalidade da TCF (98,01%), da TCC (97,72%), da TCT (97,96%) e da TSF (98,55). Consequentemente, a participação relativa do perfilho aéreo no crescimento do dossel durante o período de diferimento foi ínfima. Nesse contexto, Santos *et al.* (2014) também observaram que a contribuição do perfilho aéreo nas TCF, TCC, TCT e TSF

foi limitada, representando, respectivamente, 7,6%; 2,5%; 5,7% e 12,5%.

O perfilho basal também se mostrou mais robusto, com maiores dimensões de seus órgãos (CC e CLF), do que o perfilho aéreo (Tabela 3). É natural que as lâminas foliares e os colmos do perfilho aéreo sejam mais curtos, pois o perfilho aéreo tem origem a partir de uma gema lateral localizada no nó do perfilho basal principal. Com isso, a capacidade de sustentação do perfilho aéreo por um perfilho basal principal só é possível devido à maior robustez deste último (Santos *et al.*, 2014).

As diferenças de crescimento e de morfologia entre os perfilhos basais e aéreos podem ser atribuídas ao fato de que estes perfilhos desempenham funções distintas no pasto. Nesse sentido, os perfilhos aéreos podem desempenhar um papel de promover a rápida recuperação da área foliar após o evento de desfolha (Rocha, 2022). O perfilho aéreo exibe uma alta proporção de folhas, como indicado por Santos *et al.* (2014), e está localizado em áreas com maior incidência de luz. Entretanto, mesmo com alta proporção de folha na sua composição, pouco contribui para a produção de forragem do pasto (Tabela 3).

Com base nos padrões de respostas dos perfilhos aéreos e basais, é possível inferir que práticas de manejo da pastagem diferida que resultem em menor número de perfilhos basais e maior número de perfilhos aéreos podem comprometer a produção de forragem durante o período de diferimento. Dentre as práticas de manejo que têm potencial para gerar tal efeito, destaca-se a redução da altura do pasto durante o período de diferimento. Com essa prática, ocorre a remoção de boa parte da área foliar da planta, inclusive a remoção do meristema apical de alguns perfilhos. Com isso, há a perda da dominância apical dos perfilhos basais, o que, aliado à maior incidência luminosa dentro do dossel forrageiro, favorece o surgimento de perfilhos aéreos.

9. CONCLUSÕES

As estratégias de rebaixamento do pasto para o diferimento não modificaram a morfogênese do capim-marandu durante o período de diferimento.

A morfogênese e o crescimento do dossel de capim-marandu diminuem ao longo do período de diferimento.

Ao contrário do perfilho basal, o perfilho aéreo tem menor fluxo de tecidos, ocorre em menor número, é menos robusto e têm baixa contribuição para a crescimento do dossel diferido de capim-marandu.

REFERÊNCIAS

AFONSO, L. E. F. *et al.* O capim-marandu baixo no início do diferimento melhora a morfologia do pasto e aumenta o desempenho dos ovinos no inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n. 4, p.1249-1256, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/Hx5CQMmXzK7jkYYpjRWNwCH/?lang=pt> Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10130>.

BARBERO, L.M. **Respostas morfogênicas e características estruturais do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2011. 109 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – USP, Piracicaba, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-28042011-163541/en.php>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiária**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, p. 206, 2006. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00083139.pdf>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

BASSO, C. *et al.* Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de " Panicum maximum" Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, 2010. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/64747c3079cbb2c2c1b6bf62>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doaj.org/article/922bfddd51f64621bb413e9c6f42ff0e>.

BRITO A. A. *et al.* Morphogenesis of age groups of marandu palisadegrass tillers during the stockpiling period. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 44, e53901, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asas/a/gwLWjGRbVfZSxxXMm3Mgydz/?lang=en#>. Acesso em: 30 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.53901>.

CAMINHA, F. O. *et al.* Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 213-220, fev. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/gZd8Ccr gbCJ463CpHrnvwyF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200013>

CARVALHO, B. H. R. *et al.* Tillering dynamics in spring and summer of marandu palisade grass pastures previously used under deferred grazing. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, BH, v. 73, n. 6, p. 1422-1430, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/69rJBjNttxMhcRrtFv9HRj/abstract/?lang=en>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12333>

CARVALHO, C. A. B. *et al.* Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria

seca em capim tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, São Paulo, SP, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012032285>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000400001>.

CARVALHO, R. M. *et al.* Rebaixamento do capim marandu para o diferimento e seus efeitos sobre índice de área foliar e número de meristemas apicais. **Boletim de Indústria Animal (Online)**, v.73, p.212-219, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Diogo-Sousa-10/publication/308812484_Rebaixamento_do_capim_marandu_para_o_diferimento_e_seus_efeitos_sobre_indice_de_area_foliar_e_numero_de_meristemas_apicais/links/57fc156808aea0db5a3f633e/Rebaixamento-do-capim-marandu-para-o-diferimento-e-seus-efeitos-sobre-indice-de-area-foliar-e-numero-de-meristemas-apicais.pdf. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.v73n3p212>.

CASAGRANDE, D. R. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2108-2115, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/dqkmJjRCDBsXkbND3kXpkhc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001000002>.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993. cap. 3, p. 55-64.

COELHO, L. A. *et al.* Morphogenesis of age groups of Marandu palisade grass tillers deferred and fertilised with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 40, n. 6, p 1683-2692, 2019. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/34633>. Acesso em 29 de janeiro de 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6p2683>.

COSTA, N. de L. *et al.* **Fisiologia e manejo de plantas forrageiras**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004, 27p.

CRUZ, N. T. *et al.* Estresse hídrico em plantas forrageiras: uma breve revisão. **Revista Científica Rural**, v.25, n. 1, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Edson-Porto/publication/373257315_ESTRESSE_HIDRICO_EM_PLANTAS_FORRAGEIRAS_UMA_BREVE_REVISAO/links/64e392460acf2e2b52095601/ESTRESSE-HIDRICO-EM-PLANTAS-FORRAGEIRAS-UMA-BREVE-REVISAO.pdf. Acesso em 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.29327/246831.25.1-14>.

DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. **Anais** [...].Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.731-754, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre-Sbrissia/publication/327230658_O_ecossistema_de_pastagens_e_a_producao_animal/links/5b8220f292851c1e1232f604/O-ecossistema-de-pastagens-e-a-producao-animal.pdf. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n. 2, p. 273-280, fev. 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/6zxTdQgFdpTp9WMLk6XfPfc/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000200017>.

FAGUNDES, J. L. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária e pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 21-29, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/BrfZw5wy7kdcLyw5Rx8pjS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100003>.

FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R; GOMES, V.M. Pastejo diferido. In. REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Ed.). **Fornagicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: FUNEP, 2013. Cap. 34, p. 547-561, 2013.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. cap.5, p.38-54

JANK, L.; BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A. Gramíneas de clima tropical. In. REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. **Fornagicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: FUNEP, cap. 8, p. 109-123, 2015

MARCELINO, K. R. A. *et al.* Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 35, p.2243-2252, 2006. . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/hWxYHw6bvfyPdH9ZTCymHG/>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000800007>.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.755-771.

NUNES, S. G. *et al.* **Brachiaria brizantha cv. MARANDU**. EMBRAPA Campo Grande - MS. Documentos, v. 21, p. 31, 1984. DOI: . Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/317899/1/Brachiariabrizantha.pdf>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024

OLIVEIRA, A. B. *et al.* Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1006-1013, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/x6Bf5nNJXjhPbcd6HrGC6jy/>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000500004>.

OLIVEIRA, D. M. **Perfilamento dos capins Marandu, Mavuno, Mulato II e Ipyporã submetidos ao diferimento**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <http://clyde.dr.ufu.br/handle/123456789/33091>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024

PAIVA, A. J. *et al.* Structural characteristics of tiller age categories of continuously stocked marandu palisade grass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 24-29, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/Wq6fyfCSZChQfjYfgvDTzvkJ/>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100004>.

PEREIRA, V. V. A importância das características morfogênicas sobre o fluxo de tecidos no manejo de pastagens tropicais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/2047>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2013v6n2p%25p>.

QUEIROS FILHO, J. L. *et al.* Produção de Matéria Seca e Qualidade do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar Roxo em Diferentes Idades de Corte1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 69-74, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/bTyhFjgmgwxRQMTs4NywFwJ/>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100010>.

ROCHA, G. O. *et al.* Structure of piatã palisadegrass deferred for two periods and fertilised with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, n.3, 995–1005, 2020. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/36842/27087/194051>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n3p995>.

ROCHA, G. O. **Produção de forragem e comportamento de ovinos em pastagens com capim-marandu sob estratégias de rebaixamento para o diferimento**. 118 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ciências Veterinárias. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36621>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2022.263>.

RODRIGUES-JUNIOR, C. T. R. *et al.* Production and chemical composition of Marandu grass in different periods of stockpiled and utilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 2141-2154, 2015. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/16407>. Acesso em 29 de janeiro de 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2141>.

RODRIGUES, P. H. *et al.* MORFOGÊNESE DO CAPIM-MARANDU DIFERIDO COM ALTURAS VARIÁVEIS **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v.11 n.21; p. 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1861>. Acesso em 29 de janeiro de 2024.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2332-2339, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/3JfpqkBvSgcbgLGNTWBwjzn/?lang=pt>. Acesso em 10 de fevereiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001100007>.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Caracterização dos perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 643-649, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/Pss3mxHHTLGsdRxnSYq9Vzf/?lang=pt>. 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000400008>.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Características morfogênicas 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, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/KBxy3H9tCwSD5N9Y7sGNXWF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000300010>.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Contribuição de perfilhos aéreos e basais na dinâmica de produção de forragem do capim-braquiária após o pastejo diferido. **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.424-430, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18023/14556>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Does the lowering strategy before the stockpiling period modify the marandu palisade grass production and structure?. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, BH, v. 73, n. 06, p. 1403-1412, 2021a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/tC38vjhMVyL9jxxkDMR3gQs/abstract/?lang=en>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12330>.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Estádio de desenvolvimento e características morfológicas de lâminas foliares e de perfilhos de capim-braquiária sob lotação contínua. **Boletim de Indústria Animal**, v. 66, n. 2, p. 95-105, 2009. Disponível em: <http://35.198.24.243/index.php/bia/article/view/679>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, p. 139-145, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/d3682e6c-1269-4f2f-bc4f-4437bc01f2ad/content>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Manejo do pastejo em sistemas com diferimento do uso de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PASTAGEM E FORRAGICULTURA - SIMPASTO, 1., 2013, São João Del'Rei. **Anais...** São João Del'Rei: UFSJ, p. 98-120, 2013

SANTOS, M. E. R. *et al.* Marandu palisade grass management strategies at the beginning of the deferment period and effects on tillering. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 4, p. 1617-1626, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4457/445759824021/445759824021.pdf>. Acesso em 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n4p1617>.

SANTOS, M. E. R. *et al.* MORFOLOGIA DE PERFILHOS BASAIS E AÉREOS EM PASTO DE *Brachiaria decumbens* MANEJADO EM LOTAÇÃO CONTÍNUA. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, vol.6, n.9, 2010. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4763>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024

SANTOS, M. E. R. *et al.* Morphogenesis of stockpiled Marandu, Piatã, Xaraés and Paiaguás brachiariagrass cultivars. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, BH, v. 73, n. 6, p. 1413-1421, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12332>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/m3HmkQkgnyMWLVVt8XYV7gb/>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12332>.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Seletividade aparente de ovinos em pastos de capim-marandu diferidos com alturas iniciais variáveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1727-1734, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/JZg4dOpXvGdjzGyLBBfQjYr/abstract/?format=html&lang=pt>. Acesso em 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10750>.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no Capim-tanzânia: um desafio**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-17072002-161144/publico/patricia>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A.. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 244-249, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/J7gb3x9H8Rk57DGgWRbqXXn/?lang=pt>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000200004>.

SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 35-47, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/JxnxKnLTPfPYvBvWdxhvRfG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100005>.

SBRISSIA, A. F. *et al.* Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1459-1468, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/PTLT4b67DbJ96jr8tPnJgPz/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

SILVIA, J. G. *et al.* Intake and digestibility of nutrients during the grazing period in sheep on deferred marandu pastures with four initial heights. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 06, p. 4133-4146, 2021. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/43963>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n6SUPL2p4133>.

SILVA, M. G. B.; MEIRELLES, P. R. L.; SILVEIRA, J. P. F. Plantas forrageiras em sistemas intensivos de produção. 13-52 p. In: SILVEIRA, J. P. F.; PAIVA, A. J.; BRAZ, T. G. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; PINHEIRO, R. S. B. **Estratégias para intensificar a produção de bovinos em pasto**. São Carlos, SP. Editora: Compacta Gráfica e Editora, p. 222, 2013.

SOUSA, B. M. L. *et al.* Characterization of tillers in deferred Piata palisade grass with different initial heights and nitrogen levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 1618-1624, 2012. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/27383>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000700009>.

SOUSA, B. M. L. *et al.* Effect of nitrogen fertilization on structure and tillering dynamics of Piata palisade grass during the deferment period. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 249-258, 2019. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/27383>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n1p249>.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. **New Zeland pasture and crop Science**. Auckland: Oxford University Press, 1999. 11-27p.

VILELA, H. H. *et al.* Forage mass and structure of piatã grass deferred at different heights and variable periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p. 1625- 1631, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/C89bjQVXjQcZSVrMWz8VRQR/?lang=en>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000700010>.

ZIMMER, A.H. *et al* **Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, p. 53, 1998. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/321804>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.