

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

HENRIQUE CÉSAR RODRIGUES NOGUEIRA

**O MANEJO DE DESFOLHAÇÃO EM ESTAÇÕES PRÉVIAS E O CORTE DE UNIFORMIZAÇÃO
MODIFICAM O DESENVOLVIMENTO DO CAPIM-MARANDU?**

UBERLÂNDIA – MG

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**O MANEJO DE DESFOLHAÇÃO EM ESTAÇÕES PRÉVIAS E O CORTE DE UNIFORMIZAÇÃO
MODIFICAM O DESENVOLVIMENTO DO CAPIM-MARANDU?**

Henrique César Rodrigues Nogueira

Orientador: Prof. Dr. Manoel Eduardo Rozalino Santos

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal.

Linha de pesquisa: Produção de forragens e alimentação de ruminantes.

UBERLÂNDIA – MG

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

N778m 2021 Nogueira, Henrique César Rodrigues, 1993-
O manejo de desfolhação em estações prévias e o corte de uniformização modificam o desenvolvimento do capim-marandu? [recurso eletrônico] / Henrique César Rodrigues Nogueira. - 2021.

Orientador: Manoel Eduardo Rozalino Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.6033>
Inclui bibliografia.

1. Veterinária. 2. Produção animal. I. Santos, Manoel Eduardo Rozalino, 1981-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619



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 Nº PPGCVET/ 02/2021				
Data:	23 de fevereiro de 2021	Hora de início:	08:00	Hora de encerramento:	11:15
Matrícula do Discente:	11912MEV006				
Nome do Discente:	HENRIQUE CÉSAR RODRIGUES NOGUEIRA				
Título do Trabalho:	O manejo de desfolhação em estações prévias e o corte de uniformização modificam o desenvolvimento do capim-marandu?				
Área de concentração:	Produção Animal				
Linha de pesquisa:	Produção de forragens, nutrição e alimentação animal				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Manejo da desfolhação de pastos tropicais: ênfase no outono e no inverno				

Reuniu-se por Videoconferência (meio eletrônico) a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: **Braulio Maia de Lana Sousa - UFS; Thiago Gomes dos Santos Braz - UFMG; Manoel Eduardo Rozalino Santos orientador(a)** do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, **Dr. 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(a) candidato(a):

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 23/02/2021, às 11:15, 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 **BRAULIO MAIA DE LANA SOUSA, Usuário Externo**, em 23/02/2021, às 14:38, 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 **Thiago Gomes dos Santos Braz, Usuário Externo**, em 23/02/2021, às 15:01, 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 **2575470** e o código CRC **59656260**.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente meus pais, Rogério e Rosana, por acreditarem em mim e por todo esforço que fizeram durante a vida para que eu pudesse me dedicar aos estudos. Também foram muito importantes: Luciana, que foi fundamental nessa etapa, e todos os meus familiares e amigos que me apoiaram durante minha caminhada.

Gostaria de agradecer em especial, o professor Dr. Manoel Eduardo Rozalino Santos, pela oportunidade, pela orientação, por toda a paciência, por todo conhecimento e sabedoria transmitidos, pelos puxões de orelha e por não deixar de persistir. Tenho muita admiração por seu trabalho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- Considerações sobre o capim-marandu, a morfogênese, a plasticidade fenotípica e os efeitos residuais da desfolhação	10
1.1 Introdução	10
1.2 Capim-marandu: origem e características zootécnicas	11
1.3 Manejo de pastejo do capim-marandu	13
1.4 Morfogênese de gramíneas forrageiras	16
1.4.1 Taxa de alongamento foliar	18
1.4.2 Taxa de aparecimento de lâmina foliar e filocrono	20
1.4.3 Taxa de alongamento de colmo	21
1.4.4 Duração de vida da lâmina foliar	21
1.4.5 Índice de área foliar	22
1.5 Plasticidade fenotípica em plantas forrageiras e respostas à desfolhação	23
1.6 Efeitos residuais de manejo de desfolhação em gramíneas tropicais	29
REFERÊNCIAS	35
CAPÍTULO 2 - O desenvolvimento do capim-marandu mantido em <i>steady state</i> é influenciado pelo manejo prévio da desfolhação?	48
2.1 Introdução	50
2.2 Materiais e métodos	52
2.3 Resultados	56
2.4 Discussão	61
2.5 Conclusões	65
REFERÊNCIAS	66

RESUMO

Os efeitos residuais do manejo da desfolhação de gramíneas forrageiras tropicais são motivos de preocupação, tanto para manejadores de pasto em fazendas, quanto para pesquisadores da área de Forragicultura. Algumas técnicas de manejo, como o corte de uniformização, através de roçada, vem sido utilizadas em ambos os casos para amenizar ou remover tais efeitos. Nesse sentido, foi realizado um experimento com capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu) objetivando compreender a eficiência do corte de uniformização em dosséis forrageiros na remoção de efeitos residuais de manejos anteriores em estações subseqüentes, bem como se este também promove tais efeitos. Os tratamentos foram definidos como as seguintes estratégias de desfolhação: (i) dossel com 30 cm durante todo o período experimental; (ii) dossel com 15 cm no verão, outono e inverno; e, após o corte (C) rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante (15-C-30); e (iii) dossel com 60 cm no verão, outono e inverno; e, após corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante (60-C-30). Foram analisados a taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC) e taxa de senescência foliar (TSeF) de perfilhos individuais, e, taxa de crescimento foliar (TCF), taxa de crescimento de colmo (TCC), taxa de senescência foliar (TSF) e a densidade populacional de perfilhos (DPP) dos dosséis forrageiros. Verificou-se que, comparativamente ao dossel sob 30 cm, as taxas de crescimento dos perfilhos individuais e dos dosséis forrageiros foram maiores naqueles submetidos ao corte de uniformização ao final do inverno apenas nos dois primeiros meses de avaliação. Nos dosséis forrageiros cortados (15-C-30 e 60-C-30), o padrão de desenvolvimento foi semelhante após o corte de uniformização. A população de perfilhos foi menor nos dosséis com 30 cm nos quatro últimos meses de avaliação, consequência da morte de perfilhos velhos que não foram cortados ao final do inverno, gerando uma queda na TCF nos meses de março e abril. Assim, concluiu-se que o corte de uniformização foi eficaz em suprimir os efeitos residuais dos manejos empregados nas estações anteriores e ainda proporcionou diferentes padrões de desenvolvimento do dossel, comparados ao dossel que foi sempre mantido sob a mesma altura durante todo período experimental.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha* syn. *Urochloa brizantha*; efeito residual; manejo estratégico da pastagem; morfogênese; plasticidade fenotípica, perfilho.

ABSTRACT

The residual effects of the defoliation management of tropical forage grasses are cause for concern, both for farm pasture managers and for researchers in forage science. Some management techniques, such as the uniformization cut, through mowing, have been used in both cases to suppress or remove such effects. In this sense, an experiment was conducted with marandu palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu) aiming to understand the efficiency of the uniformization cut in forage canopies to remove the residual effects from previous managements in subsequent seasons, and if the cut itself promotes such effects. The treatments were defined as the following defoliation strategies: (i) canopy with 30 cm throughout the experimental period; (ii) 15 cm canopy in summer, autumn and winter; and, after the cut (C), 30 cm from spring onwards (15-C-30); and (iii) 60 cm canopy in summer, autumn and winter; and, after the cut, 30 cm from spring onwards (60-C-30). It was analyzed the leaf elongation rate (LEIR), stem elongation rate (SEIR) and leaf senescence rate (LSeR) of individual tillers, and the leaf growth rate (LGR), stem growth rate (SGR), leaf senescence rate (LSR) and tiller population density (TPD) of forage canopies. It was found that, compared to the canopy under 30 cm, the growth rates of individual tillers and forage canopies were higher in those submitted to the uniformization cut at the end of winter only in the first two months of evaluation. In the cut forage canopies (15-C-30 and 60-C-30), the development pattern was similar after the uniformization cut. The tillers population was lower in the 30 cm canopies in the last four months of the evaluation, because of the death of old tillers that were not cut at the end of winter, causing a decrease in the TCF in the months of March and April. Thus, it was concluded that the uniformization cut was effective in suppressing the residual effects of the managements used in the previous seasons and also caused different patterns of canopy development, compared to the canopy that was always kept at the same height throughout the experimental period.

Keywords: *Brachiaria brizantha* syn. *Urochloa brizantha*; morphogenesis; phenotypic plasticity; residual effect; strategic pasture management; tiller.

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPIM-MARANDU, A MORFOGÊNESE, A PLATICIDADE FENOTÍPICA E OS EFEITOS RESIDUAIS DA DESFOLHAÇÃO

1.1 Introdução

Desde seu lançamento e até os dias atuais, o capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) vem sendo utilizado vastamente para a produção de ruminantes a pasto no Brasil, devido à sua adaptação aos diversos climas e solos brasileiros, tolerância à cigarrinha das pastagens, propagação por sementes, flexibilidade de manejo do pastejo e boa produção de forragem, quando bem manejado.

A procura por estratégias de manejo que aumentem a produtividade do pasto tem sido alvo de diversos centros de pesquisa. Nesse sentido, o conhecimento dos padrões de desenvolvimento das plantas, bem como de suas respostas morfológicas às diversas condições de clima e de manejo, vem sendo estudadas por décadas, a fim de identificar e compreender como cada mecanismo fisiológico da planta responde aos estímulos causados pelas práticas de manejo.

Uma importante ferramenta utilizada na Forragicultura é o estudo da morfogênese das gramíneas forrageiras, que permite entender o padrão de crescimento da planta. A morfogênese é definida como a dinâmica de geração e expansão da planta no espaço (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). Nesse sentido, o estudo da morfogênese tem suma importância para caracterizar, identificar e determinar técnicas adequadas de manejo em sistemas produtivos com gramíneas forrageiras.

As gramíneas forrageiras evoluíram para se adaptar ao pastejo, o que gerou uma adaptação natural dessas plantas à desfolhação, que em parte é devido à sua plasticidade fenotípica. Esta pode ser definida como a habilidade da planta de promover mudanças nas características morfogênicas e estruturais, em resposta às diversas condições ambientais, incluindo a desfolhação promovida por pastejo (SILVA & NASCIMENTO JUNIOR, 2007).

A plasticidade fenotípica do dossel forrageiro é um mecanismo de equilíbrio frente às mudanças ambientais e permite a perenidade do pasto. Esse processo promove adaptações graduais e reversíveis das características morfogênicas, em resposta a um fator ou conjunto de fatores ambientais, a fim de manter a sua atividade fotossintética (SBRISSIA & SILVA, 2008).

Os efeitos adaptativos causados pela plasticidade fenotípica, expressados pelas modificações das características morfogênicas das plantas, ocorrem de maneira gradual e podem promover um efeito residual no pasto. Assim, entender o processo adaptativo das gramíneas forrageiras, bem como compreender a magnitude e a duração desses efeitos residuais, são necessários para identificar, de modo mais abrangente e detalhado, as respostas dos pastos frente às diversas ações de manejo da pastagem.

A seguinte revisão foi escrita com o objetivo de contextualizar a utilização da morfogênese para o entendimento da plasticidade fenotípica das gramíneas forrageiras 3tropicais, em resposta ao manejo da desfolhação; bem como analisar se possíveis efeitos residuais de manejos anteriores têm sido considerados nos trabalhos de pesquisa com morfogênese de gramíneas forrageiras tropicais.

1.2 Capim-marandu: origem e características zootécnicas

Em 1984, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) foi lançada no mercado brasileiro, sendo resultado de trabalhos de pesquisa do CNPGC (Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte) da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), situado no município de Campo Grande, MS, em parceria com o CPAC (Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado), também da EMBRAPA, localizado no Distrito Federal. Esses centros de pesquisa avaliaram sementes de *Urochloa brizantha* adquiridas da Estação de Pesquisas em Pastagens de Marandela, do Zimbábue, na África.

O capim-marandu se tornou, então, uma das gramíneas do gênero *Brachiaria* syn. *Urochloa* mais semeadas até os dias atuais para formação de pastagens, devido, dentre outros fatores, ao fato de ser tolerante às cigarrinhas das pastagens, ter boa capacidade de produção de forragem e boa competição com plantas invasoras, quando o pasto é bem manejado (NUNES et al., 1985; RENVOIZE et al., 1996).

Segundo Macedo (2005), no início dos anos 2000, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu constituía cerca de 80% das pastagens em alguns estados da região Norte; e cerca de 50% das pastagens formadas no Brasil, confirmando a sua relevância no estabelecimento de pastagens nos sistemas de produção.

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu é uma planta robusta, de crescimento cespitoso, que em crescimento livre pode atingir de 1,5 a 2,5 metros. Sua boa adaptação permite que a planta seja cultivada em até 3.000 m de altitude, precipitação anual ao

redor de 700 mm e suporta cerca de cinco meses de seca no inverno (SOARES FILHO, 1994). O cultivar é recomendado para áreas de média a boa fertilidade, embora tolere acidez no solo. A temperatura ótima para seu desenvolvimento está entre 30 e 35°C, sendo a mínima para crescimento de 15°C, embora tolere geada. Apresenta reduzida tolerância ao sombreamento, desenvolvendo-se abundantemente a sol pleno e não tolera alagamentos (GHISI & PEDREIRA, 1987).

O capim-marandu apresenta colmos iniciais de crescimento prostrado, mas com emissão de perfilhos predominantemente eretos. Seus rizomas são curtos e encurvados. Os colmos floríferos são eretos, com perfilhamento nos nós superiores, levando à proliferação de inflorescências que atingem até 40 cm de comprimento, geralmente com 4 a 6 ráculos. Suas lâminas foliares são largas e longas, glabras na face superior, com pubescência na face inferior, e bordos não cortantes. As bainhas são pilosas, enquanto os entrenós apresentam pelos na porção apical (NUNES et al., 1985).

Como descrito por Boldrini et al. (2006), em plantas do gênero *Urochloa*, observa-se a prevalência da reprodução assexuada por apomixia (formação da semente sem que ocorra a fusão de gameta masculino com o gameta feminino na constituição do embrião), devido aos problemas na meiose durante a divisão celular e, conseqüentemente, originando cromossomos danificados. Assim, a planta se autofecunda a partir sequências de eventos na formação do saco embrionário. Isso possibilita uma uniformidade na formação e manutenção dos pastos do ponto de vista prático, através da clonagem das sementes pela apomixia, onde cada planta fecundada é uma réplica perfeita da planta mãe.

A cultivar Marandu pode produzir de 10.000 a 12.000 kg/ha.ano⁻¹ de MS em condições de pastejo e sem adubação nitrogenada (VALLE et al., 2001). Vale realçar que as condições de clima e manejo, como temperatura, umidade do ar, pluviosidade, radiação solar, adubação e o manejo do pastejo interferem na produção de forragem das plantas forrageiras.

Conforme relatado por Valle et al. (2001), de maneira geral e sem adubações de reposição, as pastagens de diferentes espécies de *Urochloa*, implantadas em solos fracos, suportam de 0,7 a 1,2 unidades animais (UA)/ha, apresentam baixa produtividade, em torno de 300 kg/ha.ano de peso corporal, e dificilmente expressarão seus potenciais produtivos.

1.3 Manejo de pastejo do capim-marandu

O manejo de pastejo, que consiste no monitoramento e condução do processo de colheita de forragem pelo animal, é uma das principais ações de manejo das pastagens, que permite controlar a estrutura do dossel forrageiro e, com isso, os seus efeitos sobre o animal (HODGSON, 1990). Assim, o manejo do pastejo possibilita a definição de critérios práticos para, por exemplo, a entrada e saída dos animais em um piquete, ou o ajuste da taxa de lotação na pastagem.

Dentre os métodos de lotação, a lotação contínua e a lotação intermitente são os mais utilizados na produção de ruminantes. O método de lotação intermitente se caracteriza pela mudança dos animais de forma periódica e frequente entre as subdivisões da pastagem (piquetes). O período de ocupação ocorre quando os animais estão presentes no piquete e consumindo forragem, enquanto o período de descanso em lotação intermitente consiste no tempo em que o piquete não está ocupado por animais, permitindo o crescimento da planta forrageira e o acúmulo de forragem para ser consumida no período de ocupação subsequente (HODGSON & DA SILVA, 2000). Enquanto isso, o período de descanso em manejo de pastagens em lotação contínua acontece imediatamente após o último evento de desfolhação realizado pelo animal, até o momento em que a planta volta a ser pastejada.

Hodgson & Da Silva (2000) afirmaram que, na modalidade de pastejo intermitente, não se recomenda trabalhar com dias fixos de descanso, pois quando as condições climáticas são favoráveis ao crescimento ou a pastagem é irrigada ou adubada, principalmente com nitrogênio, a planta pode crescer a ponto de expressar alongamento excessivo de colmos e morte de folhas, reduzindo o valor nutritivo do pasto e comprometendo a eficiência de pastejo.

Com base nos resultados dos trabalhos pioneiros com os capins Mombaça (CARNEVALLI et al., 2006), Tanzânia (BARBOSA et al., 2007), Xaraés (PEDREIRA et al., 2007) e Marandu (GIACOMINI et al., 2009), todos submetidos à lotação intermitente, foi possível demonstrar que o conceito de índice de área foliar crítico, condição na qual o pasto intercepta 95% da luz incidente, pode ser aplicado como critério para interromper o período de descanso/iniciar um período de ocupação (condição de pré-pastejo) para as gramíneas forrageiras tropicais.

Esses autores observaram que o maior acúmulo de lâminas foliares foi obtido quando esses capins interceptavam 95% da luz e que a interrupção do período de

rebrotar, além desse ponto, resultou em alterações indesejáveis na estrutura do dossel forrageiro, caracterizadas pelo acúmulo excessivo de colmo e material morto na massa de forragem no pré-pastejo. Além disso, os autores observaram grande correlação entre a altura do dossel e sua interceptação luminosa (IL), indicando que a altura do dossel poderia ser usada como alvo de manejo confiável para monitoramento da frequência de pastejo.

Nesse contexto, Gimenes et al. (2011) avaliaram a produção animal em pastos de capim-marandu submetidos ao pastejo rotativo, com duas frequências de pastejo, que foram definidas de acordo com as alturas dos pastos, 25 cm (correspondente a 95% IL) e 35 cm (correspondente a IL máxima), e duas doses de adubo nitrogenado (50 e 200 kg/ha de nitrogênio por ano). Todas as estratégias de manejo foram associadas a uma condição de pós-pastejo de 15 cm. Nesse caso, a adubação acelerou o crescimento das plantas, o que aumentou o número de ciclos de pastejo. Independentemente das doses de nitrogênio (N), pastos manejados com 25 cm de altura apresentaram maiores taxas de lotação e ganhos de peso por animal e por área em relação aos manejados a 35 cm.

O pasto manejado com 25 cm apresentou melhor valor nutritivo, resultado de uma maior porcentagem de folhas e menores porcentagens de colmo e de material morto, o que possibilitou um melhor desempenho animal. Além disso, os autores observaram que as perdas de forragem por pastejo foram superiores nos pastos manejados com 35 cm do que naqueles com 25 cm. Dessa forma, baseado na produção animal, ratificou-se que, independentemente da dose de N utilizada, o período de descanso do capim-marandu deve ser interrompido quando a altura do dossel atingir 25 cm, conforme já tinha sido apontado por Giacomini et al. (2009).

Além de definir a condição de pré-pastejo, também é necessário identificar o momento adequado para a retirada dos animais do pasto, ou seja, a determinação do resíduo ou condição de pós-pastejo adequado ao final do período de ocupação. É importante ressaltar que, geralmente, o aumento da intensidade de pastejo resulta em melhoria da eficiência de pastejo, entretanto, o desempenho animal é reduzido (DIFANTE et al., 2010). Isso reforça a importância de se avaliar a resposta do animal para a definição do resíduo pós-pastejo adequado para otimizar as produções por animal e por área.

Nesse sentido, Trindade et al. (2007) avaliaram as modificações na estrutura do pasto e o comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-

marandu. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas intensidades de pastejo (resíduos pós-pastejo de 10 e 15 cm) e dois intervalos de pastejo (equivalente ao período necessário para que pastos atingissem 95% e IL máxima). Durante o processo de pastejo, os tratamentos de IL máxima resultaram em maiores bocados, mas menores taxas de ingestão e porcentagem de folhas na forragem consumidas, em comparação com os 95% de IL do pasto. Os pastos manejados com 95/10 e 95/15 estiveram associados às maiores atividade de pastejo e taxa de ingestão de forragem, sugerindo maior ingestão diária de forragem. No entanto, o pasto 95/15 apresentou maior proporção de folhas na forragem ingerida e nos menores valores de frequência e intensidade de desfolhação de folhas. Esse padrão de desfolhação resultou em maior área foliar remanescente, favorecendo a rebrota seguinte e encurtando os ciclos de pastejo.

Carvalho et al. (2004) informaram que o melhor uso do pasto se dá na faixa de 50 a 60% de eficiência de pastejo, quando ocorre otimização dos ganhos de peso por animal e por área. Adicionalmente, Carvalho et al. (2009), com base em diversos resultados de pesquisa, concluíram que a redução de mais de 40% da altura do pasto na condição de pré-pastejo resulta em diminuição da taxa de remoção de forragem, uma consequência dos aumentos de colmo e material morto no horizonte de pastejo, limitando a profundidade de bocado.

Assim, com base nos resultados e considerações feitas por Carvalho (2009) e Trindade et al. (2007), é possível recomendar uma altura média de 15 cm na condição de pós-pastejo para o capim-marandu sob lotação intermitente.

No modelo de pastejo em lotação contínua, a área de pastagem está sempre ocupada por animais em pastejo, porém a taxa de lotação pode ser variável (HODGSON, 1990), a fim de evitar situações de subpastejo e superpastejo (DA SILVA & SBRISIA, 2000).

Como descrito por Sbrissia (2004), o manejo em lotação contínua do capim-marandu tem relativa estabilidade da produção de forragem quando o pasto é manejado numa amplitude de 20 a 40 cm, consequência de uma compensação entre número, área foliar e peso de perfilhos individuais, de tal forma que pastos mantidos mais baixos possuem uma alta densidade populacional de perfilhos pequenos; e vice-versa. Desse modo, o manejo do pastejo do capim-marandu em lotação contínua depende do objetivo do pecuarista em relação à taxa de lotação, à produção por área e ao desempenho

animal, que serão maiores nos pastos com 20, 30 e 40 cm, respectivamente (GONÇALVES, 2002).

O conhecimento das condições ou alturas dos pastos de capim-marandu mais adequadas para a produção animal e para o crescimento vegetal, tanto em condição de lotação contínua, quanto em lotação intermitente, se dá a partir do estudo das características estruturais e da morfogênese dessas plantas. Dessa forma, o estudo da morfogênese de gramíneas tropicais é importante.

1.4 Morfogênese de gramíneas forrageiras

Em gramíneas, a unidade modular de crescimento é denominada de perfilho, cujo desenvolvimento morfológico baseia-se na sucessiva diferenciação de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento (VALENTINE e MATTHEW, 1999), a partir do meristema apical (BRISKE, 1991). Um fitômero é formado basicamente por uma folha (lâmina foliar e bainha foliar), entrenó e um nó com sua respectiva gema axilar (EVANS & GROVER, 1940; NELSON, 2000).

Uma gramínea forrageira é composta por um conjunto de perfilhos formados a partir da sobreposição de fitômeros. Segundo Hodgson (1990), é possível separar as estruturas do perfilho em: folhas completamente expandidas e fotossinteticamente ativas, folhas em expansão que ainda não atingiram a sua capacidade fotossintética total, folhas que ainda não emergiram e dependem dos fotoassimilados produzidos por folhas mais velhas para crescer, folhas senescentes, meristema apical, gemas axilares, e, dependendo do tipo de perfilho, sistema radicular.

Segundo Jewiss (1972), perfilhos que emergem de gemas localizadas na base da coroa das plantas são chamados de perfilhos basais, e os oriundos de gemas laterais dos perfilhos principais são os perfilhos aéreos. O mesmo autor mencionou que, conforme o estágio de desenvolvimento, esses perfilhos podem ser caracterizados como vegetativos ou reprodutivos, sendo esses últimos caracterizados pela emissão da inflorescência ao final de seu ciclo de vida.

A morfogênese é definida por Chapman & Lemaire (1993) como a dinâmica de geração (*gênesis*) e expansão da forma (*morphos*) da planta no espaço; e é descrita por três características básicas: aparecimento, alongamento e duração de vida da lâmina foliar (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). Adicionalmente, outro componente morfogênico importante e que deve ser levado em consideração para gramíneas de

clima tropical é o alongamento do colmo (SBRISSIA & DA SILVA, 2001), que incrementa a produção de forragem (SANTOS, 2002) e assume grande importância nas variáveis estruturais do dossel.

A combinação das variáveis morfogênicas determina as três principais características estruturais dos pastos: i) tamanho da folha, que é determinada pela relação entre a taxa de aparecimento de folhas (TAF) e a taxa de aparecimento de perfilhos (TAP), uma vez que para um dado genótipo, o período de alongamento para uma folha é uma fração constante do intervalo entre o aparecimento de folhas sucessivas (ROBSON, 1967; DALE, 1982); ii) densidade populacional de perfilhos (DPP), a qual é parcialmente relacionada com a TAF, que, por sua vez, determina o número potencial de locais (pontos) para aparecimento de perfilhos (DAVIES, 1974).; iii) Número de folhas verdes/vivas por perfilho, que é resultante do produto entre a duração de vida da folha e a TAF.

Apesar de determinadas geneticamente, essas características podem ser influenciadas por variáveis de ambiente, como temperatura (DURU & DUCROCQ, 2000), intensidade luminosa (RYLE, 1966; VAN ESBROECK, 1989), disponibilidade hídrica (DURAND et al., 1997; MORALES, 1998), nutrientes (THOMAS, 1983; LONGNECKER et al., 1993; GARCEZ NETO et al., 2002) e efeitos do pastejo (BARBOSA et al., 2002; GOMIDE et al., 2002), as quais definem as taxas e duração dos processos. Essas variáveis irão influenciar as características morfogênicas de acordo com as diversas condições de crescimento das plantas forrageiras, que por sua vez, influenciam as características estruturais do dossel, em um sistema que se auto alimenta, de acordo as interações entre ambiente, planta e manejo (Figura 1).

Gomide (2002), baseado no esquema proposto por Chapman & Lemaire (1993), retratou a relação entre as variáveis morfogênicas e as características estruturais do pasto. As taxas de aparecimento e alongamento de lâmina foliar e a duração de vida da lâmina foliar constituem as características morfogênicas do perfilho, que devido à ação da luz, temperatura, água e nutrientes determinam as características estruturais do pasto, número e tamanho da lâmina foliar e densidade de perfilhos, responsáveis pelo índice de área foliar (IAF) do pasto. Por sua vez, o IAF condicionado pelo manejo, influencia o número de perfilhos e o alongamento da lâmina foliar. Assim, cada item do diagrama atua no ciclo que é retroalimentado pelas mesmas características (morfogênicas e estruturais) em conjunto com o manejo e condições ambientais (Figura 1).

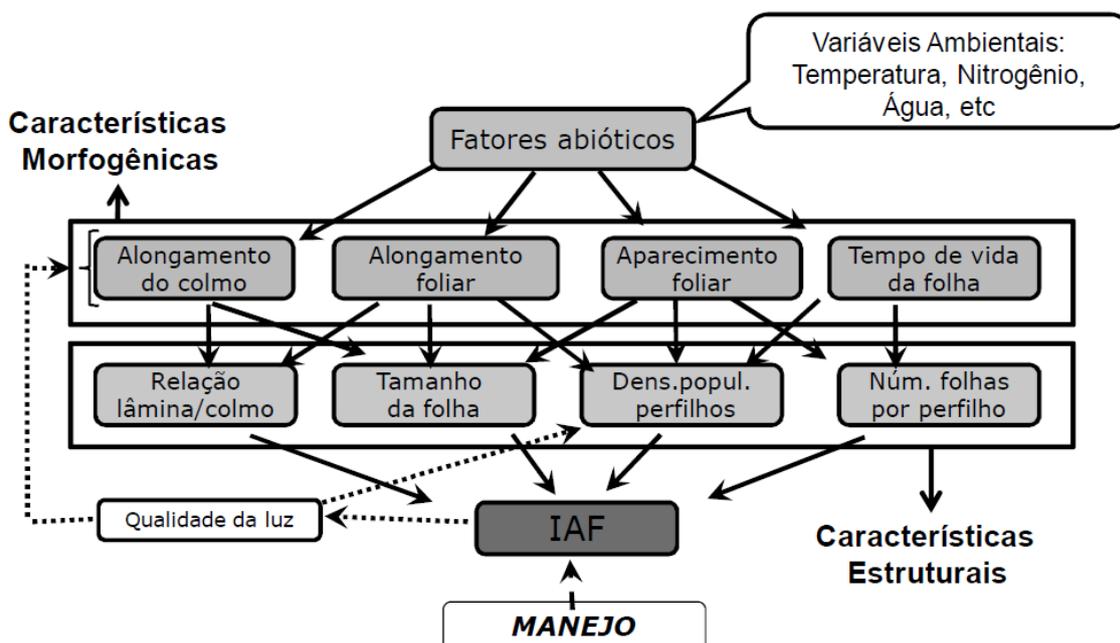


Figura 1. Relação entre as características morfogênicas e estruturais do pasto (Chapman & Lemaire, 1993, adaptado por Sbrissia & Da Silva (2001) e Cândido (2003).

O estudo das características morfogênicas e estruturais das espécies forrageiras permite a compreensão detalhada do processo de produção de forragem, além da possibilidade de adoção de práticas de manejo adequadas (GOMIDE et al., 2006). Para Hodgson (1990), os estudos de componentes do dossel, como o surgimento de perfilhos e folhas, podem auxiliar no entendimento das relações entre manejo de pastagem e as respostas da planta forrageira.

1.4.1 Taxa de alongamento da lâmina foliar

A taxa de alongamento da lâmina foliar (TALF) é a variação média no comprimento da lâmina foliar em expansão durante um período; e é obtida por meio da diferença entre o comprimento final e inicial das lâminas foliares de cada perfilho dividido pelo número de dias de avaliação. Esta característica varia de acordo com o genótipo, o nível de inserção da lâmina foliar (SILSBURY, 1970; ROBSON, 1973; THOMAS, 1983; GOMIDE, 2002), o estresse hídrico (WARDLAW, 1972; HORST et al., 1978), a temperatura (ROBSON, 1982; COLLINS & JONAS, 1988), a luz (ROBSON, 1982), a estação do ano (BARBOSA et al., 1996) e a nutrição mineral (MAZZANTI & LEMAIRE, 1994; PEARSE & WILMAN, 1984).

O crescimento de lâminas foliares de gramíneas ocorre na região basal da lâmina foliar, a qual é completamente encoberta pelas bainhas das lâminas foliares mais velhas (DAVIDSON & MILTHORPE, 1966; KEMP, 1980). Segundo Skinner e Nelson (1995), células meristemáticas da bainha estão presentes relativamente mais cedo nas lâminas foliares em desenvolvimento.

A TAlF correlaciona-se positivamente com a massa de forragem (HORST et al., 1978) e com a produção por perfilho (NELSON et al., 1977), porém, negativamente com o número de perfilhos por planta (JONES et al., 1979).

Variações nas condições de ambiente sob as quais as plantas estão crescendo podem alterar a TAlF, mas os efeitos mais pronunciados são aqueles relacionados à temperatura (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996) e à disponibilidade de nitrogênio (GASTAL et al., 1992). Esta variável responde prontamente a qualquer mudança em temperatura percebida pelo meristema apical (PEACOCK, 1975). Lemaire & Agnusdei (2000) relataram que a TAlF apresenta padrão de resposta exponencial quando a temperatura média diária se mantém em 5 a 17 °C nas gramíneas C3 e 12 a 20 °C nas gramíneas C4. Acima desses limites, a TAlF é linear, até que os níveis ótimos de temperatura sejam atingidos para cada espécie (NABINGER & PONTES, 2001).

A resposta da TAlF às práticas de manejo pode variar entre espécies e dentro de cada espécie (NABINGER & PONTES, 2001). Almeida et al. (1997) reportaram aumentos na TAlF à medida que se aumentaram os níveis de oferta de forragem no pasto de capim-elefante cv. Mott. Já Barbosa et al. (2002), em pesquisa com a cultivar Tanzânia sob pastejo rotativo, não encontraram diferenças na TAlF decorrentes da altura do resíduo pós-pastejo. A TAlF também não foi influenciada pelas ofertas de forragem (4, 7, 10 e 13%), em trabalho conduzido por Casagrande et al. (2010) com o capim-marandu, e em trabalho realizado por Peternelli (2003) com pastagens de *Urochloa decumbens* e *Urochloa brizantha*.

Alexandrino et al. (2004), trabalhando com o capim-marandu em três doses de N e oito tempos de rebrotação, reportaram que a TAlF e o comprimento final da lâmina foliar elevou-se com o aumento do suprimento de N, porém plantas que receberam maior dose de N tiveram maior perda por senescência. Os autores concluíram que a adubação nitrogenada e o tempo de rebrotação influenciam o crescimento e, por isso, devem ser considerados no manejo da pastagem.

1.4.2 Taxa de aparecimento de lâmina foliar e filocrono

A taxa de aparecimento da lâmina foliar (TApF) é a variável morfogênica expressa como o número médio de lâminas foliares surgidas em um perfilho por unidade de tempo (ANSLOW, 1966).

O tamanho da lâmina foliar é inversamente proporcional à TApF (HUME, 1991), a qual varia entre e dentro espécies. Em ambiente uniforme, a TApF é considerada constante, porém é amplamente influenciada por mudanças estacionais. As flutuações estacionais são causadas não apenas pela temperatura, mas também por mudanças na intensidade luminosa, no fotoperíodo e na disponibilidade de água e nutrientes no solo (LANGER, 1963).

Alexandrino et al. (2004), trabalhando com o capim-marandu em três doses de N e oito tempos de rebrotação, relataram que a TApF foi afetada positivamente com o aumento da dose de N, através da maior presença de nutrientes nas regiões de divisão e alongamento celular. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcez Neto et al. (2002) com o capim-mombaça.

Os efeitos de corte ou pastejo sobre a TApF estão frequentemente relacionados à altura da bainha de lâminas foliares remanescentes (SKINNER & NELSON, 1995; DURU e DUCROCQ, 2000; BARBOSA et al., 2002). De acordo com Skinner & Nelson (1995), o maior comprimento da bainha conduz a planta à menor TApF, uma vez que a distância percorrida pela lâmina foliar desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do colmo é maior. Esse padrão de resposta, verificado em plantas de clima temperado, também foi encontrado em gramíneas tropicais, como *Urochloa decumbens* sob lotação contínua (GRASSELLI et al., 2000) e o capim-tanzânia sob pastejo rotativo (BARBOSA et al., 2002), nos quais verificou-se que a TApF reduziu com o aumento da altura do pasto. O pastejo intenso favorece a TApF, enquanto reduz a TAIF. De fato, quanto menor a altura do colmo, maior a TApF (GRANT et al., 1981).

Os genótipos com alta TApF têm um maior potencial de perfilhamento, produzindo pastos com maior número de perfilhos que aqueles com baixa TApF (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

O inverso da TApF determina o filocrono (FILOC), que é o intervalo de tempo para o surgimento de duas lâminas foliares sucessivas no mesmo perfilho. Durante cada FILOC, é adicionado ao perfilho um novo fitômero (lâmina foliar, bainha foliar, nó,

entrenó e gema axilar), que é a unidade modular de desenvolvimento e crescimento de gramíneas (WILHELM & MASTER, 1995).

1.4.3 Taxa de alongamento de colmo

A taxa de alongamento do colmo (TAIC) é a variação média no comprimento do colmo durante um período. Essa característica é importante para as gramíneas tropicais, em particular para aquelas de crescimento ereto, pois interfere significativamente na estrutura do pasto e no equilíbrio do processo de competição por luz (SBRISSIA & DA SILVA, 2001).

O desenvolvimento de colmos pode favorecer o aumento da massa de forragem, mas pode ter efeitos negativos no aproveitamento e no valor nutritivo da forragem produzida (SANTOS, 2002), pois o colmo pode criar impedimento físico ou dificultar que as lâminas foliares sejam consumidas durante o pastejo (GOMIDE et al., 2006).

O colmo compromete a estrutura do pasto e a eficiência de pastejo, em virtude de redução na relação lâmina foliar:colmo, que, por sua vez, diminui o desempenho dos animais em pastejo, bem como a densidade de lâminas foliares verdes (EUCLIDES et al., 2000). Segundo Skinner & Nelson (1995), o alongamento do colmo atua negativamente sobre o aparecimento foliar, mas positivamente sobre o comprimento da lâmina foliar, em razão do aumento do percurso da lâmina foliar dentro do pseudocolmo.

1.4.4 Duração de vida da lâmina foliar

A duração de vida da lâmina foliar (DVF) é o intervalo médio de tempo entre o surgimento e a morte da lâmina foliar, ou seja, é o período durante o qual há acúmulo de lâminas foliares no perfilho sem que seja detectada qualquer perda por senescência. A DVF tem o papel fundamental no manejo, pois além de indicar o potencial máximo de rendimento (máxima quantidade de material vivo por área), indica a intensidade de desfolhação sob lotação contínua ou a frequência do pastejo de lotação intermitente (GOMIDE et al., 2006).

Assim, a DVF pode ser vista como o período de acúmulo de lâminas foliares no perfilho, sem perda por senescência (NASCIMENTO JR. et al., 2002). Estabelecido o processo de senescência e atingido o equilíbrio entre a produção e a morte de lâminas

foliares, é definido o rendimento-teto do perfilho, pois o número de lâminas foliares vivas em um perfilho é uma constante genotípica (DAVIES, 1988).

A DVF é determinada por características genéticas e influenciada por fatores ambientais (HODGSON, 1990; LEMAIRE & AGNUSDEI, 2000). Na literatura são encontrados trabalhos enfatizando os fatores que atuam na DVF, como disponibilidade hídrica (SILVA et al. 2005), adubação nitrogenada e alturas de corte ou pastejo (GARCEZ NETO et al., 2002), dentre outros.

Casagrande et al. (2010), em trabalho com o capim-marandu sob quatro ofertas de forragem (4, 7, 10 e 13% do peso vivo animal), obtiveram valores de DVF que variaram de 36,8 a 48,6 dias, sendo esses valores próximos daqueles citados por Corsi et al. (1994) para *Urochloa brizantha*, que variaram de 37,0 a 47,0 dias.

1.4.5 Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) é a área de uma face das lâminas foliares, dividida pela área de solo que ocupam (WATSON, 1947). Os valores de IAF encontrados na literatura referem-se a estimativas pontuais de área foliar de determinada cultura em determinado estágio de desenvolvimento (LUPINACCI, 2002), pois a área foliar que ocupa determinada superfície de solo varia quase que instantaneamente ao longo do ciclo da planta.

Brown & Blaser (1968) e Brougham (1956) foram os primeiros pesquisadores que aplicaram o conceito de IAF, relacionando-o ao processo de crescimento de plantas forrageiras e ao manejo do pastejo. Eles sugeriram o uso desse índice como ferramenta capaz de simplificar o entendimento das complexas relações entre a interceptação luminosa (IL) e os processos fisiológicos associados ao acúmulo de massa seca das plantas (DA SILVA & PEDREIRA, 1997). Assim, a produção de forragem é limitada pela quantidade de luz interceptada pelo pasto (que depende do IAF), pela eficiência desse pasto na conversão da energia luminosa em matéria seca (VERHAGEN et al., 1963) e pela presença de limitações quantitativas de água e nutrientes (DONALD e BLACK, 1958).

Normalmente, quanto maior o IAF, maior a capacidade de IL pelo pasto (BROWN & BLASER, 1968), embora isso nem sempre seja verdadeiro. A distribuição do IAF nos estratos da estrutura vertical do pasto pode explicar, em parte, as eventuais

diferenças em produção, além de determinar diferentes regimes ótimos de desfolhação devido às diferenças morfológicas entre plantas (RHODES, 1971).

O ângulo de inserção foliar, medido pela conformação e angulatura entre a base da lâmina foliar e o colmo também é importante na caracterização da arquitetura do pasto, pois não afeta somente a iluminação da lâmina foliar totalmente exposta, mas também a sombra projetada e o fluxo de radiação disponível às lâminas foliares inferiores (LOOMIS & WILLIAMS, 1969), afetando a extensão de penetração da luz no pasto e, portanto, a modulação do crescimento das plantas através da produção de fotoassimilados. Logo, plantas com folhas dispostas horizontalmente interceptam a luz com IAF menor que plantas com folhas eretas, resultando em menor acúmulo de matéria seca por unidade de área.

Gomide et al. (1997), estudando a *Urochloa decumbens* dentro de uma amplitude de alturas variando entre 10 e 50 cm, obtiveram variação no índice de área foliar de 3,3 a 8,4, respectivamente, e a produção de forragem variou, para a mesma amplitude de alturas, de 4.400 a 15.200 kg/ha de MS, respectivamente. Já a amplitude de variações encontradas no IAF nas espécies do gênero *Urochloa* é de 1 a 15, segundo Alcântara (1987) e Grasselli et al. (2000).

Alterações na área foliar, medidas pelo IAF, influenciam diretamente a capacidade de interceptação luminosa da planta e do dossel, promovendo mudanças tanto em suas características morfogênicas, pela alteração na taxa de alongamento de folhas, quanto em suas características estruturais, quer diretamente sobre a densidade populacional de perfilhos, quer indiretamente pelos efeitos derivados da alteração na taxa de alongamento de folhas. Essas mudanças visam assegurar a rebrotação e a perenidade da planta forrageira, e integram um conjunto de características adaptativas chamado plasticidade fenotípica (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

1.5 Plasticidade fenotípica em plantas forrageiras e respostas à desfolhação

As plantas são sensíveis às variações do ambiente e podem adaptar sua morfogênese através de uma resposta plástica. Esse fenômeno, chamado de "plasticidade morfológica" ou "plasticidade fenotípica" (BRADSHAW, 1965), possui uma importante função na adaptação de espécies forrageiras à desfolhação. A plasticidade fenotípica pode ser definida como uma mudança progressiva e reversível nas características morfogênicas de plantas individuais (LEMAIRE & AGNUSDEI,

2000). Nesses termos, pastagens podem ser consideradas como sistemas altamente regulados, onde qualquer mudança estrutural do pasto determina respostas na morfogênese de plantas, que por sua vez, modificam e formam uma nova estrutura de pasto. Dentro desse contexto, o IAF aparece como sendo o maior integrador de características estruturais do dossel. O primeiro efeito da desfolhação é a variação no IAF entre dois extremos (pré e pós-desfolha), o que determina a amplitude das respostas plásticas que as plantas têm que desenvolver durante uma escala de tempo.

A desfolhação da planta forrageira causada por corte ou pastejo promove respostas nas características morfogênicas intrínsecas da planta, como a área foliar remanescente e a quantidade de gemas de crescimento expostas à radiação que promovem a rebrotação (JACQUES, 1973). Assim, o primeiro efeito imediato da desfolhação sobre a planta é a redução de sua área foliar e, conseqüentemente, de sua capacidade em interceptar luz (LEMAIRE, 2001), de tal forma que a fotossíntese global da planta é instantaneamente reduzida (BRISKE & RICHARDS, 1995). O resultado dessa redução na captura de luz sobre a economia de carbono na planta depende da proporção de tecido removido, do grau de desfolhação das plantas vizinhas e da capacidade fotossintética do tecido foliar remanescente após a desfolhação (LEMAIRE, 2001).

A redução na fotossíntese que ocorre após a desfolhação não é necessariamente proporcional à área foliar ou biomassa removida, já que concomitantemente ocorre uma modificação no microclima do dossel, associada a contribuições desiguais de folhas de diferentes idades e, em alguns casos, fotossíntese compensatória (BRISKE & RICHARDS, 1995). Como exemplo, podem-se citar as folhas maduras, originalmente sombreadas, que com a desfolhação ainda permanecem na planta, porém sem limitação de luz. Nesse caso, a taxa fotossintética do dossel é reduzida numa extensão maior que a proporção de área foliar removida pela desfolhação, consequência da menor capacidade fotossintética das folhas remanescentes (LUDLOW & CHARLES-EDWARDS, 1980). Por outro lado, uma desfolhação leniente pode conduzir a apenas uma pequena redução na assimilação de carbono pela planta, podendo, inclusive, gerar um efeito positivo caso essa desfolhação seja acompanhada de uma remoção de folhas de plantas vizinhas. Assim, se uma grande proporção de folhas jovens permanece na planta após a desfolhação, a redução na fotossíntese do dossel é mais diretamente relacionada com a quantidade de área foliar removida, de tal forma que medidas de taxas fotossintéticas do

dossel são mais fortemente correlacionadas com o potencial para rebrotação do que medidas de fotossíntese de folhas individuais (PARSONS et al., 1983; KING et al., 1984).

Normalmente, quanto maior o IAF do pasto, maior sua capacidade de interceptar luz (HODGSON, 1990). Num valor de IAF chamado “ótimo” ($IAF_{\text{ótimo}}$), a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente, com um mínimo de auto-sombreamento, proporcionaria o máximo valor de taxa de crescimento da cultura (TCC, massa de matéria seca acumulada por unidade de área por unidade de tempo) (WATSON, 1958). O valor de IAF que proporciona 95% de interceptação luminosa e no qual o valor de TCC está próximo do máximo, é definido como “crítico” ($IAF_{\text{crítico}}$). Abaixo do $IAF_{\text{ótimo}}$, as TCC são dependentes do IAF e são reduzidas à medida que a interceptação da luz incidente é incompleta. Acima do $IAF_{\text{ótimo}}$, a redução da TCC é causada pelo aumento das perdas respiratórias, consequência do sombreamento excessivo, que resulta num balanço negativo de carbono (HAY & WALKER, 1989). BROUGHAM (1957) demonstrou que diferenças no $IAF_{\text{ótimo}}$ entre gramíneas, leguminosas e pastos consorciados podem ser explicadas por diferenças de arquitetura do dossel. Em geral, a predominância de folhas horizontais, como ocorre nos trevos (*Trifolium repens*), proporciona a habilidade de interceptar mais luz com um IAF menor, o que, todavia, não deve ser visto como uma vantagem em termos produtivos.

Como o tamanho e o número de folhas por perfilho têm plasticidade limitada, o ajuste no IAF do pasto é feito com maior rapidez através de variações na população de perfilhos (MATTHEW et al., 1999), sendo que quanto maior o número de perfilhos maior a competição entre eles por luz e, com isso, menor seu desenvolvimento e tamanho final. A contrapartida também é válida, ou seja, quanto menor o número de perfilhos, maior seu desenvolvimento (BRISKE, 1996). De acordo com Bircham & Hodgson (1983), é esse mecanismo de controle “homeostático” de comunidades de plantas em pastagens responsável pelas mudanças na dinâmica populacional de perfilhos, promovendo o ajuste entre o peso e número dos mesmos, de maneira a minimizar o efeito da desfolhação sobre o IAF e a produção de forragem do pasto. Hodgson (1990) descreveu com propriedade o ciclo de vida de uma comunidade de perfilhos, apontando que os perfilhos surgem, desenvolvem-se, aumentam de tamanho e acabam promovendo um “auto-desbate” em perfilhos mais fracos, localizados mais próximos ao solo, onde a luminosidade é baixa. Nesse sentido, quanto maior o tamanho

dos perfilhos, menor o número de perfilhos que podem ser mantidos na área (MATTHEW et al., 1995; SBRISSIA et al., 2001).

A principal adaptação fisiológica de plantas após a desfolhação seria aquela associada com alocação preferencial de C para os meristemas (RYLE & POWELL, 1975; SCHNYDER & DE VISER, 1999), com a finalidade de maximizar a expansão de nova área foliar. Adaptações morfológicas adicionais das folhas novas em expansão, como o aumento na área foliar específica (AFE, m^2/g), permitem uma maior expansão foliar e uma exposição mais eficiente à luz (VAN LOO, 1993). No entanto, essa alocação preferencial de C para os meristemas em situações de baixo suprimento de carbono, especialmente após a remoção da área foliar, provoca inevitavelmente uma forte redução na quantidade de carbono nas raízes, comprometendo o nível dos estoques de compostos orgânicos de reserva das plantas.

A quantidade de carbono fixado por um pasto por unidade de tempo depende diretamente da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelas folhas verdes. Essa quantidade é determinada pela radiação incidente e pela eficiência de absorção do dossel, sendo esta última determinada por variáveis do pasto, como área de folhas disponível para interceptar a luz por unidade de área de solo (IAF), ângulo foliar e propriedades de transmissão de luz das lâminas foliares; e por características de radiação solar; como a relação entre luz difusa/direta e ângulo da radiação incidente (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). Essas alterações morfológicas são tidas como mecanismos de adaptação à desfolhação de médio e longo prazo, contrariamente ao balanço de C e N, um mecanismo fisiológico e de curto prazo.

Uma vez submetida à desfolhação, a planta inicia seu processo adaptativo através de mudanças fisiológicas de curto prazo para tentar manter seu equilíbrio dentro da comunidade de plantas. Se a desfolhação persistir ou se sua intensidade aumentar, respostas fisiológicas deixam de ser efetivas e precisam ser combinadas com respostas morfológicas, caracterizando a natureza dinâmica das alterações de forma das plantas em pastagens e sua influência sobre a estrutura do pasto disponível ao animal em pastejo (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

Dentro de um ambiente de pastagens, ocorre uma série de interações que tornam um ecossistema extremamente particular, adaptado aos diferentes tipos de perturbações e, singularmente, com necessidade de que tais distúrbios ocorram (DEREGIBUS et al., 2001). Segundo esse ponto de vista, o conceito de perturbação em pastagens poderia

assumir outra conotação, ou seja, a verdadeira perturbação seria justamente a falta de perturbação. Segundo Milchunas e Lauenroth (1993), a seca, o fogo e o pastejo são os três principais agentes de perturbação nesse ecossistema. Todos os três promovem pressão de seleção para alta taxa de renovação da parte aérea, localização das estruturas de perenização próximas do nível do solo e uma grande proporção de biomassa e atividade abaixo deste (DEREGIBUS et al., 2001). A seca é um fator mais influente em regiões de baixa precipitação do globo, enquanto o fogo, contraditoriamente, é mais frequente em regiões mais úmidas. Os herbívoros, por sua vez, afetam vários processos ecológicos num ambiente de pastagens, tais como sucessão de espécies, fluxo de carbono, dinâmica de nutrientes e infiltração de água no solo (DEREGIBUS et al., 2001). Todos esses processos afetam a dinâmica do fluxo de energia e de competição dentro do ecossistema, contribuindo para torná-lo complexo e dinâmico.

Plantas individuais em pastagens estão sujeitas a desfolhas intermitentes, cuja intensidade e frequência dependem, principalmente, do tipo de animal, densidade de lotação e métodos de lotação empregados (WADE & CARVALHO, 2000). Cada evento de desfolhação representa para a planta um distúrbio no seu crescimento e, além disso, uma interferência na sua habilidade competitiva dentro da população (LEMAIRE, 2001), de tal forma que as respostas das plantas aos distúrbios da desfolhação podem ser vistas como sendo uma tentativa de restabelecimento e manutenção de padrões “homeostáticos” de crescimento, onde todos os recursos são usados de maneira balanceada a fim de atingir uma produção ótima (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

Em um ambiente de pastagens, a desfolhação não afeta somente uma planta isolada, mas também toda sua vizinhança, de tal forma que a desfolhação de determinada área do pasto pode ser vista como uma maneira pela qual a competição por luz é eliminada (LEMAIRE, 2001). Dessa forma, a resposta global de uma planta ao pastejo pode ser visualizada como parte de um mecanismo complexo que depende não apenas da frequência e severidade da desfolhação, mas que é também o resultado do padrão de desfolhação ocorrido em toda a sua vizinhança. Assim, dependendo do comportamento seletivo dos animais em pastejo, a competitividade de diferentes plantas dentro de uma comunidade pode ser grandemente influenciada pelo manejo do pastejo (CRAWLEY, 1983; LOUDA et al., 1990).

Sob desfolhação frequente, tal como ocorre em lotação contínua com alta taxa de lotação, há pouca competição por luz devido à constante remoção de área foliar pelos

animais, de tal forma que as plantas podem desenvolver uma resposta fotomorfogênica a um microclima com altas intensidades luminosas (LEMAIRE, 2001). Além disso, cada desfolhação concentra-se sobre apenas uma parte do tecido foliar, de modo que a arquitetura da planta não é profundamente modificada. Nessas situações, caracterizadas por uma alta relação vermelho: vermelho longo e alta proporção de luz azul na radiação incidente, as plantas desenvolvem folhas pequenas e uma alta densidade populacional de perfilhos (MAZZANTI et al., 1994).

Pastos mantidos com baixo IAF em lotação contínua apresentam colmos pequenos. Este pasto, quando desfolhado severamente por longo período, não pode depender continuamente das reservas, pois estas não são restabelecidas, devido ao seu baixo IAF. Entretanto, nesses pastos, algumas plantas têm capacidade de reagir, modificando sua estrutura, e passam a produzir colmo menor (entrenós mais curtos) e com folhas também de menor tamanho. Dessa forma, passarão a ser desfolhadas apenas parcialmente, tornando-se, portanto, capazes de manter a produção a partir da fotossíntese atual (NABINGER, 1997). Entretanto, apesar do alto potencial fotossintético das folhas e da adaptação morfológica das plantas mantidas em baixo IAF em lotação contínua, isto não é o suficiente para compensar a redução na área foliar, resultando em baixa produção de forragem, já que em altas pressões de pastejo, muitas folhas são removidas ainda jovens ou mesmo ainda na fase de expansão. Assim, uma proporção importante das folhas fotossinteticamente mais eficientes é removida e a fotossíntese do dossel diminui progressivamente com o aumento da intensidade de desfolhação, de acordo com Parsons et al. (1983). Estes autores verificaram que pastos de *Lolium perenne* mantidos com IAF próximo de 1 possuíam população de aproximadamente 40.000 perfilhos/m². Essa é uma característica importante, já que uma alta densidade populacional de perfilhos propicia boa cobertura do solo e, conseqüentemente, uma interceptação de luz eficiente, que é o ponto chave para altas taxas fotossintéticas. Apesar disto, dentro de uma pastagem sob lotação contínua, mantidas num mesmo IAF, ocorre uma proporção relativamente constante de folhas de diferentes idades no dossel.

O pastejo em lotação contínua com alta pressão de pastejo pode ser prejudicial à produção animal ao reduzir a oferta de forragem através de seu efeito sobre o IAF global. No entanto, com baixas pressões de pastejo, que determinem a manutenção de um IAF próximo à máxima interceptação da radiação solar, o pastejo em lotação

contínua pode ser mais favorável que o pastejo em lotação intermitente, pois mantém um IAF constante ao longo da estação favorável de crescimento, evitando o acentuado declínio na interceptação devido à drástica redução do IAF após a desfolhação que se observa no pastejo rotativo, sobretudo se a rebrotação coincide com o período de alta disponibilidade de energia luminosa (NABINGER, 1997).

De forma contrária, sob desfolhações infrequentes (lotação intermitente), a competição por luz aumenta progressivamente durante o período de rebrotação, sendo que o evento de desfolhação corresponde a uma rápida mudança na quantidade e qualidade da luz que penetra no dossel; e gera rápida mudança da arquitetura do pasto, conforme a intensidade de desfolhação aumenta. Nessas situações, as plantas tendem a desenvolver folhas maiores e possuir poucos perfilhos (LEMAIRE, 2001).

Marcelino et al. (2006), trabalhando com o capim-marandu em intensidades (10 e 20 cm) e frequências de desfolhação (três intervalos de cortes, definidos pelo aparecimento de 5, 7 e 9 lâminas foliares/perfilho após cada evento de desfolhação), relataram que a maior intensidade de desfolhação proporcionou maior renovação de tecidos foliares, que, aliada às maiores frequências de desfolhação, condicionou ao pasto perfilhos mais jovens, que se desenvolveram em ambiente com menos competição por luz.

À medida que a desfolhação se torna mais severa, a proporção de tecido remanescente é reduzida, podendo tornar-se muito baixa para assegurar um suprimento mínimo de carbono para a planta. Isso ocorre porque folhas que estavam em condições de sombra são pouco capazes de readaptar seu aparato fotossintético às altas intensidades luminosas (WOLEDGE, 1973). Assim, depois de uma desfolhação severa, o suprimento de carbono para a planta torna-se tão baixo (considerando as necessidades de manutenção e crescimento) que seu balanço de C se torna temporariamente negativo, até que uma área foliar suficiente, com alta capacidade fotossintética seja novamente reconstituída (RICHARDS, 1993).

1.6 Efeitos residuais de manejo de desfolhação em gramíneas tropicais

O manejo sazonal do pastejo tem como objetivo controlar a variação da estrutura do pasto ao longo das estações do ano, a fim de otimizar a produção de forragem (HODGSON et al., 1990). Um dos resultados dessa prática é a mudança na estrutura da comunidade plantas de uma estação para a outra, que pode promover efeitos residuais

de um manejo prévio na estação do ano subsequente. Com isso, a estrutura do pasto em determinada estação do ano pode ser resultado não apenas do manejo da desfolhação adotado pelo homem naquela estação, mas também proveniente do manejo usado nas estações anteriores.

O fato de a planta forrageira possuir plasticidade fenotípica, e dessa ser um fenômeno que acontece de forma gradual e reversível, pode fazer com que o manejo de pasto administrado durante determinada estação do ano promova um efeito residual na comunidade forrageira ao decorrer das estações subsequentes. Em revisão publicada por Da Silva et al. (2015), as intensidades de pastejo e a forma de recuperação que a planta tende a seguir são abordadas, onde as principais alterações no padrão adaptativo da comunidade forrageira se justificam pelo IAF residual, que é a característica que sumariza as condições de estrutura de pasto e os possíveis padrões de crescimento vegetativo do dossel, por variações nos tecidos de reserva, e pelas condições climáticas presentes nos períodos de avaliação. Porém, existem poucos estudos que evidenciam os efeitos residuais associados aos manejos empregados durante uma estação sobre a estação subsequente.

Avaliando os efeitos da estrutura do pasto de capim-marandu em lotação contínua e com diferentes alturas médias no inverno sobre o desenvolvimento da planta nas estações subsequentes, Santos et al. (2015) afirmam que a planta forrageira deve ser avaliada por um longo prazo para que os efeitos de manejo sejam corretamente compreendidos. Nesse estudo, foram observados maior IAF e participação de lâmina foliar viva no verão, no estrato de 10 a 20 cm, para dosséis mantidos a 15 cm no inverno, comparado aos dosséis mantidos a 45 cm na mesma estação. Tal efeito pode ser justificado pela estrutura de pasto que foi formada no inverno, com menor porção de material morto nesse estrato, e que após quatro meses, ainda demonstrou influenciar a morfologia do capim-marandu.

Santos et al. (2020c) realizaram estudo para avaliar como a condição no final do inverno de dosséis com capim-marandu manejados previamente sob pastejo diferido influencia a estrutura dos pastos na primavera e verão subsequentes. Para isso, foram criadas quatro diferentes estruturas de pasto no fim do inverno: baixo, médio, alto e alto/roçado. Depois, durante a primavera e o verão, todos os pastos foram manejados sob lotação contínua e com altura média de 25 cm. Os resultados apontaram um maior número de perfilhos/m² na primavera nos pastos que estavam baixos ao término do

inverno. Porém, a mesma diferença não foi notada nos demais períodos de avaliação, indicando um efeito residual de curta duração causado pela diferença na estrutura no fim do inverno.

Em estudo semelhante, Santos et al. (2020a) avaliaram a morfologia e a população de faixas etárias de perfilhos do capim-marandu manejado em lotação contínua, utilizados após diferimento no inverno, e com diferentes estruturas de dossel ao final do período de utilização do pasto diferido. Para isso, foram criadas três condições de pasto (baixo, alto e alto/roçado) ao final do inverno, a fim de verificar os possíveis efeitos destas condições sobre o perfilhamento na primavera e verão subsequentes. Esses autores verificaram maiores valores para o balanço entre aparecimento e mortalidade de perfilhos (BAL) nos pastos que estavam baixo e alto/roçado ao fim do inverno apenas no início da primavera, comparados aos demais períodos de avaliação. Já o pasto alto apresentou menores valores de BAL tanto no final do inverno, quanto no início da primavera. A diferença de BAL entre o pasto alto para o pasto baixo e alto/roçado pode ser atribuída ao manejo prévio, uma vez que nessas condições, as estruturas dos pastos baixos e alto/roçado permitiram maior incidência de luz na base das plantas e, portanto, maior perfilhamento (MATTHEW et al. 2000; SANTANA et al. 2014). Isso promoveu um ajuste gradual na população de perfilhos, bem como na proporção de perfilhos jovens, maduros e velhos nos dosséis a partir da primavera.

Os resultados anteriormente apresentados indicam que, ao serem pastejados, os dosséis forrageiros têm seu IAF afetado e, conseqüentemente, as taxas de expansão dos órgãos em crescimento vegetativo são alteradas posteriormente. Isso corrobora com a afirmativa de que a velocidade em que a planta forrageira expressa a sua plasticidade fenotípica é gradual, de modo que a estrutura do pasto depende não só da condição atual de manejo da pastagem, mas também de como ela foi manejada na estação prévia.

Os resultados encontrados por Costa et al. (2016) e Santos et al. (2017) com capim-marandu em condição de *steady state* dão suporte para a afirmativa acima. Nestes trabalhos, os dosséis foram manejados com três alturas (15, 30 e 45 cm) durante o outono e inverno, porém foram mantidos com altura similar (30 cm) nas estações subsequentes. Santos et al. (2017) verificaram que na primavera e verão, uma maior porcentagem de lâminas foliares vivas foi observada nos dosséis manejados com 15 cm no inverno, enquanto a maior porcentagem de colmo durante a primavera e o verão foi

registrada nos dosséis manejados com 30 e 45 cm, indicando efeitos residuais do manejo realizado no final do inverno anterior nas estações subsequentes. Adicionalmente, Costa et al. (2016) observaram diferença para a densidade populacional de perfilhos (DPP) entre os dosséis manejados previamente com 15, 30 e 45 cm no outono e inverno, de maneira que os dosséis manejados mais baixos apresentaram maior DPP na primavera/verão, efeito residual causado pelo manejo de desfolhação praticado no inverno, que permitiu uma maior ativação de gemas na primavera, e, portanto, maior perfilhamento.

Estratégias de manejo da desfolhação para o diferimento foram testadas por Santos et al. (2018) no fim do verão, com o objetivo otimizar a produção de forragem do pasto no final do outono. Nesse estudo, dosséis de capim-marandu manejado em *steady state* foram mantidas por cinco meses pré-diferimento em três alturas médias (15, 30 e 45 cm), quando foram rebaixados, via corte, para 15 cm e, então, diferidos por 90 dias. Os resultados desse trabalho também evidenciam os efeitos residuais da condição prévia ao diferimento, onde os pastos mantidos mais altos (30 e 45 cm) antes do diferimento apresentaram número menor de perfilhos, comparados aos manejados a 15 cm. A participação de perfilhos velhos no dossel também foi percentualmente maior no dossel mantido com 15 cm antes do diferimento, porque nessas condições, uma menor quantidade de meristemas apicais foi removida e, conseqüentemente, menor morte de perfilhos ocorreu. O contrário foi observado nos dosséis que foram mantidos a 45 cm previamente ao diferimento, onde houve maior remoção de meristemas apicais durante o rebaixamento abrupto para 15 cm e, com efeito, resultou em um aumentando na taxa de aparecimento de perfilhos jovens nas épocas subsequentes.

Santos et al. (2020b) realizaram um estudo envolvendo três diferentes estratégias de desfolhação do capim-marandu em lotação contínua nas estações do ano. Foram testados manejos crescentes e decrescentes de altura média do dossel ao longo do ano, comparados à uma altura média constante (30 cm). Estes autores encontraram maiores valores de taxa de alongamento e tamanho de colmo na primavera para o dossel que teve sua altura mantida mais alta (45 cm) no outono e inverno (manejado decrescente da desfolhação ao longo do ano). Em estudo simultâneo realizado por Pessoa et al. (2016) na mesma área e mesmas condições do trabalho de Santos et al. (2020b), foi observada menor taxa de aparecimento de perfilhos durante a primavera nos dosséis manejados em altura crescente (15 cm no outono e inverno e 30 cm na primavera). Esses resultados

demonstram que a planta forrageira pode manifestar sua plasticidade fenotípica de muitas formas para se adaptar às mudanças de manejo de desfolhação.

A maior parte dos trabalhos que avaliam a ecofisiologia das gramíneas forrageiras tropicais nas diversas estações do ano empregam períodos de adaptação, nos quais as estruturas de pasto estão em formação e estabelecimento, situação que pode não ser adequada para gerar uniformidade no início das avaliações. Por exemplo, em trabalho realizado por Silva et al. (2020), a dinâmica de perfilhamento do capim-mulato II foi avaliada de janeiro a abril de 2014, sendo o período de adaptação executado nos 120 dias anteriores.

Partindo do suposto que o manejo de desfolhação pode alterar a estrutura do pasto em estações subsequentes, os resultados de pesquisas desenvolvidas em mais de uma estação do ano podem ser afetados por fatores além dos tratamentos aplicados, caso não sejam administradas ações de manejo para eliminar esses efeitos residuais. Nesse sentido, são lançadas algumas hipóteses para que esse tipo de efeito residual seja anulado. A primeira hipótese seria que, para um tratamento seja avaliado, na estação prévia, os dosséis deveriam ser mantidos sob a mesma estrutura durante determinado tempo, antes de se iniciar a mensuração das variáveis respostas, permitindo assim, a eliminação do efeito residual das estações prévias. A segunda hipótese é que um corte de uniformização (roçada) executado em todas as unidades experimentais no início do período experimental seja efetivo em eliminar as diferenças de estruturas nos dosséis forrageiros. Porém, não é conhecido por quanto tempo esse dossel deveria permanecer fora do período de avaliações, em adaptação, para criar uma estrutura inicial semelhante entre as unidades experimentais a serem estudadas.

A partir desse raciocínio, alguns registros na literatura, como o trabalho publicado por Sbrissia et al. (2020), avaliando a dinâmica de crescimento do capim-marandu manejado em lotação contínua nas quatro estações do ano, foi realizado com o seguinte manejo de adaptação: ao final do inverno, foi feito um corte de uniformização, na altura de 8 cm em todas as unidades experimentais, as quais foram manejadas em seguida para atingir as alturas iniciais de cada tratamento por no mínimo 60 dias antes do período inicial de avaliação. Nesse caso, o corte de uniformização teve intenção de padronizar as unidades experimentais para o estabelecimento dos tratamentos.

Tabela 1 – Estudos com gramíneas forrageiras na última década que apresentaram relação entre o período de adaptação e efeitos residuais de manejos de desfolhação

Fonte	Planta forrageira	Adaptação		
		Estação	Tempo de Adaptação	Discussão
Santos et al. (2011)	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	Inverno	90 dias	Sim
Santana et al. (2014)	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	Verão	90 dias	Não
Santos et al. (2015)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Outono	90 dias	Não
Costa et al. (2016)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Outono	120 dias	Sim
Pessoa et al. (2016)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Verão	90 dias	Não
Santos et al. (2017)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Outono	120 dias	Sim
Santos et al. (2018)	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	Verão	-	Não
Silva et al. (2020)	Mulato II - híbrido de <i>Urochloa</i> spp. Convert HD 364	Primavera	120 dias	Não
Santos et al. (2020a)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Primavera	75 dias	Sim
Santos et al. (2020b)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Verão	90 dias	Não
Sbrissia et al. (2020)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Primavera	60 dias	Não

Os efeitos residuais dos manejos de desfolhação administrados em uma estação do ano sobre as estações subsequentes não são o principal objetivo na maior parte das pesquisas envolvendo o desenvolvimento morfológico do dossel forrageiro. Nesse contexto, a Tabela 1 reúne alguns exemplos de estudos com gramíneas tropicais na última década, onde efeitos residuais causados por manejos de desfolhação em uma estação, aconteceram ou podem ter acontecido, sobre as características ecofisiológicas de dosséis forrageiros nas estações subsequentes. Nela estão presentes informações sobre a adaptação dos dosséis forrageiros antes do período de avaliações: época da adaptação (estação do ano), tempo de adaptação (dias), e se algum resultado apresentado no experimento foi discutido (sim ou não) com base no período de adaptação e formação dos tratamentos.

De acordo com os estudos reunidos na Tabela 1, a maior parte dos experimentos foram conduzidos com períodos de adaptação entre 60 e 120 dias. A duração dos manejos de adaptação, na maioria das vezes, foi a necessária para criar os gradientes de alturas na formação dos tratamentos. Dos estudos listados, 54,50 % não mencionaram possíveis efeitos nos resultados que se justificariam por ações de manejo no período de adaptação, independente da época em que se iniciaram as avaliações, enquanto os outros

45,50 % apontaram algum tipo de relação entre o manejo administrado na adaptação e os resultados observados, mostrando assim, a importância de compreender como os manejos empregados anteriormente ao período experimental, bem como no momento da adaptação modificam a estrutura dos perfilhos individuais e dosséis forrageiros de gramíneas forrageiras tropicais.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B. Origem das braquiárias e suas características morfológicas de interesse forrageiro. In: Encontro para discussão dos capins do gênero brachiaria, Nova Odessa, 1986. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, p.1-14, 1987.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do.; MOSQUIM, P. R. et al. Características morfológicas e estruturais na rebrotação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600003>

ALMEIDA, E. X. **Oferta de forragem de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* SCHUM. cv. Mott), dinâmica da pastagem e sua relação com o rendimento animal no alto Vale do Itajaí**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1997. 112p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

ANSLOW, R. C. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. **Herbage Abstracts**, v.36, n.3, p.149-155, 1966.

BARBOSA, M. A. A. F.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U. et al. Estudo de perfilhamento em quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. submetidos a duas alturas de corte. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.106-108, 1996.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do.; EUCLIDES, V. P. B. et al. Características morfológicas e acúmulo de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cultivar Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.583-593, 2002.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000300007>

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300005>

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1983.tb01656.x>

BOLDRINI II. Biodiversidade dos campos sulinos. In: DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C. & ROSA, L. M. **Anais do I Simpósio de Forrageiras e Produção Animal** (Ênfase: Importância e potencial produtivo da pastagem nativa). ULBRA, Canoas, vol. 1, p. 11-24, 2006.

BRADSHAW, A. D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in Genetics**, v.13, p.115-155, 1965.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2660\(08\)60048-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2660(08)60048-6)

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

BRISKE, D. D. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: Hodgson, J.; Illis, A. W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, p. 37-68, 1996.

BRISKE, D. D; RICHARDS, J. H. Plant responses to defoliation: a physiological, morphological and demographic evaluation. In: BEDUNAH, D.J.; GOSEBEE, R.E. (eds). **Wildland Plants: physiological geology and developmental morphology**. Denver, Colorado: **Society of Range Management**, p. 635-710, 1995.

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

BROUGHAM, R. W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. **New Zealand Society of Animal Production**, v. 17, p. 46-55, 1957.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, p.1-19, 1968.
DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-3040.ep11589204>

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

CARVALHO, C. A. B. de; PACIULLO, D. S. C.; LIMA, D.P. et al. Variações sazonais do perfilhamento em pastagem de capim-elefante em resposta a manejo de alturas de resíduo. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências da Vida, v.24, p.121-126, 2004.

CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; MEZZALIRA, J. C. et al. Do bocado ao pastoreio de precisão: Compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-

funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 109–122, 2009.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300013>

CASAGRANDE, D. C. **Suplementação de novilhas de corte em pastagem de capim-marandu submetidas a intensidade de pastejo sob lotação contínua**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 127 p., 2010.

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

COLLINS, R. P.; JONES, M. B. The effects of temperature on leaf growth in *Cyperus longus*, a temperature C4 species. **Annals of Botany**, v. 61, n.3, p.355-362, 1988.
DOI: 10.1093/oxfordjournals.aob.a087564

CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A.; SANTOS, P. M. et al. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: Simpósio sobre manejo de pastagem. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p.249-266, 1994.

CRAWLEY, M. J. **Herbivory: The dynamics of animal-plant interactions**. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1983.

DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: Simpósio sobre ecossistemas de pastagens, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: Funep, p. 1-12, 1997.

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

DALE, J. E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat, *Triticum aestivum*. **Annals of Botany**, v.50, p.851-858, 1982.
DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086428>

DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. **Annals of Botany**, v.30, n.118, p.185-198, 1966.
DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a084066>

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agriculture Science**, v.82, p.165-172, 1974.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600050334>

DAVIES, A. The regrowth of grass sward. In: JONES, M.B., LAZENBY, A. (Eds.) **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, p.85-127, 1988.

DEREGIBUS, V. A.; JACOBO, E.; ANSIN, O. E. Grassland use and plant diversity in grazed ecosystems. International grassland congress, 19^o, São Pedro, **Proceedings...**, p.879-882, 2001.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; DA SILVA, S.C. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 955-963, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500003>

DONALD, C. M.; BLACK, J. N. The significance of leaf área index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v. 28, p. 1-6, 1958.

DURAND, J. L.; GASTAL, F.; ETCHEBEST, S. et al. Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal of Agronomy**, v.7, p.99-107, 1997.

DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(97\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(97)00021-X)

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, Castanet Tolosan, v. 85, n. 5, p. 645-653, 2000.

DOI: :10.1006/anbo.1999.1117

EUCLIDES, V. P. B.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M. et al. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2200-2208, 2000.

EVANS, M. W.; GROVER, F. O. Developmental morphology of the growing point of the shoot and the inflorescence in grasses. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 61, n. 7, p. 481-520, 1940.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do.; REGAZZI, A. J. et al. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000800004>

GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; HERLS, P. O. The effects of nitrogen and the growing season on photosynthesis of fieldgrown tall fescue canopies. **Annals of Botany**, v.72, p.401-408, 1992.

DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1993.1125>

GHISI, O. M. A.; PEDREIRA, J. V. S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: Encontro sobre capins do gênero *Brachiaria*, 1986, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, p. 19-58, 1987.

GIACOMINI, A. A.; DA SILVA, S. C.; LUCENA, D. O. et al.; Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**. v.66, p.733–741, 2009.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162009000600003>

GIMENES, F. M. A.; DA SILVA, S. C.; FIALHO, C. A. et al. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 46, n. 7, p. 751-759, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700011>

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D. S. C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 43., João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, p.554-579, 2006.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, O. G. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 39, 2002. Recife – PE, **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.411-429, 1997.

GONÇALVES, A. C. **Características morfológicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, 2002.

GRANT, S. A., BARTHAM, G.T., TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Sci.**, v. 36, p. 155-168, 1981.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1981.tb01552.x>

GRASSELLI, L. C. P.; GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C. et al. Características morfológicas e estruturais de um relvado de *B. decumbens* sob lotação contínua. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 37, 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa, SBZ, 2000.

HAY, R. K. M.; WALKER, A. J. **An introduction to the physiology of crop yield.** England: Longman Group, 292 p., 1989.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice.** New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 203p., 1990.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Sustainability of grazing systems: goals, concepts and methods. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, p.1-14, 2000.

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 18, p. 715-719, 1978.
DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1978.0011183X001800050005x>

JACQUES, A. Fisiologia do crescimento de Plantas Forrageiras. In: FARIA, V. P.; MOURA, J. C. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 1, piracicaba, 1973. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.95-101, 1973.

JEWISS, O. R. Tillering in grasses $\frac{3}{4}$ its significance and control. **Journal British Grassland Society**, v.27, n.2, p.65-82, 1972.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1972.tb00689.x>

JONES, R. J.; NELSON, C. J.; SLEPER, D. A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, v.19, p.367-372, 1979.
DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1979.0011183X001900050021x>

KEMP, D. R. The location and size of the extensions zone of emerging wheat leaves. **New Phytologist**, n. 84, p.729-737, 1980.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04785.x>

KING, J.; SIM, E.; GRANT, S. A. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed ryegrass pastures. **Grass and Forage Science**, v.39, p.81-92, 1984.
DOI: [10.1111/j.1365-2494.1984.tb01668.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1984.tb01668.x)

LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage Abstracts**, v.33, p.141-148, 1963.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: International grassland congress, 19., 2001, São Pedro, 2001. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, p.29-37, 2001.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, p.265-288, 2000.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, p.3-36, 1996.

LONGNECKER, N.; KIRBY, E. J. M.; ROBSON, A. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogendeficient spring wheat. **Crop Science**, v.33, p.154-160, 1993.
DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1993.0011183X003300010028x>

LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.Y. et al. (Eds.). **Physiological aspects of crop yield**. Madison: ASA/CSSA/SSA, p.27-47, 1969.

LOUDA, S. V.; KEELER, K. H.; HOLT, R. D. Herbivore influences on plant performance and competitive interactions. In: GRACE, J.B.; TILMANN, D. (Eds). *Perspectives on plant competition*, San Diego: **Academic Press**, p.414-443, 1990.

LUDLOW, M. M.; CHARLES-EDWARDS, D. A. Analysis of the regrowth of a tropical grasslegume sward subjected to different frequencies and intensities of defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 31, n. 4, p. 673-692, 1980.

DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9800673>

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 160 p., 2002.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 42., 2005, Goiânia. A produção animal e o foco no agronegócio: **Anais...** Goiânia: SBZ, p. 56-84, 2005.

MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C. 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.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000800007>

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: Simpósio internacional “Grassland ecophysiology and ecology”, 1., Curitiba, 1999. **Anais...** Curitiba: UFPR, p.109-133, 1999.

MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE HAMILTON, N. R. et al. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, n.6, p.579-587, 1995.

DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1995.1135>

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and Forage Science**, v.49, n.3, p.352-359, 1994.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02010.x>

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, n.2, p.111-120, 1994.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb01983.x>

MILCHUNAS, D. G.; LAUENROTH, W. K. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological Monographs**, v. 63, n. 4, p. 328-366, 1993.

DOI: <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.c.3308907>

MORALES, A.A. **Morfogênese e repartição de carbono em Lotus corniculatus L cv. São Gabriel sob o efeito de restrições hídricas e luminosas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998, 74p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva das pastagens. In: PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C., FARIA, V. P. (Eds.). Simpósio sobre manejo de pastagens: produção animal a pasto, 13, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 15-95, 1997.

NABINGER, C.; PONTES, L. DA S. Morfogênese de plantas forrageiras e a estrutura do pasto. In: Mattos, W.R.S. et al. (org.) Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 34, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.755-771, 2001.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R. A. et al. Fundamentos para o manejo de pastagens: Evolução e Atualidades. In: Simpósio sobre o manejo estratégico da pastagem, **Anais...** Viçosa: UFV, p.149-196, 2002.

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. Tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; et al. **Grasslands ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ. Cap.6, p. 101-126, 2000.

NELSON, C. J.; ASAY, K. H.; SLEPER, D. A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.17, p.449-452, 1977.

DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1977.0011183X001700030027x>

NUNES, S. G. et al. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. 2.ed. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 31p, 1985.

PARSONS, A. J.; LEAFE, E. L.; COLLETT, B. et al. The physiology of grass production under grazing. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.127-139, 1983.

DOI: <https://doi.org/10.2307/2403381>

PEACOCK, J. M. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. The thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. **Journal of Applied Ecology**, v.12, p.115-123, 1975.

PEARSE, P. J.; WILLMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal agriculture Science**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.4, p.618-625, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000400005>

PESSOA, D. D.; CARDOSO, R. C.; SANTOS, M. E. R. et al. Tillering of marandu palisadegrass maintained at fixed or variable heights throughout the year. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali v. 4, n. 2, p. 101-111, 2016.
DOI: 10.17138/TGFT(4)101-111

PETERNELLI, M. **Características morfológicas e estruturais do capim-braquiarião [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu] sob intensidades de pastejo**. Pirassununga: Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, 79 p., 2003.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; SKABUYE, C. H. **Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria*** (Trin.) Griseb. In: MILLES, J. W.; MASS, B. L.; VALLE, B. C. (Ed.). *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, cap. 1, p. 1-15, 1998.

RHODES, I. The relationship between productivity and some components of canopy structure in ryegrass (*Lolium* spp.). **Journal of Agricultural Science**, v.37, p.283-292, 1971.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600019924>

RICHARDS, J. H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: International grassland congress (17.: 1993: Palmerston North). **Proceedings**, p. 85-94, 1993.

ROBSON, M. J. The growth and development of simulated sward of perennial ryegrass. II – Carbon assimilation and respiration in a seedling sward. **Annals of Botany**, v.37, n.151, p.501-518, 1973.
DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a084717>

ROBSON, M. M. A comparison of British and North American varieties of tall fescue. Leaf growth during winter and the effect on it of temperature and daylength. **Journal of Applied Ecology**, v.4, p.475-484, 1967.

ROBSON, R. J. The Growth and Carbon Economy of Selection Lines of *Lolium perenne* cv. S23 with Differing Rates of Dark Respiration. **Annals of Botany**, London, n. 49, p. 321:329, 1982.
DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086256>

- RYLE, G. J. A. Effects of photoperiod in the glasshouse on the growth of leaves and tillers in three perennial grasses. **Annals of Applied Biology**, v.57, p.257-268, 1966. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1966.tb03820.x>
- RYLE, G. J. A.; POWELL, C. E. Defoliation and regrowth in the graminaceous plant: The role of current assimilate. **Annals of Botany**, v.39, n.160, p.297-310, 1975. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a084943>
- SANTANA, S. S.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. et al. Initial height of pasture deferred and utilized in winter and tillering dynamics of signal grass during the following spring. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, p. 36-17–23, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i1.20463>
- SANTOS, M. E. R. et al. O manejo da desfolhação utilizado no inverno modifica a estrutura vertical do capim-marandu no verão subsequente. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, 2015.
- SANTOS, M. E. R.; CARVALHO, B. H. R., CARVALHO, A. N. de. et al. Number and morphology of tiller age groups during summer in Marandu palisadegrass pastures previously used under deferred grazing. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 1, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n1a2020-42215>
- SANTOS, M. E. R.; CARDOSO, R. C.; SILVA, G. P. et al. The morphogenesis of marandu palisadegrass at fixed or variable heights in different seasons of the year. **Bioscience Journal**, v. 36, p. 332-340, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n2a2020-42217>
- SANTOS, M. E. R.; CARVALHO, B. H. R., NOGUEIRA, H. C. R. et al. Mowing and lowering the marandu palisadegrass sward height at late winter improve the sward structure. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 6, 2020c. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n6a2020-48151>
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M. Forage accumulation in *Brachiaria* grass under continuous grazing with single or variable height during the seasons of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 312-318, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000500002>
- SANTOS, P. M. **Controle do Desenvolvimento das Hastes no Capim Tanzânia: Um Desafio**. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, 98 p., 2002.
- SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100005>

SBRISSIA, A. F.; SCHMITT, D.; DUCHINI, P. G. et al. Unravelling the relationship between a seasonal environment and the dynamics of forage growth in grazed swards. **J Agro Crop Sci**, v. 206, p. 630– 639, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12402>

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. **Anais...** Piracicaba, n. 38, p 731-754, 2001.

SCHNYDER, H.; DE VISSER, R. Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. **Plant Physiology**, v.119, p.1423-1435, 1999.

DOI: 10.1104/pp.119.4.1423

SILSBURY, J. H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grasslands**, v.4, n.1, p.17-36, 1970.

SILVA, L. S.; SILVA, V. J.; YASUOKA, J. I. et al. Tillering dynamics of ‘Mulato II’ brachiariagrass under continuous stocking. **Crop Science**. v. 60, p. 1105– 1112, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20008>

SILVA, M. M. P.; VASQUEZ, H. M.; BRESSAN-SMITH, R. E. et al. Respostas morfogênicas de gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes condições hídricas do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1493-1504, 2005.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000500009>

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014>

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

DOI: 10.2135/cropsci1995.0011183X003500010002x

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 11., **Anais...** Piracicaba, p. 25-48, 1994.

THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. **Annals of Botany**, v.51, p.363-371, 1983.

DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086477>

THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. **Annals of Botany**, v.51, p.363-371, 1983.

DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086477>

TRINDADE, J. K.; DA SILVA, S. C.; SOUZA JUNIOR, S. J. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 42, p. 883–890, 2007.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600016>

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

VALLE, C. B do.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. Características das Plantas Forrageiras do Gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre manejo de pastagens: a planta forrageira no sistema de produção, 17., Piracicaba, 2001. **Anais...** 2. ed. Piracicaba: FEALQ, p.133-176, 2001.

VAN ESBROECK, G. A.; KING, J. R.; BARON, V. S. Effects of temperature and photoperiod on the extension growth of six temperate grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. **Proceedings...** Nice: s.ed., p.459-460, 1989.

VAN LOO, E. N. **The relation between tillering, leaf area dynamics and growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)**. PhD Thesis, Wageningen UR, The Netherlands, 1993.

VERHAGEN, A. M. W.; WILSON, J. H.; BRITTEN, E. J. Plant production in relation to foliage illumination. **Annals of Botany**, v.27, n.108, p.626-640, 1963.

DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083875>

WADE, M.; CARVALHO, P. C. F. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford (UK): CAB international, 2000.

WARDLAW, I. F. Temperature and the translocation of Photosynthate through the leaf of *Lolium temulentum*. **Planta**, Berlin, v. 104, p. 18-34, 1972.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within between years. **Annals of Botany**, v.11, n.41, 1947.

DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083148>

WATSON, D. J. The dependence of net assimilation on leaf area index. **Annals of Botany**, v.22, p.37- 54, 1958.

DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083596>

WILHELM, W. W., McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Sci.**, v. 35, p.1-3. 1995.

DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010001x>

WOLEDGE, J. The photosynthesis of ryegrass leaves growth in a simulated sward. **Annals of Applied Biology**, v.73, p.229-237, 1973.

DOI: [10.1111/j.1744-7348.1973.tb01329.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1973.tb01329.x)

CAPÍTULO 2: O DESENVOLVIMENTO DO CAPIM-MARANDU MANTIDO EM *STEADY STATE* É INFLUENCIADO PELO MANEJO PRÉVIO DA DESFOLHAÇÃO E PELO CORTE DE UNIFORMIZAÇÃO?

RESUMO

O corte de uniformização vem sido utilizado em estudos com gramíneas forrageiras tropicais como ferramenta para eliminar efeitos residuais de manejos prévios e padronizar a estrutura inicial dos pastos. Nesse contexto, foi realizado um experimento com objetivo de verificar a eficiência do corte de uniformização em remover efeitos residuais de dosséis forrageiros manejados em diferentes alturas nas estações anteriores, além de verificar se o próprio corte promove efeitos sobre o desenvolvimento do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu), comparados ao dossel que não foi submetido ao mesmo corte. Os tratamentos foram definidos como as seguintes estratégias de desfolhação: (i) dossel com 30 cm durante todo o período experimental; (ii) dossel com 15 cm no verão, outono e inverno; e, após o corte (C) rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante (15-C-30); e (iii) dossel com 60 cm no verão, outono e inverno; e, após corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante (60-C-30). Foram analisados a taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC) e taxa de senescência foliar (TSeF) de perfilhos individuais, e, taxa de crescimento foliar (TCF), taxa de crescimento de colmo (TCC), taxa de senescência foliar (TSF) e a densidade populacional de perfilhos (DPP) dos dosséis forrageiros. As taxas de crescimento dos perfilhos individuais e dos dosséis forrageiros foram maiores naqueles submetidos ao corte de uniformização ao final do inverno apenas nos dois primeiros meses de avaliação, em comparação ao dossel manejado com 30 cm. Não houve diferença nos padrões de crescimento e de senescência entre os dosséis sob 15-C-30 e 60-C-30. A população de perfilhos foi menor nos dosséis com 30 cm nos quatro últimos meses de avaliação, consequência da morte de perfilhos velhos que não foram cortados ao final do inverno, gerando uma queda na TCF nos meses de março e abril. Assim, concluiu-se que o corte de uniformização foi eficaz em suprimir os efeitos residuais dos manejos empregados nas estações anteriores e ainda proporcionou diferentes padrões de desenvolvimento do dossel, comparado aos dosséis sob a mesma altura durante todo período experimental.

Palavras-chave: alongamento de colmo; crescimento foliar; número de perfilho; plasticidade fenotípica; senescência foliar.

ABSTRACT

The uniformization cut has been used in studies with tropical forage grasses as a mechanism to eliminate residual effects from previous managements and to standardize pasture structure. In this context, an experiment was conducted in order to verify the efficiency of the uniformization cut in removing residual effects of forage canopies managed at different heights in previous seasons, and if the cut itself promotes such effects on the development of the marandu palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu), compared to the canopy that was not subjected to the same cut. The treatments were defined as the following defoliation strategies: (i) canopy with 30 cm throughout the experimental period; (ii) 15 cm canopy in summer, autumn and winter; and, after the cut (C), 30 cm from spring onwards (15-C-30); and (iii) 60 cm canopy in summer, autumn and winter; and, after the cut, 30 cm from spring onwards (60-C-30). It was analyzed the leaf elongation rate (LEIR), stem elongation rate (SEIR) and leaf senescence rate (LSeR) of individual tillers, and the leaf growth rate (LGR), stem growth rate (SGR), leaf senescence rate (LSR) and tiller population density (TPD) of forage canopies. It was found that, compared to the canopy under 30 cm, the growth rates of individual tillers and forage canopies were higher in those submitted to the uniformization cut at the end of winter only in the first two months of evaluation. There was no difference in growth and senescence rates between canopies of the 15-C-30 and 60-C-30 treatments. The tillers population was lower in the 30 cm canopies in the last four months of the evaluation, because of the death of old tillers that were not cut at the end of winter, causing a decrease in the TCF in the months of March and April. Thus, it was concluded that the uniformization cut was effective in suppressing the residual effects of the managements used in the previous seasons and caused different patterns of canopy development, compared to the canopy that was always kept at the same height throughout the experimental period.

Keywords: leaf growth; leaf senescence; phenotypic plasticity; stem elongation; tiller number.

2.1 Introdução

No Brasil, predomina a produção de bovinos em sistemas pastoris, onde as gramíneas forrageiras do gênero *Urochloa* são as mais amplamente utilizadas para a formação de pastagens, com destaque para a *Urochloa brizantha* cv. Marandu (capim-marandu). De fato, o capim-marandu é a gramínea forrageira mais semeada no Brasil, representando 50% do mercado de sementes de forrageiras tropicais (ABRASEM, 2014) e Entre as gramíneas forrageiras tropicais, aproximadamente 75% da produção de sementes são de *Brachiaria* spp (EMBRAPA, 2020). Devido à sua importância, o capim-marandu é amplamente pesquisado, tanto em condições de lotação contínua (CALVANO et al., 2011; PAULA et al., 2012; TERRA et al., 2020), quanto em condições de lotação intermitente (TRINDADE et al., 2007; GIACOMINI et al., 2009; GIMENES et al., 2011).

Em condições de fazenda, a manutenção do pasto com a mesma altura ao longo do ano é difícil, pois os fatores de crescimento, como água temperatura e radiação solar, são variáveis e, assim, a produção de forragem dificilmente coincide com a demanda de forragem pelos animais em pastejo (LUCAS & THOMPSON, 1990). Essa variação da altura do pasto ao longo das estações do ano pode gerar efeitos residuais no pasto, de maneira que o desenvolvimento e a morfologia do pasto em determinada estação do ano podem ser resultado não apenas do clima ou do manejo desta estação, mas também oriunda daqueles vigentes nas estações anteriores.

Os efeitos residuais do manejo da desfolhação adotado em uma estação sobre o desenvolvimento do pasto em estações subsequentes se devem, em parte, à plasticidade fenotípica da planta forrageira, que consiste na modificação das características morfológicas da planta, em resposta às variações do ambiente (SILVA & NASCIMENTO JÚNIOR, 2007), incluindo modificações no ambiente de desfolhação. Esse é um processo gradativo, isto é, não ocorre abruptamente e rapidamente, de modo que, quando o homem altera o manejo da desfolhação em um pasto, este ainda pode apresentar efeitos do manejo prévio por um período prolongado.

Em condições de pesquisa, os efeitos residuais de um manejo adotado previamente ao início do experimento podem influenciar a magnitude e a natureza das variáveis respostas avaliadas. Por exemplo, em trabalho conduzido com o capim-mombaça manejado em lotação intermitente, Lopes (2006) e Montagner (2007) constataram que, no primeiro ano de pesquisa, quando a área de pastagem não tinha uso

prévio regular ou controlado (sem adaptação), a estabilidade e o número da população de perfilhos foi menor, mas a percentagem da superfície do solo descoberta foi maior, em comparação ao segundo ano de pesquisa, quando a pastagem foi submetida, durante um ano prévio, ao manejo regular e controlado do pastejo. Pereira et al. (2014) também observaram modificações na estrutura horizontal do pasto de capim-napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) durante a adaptação do pasto ao manejo do pastejo sob lotação intermitente. Esses fatos realçam a necessidade de se planejar cuidadosamente os experimentos com plantas forrageiras, pois pode ser necessário garantir a adaptação do pasto ao regime de desfolhação, antes de iniciar o período de mensuração das variáveis respostas (DA SILVA et al., 2015).

Dessa forma, a ocorrência de efeitos residuais pode gerar confundimento na interpretação dos resultados de pesquisa, pois respostas obtidas seriam consequência não apenas do tratamento experimental, mas também da condição do pasto previa ao experimento. Nesse sentido, o corte de uniformização, normalmente realizado próximo da superfície do solo e ao início do experimento, tem sido adotado a fim de eliminar os efeitos residuais advindos de manejos ou condições de pastos existentes antes da implementação de experimentos científicos (CARVALHO, 2018; SBRISSIA et al., 2020; SILVA et al. 2020). Porém, ainda é desconhecida a efetividade desta ação de manejo em eliminar os efeitos residuais em pastos tropicais.

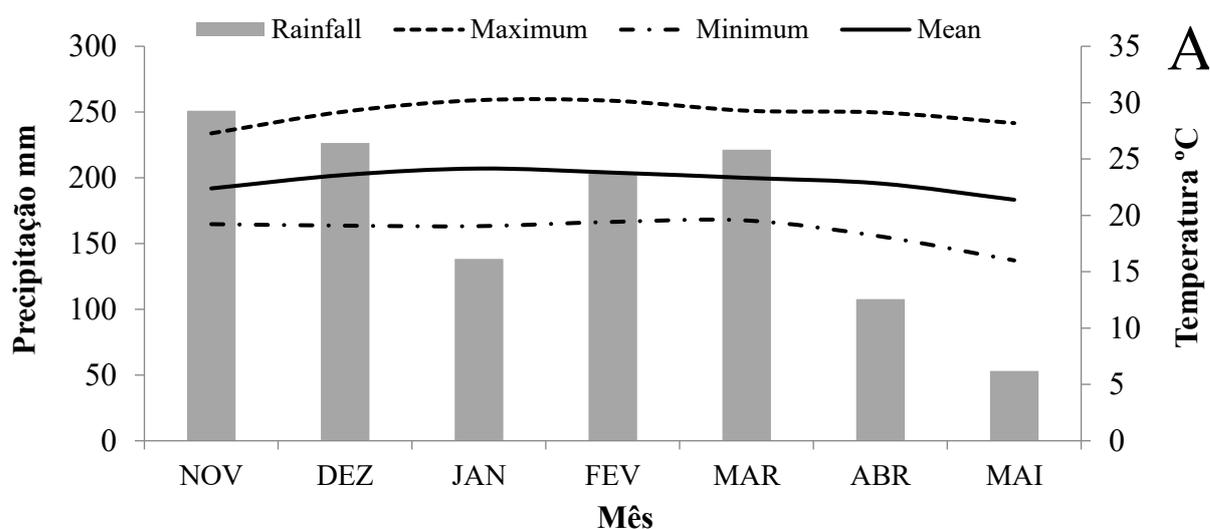
Nesse sentido, algumas questões ainda carecem de respostas científicas, como: “Em dosséis com alturas diferentes por longo tempo, o corte de uniformização elimina os efeitos residuais dessas estruturas contrastantes sobre o crescimento das plantas após o corte?”. Adicionalmente, os efeitos do próprio corte de uniformização precisam ser elucidados. Nesse caso, há dúvidas se o corte de uniformização modifica o crescimento do pasto nas épocas subsequentes, comparado a um dossel sob o mesmo manejo, porém não submetido à tal corte. Assim, caso ocorram consequências do corte de uniformização sobre o crescimento subsequente do pasto, é de grande importância entender qual a natureza, a magnitude e a duração destes efeitos.

Este trabalho foi conduzido tendo como hipóteses: (i) o corte de uniformização no fim do inverno elimina os efeitos residuais provocados pelo manejo dos pastos com alturas contrastantes nas estações prévias; e (ii) o corte de uniformização no fim do inverno gera efeitos residuais sobre o crescimento do pasto nas estações próximas estações.

Diante do exposto, o objetivo com este trabalho foi avaliar a estrutura do pasto previamente manejado em diferentes estruturas, e posteriormente manejado em *steady state* após um corte de uniformização, nas próximas estações. Além disso, também foi objetivo avaliar se existem efeitos residuais em dosséis submetidos ao corte de uniformização comparado ao que não foi submetido a tal corte nas estações subsequentes. Para isso, foram monitorados o desenvolvimento de perfilhos individuais e dos dosséis forrageiros de capim-marandu, em função de distintas estratégias de manejo da desfolhação adotadas em estações prévias.

2.2 Materiais e métodos

O experimento foi conduzido de dezembro de 2017 a junho de 2019 na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia (18° 55' 207' S, 48° 16' 38'' W, e 863 m de altitude). De acordo com a classificação de Köppen, o clima na região de Uberlândia é do tipo AW, tropical de savana, com estações bem definidas, sendo a chuvosa de outubro a março e seca de abril a setembro (ALVARES et al., 2013). As informações sobre as condições climáticas durante o período experimental foram monitoradas na estação meteorológica localizada próxima à área experimental (Figura 1A). Esses dados foram usados para calcular o balanço hídrico mensal do solo (Figura 1B), considerando uma capacidade de armazenamento de água de 50 mm no solo Pereira (2005).



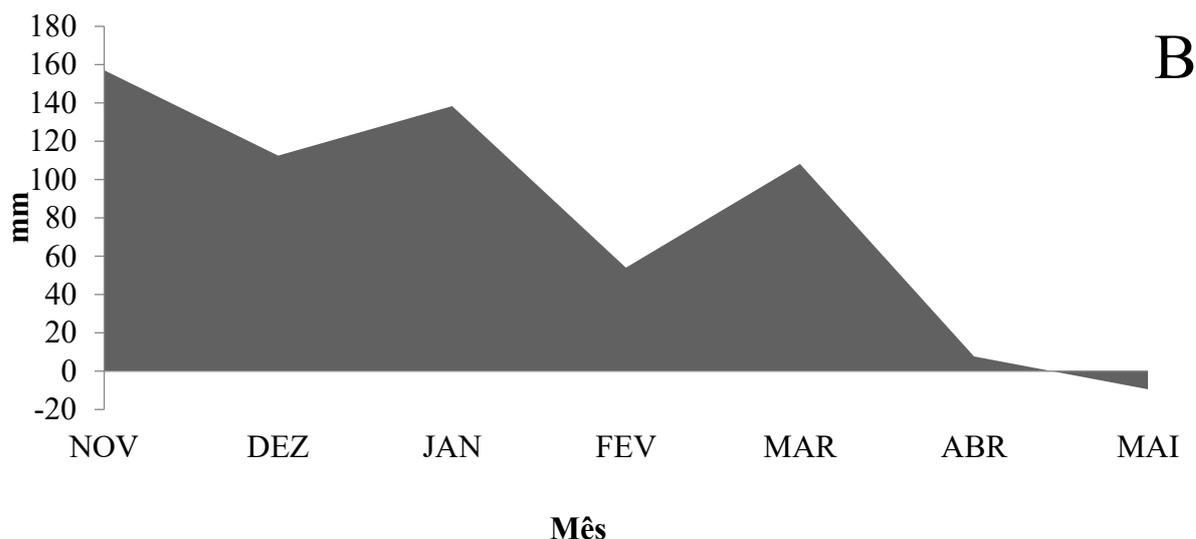


Figura 1. Dados meteorológicos (A) e balanço hídrico do solo (B) mensais durante o período de avaliação (novembro de 2018 a maio de 2019) em Uberlândia, MG, Brasil.

O relevo da área experimental é plano e o solo foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico (SANTOS et al., 2018), de textura argilosa. Em setembro de 2018, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 10 cm para análise do nível de fertilidade, cujos resultados foram: pH em H₂O: 5,6; P: 1,4 (Mehlich⁻¹); K: 223 mg dm⁻³; Ca²⁺: 3,3; Mg²⁺: 0,9 e Al³⁺: 0,0 cmolc dm⁻³. Com base nesses resultados, a fertilização com calcário e potássio não foi necessária. As adubações fosfatadas e nitrogenadas foram realizadas em dezembro de 2017, com aplicação de 50 kg.ha⁻¹ de N e 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Em 28/09/2018, outros 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ também foram aplicados. Em 10/10/2018, houve aplicação de 50 kg.ha⁻¹ de N e essa mesma dose também foi aplicada em 22/01/2019. Ureia e superfosfato simples foram usados como fontes de fertilizantes. As adubações foram realizadas a lanço no final da tarde.

A área experimental foi composta por nove parcelas (unidades experimentais) de 9 m². Nestas, a *Brachiaria brizantha* syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) já havia sido implantado em novembro de 2015.

No início de dezembro de 2017, foi feito um corte de uniformização a 5 cm acima do nível do solo em todas as parcelas. Após este corte, as plantas permaneceram em crescimento livre até atingirem 15, 30 ou 60 cm. Cada uma dessas alturas foi implementada em três parcelas experimentais. Quando as plantas atingiram as alturas desejadas, permaneceram nas mesmas alturas por aproximadamente oito meses (verão, outono e inverno), até 28/09/2018. Nesta data, foi realizado um corte rente ao solo das

plantas com 15 e 60 cm. Em seguida, essas plantas permaneceram em crescimento livre até atingirem 30 cm no final de outubro de 2018 e permaneceram nessa mesma altura até o final do experimento, ou seja, durante a primavera, verão e outono. As parcelas com plantas de 30 cm não foram cortadas em 28/09/2018 e foram mantidas a 30 cm até o final do período experimental. O controle da altura do dossel foi realizado uma vez por semana no outono e inverno e duas vezes por semana na primavera e verão. As partes das plantas acima das alturas desejadas foram cortadas com tesoura de poda e o excesso de forragem retirado da parcela. Como resultado, foi possível avaliar os efeitos de três alturas (15, 30 e 60 cm) nas estações anteriores (verão, outono e inverno) e do corte no final do inverno sobre o desenvolvimento do capim-marandu mantido na altura de 30 cm em *steady state* durante a primavera, verão e outono subsequentes.

Assim, os tratamentos experimentais foram: (1) 15-C-30: dossel com 15 cm no verão, outono e inverno; e, após o corte (C) rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante; (2) 30: dossel com 30 cm em todo o período experimental e sem corte; e (3) 60-C-30 cm: dossel com 60 cm no verão, outono e inverno; e, após corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

Uma semana antes do corte das plantas de 15 e 60 cm, em 28/09/2018, foi realizada amostragem para cálculo da massa de forragem em todas as parcelas. Uma amostra de cada parcela foi coletada junto ao solo, utilizando uma moldura de 0,25 m² e tesouras de poda. As amostras foram pesadas e divididas em duas subamostras. Uma foi pesada, seca em estufa a 55°C por 72 horas e pesado novamente. A segunda foi separada em folha viva, colmo vivo, folha morta e colmo morto. Esses componentes morfológicos foram secos em estufa a 55°C por 72 horas e pesados. Com esses dados, calculamos a massa da forragem e sua composição morfológica.

A avaliação da morfogênese ocorreu no período de novembro de 2018 a maio de 2019, quando todos os dosséis estavam com 30 cm. Em cada parcela, dez perfilhos foram selecionados e suas características morfogênicas monitoradas. A cada mês, novos perfilhos foram marcados e avaliados por um período de 30 dias. A lâmina foliar e o comprimento do colmo (colmo + pseudocolmo) foram medidos duas vezes por semana, utilizando uma régua graduada. O comprimento das folhas expandidas foi medido da ponta da folha até sua lígula. No caso de expansão de folhas, o mesmo procedimento foi adotado; entretanto, a lígula da última folha expandida foi considerada como a

referência de medição. Para folhas em senescência, o comprimento correspondeu à distância entre sua lígula e o ponto onde o processo de senescência progrediu (porção verde da lâmina foliar). O tamanho do colmo correspondeu à distância da superfície do solo à lígula da folha mais jovem totalmente expandida. Folhas expandidas com mais de 50% da lâmina senescente foram consideradas mortas. Com base nessas informações, foram calculados os seguintes parâmetros: Taxa de alongamento foliar ($\text{cm.perfilho.dia}^{-1}$): soma das variações positivas do comprimento das lâminas foliares por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação; Taxa de alongamento do colmo ($\text{cm.perfilho.dia}^{-1}$): soma das variações positivas do comprimento do caule por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação; e Taxa de senescência foliar ($\text{cm.perfilho.dia}^{-1}$): soma das variações negativas do comprimento das lâminas foliares por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação.

O acúmulo de forragem foi calculado com base na avaliação morfogênica de perfilhos individuais (BIRCHAM & HODGSON, 1983). Fatores de conversão foram gerados para expressar as taxas de crescimento foliar e de colmo, bem como a taxa de senescência foliar, em $\text{kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de matéria seca (MS). Para tanto, ao final de cada período de avaliação da morfogênese, foram coletados próximo ao solo 30 perfilhos de cada parcela. Estes tiveram suas lâminas de folhas vivas (em expansão e expansão) e seus colmos vivos separados e, posteriormente, foram medidos os comprimentos de cada órgão. Em seguida, essas frações foram secas em estufa a 55°C por 72 horas. Após a secagem, os componentes morfológicos foram pesados e suas massas divididas pelos respectivos comprimentos totais. Dessa forma, foram obtidos fatores de conversão, em mg.cm^{-1} de matéria seca, utilizados para transformar os valores expressos em $\text{cm.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, para $\text{mg.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Com a multiplicação dos valores de crescimento e senescência de folha e colmo, expressos em mg de perfilhos $^{-1}.\text{dia}^{-1}$, pelo número de perfilhos vivos (perfilhos. ha^{-1}) em cada parcela, foi possível obter a taxa de crescimento de folha (TCF), taxa de crescimento do colmo (TCC), e a taxa de senescência foliar (TSF), em $\text{kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de MS. Os fatores de conversão de lâminas foliares em expansão, lâminas foliares expandidas e colmo foram usados para calcular TCF, TSF e TCC, respectivamente. Os números de perfilhos foram determinados mensalmente de novembro de 2018 a maio de 2019, por meio da contagem de perfilhos vivos presentes em uma moldura retangular de 0,25 m por 0,50 cm, em três pontos de avaliação por parcela.

A análise dos dados experimentais foi feita por meio do programa System for Statistical Analysis (SAS[®]), versão 9.0. A escolha da matriz de covariância foi feita usando o critério de informação de Akaike (WOLFINGER 1993). Para todas as características medidas no final de setembro de 2018, apenas o efeito fixo da altura do dossel foi estudado. As demais características foram analisadas como medidas repetidas no tempo; e o modelo utilizado considerou as alturas do dossel na estação anterior, mês do ano e interação altura do dossel x mês como fontes de variação. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando 5% como nível crítico de probabilidade para ocorrência de erro tipo I.

2.3 Resultados

No final de setembro de 2018 (início da primavera) e antes dos dosséis forrageiros serem cortados rente ao solo, a massa de forragem foi maior no dossel sob 60 cm, intermediária no dossel mantido com 30 cm e inferior no dossel manejado com 15 cm. Um padrão de resposta contrário ocorreu para a percentagem de folha viva na massa de forragem destes dosséis. A percentagem de colmo vivo na massa de forragem foi menor no dossel com 15 cm do que naquele com 60 cm, porém o dossel mantido com 30 cm apresentou valores semelhantes aos demais. Por outro lado, as percentagens de folha e colmo mortos não foram influenciadas pela altura do dossel antes do corte (Tabela 1).

Tabela 1 – Características estruturais do capim-marandu com três alturas no final de setembro de 2019, antes do corte de uniformização

Característica	Altura do dossel (cm)			P-valor	EPM
	15	30	60		
Massa de forragem (MF, kg.ha ⁻¹ de MS)	3630c	5040b	10410a	0,0191	1092
Folha viva (% da MF)	17,3a	11,9b	5,7c	<0,0001	1,9
Colmo vivo (% da MF)	11,6b	16,3ab	23,3a	0,0022	2
Folha morta (% da MF)	32,1a	30,7a	30,9a	0,28	0,3
Colmo morto (% da MF)	38,9a	41,1a	40,1a	0,1619	0,4

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05). EPM: erro padrão da média.

Após o corte realizado no final de setembro de 2018, todas as variáveis respostas mensuradas, tanto nos perfilhos individuais, quanto em nível de dossel, foram influenciadas isoladamente pelo mês de avaliação e pela interação deste com o manejo prévio da desfolhação (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise estatística, com P-valor para cada variável resposta.

Variável resposta	Fator		
	Tratamento*	Mês	Tratamento x Mês
	Perfilho individual		
Taxa de alongamento foliar	0,3819	0,0094	0,0013
Taxa de alongamento de colmo	0,6389	0,0389	0,0401
Taxa de senescência foliar	0,5689	0,01	0,0002
	Dossel Forrageiro		
Número de perfilhos/m ²	0,7689	0,0013	0,0019
Taxa de crescimento foliar	0,622	0,0303	0,0111
Taxa de crescimento de colmo	0,2945	0,0001	0,0162
Taxa de senescência foliar	0,8994	0,0026	0,0128

* Corresponde ao manejo anterior de desfolha; Valores em negrito são menores que 0,05 e, portanto, indicam um efeito significativo do fator estudado.

A taxa de alongamento foliar (TAIF) do perfilho individual foi menor no dossel sob 30 cm, em comparação aos dosséis sob 60-C-30 e 15-C-30, apenas no mês de novembro de 2018. Porém, em março de 2019 um padrão de resposta contrário ocorreu. Nos demais meses, não ocorreu diferença nesta característica entre os dosséis forrageiros. De modo geral, os dosséis manejados com corte no fim de setembro de 2018 (60-C-30 e 15-C-30) apresentaram alta TAIF em novembro, porém esta reduziu a partir de dezembro e alcançou os menores valores em maio. Já o dossel sob 30 cm apresentou menores valores de TAIF de novembro até janeiro, porém em fevereiro e março seus valores alcançaram as maiores magnitudes, voltando a decrescer em seguida, de modo a alcançar o mínimo valor em maio (Tabela 3).

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) do perfilho individual foi menor no dossel mantido com 30 cm do que nos demais dosséis apenas no mês de novembro. Em dezembro, a TAIC foi superior no dossel 60-C-30, em comparação aos demais. A partir

de janeiro, não houve diferença de TAIC entre os dosséis forrageiros. De modo geral, a TAIC dos dosséis sob 60-C-30 e 15-C-30 apresentou padrão de resposta semelhante ao longo dos meses de avaliação, sendo maiores em novembro e menores entre março e maio. Por outro lado, o dossel com 30 cm apresentou TAIC baixa em novembro e dezembro, mas seus valores foram altos em janeiro e fevereiro, de modo que nos meses subsequentes seus valores voltaram a reduzir (Tabela 3).

A taxa de senescência foliar (TSeF) foi semelhante entre todos os dosséis forrageiros, com maior valor em novembro de 2019 do que nos meses subsequentes (Tabela 3).

Tabela 3 - Características morfogênicas do capim-marandu em *steady state* de acordo com o manejo anterior de desfolhação.

Tratamento	Mês						
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Taxa de alongamento foliar (cm.perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹)							
60-C-30	1,21Aa	0,77Ba	1,00ABa	1,0ABa	0,82ABb	0,67BCa	0,45Ca
30	0,85BCb	0,87BCa	0,91Ba	1,20Aa	1,16Aa	0,76BCa	0,62Ca
15-C-30	1,40Aa	0,76Ca	0,92BCa	0,98BCa	0,84BCb	0,82BCa	0,54Ca
Taxa de alongamento de colmo (cm.perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹)							
60-C-30	0,10Aa	0,04ABa	0,07ABa	0,05ABa	0,03Ba	0,02Ba	0,03Ba
30	0,03Bb	0,02Bb	0,06Aa	0,06Aa	0,03Ba	0,03Ba	0,04ABa
15-C-30	0,09Aa	0,02Bb	0,06ABa	0,05ABa	0,0Ba	0,02Ba	0,03Ba
Taxa de senescência foliar (cm.perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹)							
60-C-30	1,3Aa	0,5Ba	0,4Ba	0,5Ba	0,4Ba	0,3Ba	0,3Ba
30	1,1Aa	0,7ABa	0,5Ba	0,5Ba	0,5Ba	0,4Ba	0,3Ba
15-C-30	1,2Aa	0,5Ba	0,3Ba	0,6Ba	0,4Ba	0,4Ba	0,3Ba

60-C-30: dossel com 60 cm no verão, outono e inverno e, após o corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante; 30: dossel com 30 cm em todo o período experimental (sem corte); 15-C-30: dossel com 15 cm no verão, outono e inverno e, após corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante. Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro padrão da média = 0,03, 0,003 e 0,04 para a taxa de alongamento foliar, taxa de alongamento de colmo e taxa de senescência foliar, respectivamente.

Em todos os dosséis forrageiros, a densidade populacional de perfilho (DPP) foi menor em novembro e dezembro do que nos meses posteriores. De novembro a janeiro a DPP não variou entre os dosséis forrageiros, contudo de fevereiro até maio, seus valores foram menores no dossel mantido a 30 cm do que nos demais (Tabela 4).

Tabela 4 – Densidade populacional de perfilhos (nº perfilhos/m²) de capim-marandu mantido em *steady state* de acordo com manejos prévios de desfolhação

Tratamento	Mês						
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
60-C-30	1079Ba	1117Ba	1345Aa	1345Aa	1243Aa	1245Aa	1200Aa
30	1021Ba	1066Ba	1286Aa	1231Ab	1129Ab	1145Ab	1105Ab
15-C-30	1033Ba	1064Ba	1269Aa	1338Aa	1307Aa	1241Aa	1213Aa

60-C-30: dossel com 60 cm no verão, outono e inverno e, após o corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante; 30: dossel com 30 cm em todo o período experimental (sem corte); 15-C-30: dossel com 15 cm no verão, outono e inverno e, após corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante. Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro padrão da média = 13,36.

A taxa de crescimento foliar (TCF) do dossel sob 60-C-30 foi inferior em dezembro e maio, mas superior em fevereiro (Tabela 5). No dossel manejado com 30 cm, em geral os valores de TCF aumentaram de novembro até fevereiro, mês em que alcançou seu maior valor; depois, os valores reduziram até maio, mês com menor TCF. Já o dossel mantido com 15-C-30 teve maior TCF em novembro do que em dezembro e maio. Em novembro e em maio, a TCF foi inferior no dossel mantido com 30 cm do que nos demais dosséis. Em dezembro e janeiro, a TCF não variou entre os dosséis forrageiros. Em fevereiro, a TCF foi menor no dossel sob 15-C-30 do que nos demais dosséis forrageiros. Já em março e abril a TCF foi superior no dossel sob 60-C-30 do que naquele manejado com 30 cm, enquanto o dossel sob 15-C-30 apresentou valores semelhantes aos demais (Tabela 5).

A taxa de crescimento de colmo (TCC) do dossel forrageiro foi superior apenas no mês de novembro nos dosséis submetidos ao corte de uniformização (60-C-30 e 15-C-30), em comparação ao dossel mantido sempre com 30 cm, sendo que essa diferença não foi observada a partir de dezembro até o final das avaliações (Tabela 5). Em geral, o dossel sob 60-C-30 apresentou maior TCC em novembro, intermediário entre dezembro

e abril, e menor em maio. Por outro lado, o dossel sob 15-C-30 apresentou maior TCC em novembro do que em dezembro, março, abril e maio, com os meses de janeiro e fevereiro apresentando valores semelhantes aos demais. Já o dossel mantido com 30 cm apresentou menor valor de TCC em novembro, dezembro, março e abril do que em janeiro e fevereiro, sendo que em maio o valor de TCC foi semelhante aos demais meses (Tabela 5).

Tabela 5 – Taxas de crescimento, senescência e acúmulo de forragem (kg MS.ha⁻¹.day⁻¹) do capim-marandu mantido em *steady state* de acordo com os manejos prévios de desfolhação

Tratamento	Mês						
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Taxa de crescimento foliar							
60-C-30	126,7ABa	86,5Ba	131,1ABa	143,5Aa	134,7ABa	116,6ABa	82,4Ba
30	85,4Bb	92,3Ba	115,3ABa	136,8Aa	106,3ABb	96,7ABb	58,2Cb
15-C-30	139,7Aa	79,7Ba	113,3ABa	106,1ABb	116,9ABab	101,7ABab	83,6Ba
Taxa de crescimento de colmo							
60-C-30	21,7Aa	8,2BCa	18,3BCa	14,0Ba	8,8BCa	6,8BCa	5,6Ca
30	5,5Bb	3,6Ba	14,7Aa	15,7Aa	5,2Ba	6,4Ba	9,0ABa
15-C-30	19,4Aa	4,8Ba	16,0ABa	12,5ABa	10,7Ba	5,2Ba	7,0Ba
Taxa de senescência foliar							
60-C-30	68,4Aa	25,4BCa	26,6BCa	37,0Ba	31,4Ba	24,1BCa	16,3Ca
30	53,0Aa	39,2ABa	29,6Ba	30,3Ba	29,2Ba	22,8BCa	14Ca
15-C-30	60,5Aa	28,2Ba	22,0Ba	37,0ABa	26,0Ba	25,6Ba	17,1Ba

60-C-30: dossel com 60 cm no verão, outono e inverno e, após o corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante; 30: dossel com 30 cm em todo o período experimental (sem corte); 15-C-30: dossel com 15 cm no verão, outono e inverno e, após corte rente ao solo, com 30 cm da primavera em diante. Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Erro padrão da média = 3,5; 0,7 e 1,8 para a taxa de alongamento foliar, taxa de alongamento de colmo e taxa de senescência foliar, respectivamente.

A taxa de senescência foliar (TSF) não variou entre os dosséis forrageiros durante os meses de avaliação. ao longo do período de avaliação, geralmente o padrão

de resposta da TSF também foi semelhante entre os dosséis forrageiros, com maiores valores no início (novembro) e menores no final (maio) (Tabela 5).

2.4 Discussão

As variações de crescimento dos perfilhos individuais (Tabela 3) e do dossel forrageiro (Tabela 5) entre o fim da primavera e o outono foram consequências das variações do clima nesse período. De fato, de novembro de 2018 a maio de 2019, a despeito da pouca variação da temperatura, a quantia de chuvas e, conseqüentemente, a disponibilidade de água no solo, reduziram significativamente (Figura 1). Como consequência, em geral as taxas de alongamento foliar e de colmo, bem como as taxas de crescimento do dossel, foram maiores no início do que no fim do período de avaliação (Tabelas 3 e 5). Nesse sentido, Van Loo (1992) também reportaram decréscimo de 36% na taxa de alongamento foliar em cultivares de azevém em condições de deficiência hídrica. Da mesma forma, em pastos de capim-elefante cv. Napier, a taxa de alongamento foliar reduziu 45% em plantas não irrigadas, quando comparadas àquelas irrigadas (ANDRADE et al., 2005). Esses resultados demonstram a importância da disponibilidade de água para o crescimento vegetal, que depende da entrada de água nas células (TAIZ & ZEIGER 2012). Dessa forma, a baixa umidade do solo, causada pela baixa precipitação pluvial, pode inibir a turgescência celular, limitando o crescimento das plantas. Ademais, a deficiência hídrica também reduz a absorção de nutrientes e a translocação de assimilados na planta (TAIZ & ZEIGER 2012).

As variações mensais no crescimento do capim-marandu (Tabelas 3 e 5) resultam em sua sazonalidade da produção de forragem em condições tropicais, um fato que tem sido consistentemente relatado em gramíneas do gênero *Brachiaria* syn. *Urochloa* (PEREIRA et al., 2015; SANTOS et al., 2013; GIMENES et al., 2011; SILVEIRA et al., 2013).

No fim do inverno, os dosséis manejados com maior altura apresentaram maior massa de forragem, um padrão de resposta esperado e já constatado por outros pesquisadores (PAULA et al., 2012; NANTES et al., 2013). Em dosséis altos, a competição intraespecífica por luz é alta, o que estimula o alongamento do colmo, a fim de expor as folhas mais jovens no estrato superior do pasto (CARNEVALLI et al., 2006). Neste processo, as folhas jovens acabam sombreando as folhas mais velhas,

localizadas no estrato basal do dossel. Esses fatores justificam a maior percentagem de colmo vivo no dossel com 60 cm, em relação ao dossel com 15 cm; e também explicam a diminuição da percentagem de folha viva na medida em que a altura dos dosséis aumentou (Tabela 1).

As diferenças na massa de forragem e nos percentuais de folha e colmo vivos entre os dosséis forrageiros no fim do inverno e imediatamente antes do corte (Tabela 1) indicam que estes dosséis possuíam estruturas contrastantes, de acordo com o objetivo almejado com a idealização deste trabalho. Essas diferenças estruturais foram mantidas por longo período (nove meses), isto é, ao longo de três estações prévias ao corte (verão, outono e inverno). Desse modo, como os dosséis com alturas prévias de 15 e 60 cm foram manejados com igual altura (30 cm) após o corte no fim do inverno, foi possível avaliar se este corte elimina ou não os efeitos residuais das estruturas contrastantes vigentes nas estações anteriores (Tabela 1) sobre o desenvolvimento do dossel nas estações posteriores (primavera, verão e outono). Além disso, também foi possível determinar se o corte no fim do inverno modifica ou não o padrão de desenvolvimento do dossel a partir da primavera, em comparação ao dossel que não foi cortado no fim do inverno.

Durante a primavera, os perfilhos individuais, bem como os dosséis forrageiros submetidos ao corte no fim do inverno (15-C-30 e 60-C-30) apresentaram maior crescimento, comparativamente ao dossel sob 30 cm. Esse fato é comprovado pela altas TAlF, TAlC, TCF e TCC em novembro e pela maior TAlC verificada em dezembro nos pastos sob 15-C-30 e 60-C-30 do que naquele sob 30 cm (Tabelas 3 e 5). Esses resultados podem ser atribuídos à eliminação dos perfilhos velhos após o corte rente ao solo e realizado no fim de setembro. Com esse corte, ocorreu a remoção do meristema apical dos perfilhos, o que estimula o perfilhamento (Santos et al., 2010). Ademais, com o corte e a remoção da forragem cortada das parcelas, maior quantidade de luz alcançou as gemas basais, o que também estimula o perfilhamento (MATTHEW et al., 2000; SANTANA et al. 2014). Nesse sentido, Carvalho et al. (2018) também verificaram maior aparecimento de perfilhos durante o início da primavera em pasto de capim-marandu com alta massa de forragem e roçado no fim do inverno, em comparação ao pasto alto e que não foi roçado ao término do inverno.

A intensa mortalidade de perfilhos com o corte e o posterior surgimento de novos perfilhos fez com que os dosséis cortados no fim do inverno (15-C-30 e 60-C-30)

fossem constituídos predominantemente por perfilhos jovens. Estes apresentam maiores taxas de crescimento, quando comparados aos perfilhos maduros e velhos, conforme observaram Montagner et al. (2011), Barbosa et al. (2012) e Alves et al. (2019), em estudos com os capins mombaça, tanzânia e marandu, respectivamente.

Por outro lado, o pasto que não foi roçado, mas manejado com 30 cm ao longo de todo o período experimental, embora possa ter apresentado alto aparecimento de perfilhos no início da primavera, um padrão típico do capim-marandu (COSTA et al., 2016; PESSOA et al., 2016), ainda continha perfilhos oriundos do outono e inverno prévios. Estes perfilhos mais velhos, por seu turno, têm inferiores taxas de crescimento (Paiva et al., 2011; Alves et al., 2019), o que pode justificar o menor crescimento do dossel sob 30 cm nos meses de primavera, comparativamente àqueles sob 15-C-30 e 60-C-30 (Tabelas 3 e 5).

É provável que os perfilhos velhos presentes durante a primavera no dossel com 30 cm tenham morrido no verão e outono, uma vez que o perfilho tem duração de vida limitada e geralmente inferior a um ano (MATTHEW et al., 2000; SANTANA et al., 2014). Como consequência, o número de perfilhos foi menor no dossel sob 30 cm a partir de fevereiro, em comparação aos demais dosséis forrageiros (Tabela 4). Esse fato resultou em menor taxa de crescimento foliar do dossel sob 30 cm nos meses de março, abril e maio, quando comparado aos demais dosséis (Tabela 5).

A alta mortalidade de perfilhos mais velhos no fim do verão também pode ter sido a causa do maior percentual de perfilho jovem no dossel sob 30 cm durante o mês de março. De fato, em trabalho concomitante realizado nesta mesma área experimental, Vasconcelos (2021) relataram 38 % de perfilho jovem em março no dossel sob 30 cm, valor superior ao verificados nos dosséis sob 15-C-30 (27 %) e 60-C-30 (26 %). Esse fato justificaria a maior TAlF no dossel sob 30 cm em março, quando comparado aos demais dosséis forrageiros (Tabela 3), haja vista que o perfilho jovem tem maior taxa de crescimento, em relação aos perfilhos maduros e velhos (Paiva et al., 2011; Alves et al., 2019).

De modo geral, observou-se que as maiores diferenças em crescimento de perfilhos individuais (TAlF e TAlC) foram restritas apenas nos meses de primavera (novembro e dezembro), enquanto a senescência foliar não variou entre os dosséis em nenhum mês (Tabela 3).

Com base em nossos resultados (Tabelas 3 a 5), constatou-se que, independentemente se o dossel estava baixo (15 cm) ou alto (60 cm) durante o verão, outono e inverno prévios, após o corte de uniformização realizado ao término do inverno, estes dosséis se desenvolvem de modo semelhante a partir da primavera até meados do outono. Então, isso demonstra que esse corte de uniformização foi efetivo em eliminar os possíveis efeitos residuais causados pelas distintas alturas dos dosséis (15 e 60 cm) nas estações prévias, o que comprova uma de nossas hipóteses.

Porém, o corte promovido no fim do inverno causou modificações no desenvolvimento do capim-marandu a partir da primavera, em comparação ao dossel que não foi cortado. Isso indica que o corte no fim do inverno resulta em efeitos residuais, caracterizados por mudanças na morfogênese dos perfilhos individuais e no crescimento do dossel forrageiro a partir da primavera. Esse efeito residual provavelmente está relacionado às modificações na dinâmica populacional de perfilhos causadas pelo corte do dossel forrageiro no fim do inverno. Nesse contexto, Carvalho (2018) também demonstraram que o corte realizado no fim do inverno em pastos com alta massa de forragem promoveu mais rápida e intensa renovação da população de perfilhos, comparativamente ao pasto com alta massa de forragem, porém não roçado no fim do inverno. Esses resultados indicam que os padrões de perfilhamento a partir da primavera são modulados pela roçada do pasto no fim do inverno.

Dessa maneira, a eliminação de perfilhos velhos e o estímulo ao aparecimento de novos perfilhos, promovido pelo corte ao fim do inverno, altera rapidamente (em curto prazo) o perfil de faixas etárias de perfilhos no dossel forrageiro. Como esses perfilhos vão naturalmente mudando de faixa etária ao longo do tempo e, ademais, considerando-se que cada faixa etária de perfilhos tem padrões de crescimento específicos (MONTAGNER et al., 2011; BARBOSA et al., 2012; ALVES et al., 2019), é esperado que o efeito do corte executado ao término do inverno tenha consequências de mais longo prazo, caracterizando um efeito residual mais demorado.

Diante do exposto e com base em nossos resultados (Tabelas 3 a 5), a segunda hipótese apresentada neste trabalho, de que o corte de uniformização no fim do inverno gera efeitos residuais sobre o crescimento do pasto nas estações próximas estações, também foi aceita.

Os mecanismos de adaptação da planta forrageira ao corte de uniformização executado no fim do inverno caracterizam a sua plasticidade fenotípica, que consiste em

modificação das características morfogênicas (DA SILVA & NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2007), associadas às variações na dinâmica de perfilhamento do pasto, em resposta às alterações do ambiente (clima e manejo da pastagem).

Uma característica da plasticidade fenotípica é que este é um processo gradativo (NELSON, 2000), ou seja, ocorre de maneira progressiva e lenta. Isso faz com que o pasto responda às variações de ambiente, via modificações no seu desenvolvimento e sua morfologia, por um período relativamente longo. Dessa maneira, as ações de manejo adotadas em uma determinada época surtem efeitos não apenas de curto prazo (mesma época), mas também geram consequências de longo prazo, que continuam ocorrendo nas épocas subsequentes. Nesse contexto, o manejador de pastagem deve considerar esses efeitos do manejo sobre a estação atual e também sobre as próximas estações. Essa preocupação está em consonância com o manejo estratégico da pastagem, onde as atividades devem ser idealizadas e executadas considerando-se não apenas o cenário atual (efeitos de curto prazo), mas também o cenário futuro (efeitos de longo prazo).

2.5 Conclusões

O capim-marandu mantido com alturas contrastantes nas estações prévias apresentam crescimento semelhante a partir da primavera e após o corte de uniformização no fim do inverno.

O corte de uniformização ao término do inverno modifica o crescimento do dossel nas épocas subsequentes, comparado ao dossel sob o mesmo manejo, porém não submetido à tal corte.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos membros do TESTHFOR (Grupo de Testes de Hipóteses em Forragens) da Universidade Federal de Uberlândia por suas contribuições durante a montagem e a condução do ensaio de campo.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ABRASEM – Associação Brasileira De Sementes E Mudanças (2014) Anuário 2014 (Yearbook 2014). **Brasília, DF, Brazil: ABRASEM**. Disponível em: < <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anu%C3%A1rio-Abrasem2014.pdf>>. Acesso em 12 de novembro de 2020.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- ALVES, L. C.; SANTOS, M. E. R.; PEREIRA, L. E. T. et al. Morphogenesis of age groups of Marandu palisade grass tillers deferred and fertilised with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40 p. 2683-2692, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6p2683>
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; LOPES, R. S. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-elefante 'napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 150-159, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000100019>
- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VILELA, H. H. et al. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass tillers at different ages under intermittent stocking. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 41, p. 1583-1588, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000700005>
- BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1983.tb01656.x>
- CALVANO, M. P. C. A.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B. et al. Tillering and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. **Revista Ceres**, v. 58, p. 781-789, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600015>
- CARNEVALLI, R. A.; Da SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165-176, 2006.
- CARVALHO, B. H. **A altura e a roçada do pasto no fim do inverno influenciam o perfilhamento a partir da primavera do capim-marandu previamente manejado sob pastejo diferido?** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 55 p., 2018.
- CARVALHO, B. H. R.; PEREIRA, L. E. T.; SBRISSIA, A. F. et al. Height and mowing of pasture at the end of winter modulate the tillering of marandu palisadegrass in spring. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, 2021.

DOI: [https://doi.org/10.17138/tgft\(9\)13-22](https://doi.org/10.17138/tgft(9)13-22)

COSTA, L.K.P., SANTOS, M.E.R., SILVA, G.P., Reduction of sward height in the fall/winter as strategy to optimize tillering in *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha*. **Archivos de Zootecnia** 65:499-506, 2016.

DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A.; PEREIRA, L. 2015. Ecophysiology of C4 forage grasses understanding plant growth for optimising their use and management.

Agriculture v. 5, p. 598-625, 2015.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture5030598>

EMBRAPA. Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas. Brasília, DF: **Embrapa**, 2020.

GIACOMINI, A. A.; DA SILVA, S. C.; LUCENA, D. O. et al.; Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**. v.66, p.733–741, 2009.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162009000600003>

GIMENES, F. M. A.; DA SILVA, S. C.; FIALHO, C. A. et al. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 46, n. 7, p. 751-759, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700011>

LOPES, B.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a regimes de desfolhação**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil, 2006.

LUCAS, R. J.; THOMPSON, K. F. (1990). **Pasture assessment for livestock managers**. In: LANGER, R. H. M. (Ed.), Pastures – Their Ecology and Management Oxford University Press, Auckland, New Zealand, p. 241-262, 1990.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORALES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. eds. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CABI, Wallingford, UK. p. 127-150, 2000.

MONTAGNER, D. B. **Morfogênese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SOUSA, B. M. D. L. et al. Morphogenetic and structural characteristics of tillers of guinea grass of different age and grazing severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40: 2105-2110, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001000006>

NANTES, N. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B. et al. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v.48, p.114-121, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000100015>

NELSON, C. J. Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. In: Grassland ecophysiology and grazing ecology. (Ed. LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORALES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F.). **CAB-International: Wallingford – UK**, p. 101-126, 2000.

PAIVA, A.J.; SILVA, S.C.; PEREIRA, L.E.T. et al. Morphogenesis on age categories of tillers in marandu palisadegrass. **Scientia Agricola**, v. 68, p. 626-631, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162011000600003>

PAULA, C. C. L.; EUCLIDES, V. P. B.; LEMPP, B. et al. Acúmulo de forragem, características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob alturas de pastejo. **Ciência Rural**, v. 42, p. 2059-2065, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000084>

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 311-313, 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000200019>

PEREIRA, L. E. T.; PAIVA, A. J.; GEREMIA, E. V. et al. Grazing management and tussock distribution in elephant grass. **Grass Forage Sci**, v. 70, p. 1–12, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12137>

PEREIRA, L. E. T.; PAIVA, A. J.; GUARDA, V. A. et al. Herbage utilisation efficiency of continuously stocked marandu palisade grass subjected to nitrogen fertilisation. **Scientia Agricola**, v. 72, p. 114-123, 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0013>

PESSOA, D. D., CARDOSO, R. R., SANTOS, M. E.R. et al. Tillering of marandu palisadegrass maintained at fixed or variable heights throughout the year. **Tropical Grasslands**, v. 4, p. 101-111, 2016.

DOI: 10.17138/TGFT(4)101-111

SANTANA, S. S.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. et al. Initial height of pasture deferred and utilized in winter and tillering dynamics of signal grass during the following spring. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, p. 36-17–23, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i1.20463>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 590, 2018.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M. et al. Morfologia de perfilhos basais e aéreos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em lotação contínua. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1-13, 2010.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M. Forage accumulation in *Brachiaria* grass under continuous grazing with single or variable height during the seasons of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 312-318, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982013000500002>

SILVEIRA, M. C. T.; DA SILVA, S. C., Souza Júnior, S. J. et al. Herbage accumulation and grazing losses on Mulato grass subjected to strategies of rotational stocking management. **Scientia Agrícola**, v. 70, p. 242-249, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000400004>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology** (3rd ed). In: DIVAN JUNIOR, A. M.; SANTAREM, E. R.; MARIATH, J. E. A.; ASTARITA, L. V.; DILLENBURG, L. R.; ROSA, L. M. G.; OLIVEIRA, P. L.; SANTOS, R. P. Artmed: Porto Alegre, 2012.

TERRA, S. R., GIMENES, F. M. A., GIACOMINI, A. A. et al. Seasonal alteration in sward height of Marandu palisade grass (*Brachiaria brizantha*) pastures managed by continuous grazing interferes with forage production. **Crop & Pasture Science**, 71, 1-9, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1071/CP19156>

TRINDADE, J. K.; DA SILVA, S. C.; SOUZA JUNIOR, S. J. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 42, p. 883–890, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600016>

VAN LOO, E. N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, v. 70, p. 511-518, 1992.
DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088511>

WOLFINGER, R. D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistic Simulation and Computation**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.
DOI: 10.1080/03610919308813143