

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANGÉLICA CAROLINE ZATTA

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA DESFOLHA PARA A REFORMA DA
ESTRUTURA DO DOSSEL DE PASTO PERENE DE CLIMA
TROPICAL**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2021

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

ANGÉLICA CAROLINE ZATTA

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA DESFOLHA PARA A REFORMA DA
ESTRUTURA DO DOSSEL DE PASTO PERENE DE CLIMA
TROPICAL**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2021

ANGÉLICA CAROLINE ZATTA

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA DESFOLHA PARA A REFORMA DA
ESTRUTURA DO DOSSEL DE PASTO PERENE DE CLIMA TROPICAL**

**Defoliation management strategies to reform the canopy structure of
tropical perennial pasture**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre/Doutor em Agronomia
- Área de Concentração: Produção Vegetal da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: André Brugnara Soares

Coorientador: Daniel Shmitt

PATO BRANCO

2021



Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco



ANGELICA CAROLINE ZATTA

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA DESFOLHA PARA A REFORMA DA ESTRUTURA DO DOSSEL DE PASTO PERENE DE CLIMA TROPICAL

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Solos E Sistemas Integrados De Produção Agropecuária.

Data de aprovação: 08 de Março de 2021

Prof Andre Brugnara Soares, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Regis Luis Missio, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Tiago Celso Baldissera, Doutorado - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 08/03/2021.

Dedico a minha família: mãe Ivonete, pai Vitório e irmãs Ana Paula, Valentina e Victória, e amigos por todo carinho, apoio e paciência nessa trajetória de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu o dom da vida, e foi uma das maiores forças nos momentos de angústia, abençoando o meu caminho.

Aos meus pais, Ivonete e Vitório, pelo apoio, incentivo e por sempre me ensinarem a lutar pelos meus objetivos, com muita humildade e determinação.

A minha irmã mais velha Ana Paula, que mesmo distante, se fez presente com palavras de incentivo. Além das minhas irmãs mais novas, Victória e Valentina, por proporcionarem momentos de distração.

Ao meu orientador Dr. André Brugnara e coorientador Dr. Daniel Schmitt, por estarem sempre presentes em todas as fases de desenvolvimento do trabalho, salientando minhas dúvidas e me fazendo compreender as respostas da pesquisa.

Ao grupo GISPA, em especial, faço agradecimento as minhas eternas amigas de grupo Luryan Tairini Kagimura, Rosangela Corrêia de Lima, Márcia Mensor, Angela Bernardon e grande amigo Felipe Deifeld. Além de minha amiga de graduação, que sempre me acompanhou durante as coletas de dados e escrita da dissertação Patrícia Bortolanza Pereira.

Ao laboratório LAQUA, e toda sua equipe, pelo auxílio durante a realização das análises bromatológicas, na UTFPR – Câmpus Pato Branco (PR).

As AgroSoczek e CAMISC e suas equipes, pela compreensão em períodos de escrita e interpretação dos dados, pelo incentivo e disponibilidade de intervalos para o desenvolvimento da dissertação.

A UTFPR – Câmpus Pato Branco (PR) e ao PPGAG, pelo amparo durante todo desenvolvimento da pesquisa e estudo.

Meu muito obrigada!

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, com que se sintam humildes.” (Leonardo da Vinci)

“Faça as coisas o mais simples que você puder, porém não se restrinja às mais simples.” (Albert Einstein)

RESUMO

ZATTA, Angélica Caroline. Estratégias de manejo da desfolha para a reforma da estrutura do dossel de pasto perene de clima tropical. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

O manejo do pasto objetiva conciliar a máxima produção de forragem com a eficiência de seu uso. Contudo, as plantas são afetadas por distúrbios criados por eventos de desfolha, cuja frequência e severidade são dependentes do sistema de pastejo. O que refletem na capacidade produtiva e qualitativa do pasto. Desta forma, o presente estudo tem como proposta avaliar o efeito de diferentes manejos de desfolha como estratégia de reforma da estrutura do dossel forrageiro de pastos de clima tropical. O experimento foi conduzido na área experimental da UTFPR (Pato Branco), em delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos consistiram de cinco manejos de desfolha, sendo para o momento da desfolha duas IL (95 e 98%) e duas severidades de desfolha (50 e >50%). O tratamento 95-50 foi considerado o manejo ideal; 98-R1, de baixa frequência e alta severidade; 98I-R1 e 98F-R1, manejos que simularam correções de dossel na fase final e/ou final do ciclo do pasto; e o 98-50, manejo do pasto que passou do ponto recomendado de se fazer a desfolha, contudo mantendo uma severidade de 50%. Foram avaliados caracteres que possibilitaram determinar as características de crescimento, produtividade e qualidade do pasto através da dinâmica de produção da planta ao longo do tempo, além dos caracteres de dossel. Os dados foram submetidos à análise de variância, e aqueles com significância, comparados pelo teste de médias de Tukey ($P > 0,05$). De modo geral, para produção total de matéria seca, o 98I-R1 foi superior somente ao 98-R1, com uma diferença de 2000 Kg MS ha⁻¹. Para composição morfológica, o tratamento 95-50 apresentou maior % lâminas e menor % de colmo tanto no estrato colhido como no remanescente, o que possibilitou um rebrote vigoroso e maior número de desfolhas que 98-R1. Resultado destas diferenças em composição morfológica colhida entre os tratamentos, o valor nutritivo, em pastos que receberam uma maior severidade de desfolha e excederam a altura pré-corte (98-R1) geraram um dossel menos favorável à obtenção de uma dieta de qualidade. Conclui-se, que pastos que passam da altura máxima de colheita (95% IL) podem ser rebaixados ao resíduo original, ou manejados com uma nova e mais alta altura residual, sem comprometimento da produtividade primária, porém implica pontualmente em restrições de ordem química e estrutural.

Palavras-chave: *Panicum maximum*. Índice de Área Foliar. Severidade de desfolha.

ABSTRACT

ZATTA, Angélica Caroline. Defoliation management strategies to reform the canopy structure of tropical perennial pasture. 52 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Crop), Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

Pasture management aims to reconcile maximum forage production with the efficiency of its use. However, the plants are affected by disturbances created by defoliation events, whose frequency and severity are dependent on the grazing system. What they reflect in the productive and qualitative capacity of the pasture. In this way, the present study proposes to evaluate the effect of different defoliation managements as a tool for the reform of the pasture canopy structure of warm-season perennial pastures. The experiment was carried out in the UTFPR Experimental Area (Pato Branco), in randomized block design, with three replications. The treatments consisted of five defoliation managements, with two IL (95 and 98%) and two defoliation severities (50 and > 50%) for defoliation. Treatment 95-50 was considered the ideal management; 98-R1, low frequency and high severity; 98I-R1 and 98F-R1, managements that simulated canopy corrections in the final and / or end of the pasture cycle; and 98-50, handling pasture "past" but maintaining a severity of 50%. Characters that made it possible to determine the characteristics of growth, productivity and quality of pasture through the production dynamics of the plant over time, in addition to the canopy characters. The data were subjected to analysis of variance, and those with significance, compared by the Tukey means test ($P > 0.05$). In general, for total dry matter production, 98I-R1 was superior only to 98-R1, with a difference of 2000 Kg MS ha⁻¹. For morphological composition, treatment 95-50 showed higher% blades and lower% of stalk in the harvested stratum, and in the remainder the same follow-up, which enabled a vigorous regrowth and a greater number of defoliation than 98-R1. As a result of these differences in the morphological composition harvested between treatments, the nutritional value in pastures that received a greater severity of defoliation and exceeded the pre-cut height (98-R1) generated a canopy less favorable to obtaining a quality diet. It is concluded that pastures that pass the maximum harvest height (95% IL) can be reduced to the original residue, or managed with a new and higher residual height, without compromising primary productivity, but occasionally implying chemical restrictions and structural.

Keywords: Panicum maximum. Leaf Area Index. Severity of defoliation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Curva sigmoide das taxas de crescimento em pastos após a desfolha.....	15
Figura 2 – Vista geral da área experimental da UTFPR – Câmpus Pato Branco.....	23
Figura 3 – Precipitação (mm) e temperaturas durante o período experimental.....	24
Figura 4 – Manejo mecânico do capim aruana: (A) Primeira roçada: realizada no dia 20 de dezembro de 2018; (B) Segunda roçada: realizada no dia sete de janeiro de 2019.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise de solo da área experimental, realizado pelo Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UTFPR – Câmpus Pato Branco.....	24
Tabela 2 – Combinações das alturas em pré-pastejo (correspondentes a 95 ou 98% IL) e residuais (50% da altura de entrada ou R1 – altura residual do tratamento I) aplicadas ao longo do experimento nos diferentes tratamentos experimentais.....	26
Tabela 3 – Interceptação luminosa (IL), altura real (cm) do dossel pré e pós-desfolha, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha.....	28
Tabela 4 – Intervalo em dias entre as desfolhas nos diferentes tratamentos.....	28
Tabela 5 – Produção total de matéria seca e de lâminas (em Kg MS ha ⁻¹) de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.....	33
Tabela 6 – Massa de forragem, de lâminas e de colmos (kg MS ha ⁻¹) dos estratos colhido e remanescente de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.	35
Tabela 7 – Densidade volumétrica e de lâminas (kg MS cm ⁻¹ ha ⁻¹) de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.....	36
Tabela 8 – Índice de área foliar (IAF) dos estratos colhidos e remanescentes e densidade populacional de perfilhos (DPP; perfilhos m ⁻²) em pré-corte, de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.....	37
Tabela 9 – Proporção de lâminas (%L), colmos (%C) e material morto (%MM), dos estratos colhidos e remanescentes, de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.....	39
Tabela 10 – Relação folha colmo (F/C), dos estratos colhidos e remanescentes de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.....	40
Tabela 11 – Camada de lâmina livre de bainha (cm), dos estratos colhidos e remanescentes, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha.....	41
Tabela 12 – Variáveis qualitativas (bromatológicas), de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 HIPÓTESE.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Geral.....	13
1.2.2 Específicos.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 IMPORTÂNCIA DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR NO CRESCIMENTO DOS PASTOS.....	15
2.2 IMPLICAÇÃO DO MANEJO DA DESFOLHA SOBRE OS PROCESSOS PRODUTIVOS DO PASTO.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 ESPÉCIE VEGETAL E ÉPOCA.....	23
3.2 SOLO.....	23
3.3 CLIMA.....	24
3.4 PREPARO DA ÁREA.....	25
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	26
3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	27
3.6.1 Interceptação de radiação fotossinteticamente ativa ou luminosa.....	27
3.6.2 Massa de forragem colhível e remanescente e produção total.....	29
3.6.3 Componentes morfológicos do estrato colhível e remanescente.....	29
3.6.4 Densidade populacional de perfilhos e índice de área foliar.....	30
3.6.5 Perfilho estendido, espessura da camada de lâmina livre, densidade volumétrica e densidade de lâminas foliares.....	30
3.6.6 Variáveis bromatológicas.....	30
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 O USO DE SEVERIDADES PONTUAIS OU A READEQUAÇÃO DAS ALTURAS DE MANEJO AFETAM A PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE PASTOS QUE PASSAM DO PONTO MÁXIMO DE COLHEITA?.....	33
4.2. QUAL A CONSEQUÊNCIA DOS AJUSTES DAS METAS RESIDUAIS NA ESTRUTURA DO DOSSEL E NO VALOR NUTRITIVO DA FORRAGEM OFERECIDA?.....	38
4.3. QUAL A IMPLICAÇÃO ENTRE REBAIXAR O PASTO NO INÍCIO DO CICLO PRODUTIVO OU NO FINAL, QUANTO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM E QUALIDADE?.....	43

5 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovinos comerciais do mundo (+214 milhões de cabeças), espalhado em 160 milhões de hectares, com 97% desse rebanho passando ao menos uma época de sua vida sob pastejo. Dentre os pastos mais utilizados na alimentação desse rebanho, a maioria (51%) é formada por plantas do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, uma vez que são plantas adaptadas às condições tropicais e subtropicais e por apresentarem alta capacidade de produção de forragem. Todavia, um dos principais entraves da utilização destas forrageiras tem sido a dificuldade no controle efetivo da estrutura do dossel forrageiro, em função das elevadas produções de colmos e material morto, estruturas que reduzem a qualidade do material ofertado aos animais (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015).

O avanço no conhecimento obtido nos últimos anos nas áreas de ecofisiologia de plantas forrageiras tem contribuído significativamente para a adoção de práticas de manejo eficientes em pastagens de clima tropical (C4). Nesse sentido, o conceito de IAF “crítico” (momento em que 95% da radiação fotossinteticamente ativa é interceptada pelo dossel forrageiro) demonstra-se um critério válido para o manejo de pastos sob lotação intermitente. Isso porque, comparativamente a maiores intervalos de rebrotação, essa condição resulta em maior produção de forragem, com altas proporções de lâmina e baixas de colmos e material morto, o que favorece o desempenho animal (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015). Ademais, desfolhações lenientes (menores que 50% da altura inicial) favorecem a qualidade do material colhido (SCHMITT et al., 2019a), o vigor de rebrota e, conseqüentemente, a capacidade produtiva de pastos sob lotação intermitente (MARTINS, 2017).

Ainda que manejos baseados no conceito do IAF crítico e em desfolhações lenientes representem um significativo avanço no manejo de pastos de clima tropical, problemas com relação à perda de controle da estrutura do dossel forrageiro em função de elevadas taxas de crescimento, subpastejo e/ou por início do estágio reprodutivo podem surgir. Assim, em condições de campo, rebaixamentos (i.e. desfolhações severas) podem ser necessários para a reforma da

estrutura do dossel forrageiro. Ainda que o uso recorrente dessa ferramenta (i.e. uso sucessivo de desfolhações severas) possa incorrer em reduções na capacidade produtiva (MARTINS, 2017) e na qualidade do material colhido pelos animais (SCHMITT et al., 2019b), não há dados na literatura científica sobre os efeitos de rebaixamentos pontuais (i.e. estratégicos) de alta severidade e/ou de outras estratégias de reforma da estrutura do dossel forrageiro. Sendo assim, o presente estudo se propõe a avaliar o efeito de diferentes estratégias de desfolha como ferramentas para a reforma da estrutura do dossel de pastos de clima tropical.

1.1 HIPÓTESE

Estratégias pontuais de alta severidade (70% da altura inicial) corrigem a estrutura do dossel forrageiro, mas comprometem a capacidade produtiva de pastos de clima tropical manejados sob lotação intermitente.

Desfolhações lenientes (50% da altura inicial) não comprometem a composição do material colhido e a capacidade produtiva de pastos de clima tropical manejados sob lotação intermitente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito de diferentes estratégias de desfolha sobre aspectos produtivos e qualitativos de pastos de capim-aruaana (*Panicum maximum* Jacq. cv Aruana) submetidos a lotação intermitente.

1.2.2 Específicos

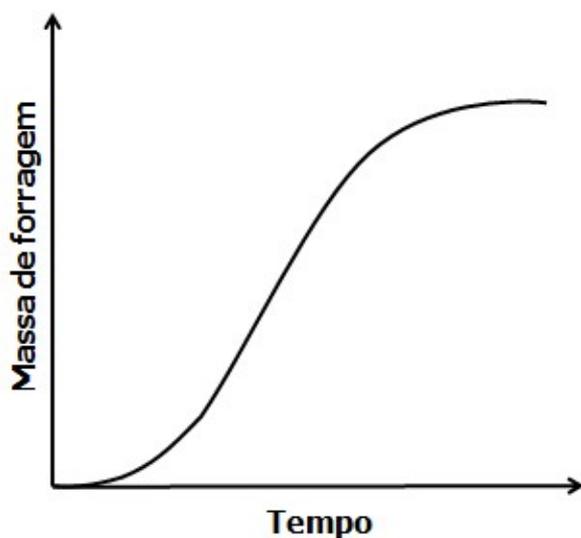
- Avaliar as características produtivas de pastos de capim-aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv Aruana) submetidos a cinco estratégias de desfolha intermitente;
- Traçar estratégias de desfolha para correção da estrutura do dossel forrageiro que não comprometa a produção de forragem de pastos manejados com desfolha intermitente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR NO CRESCIMENTO DOS PASTOS

O índice de área foliar (IAF), é conceituado como a relação entre a área foliar e a área de solo em que as folhas ocupam. Sua definição possibilitou um melhor entendimento das relações entre interceptação luminosa (IL) e acúmulo de matéria seca das plantas (WATSON, 1947). A partir disso, na década de 50, Brougham (1956, 1958), elaborou uma curva sigmoide de crescimento do pasto, com três fases distintas, demonstrando que o acúmulo de forragem pode ser representado e ajustado (Figura 1). A primeira fase é caracterizada pelas taxas médias de acúmulo de MS, que aumentam exponencialmente com o tempo, influenciada pelas reservas orgânicas da planta e área residual de lâmina após a desfolha ou pastejo. Na segunda fase estão presentes as taxas altas de acúmulo constantes (fase linear), com relevância da competição interespecífica e intraespecífica, em específico quando o dossel intercepta quase que totalmente a radiação incidente sobre o dossel. Já na fase final (terceira) inicia-se a queda das taxas médias de acúmulo, resultando no aumento da senescência de lâmina e limitando a duração de vida (HOGDGSON, 1979, 1990).

Figura 1 – Curva sigmoide das taxas de crescimento em pastos após a desfolha.



Fonte: Brougham (1957).

Os parâmetros de acúmulo de forragem podem ser determinados pelas alterações das características estruturais do dossel, como do IAF, altura e massa de forragem. Desta forma, é possível trabalhar com metas de manejo do pasto para monitoramento e controle do processo de desfolha ou pastejo. Como a condição de IAF crítico, em que 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel, e o acúmulo de forragem atinge seu ponto máximo do balanço entre crescimento e senescência (IL 95%; PARSONS et al., 1988a; 1988b; CUTRIM JUNIOR et al., 2011; DA SILVA et al., 2015). Momento este considerado limite máximo para a realização da desfolha, por evitar perdas de forragem e baixa eficiência da utilização desta. Quando as desfolhas ocorrem antes dos pastos atingirem 95% de interceptação luminosa, as características qualitativas, ou seja, valor nutritivo e características químicas, podem ser melhores (BARBOSA et al., 2007; ZANINI et al., 2012). Contudo, quando realizada aos 95% IL, possibilita melhor desempenho animal, principalmente em função da maior oferta de biomassa de lâminas foliares verdes (TRINDADE et al., 2007).

Quando o pasto é manejado em lotação intermitente e o crescimento é interrompido aos 95%IL, observa-se um maior acúmulo de folhas, densidade populacional de perfilhos (DPP) e cobertura do solo (PEREIRA et al., 2015) quando comparado ao manejo que preconiza a máxima interceptação (ILMax). Considerando o animal em pastejo, este ponto de manejo em pré-pastejo otimiza a produção foliar, e conseqüentemente a qualidade da forragem em melhor valor nutritivo da forragem (DA SILVA e CARVALHO, 2005; GREGORINI et al., 2011). Palhano et al. (2007), também observaram em seus estudos que a melhor taxa de ingestão a curto prazo por novilhas leiteiras em pastagem de capim-guiné (*Panicum maximum*) foi obtida quando o pasto interceptou 95% da luz incidente.

Normalmente considera-se e discute-se a importância do IAF crítico para realizar a entrada dos animais ou mesmo iniciar a desfolha, contudo deve-se ressaltar que o índice de área foliar residual (IAFr), representa a severidade de desfolha que influencia o rebrote dos pastos, ou seja, a proporção do tecido vegetal removido pelo animal, em relação ao que foi disponibilizado para pastejo (LEMAIRE et al., 2011). Quando o IAFr é mais elevado, a planta apresenta um período menor de dependência dos carboidratos de reserva, em consequência da melhor utilização

da área foliar residual, resultando em maiores taxas de fotossíntese foliar (PEREIRA et al., 2007). Para a espécie forrageira *Panicum maximum* cv. capim – aruana, morfologicamente de baixo porte e cujos meristemas estão posicionados mais próximos ao solo, o manejo pode ser realizado com IAFr menor, sem afetar a persistência do pasto (ZANINI et al., 2012), neste caso quando manejado na altura ideal de entrada.

Após a desfolha, em pastos manejados até aos 95%IL (IAF crítico), a fotossíntese e, conseqüentemente, a capacidade de produção bruta de tecido, respondem rapidamente, devido a baixa senescência e a rica área foliar remanescente (PARSONS and PENNING, 1988b). Contudo, esta capacidade é influenciada pela estrutura do dossel (p. ex. IAF residual, massa de folhas), bem como pelos teores de carboidratos de reserva. Por exemplo, pastos com IAF alto, apresentam as folhas remanescentes no pós-pastejo pouco adaptadas à alta intensidade luminosa incidente, pois foram formadas em baixa luminosidade e possivelmente em temperaturas mais baixas. Assim, essas folhas apresentam menor eficiência fotossintética e baixa capacidade de adaptação a níveis altos de luminosidade (PRIOUL et al., 1980). Desta forma, o IAF residual tem baixa capacidade fotossintética, resultando em rebrote inicial lento até a formação de folhas expandidas que contribuam significativamente para a fotossíntese do pasto (NABINGER, 1997).

2.2 IMPLICAÇÃO DO MANEJO DA DESFOLHA SOBRE OS PROCESSOS PRODUTIVOS DO PASTO

O manejo do pasto objetiva conciliar a máxima produção de forragem com a eficiência de seu uso (PARSONS, et al., 1988a), combinando a disponibilidade de forragem com a demanda dos animais em pastejo e a manutenção do vigor do pasto. Entretanto, sabe-se que plantas em pastejo são afetadas pelos distúrbios criados por eventos de desfolha, cuja frequência e severidade são dependentes do manejo do pasto. Entretanto, decisões referentes a severidade e frequência de uso refletem na capacidade produtiva do pasto, ou seja, a influência do manejo em seu crescimento e qualidade (LEMAIRE, 1987; HUMPHREYS, 1997).

Para que o manejo possibilite maior acúmulo de forragem, é necessário que quase toda a luz incidente (95%IL), intercepte o material fotossinteticamente ativo do dossel forrageiro. Esta menor remoção excessiva de folhas, proporciona maior índice de área foliar e radiação incidente interceptada pelo dossel (HARRIS, 1978; VIKERY, 1981). Para gramíneas forrageiras de clima tropical, a exigência na pressão de pastejo deve ser menor, principalmente em gramíneas com forma de crescimento cespitoso, por exigirem maior proporção de material remanescente após o pastejo, a fim de garantir uma rebrota vigorosa (CORSI, 1990). Como citado no capítulo anterior, o indicador normalmente usado no manejo ideal do pasto para dar início às desfolhas é o IAF crítico (95%IL; DA SILVA et al., 2015), onde a planta se encontra no limite máximo produtivo de qualidade (produção de lâminas superior à de colmos). Quando ultrapassado este nível de padrão de qualidade do pasto, ou seja, IL superiores à 95%, penalizam o viés animal quanto a composição do que é consumido (HODGSON, 1990).

O manejo da altura do pasto no contexto de consumo tem influência sobre a profundidade do bocado (GONÇALVES et al., 2009). Bartharam e Grant (1984) relataram que a partir de estratos mais baixos e densos de rebaixamento do dossel do pasto, ocorre um decréscimo na severidade de desfolha, devido a limitação física imposta pela presença de colmos e seletividade das folhas pelos animais (BENVENUTTI et al., 2006; DRESCHER et al., 2006). Nesse sentido, como contribuem Zanini et al. (2012), a construção de estruturas de pasto que resultem em elevada ingestão de forragem durante o período de ocupação, deve permitir que a planta se restabeleça preconizando o rebrote vigoroso. Confortin et al. (2010) em um trabalho avaliando o efeito de três severidades (21,1; 43,3 e 61,0%) em pastos de azevém anual sob lotação intermitente, observaram estruturas residuais semelhantes (massa de lâminas, relação lâmina: colmo) nas severidades de pastejo de 61,0% e 43,3%, embora tenha sido observada uma taxa de lotação 24,1% superior no tratamento 61%. Já Zanini et al. (2012), em trabalho com duas frequências (25 e 15 cm pré-pastejo) e uma severidade (8 cm pós-pastejo), ou seja, 68% e 47% de severidade respectivamente observaram variação em cada ciclo de pastejo para cada severidade de desfolha, variando entre 6 a 4 dias respectivamente, além de perdas por qualidade dos pastos em severidades acima

de 50%.

Entretanto, para animais em pastejo, existe um limite de severidade determinado a partir da presença de colmos no estrato de pastejo. Segundo Fonseca et al. (2012) e Mezzalira et al. (2014), esse limite é alcançado quando 40% da altura em pré-pastejo é removida. De fato, Zanini et al. (2012) observaram que 85% de todo o colmo se concentra em até 40% do estrato inferior da altura inicial do pasto. Já para 50% da altura de entrada, aproximadamente 90% do total de colmo presente no pasto, ou seja, correspondente a metade superior do pasto, independente da altura de entrada, concentrando 10 a 15% de todo colmo. Estes autores concluíram que as restrições no consumo animais em pastejo, em rebaixamento a partir de 50% da altura inicial em pastejo intermitente, atribuem torno de 90% de todo o colmo que se encontra na metade inferior da altura dos pastos, dificultando a apreensão e ingestão de forragem.

A altura de manejo dos pastos influencia sua estrutura, além de modificar os processos de desfolha pelo animal e os fluxos de biomassa, interferindo na dinâmica de crescimento da pastagem (PONTES et al., 2004). Neste sentido, Canto et al. (2009) relatam que a modificação na produtividade da planta está relacionada à severidade de desfolha sobre a capacidade de reconstituição da área foliar. Em situações onde a severidade de desfolha é aplicada de forma moderada, observa-se maior acúmulo em biomassa de colmos e material morto (BARBOSA et al., 2007), pouco interessantes do ponto de vista nutricional. Também não positivo, em manejos com taxas de desfolhas elevadas, por resultar em atraso na emissão de tecidos e aumento no intervalo de pastejo. Devido a eliminação de meristemas que possibilitam o desenvolvimento de novas estruturas da planta (CECATO, 2000).

Em geral, as severidades de desfolha do pasto mais usadas pelos produtores são de superpastejo, em que se utilizam taxas de lotação superiores à capacidade de suporte das pastagens. Como consequência, a planta diminui drasticamente a capacidade de rebrote vigoroso do pasto, em função do baixo IAFr. Ao animal, diminui seu desempenho e o pasto entra em processo de degradação. Conforme a severidade de desfolha é ministrada, obtém-se a resposta sobre quantidade de área foliar residual no caso de desfolhas severas, em que a maior parte do tecido fotossintético é removido, torna-se ineficiente a fixação de C

(carbono) para a manutenção dos tecidos remanescentes e renovação da área foliar, necessitando das reservas energéticas nos momentos iniciais na produção de novas folhas. Após a produção de área foliar suficiente para o processo de fotossíntese, a fixação de carbono aumenta e a planta passa a ficar menos dependente das reservas energéticas. Portanto, quanto mais severa a desfolha, maior o balanço negativo de C pela planta (PARSONS et al., 1988a; NABINGER, 1997).

Contudo, apesar de menos comum, o subpastejo também não é desejado, devido aos processos de alongamento de colmo e material senescente (pasto velho e de baixa qualidade). Nesta situação de manejo também é observado um balanço negativo de carbono (C), com perdas desta molécula por respiração e senescência (PARSONS and PENNING, 1988b; NABINGER, 1997), o que reduz o desempenho animal, produtividade e rentabilidade do sistema de produção (BARBOSA et al., 2007). Pastos tropicais manejados em subpastejo, após sucessivas desfolhas, pode resultar em ofertas de forragem excessivamente altas, com elevadas proporções de material morto e colmos, o que reduz o valor nutritivo da forragem ofertada e limita a taxa de consumo pelos animais em pastejo (STOBBS, 1973; CHACON et al., 1976). Nesse sentido, se faz necessário que as desfolhas sejam realizadas sempre ao final da fase linear de crescimento do pasto (Figura 1), objetivando obter a máxima taxa média de acúmulo forragem, sob severidade de desfolha que assegure a manutenção de área foliar, possibilitando um rebrote rápido e vigoroso e uma interceptação otimizada da luz incidente (PARSONS and PENNING, 1988b).

No método de desfolha em lotação intermitente, por apresentar redução súbita da área foliar pelo pastejo, devido à alta carga animal instantânea, a fotossíntese pode ser menor que em pastos mantidos em IAF baixo em lotação contínua (KING et al., 1984; PARSONS et al., 1988a). Este efeito pode ser observado em trabalhos de Brougham (1956, 1958) com pastos sob quatro severidades de desfolha (43%; 65% e 88%), em que a intensidade do pastejo determinou principalmente a redução da interceptação luminosa após o corte, resultando em um período maior para o pasto atingir um IAF significativo para interceptar boa parte da radiação incidente. Na severidade de 43% observou-se que

foram necessários apenas quatro dias para que o pasto retornasse a interceptar 95% radiação luminosa incidente, enquanto nas severidades de 65 e 88%, foram necessários 16 e 24 dias, respectivamente. O mesmo foi observado em trabalho de Parsons et al. (1988a), em que pastos sob desfolha severa obtiveram taxa reduzida e maior intervalo até a máxima taxa fotossintética, já na desfolha moderada, apresentou menor período de restabelecimento.

Desta forma, compreende que o manejo do pasto não se deve somente maximizar a produção, mas sim que possibilite qualidade também, ou seja, maior produção de folhas em detrimento a de colmo (FEROLLA et al., 2008), por influenciar diretamente as propriedades qualitativas das forrageiras, que estão relacionadas a composição morfológica dos pastos, como lâminas foliares que são de melhor qualidade, comparadas ao colmo e material morto, por conter tecidos com maiores concentrações de proteínas e menos fibras. Esta estratégia de manejo dos pastos é observada na condição de 95% IL, pois a produção líquida de forragem é máxima e o material acumulado é composto por maiores proporções de folhas. À medida que eleva a IL do IAF crítico, a composição morfológica de colmo e material morto aumenta em comparação as folhas, o que diminui a qualidade da forragem (DA SILVA, 2015). Desse modo, pastejos realizados a 100% de IL, obriga uma maior remoção de forragem, impondo ao animal o consumo de materiais menos palatáveis e de menor valor nutritivo.

Com o processo de rebaixamento dos pastos, a estrutura do dossel forrageiro é composta por maiores proporções de estruturas lignificadas (colmo e material morto) reduzindo o valor nutritivo e a ingestão de forragem pelo animal (LACA and LEMAIRE, 2000). Para severidades moderadas, como contribuem Sbrissia et al. (2012), em proporções de desfolha de até 50% de severidade da altura inicial, o material colhido deve ser composto por menos colmos. À medida que eleva se a severidade de desfolha, o material colhido é constituído por maiores quantidades de colmos, o que diminui sua qualidade e limita a taxa de ingestão de forragem e/ou tamanho do bocado. Observa-se que em severidades de desfolha moderadas (até 50%), a composição morfológica e química da forragem ingerida não é alterada, já para elevadas severidades (>70%), por exemplo, resulta em um material de menor qualidade (MARTINS et al., 2021).

A escolha do manejo ideal do pasto pode ser conflitante pois leva em consideração a condição do pasto em que se obtêm elevadas taxas de crescimento e acúmulo de forragem com a necessidade de assegurar o máximo consumo e desempenho animal. Como contribuíram Sbrissia e Da Silva (2001), estas estratégias de manejo devem ser concebidas a partir de um contexto multidisciplinar, analisando de forma sistêmica e integrada as respostas de cada componente da interface solo-planta-animal. E não apenas se basear nas avaliações de acúmulo de forragem sem avaliar os fluxos de tecidos associados à população de perfilhos no pasto e à renovação de folhas nos perfilhos existentes (HODGSON et al., 1979).

Para lotação intermitente, as estratégias de controle da entrada e saída dos animais conforme a estrutura do dossel forrageiro revela promissoras melhorias no manejo do pastejo, principalmente relacionado ao critério de interrupção do processo de acúmulo aos 95% de interceptação luminosa, com a altura de resíduo ou área foliar remanescente mínima e de qualidade condizente a necessidade da planta para seu rebrote e recuperação. O manejo do pasto, não pode se basear em maximizar ou minimizar a colheita, este deve fazer uso de severidades de desfolha moderadas, que não penalizem a produção vegetal e animal, mas também não ultrapassem o ponto de IAF crítico, por meio das baixas frequências de pastejo, pois também alteram a composição morfológica, estrutural e química do dossel forrageiro, além dos intervalos entre cada pastejo (SBRISSIA et al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ESPÉCIE VEGETAL E ÉPOCA

O experimento foi realizado com o capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv Aruana), manejado por roçadas mecânicas, na Área Experimental (Figura 2) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Pato Branco (26°11'55"S e 52°41'24"W e altitude de 730 m). Cada UE (unidade experimental) apresentava 25 m². O período experimental foi de janeiro a julho de 2019.

Figura 2 – Vista geral da área experimental da UTFPR – Câmpus Pato Branco.



Fonte: Autoria própria (2021).

3.2 SOLO

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa e de relevo ondulado (BHERING and SANTOS, 2008). Antes do início do período experimental foi realizada uma coleta de solo da camada de 0-20 cm para fins de determinação da composição química do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da análise de solo da área experimental, realizado pelo Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UTFPR – Câmpus Pato Branco.

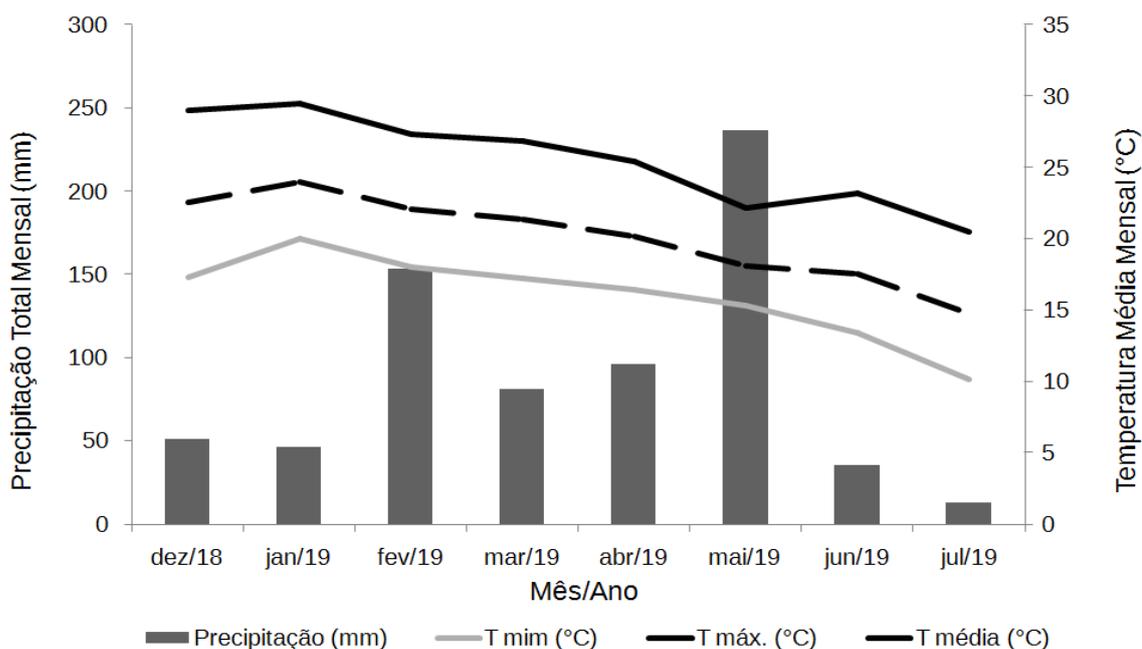
LAUDO DA ANÁLISE DE SOLO*										
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	Al ⁺³	CTC	V
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³				cmol _c .dm ⁻³				%
4,60	42,89	4,08	0,60	3,50	1,50	6,69	5,69	0,25	12,38	45,96

* Abreviações: pH, potencial hidrogeniônico; CaCl₂, cloreto de cálcio; M.O., matéria orgânica; P, fósforo; K, potássio; Ca, cálcio; Mg, magnésio; H+Al, acidez potencial; SB, soma de bases; Al⁺³, alumínio; CTC, capacidade de troca de cátions; V, saturação de bases.

3.3 CLIMA

Conforme a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), o clima da região é do tipo Cfa (subtropical), com invernos amenos, verões quentes, e chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram coletados no posto meteorológico da SIMEPAR, em Pato Branco/PR, distante cerca de 7 km da área experimental. A precipitação em milímetros (mm), assim como a temperatura mínima (T mim), média (T média) e máxima (T Max) em graus célsius (°C) são apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Precipitação (mm) e temperaturas durante o período experimental.

Fonte: SIMEPAR, Pato Branco (PR – 2019).

3.4 PREPARO DA ÁREA

A semeadura dos pastos foi realizada no início do ano de 2016, na densidade de semeadura de 10 kg ha^{-1} e espaçamento de 0,17 m entre linhas. Também, foi realizada adubação de base com fósforo e potássio na quantidade de 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 80 kg ha^{-1} de K_2O . No dia 20 de dezembro do ano de 2018, realizou-se a primeira roçada de nivelamento para 0,10 m de altura. No início de janeiro, realizou-se a segunda roçada, ao mesmo nível da primeira (Figura 4).

Figura 4 – Manejo mecânico do capim aruana: (A) Primeira roçada: realizada no dia 20 de dezembro de 2018; (B) Segunda roçada: realizada no dia sete de janeiro de 2019.



Fonte: Autoria própria (2021).

Adicionalmente, durante o período experimental foi realizada uma adubação de 80 kg ha^{-1} P_2O_5 , 70 kg ha^{-1} K_2O e 70 kg N ha^{-1} (Tabela 4), conforme os resultados da análise de solo (Tabela 1) e recomendações do manual de adubação e calagem do estado do Paraná (SBCS, 2017). Contudo, o N foi parcelado em mais duas aplicações, uma após 40 dias da primeira, preconizando que fosse antes das desfolhas estratégicas e aos 60 dias após a última aplicação, totalizando 170 pontos de N, sendo a ureia 46% a única fonte de N utilizada. E a partir do dia 19 de janeiro, assim que os pastos atingiram suas respectivas condições pré-corte (tratamentos; Tabela 2), deu-se início ao período de coleta de dados.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Devido à heterogeneidade da área experimental, o delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com três repetições. Os tratamentos experimentais consistiram de cinco manejos de desfolha aplicadas ao longo dos cortes (Tabela 2).

Tabela 2 – Combinações das alturas em pré-pastejo (correspondentes a 95 ou 98% IL) e residuais (50% da altura de entrada ou R1 – altura residual do tratamento I) aplicadas ao longo do experimento nos diferentes tratamentos experimentais.

Tratamentos	Ciclo n				
95-50	95%IL/50%	95%IL/50%	95%IL/50%	95%IL/50%	95%IL/50%
98-R1	98%IL/R1	98%IL/R1	98%IL/R1	98%IL/R1	98%IL/R1
98I-R1	95%IL/50%	98%IL/R1	95%IL/50%	95%IL/50%	95%IL/50%
98F-R1	95%IL/50%	95%IL/50%	95%IL/50%	98%IL/R1	95%IL/50%
98-50	95%IL/50%	98%IL/50%	98%IL/50%	98%IL/50%	98%IL/50%

*R1 corresponde a severidade real de corte do tratamento 95-50.

O tratamento 1 (95-50) simulou uma condição recomendada de manejo, a partir da combinação da altura correspondente ao IAF crítico (95% IL) e severidade de desfolha de 50% (ZANINI et al., 2012). O tratamento 98-R1 correspondeu a uma situação de um pasto manejado com altura de entrada acima do recomendado (i.e. maior que o IAF crítico; 98% IL), e sucessivas correções para a situação residual supostamente ideal (altura residual do tratamento 1), gerando assim altas severidades de desfolha (>50%). Este tipo de manejo simularia recomendações mais antigas de manejo de desfolha (e.g. pastejo rotacionado postulado por André Voisin) em que a frequência de desfolha é menor e a severidade maior, em relação às recomendações atuais (VOISIN, 1974). Os tratamentos 98I-R1 e 98F-R1 simularam pastos manejados sob estratégias supostamente ideais (95%IL / 50% de desfolha), mas que no início (segundo corte; 98I-R1) ou perto do final do período produtivo (quarto corte; 98F-R1) foi perdido o momento da desfolha (98% IL), comprometendo o dossel, sendo então rebaixados para o resíduo original, gerando uma alta severidade pontual (> 50%). O tratamento 98-50 simulou um pasto em que se deixou crescer além da meta pré-estabelecida, porém neste tratamento acima do recomendado (de 95 para 98% IL) e se adotou uma nova altura residual para a manutenção de uma severidade constante de 50%. Assim, o experimento apresentou um total de 15 unidades experimentais (3 blocos x

5 tratamentos), com uma área de 20 m² cada. As desfolhas foram realizadas através do uso de roçadeiras costais.

Para a altura de entrada, considerou-se a IL de 95% e 98% como forma de criar frequências de desfolhações dentro e acima dos limites recomendados, respectivamente, para monocultivos de gramíneas de clima tropical (ZANINI et al., 2012; DA SILVA, 2015; SBRISSIA et al., 2018). Já quanto as severidades de desfolha, optou-se pelo uso dos 50% de severidade da altura de entrada (SCHMITT et al., 2019b; MARTINS et al., 2021). Em trabalho conduzido por Martins (2017), observou-se que o pasto submetido a desfolhas intensas de 70 à 80% apresentou atraso da produção máxima de forragem e baixas taxas de crescimento, devido à necessidade de alcançar maiores alturas a fim de minimizar os efeitos negativos de baixo IAF residual, quando comparadas a desfolhas de até 60%. As desfolhas foram realizadas através do uso de roçadeiras costais.

3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS

3.6.1 Intercepção de radiação fotossinteticamente ativa ou luminosa

O monitoramento da intercepção luminosa foi realizado em pré e pós-desfolha e uma vez por semana até que os pastos interceptassem 90% da IL, quando então as avaliações eram realizadas com maior frequência até que as metas de 95 e 98% de IL fossem atingidas. Quando o nível de IL estava se aproximando do desejado, leituras diárias eram feitas para decidir o momento exato da desfolha, pois a IL era o critério de definição do momento da desfolha para todos os tratamentos.

As leituras de IL foram realizadas com um ceptômetro, modelo Sunfleck PAR Ceptometer (Decagon Devices, USA). Em cada unidade experimental foram tomadas leituras em seis pontos representativos da condição média dos pastos no momento da avaliação, sendo uma leitura realizada acima do dossel e cinco no nível do solo por local de amostragem. As leituras foram realizadas sob céu claro, em torno das 12:00 horas (Tabela 3), medindo-se a intensidade luminosa acima do dossel forrageiro (I_0) e aquela no nível do solo (I). A intercepção luminosa

foi calculada como:

$$\text{INTERCEPTAÇÃO} = (I_0 - I) / I_0 * 100$$

Tabela 3 – Interceptação luminosa (IL), altura real (cm) do dossel pré e pós-desfolha, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento				
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50
	Valor Médio				
%IL pré	93	97	93	93	96
%IL pós	69	63	71	64	68
Altura pré	40	49	41	41	47
Altura pós	20	20	20	20	23
	No Rebaixamento**				
%IL Ecolh	-	-	97	98	-
%IL Ereman	-	-	68	58	-
Altura Ecolh	-	-	55	52	-
Altura Ereman	-	-	21	20	-

*Abreviações: IL, Interceptação luminosa (%), altura real (cm); Ecolh., estrato colhido; Ereman., estrato remanescente.

**Refere-se à condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes.

A altura do dossel foi determinada com a mesma frequência das avaliações de IL. Assim, em cada procedimento foram tomadas 20 leituras por piquete utilizando-se um bastão graduado. Como o critério de desfolha era relacionado à condição de dossel, o número de dias foi variável entre os cortes e entre os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Intervalo em dias entre as desfolhas nos diferentes tratamentos.

Intervalo para cada corte (dias)	Desf. 0 - 1	Desf. 1 - 2	Desf. 2 - 3	Desf. 3 - 4	Desf. 4 - 5	Desf. 5 - 6	Desf. 6 - 7	Desf. 7 - 8
95-50	31	11	17	34	28	26	26	33
98-R1	37	25	36	44	50			
98I-R1	31	11	27	30	28	26	26	33
98F-R1	31	11	17	34	42	24	45	
98-50	31	11	27	34	25	27	39	

3.6.2 Massa de forragem colhível e remanescente e produção total

Os cortes foram realizados sempre que os pastos atingiram a meta pré-corte. Para tanto, duas amostras de 0,25 m² foram coletadas em cada UE de modo estratificado (estrato colhido e remanescente) com o auxílio de armações metálicas e régua graduada em centímetros. A massa do estrato colhível, representa a produção de forragem daquele corte, ou seja, pastejada pelo animal e a massa colhida rente ao solo, e a massa remanescente, a que sobraria após a retirada dos animais em uma lotação intermitente. A soma das massas de forragem do estrato colhido de todos os cortes, acrescido da massa remanescente do primeiro corte, representa a produção de forragem total do experimento. Depois de cortadas, as amostras eram acondicionadas em sacos de papel kraft e levadas para estufa de secagem com circulação forçada de ar, onde ficavam submetidas a uma temperatura de 55° C por 72 horas, tempo suficiente para atingirem peso constante. Posteriormente eram pesadas e a média das duas amostras eram convertidas em kg de matéria seca por hectare (Kg MS ha⁻¹).

3.6.3 Componentes morfológicos do estrato colhível e remanescente

As amostras, tanto do estrato colhido como remanescente, foram separadas em seus componentes morfológicos (folhas, colmos + pseudo-colmo e material morto), alocadas em sacos de papel Kraft e levadas para estufa de circulação de ar forçada sob temperatura de 55° C por 72 horas, para obtenção do peso seco. Posteriormente foram pesadas individualmente para determinação da composição morfológica (%) e convertidas em kg de matéria seca por hectare (Kg MS ha⁻¹). As massas de cada componente foram estimadas por meio da média dos valores obtidos em cada corte para cada tratamento.

A produção total de lâminas e de colmos foi obtida pelo somatório das massas destes componentes, de cada corte, acrescidos da massa do primeiro corte.

A partir da obtenção do peso específico das frações, lâmina:colmo, calculou-se a relação F/C (folha/colmo) do estrato colhível, que seria removido pelos animais em pastejo, e do estrato remanescente, que indica a qualidade da estrutura

para promover o rebrote.

3.6.4 Densidade populacional de perfilhos e índice de área foliar

As avaliações de densidade populacional de perfilhos (DPP) foram realizadas em pré-corte, através da contagem direta de perfilhos, em dois pontos por unidade experimental, com o auxílio de armações metálicas de 0,25 m² e após os valores foram transformados para perfilhos m². O Índice de Área Foliar (IAF) foi quantificado em pré-desfolha e pós-desfolha, através da coleta aleatória de 20 perfilhos em cada unidade experimental. Esses perfilhos tiveram as suas lâminas destacadas e medidas em integrador de área foliar (LI-COR LI3100C). Posteriormente, as lâminas medidas foram pesadas para obtenção do peso específico. Por meio da multiplicação entre a área foliar por perfilho e a DPP foi obtido o IAF.

3.6.5 Perfilho estendido, espessura da camada de lâmina livre, densidade volumétrica e densidade de lâminas foliares

Para avaliar perfilho estendido do estrato colhido e remanescente foram coletados 20 perfilhos de forma aleatória em cada unidade experimental. Mediu-se o comprimento total destes perfilhos e o comprimento do colmo mais pseudocolmo até a ligula da última folha expandida. Fazendo-se a diferença entre as alturas, obteve-se a espessura da camada de lâmina livre, em cm.

A densidade volumétrica da forragem e de lâminas foliares, expressa em kg MS cm⁻¹ ha⁻¹, foi calculada pela divisão da massa de forragem e da massa de lâminas foliares, respectivamente, pela altura das plantas no pasto em cada área.

3.6.6 Variáveis bromatológicas

As variáveis bromatológicas foram avaliadas a partir de duas amostras de 0,25 m² coletadas do estrato colhido, com o auxílio de armações metálicas e

régua graduada em centímetros. A altura de corte dos estratos foi definida pela severidade aplicada no momento da avaliação. Após coletadas, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 55° C por 72 h. Posteriormente homogeneizadas para compor uma única amostra, a qual foi moída em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Posteriormente encaminhadas para Laboratório LAQUA (Laboratório de Qualidade Agroindustrial) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, onde foi analisado o teor de proteína bruta (PB) através do método micro Kjeldhal (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN) por Van Soest (1991) e fibra em detergente ácido (FDA) através do método de partição de fibras proposta por Van Soest (1994).

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando verificada significância, foi realizado o teste de comparação de médias de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade de erro. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R Studio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Admitindo que as recomendações de manejo de pastagem sejam de se fazer a desfolha com 95% IL, e com uma severidade de desfolha de no máximo 50%, algumas situações práticas, poderiam ser usadas para justificar o desenho destes tratamentos, tais como:

-Seria melhor deixar o pasto acumular mais forragem para realizar o corte, buscando a maior produção de forragem, e retirar os animais em uma altura mais baixa, para aumentar a eficiência de colheita (95-50 vs. 98-R1)?;

-Se no início do ciclo vegetativo não foi possível colocar os animais no momento recomendado e a altura de entrada foi superior a recomendada, nesta situação deve-se retirar os animais, respeitando os 50% de severidade de desfolha, ou retirá-los a uma altura maior, para que o dossel forrageiro não acumule material morto, colmos e folhas em balanço negativo de carbono (95-50 vs. 98I-R1)?;

-Caso a perda da altura de entrada dos animais ocorrer ao final do ciclo da pastagem, considerando que a estrutura de um dossel ao início e final é totalmente distinta, qual seria a melhor decisão: manter a severidade de 50%, ou aumentá-la (95-50 vs. 98F-R1)?;

-Se a altura de entrada for superior à recomendada, é preferível manter a severidade de desfolha em 50% da altura original e não abaixo disso (98-R1 vs. 98-50)?;

A escolha dos tratamentos seria para simular situações em que o produtor não conseguiu respeitar algumas das alturas e neste caso qual seria, sob o ponto de vista de produção primária, a melhor alternativa. Exemplificando, se a altura de entrada dos animais no piquete for de 30 cm e a de saída de 18 cm, a altura do piquete atual aonde estão os animais está em 25 cm e a altura do próximo piquete, o mais alto, está em 31 cm (já passando da recomendação de colocar os animais), o produtor deveria respeitar a altura de saída do piquete atual ou a de entrada do próximo piquete?

Nesse sentido, a razão fundamental da hipótese testada no presente estudo foi responder três questões de ordem prática: 1) o uso de severidades pontuais ou a readequação das alturas de manejo (i.e. criar um novo (e mais alto)

resíduo ou retornar ao resíduo original) afetam a produção de forragem de pastos que passam do ponto máximo de colheita de 95% de IL? 2) qual seria a consequência dessas decisões na estrutura do dossel e no valor nutritivo da forragem oferecida aos animais? E em se rebaixar o pasto no início ou no final do ciclo produtivo? Assim, essas questões serão discutidas nos tópicos que se seguem.

4.1 O USO DE SEVERIDADES PONTUAIS OU A READEQUAÇÃO DAS ALTURAS DE MANEJO AFETAM A PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE PASTOS QUE PASSAM DO PONTO MÁXIMO DE COLHEITA?

A produção total de matéria seca diferiu entre os tratamentos (PT MS; Tabela 5). Nesse sentido, o tratamento em que foi aplicado a estratégia de correção do dossel forrageiro na fase inicial do ciclo de desfolha (98I-R1) foi maior daquele manejado de maneira recorrente com baixa frequência (i.e., maior altura pré-corte) e alta severidade (98-R1), apresentando uma diferença de aproximadamente 2000 Kg MS ha⁻¹. Para os demais tratamentos, não foram observadas diferenças, com uma produção média de 16000 kg MS ha⁻¹.

Tabela 5 – Produção total de matéria seca e de lâminas (em Kg MS ha⁻¹) de pastos de capim-aruauna submetidos a diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
PT MS	16890 ab	15760 b	17820 a	15970 ab	17150 ab	376	0,029
PT lâmina	8060 a	5460 b	7860 a	7260 a	7450 a	189	< 0,001

*Abreviações: PT, produção total; MS, matéria seca; EPM; erro padrão da média. [#]Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" (P<0,05).

Comportamento semelhante observado para a produção total de lâminas foliares (PT lâminas), uma vez que apenas o tratamento 98-R1 apresentou valor menor que os demais tratamentos (Tabela 5). A equivalência de produção entre a maioria das situações parece estar relacionada com compensações entre uma maior massa colhida quando aplicada alta severidade (Tabela 8) e o maior número de cortes realizados nos tratamentos sob desfolha leniente (Tabela 4; como discutido acima). Já a redução na produção de lâminas no 98-R1 se deve à redução na densidade de lâminas foliares (Tabela 9), o que, por sua vez, é consequência de

um recorrente processo de estiolamento (i.e., aumentos nas taxas de alongamento de colmos e redução nas taxas de alongamento de folhas) gerado pelo uso de baixas frequências de desfolha (i.e. 98% IL; DA SILVA et al., 2015). Deste modo, destaca-se que o efeito deletério do uso frequente de altas severidades de desfolha sobre a produção de forragem relatados por Parsons et al. (1988a, 1988b) e Martins et al. (2021) se assemelham ao tratamento 98-R1 do presente experimento. Assim, respondendo à questão trazida por este tópico, o uso pontual de altas severidades de desfolha (98I-R1 ou 98F-R1) ou a readequação das alturas de manejo (98-50) parece não implicar em penalizações para a produção total de matéria seca e de lâminas foliares, embora deva-se atentar para o fato que essas estratégias implicam em atrasos na rebrotação e/ou em um menor número de cortes. Nos próximos parágrafos do presente item serão apresentados alguns dados que dão suporte às explicações desses achados.

A massa de forragem do estrato colhido diferiu entre as estratégias de desfolha (Tabela 6). Nesse sentido, o tratamento que colheu mais massa por corte foi o 98-R1 (1000 kg MS ha⁻¹ superior), seguido pelo 98-50, 98I-R1 e 98F-R1 (que foram equivalentes) e o tratamento que colheu menos massa foi o 95-50 (Tabela 6). Comportamento observado para a massa de colmos do estrato colhido, mas a massa de folhas dessa mesma camada foi equivalente na maioria das situações, sendo apenas superior no tratamento 98-R1 (Tabela 6). Tal padrão de resposta decorre do fato de que baixas frequências de desfolha (98% IL) geram um maior acúmulo de massa (principalmente de colmos), enquanto que altas severidades de desfolha (70%) aumentam a massa removida por corte (ZANINI et al., 2012; SCHMITT et al., 2019b; DA SILVA et al., 2020). Assim, o uso de baixas frequências de corte (i.e., maior altura pré) e altas severidades de desfolha implicaram em maiores massas (de folhas, colmo e de forragem) no estrato colhido, seja de maneira recorrente (98-R1) ou pontualmente (98I-R1/98F-R1; vide tabela 6 em rebaixamento). No caso do tratamento 98-50 isso se deveu apenas ao uso recorrente de cortes poucos frequentes. Entretanto, como esses tratamentos implicaram em atrasos na rebrotação e/ou em um menor número de cortes (Tabela 4), a maior massa do estrato colhido acabou sendo diluída entre os cortes ao longo do período experimental (por essa razão as diferenças numéricas entre 98I-R1, 98F-

R1, 98-50 e 95-50 foram pequenas) e uma mesma produção total de forragem foi observada na maioria das situações (Tabela 5).

Tabela 6 – Massa de forragem, de lâminas e de colmos (kg MS ha⁻¹) dos estratos colhido e remanescente de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
	Valor Médio						
MF colh.	1840 c	2970 a	2010 bc	1940 bc	2200 b	132	< 0,001
ML colh.	1470 b	1780 a	1460 b	1490 b	1530 b	102	0,0026
MC colh.	340 d	1150 a	510 bc	410 cd	630 b	59	< 0,001
	No Rebaixamento**						
MF colh.	-	-	3320	3060	-	-	-
ML colh.	-	-	1600	2130	-	-	-
MC colh.	-	-	1730	880	-	-	-

*Abreviações: MF, massa de forragem; ML, massa de lâminas foliares; MC, massa de colmos; colh, estrato colhido; reman, estrato remanescente; EPM; erro padrão da média. **Refere-se a condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" (P<0,05).

Para densidade volumétrica (densidade de colmos + lâminas foliares), o tratamento que apresentou o maior valor foi o 98-R1 (i.e., maior altura pré-corte e alta severidade; Tabela 7). Isso pode ser explicado pelo fato de que este tratamento implicou em maior acúmulo de colmos (pelo estiolamento já citado anteriormente) e que esta estrutura sabidamente apresenta maior peso específico (g cm⁻¹). Assim, como a proporção de colmos foi significativamente maior no tratamento 98-R1 (dados apresentados na Tabela 9 e discutidos abaixo), isso implicou em maior densidade de forragem. Já para densidade de lâminas foliares, os tratamentos 98-R1 e 98-50 apresentaram os menores valores (Tabela 9). Esta redução pode ser explicada pelo aumento da altura dos pastos (no caso do tratamento 98-50) combinado com maior severidade de desfolha (no caso do tratamento 98-R1), o que gera estruturas com menor densidade de lâminas foliares. Cabe ressaltar que trabalhos como os de Palhano et al. (2005) e Fonseca et al. (2013) já demonstraram o incremento na densidade de forragem, bem como a redução na densidade de lâminas foliares, ao longo do perfil vertical de pastos de clima tropical (capim-mombaça e sorgo forrageiro, respectivamente). Já trabalhos como os de Molan

(2004) e Schmitt et al. (2019b) mostram a relação inversa entre altura do dossel e a densidade de lâminas foliares em pastos de capim-marandu e capim-quicuiu, respectivamente. Assim, a menor produção total de lâminas foliares do 98-R1 se deve, também, à redução na densidade de lâminas apresentada nesse parágrafo.

Tabela 7 – Densidade volumétrica e de lâminas ($\text{kg MS cm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) de pastos de capim-aruaana submetidos a diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
DV	91 b	114 a	95 b	96 b	90 b	7,2	0,001
DLF	72 ab	66 ab	71 ab	73 a	63 b	5,5	0,037
No Rebaixamento**							
DV	-	-	99	143	-	-	-
DLF	-	-	48	100	-	-	-

*Abreviações: DV, densidade volumétrica e DVF, densidade de lâminas foliares ($\text{kg MS cm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$); EPM; erro padrão da média. **Refere-se a condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes.[#]Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" ($P < 0,05$).

A DPP foi menor para o tratamento 98-R1 (Tabela 8), possivelmente, pela decapitação de meristemas apicais. Resultado do maior alongamento de colmos desse tratamento (inserindo o meristema apical dentro do estrato colhido) e a maior severidade de desfolha, podem ter aumentado a probabilidade de que os perfilhos fossem decapitados, reduzindo assim a DPP. Essa mesma explicação se estenderia, mas com um menor efeito em termos de redução numérica, para os tratamentos 98F-R1 e 98-50. De fato, segundo Rodolfo et al. (2015), a combinação de desfolhações pouco frequentes e severas implicariam em maior número de perfilhos decapitados. Já Martins et al. (2021), alertam para o fato de que desfolhações severas implicariam em reduções na DPP em função do constante recrutamento de perfilhos.

Outro fator seria a área foliar remanescente, a qual poderia ser insuficiente para o pleno reestabelecimento do estande forrageiro. Desta forma, um dos primeiros mecanismos de adaptação desencadeado pela planta seria a diminuição da emissão de novos perfilhos (LEMAIRE, 2001; NABINGER and PONTES, 2001). Por outro lado, os tratamentos que apresentaram as maiores DPPs foram o 95-50 e 98I-R1 (Tabela 8). A explicação pelo maior DPP no 95-50 seria a combinação de uma altura que não promoveu competição por luz (correspondente

ao 95% IL) e uma severidade moderada de desfolha, o que provavelmente não resultou em decapitação de meristema apical e na perda de perfilhos. No caso do 98I-R1, devido a desfolha pontual (70% de severidade) ter sido realizada praticamente no início do ciclo vegetativo, é possível que as plantas ainda não tivessem alocado o meristema apicais dentro da zona de corte (i.e. acima do resíduo) e que, paradoxalmente, a desfolha tenha promovido um estímulo ao perfilhamento a partir da maior entrada de luz, em quantidade e qualidade, na base do dossel forrageiro (DEREGIBUS et al., 1983). A partir dessa intervenção, como os seguintes cortes foram mantidos na altura pré-corte recomendada e com severidade moderada, possivelmente não houve mais decapitações de perfilhos. Por fim, cabe destacar que as diferenças em DPP entre 95-50, 98I-R1, 98F-R1 e 98-50 foram pequenas, o que leva a intuir que havia um número muito próximo de indivíduos acumulando forragem e isso também pode ter levado a produções de forragem similares entes esses tratamentos (Tabela 5).

Tabela 8 – Índice de área foliar (IAF) dos estratos colhidos e remanescentes densidade populacional de perfilhos (DPP; perfilhos m⁻²) em pré-corte, de pastos de capim-aruana submetidos a diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
	Valor Médio						
IAFpré	3,9 b	6,1 a	3,8 b	3,8 b	4 b	0,41	< 0,001
IAF reman	3,1 a	0,72 c	2,1 b	1,7 b	1,8 b	0,44	< 0,001
DPP	1440 ab	975 d	1500 a	1240 bc	1220 c	110	< 0,001
	No Rebaixamento**						
IAF	-	-	5	4	-	-	-
IAF reman	-	-	0,89	1,6	-	-	-
DPP	-	-	1030	1680	-	-	-

*Abreviações: IAF, Índice de área foliar; DPP, densidade populacional de perfilhos; reman, estrato remanescente; EPM; erro padrão da média. **Refere-se a condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" (P<0,05).

O IAF pré-corte foi maior no tratamento 98-R1 em relação aos demais (Tabela 8). Isso, possivelmente, se deve a um efeito de maior escala da área foliar sobre a DPP, uma vez que a população de perfilhos desse tratamento foi a menor (Tabela 8). Assim, embora esses pastos tenham entrado em um processo de auto-

desbaste (i.e., redução da DPP; MATTHEW et al., 1995), é possível que os perfilhos tenham continuado a incrementar a sua área foliar e, conseqüentemente, o IAF. Contudo, para o IAF remanescente, esse mesmo tratamento apresentou a menor média, o que se deve ao uso recorrente da combinação de baixas frequências e altas severidades de desfolha. Tal qual os achados de Da Silva et al. (2015) e Martins et al. (2021). Segundo Parsons et al. (1988a), IAF demasiadamente altos ou baixos comprometem a capacidade fotossintética do dossel forrageiro e, conseqüentemente, a capacidade produtiva do pasto. Assim, esses dados também ajudam a explicar a razão da menor produção de forragem e de folhas (Tabela 8) do tratamento 98-R1. Interessante também destacar o menor IAF residual dos tratamentos 98I-R1, 98F-R1 e 98-50 em relação ao 95-50, o que reforça o impacto negativo de manejos de baixas frequências (98% IL) e/ou altas severidades de desfolha (mesmo que pontuais; 70%) no aparato fotossintético.

Portanto, é possível que em situações onde as condições de clima ou de fertilidade do solo sejam restritivas, esses tipos de manejo/intervenções possam comprometer a capacidade produtiva dos pastos, o que gera certa cautela quanto a interpretação dos resultados apresentados no presente trabalho (i.e., a capacidade produtiva não foi afetada também porque não foram observadas restrições hídricas e de fertilidade do solo).

4.2. QUAL A CONSEQUÊNCIA DOS AJUSTES DAS METAS RESIDUAIS NA ESTRUTURA DO DOSSEL E NO VALOR NUTRITIVO DA FORRAGEM OFERECIDA?

Para a composição morfológica, o tratamento 95-50 foi aquele que apresentou maior % lâminas e menor % de colmo no estrato colhido, não diferindo de 98F-R1 (Tabela 9). Esses dados demonstram que a utilização de severidades de desfolha moderada (até 50%) permite o oferecimento de camadas ricas em folhas e com baixas proporções de colmos e material morto. De fato, Zanini et al. (2012) já haviam demonstrado que até 90% da massa de colmos encontra-se na metade inferior do dossel forrageiro enquanto que Schmitt et al. (2019a; 2019b) demonstraram que pastos manejados com diferentes alturas pré-corte, mas

desfolhados em 50% da altura inicial, não diferiam em termos de composição morfológica no estrato superior e que o mesmo era composto por grandes quantidades de lâminas foliares (até 80%).

Todavia, cabe ressaltar que embora houvesse maior proporção de colmos e material morto colhidas no momento das intervenções pontuais de alta severidade (vide 98I-R1 e 98F-R1 no rebaixamento; Tabela 7), estes parecem ter sido diluídos entre os demais ciclos de desfolha, de modo que, na média, esses tratamentos apresentaram composições morfológicas do estrato superior semelhantes aos pastos que foram sempre desfolhados de maneira leniente (95-50; Tabela 7). Por fim, as proporções de lâminas foliares foram baixas e equivalentes e as de colmos e material morto foram altas e equivalentes em todas as situações residuais (Tabela 9), o que se deve ao fato de que as lâminas foliares ocupam majoritariamente o estrato superior (SBRISSIA et al., 2018; SCHMITT et al., 2019a)

Tabela 9 – Proporção de lâminas (%L), colmos (%C) e material morto (%MM), dos estratos colhidos e remanescentes, de pastos de capim-aruana submetidos a diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
	Valor Médio						
%L colh.	79 a	61 d	75 b	76 ab	71 c	0,009	< 0,001
%C colh.	18 d	38 a	23 c	21 cd	27 b	0,008	< 0,001
%MM colh.	2,4	1,2	2,0	2,3	2,4	0,003	0,174
%L reman.	16	8,7	13	14	16	0,015	0,055
%C reman.	59	63	62	60	62	0,025	0,812
%MM reman.	24	28	25	25	22	0,024	0,692
	No Rebaixamento**						
%L colh.	-	-	48	70	-	-	-
%C colh.	-	-	52	29	-	-	-
%L reman.	-	-	11	9	-	-	-
%C reman.	-	-	68	62	-	-	-
%MM reman.	-	-	21	28	-	-	-

*Abreviações: L, lâmina (%); C, colmo (%); MM, material morto (%); colh, estrato colhido; reman, estrato remanescente; EPM; erro padrão da média. **Refere-se a condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" (P<0,05).

Para relação folha:colmo (F/C) (Tabela 10), somente para o estrato colhido, os tratamentos diferiram entre si, sendo o 98-R1 com a menor relação, seguido por 98-50. O que pode ser explicado pelos dados de composição morfológica (Tabela 9), em que os tratamentos que foram compostos por maior proporção de lâminas, obtiveram as maiores relações de F/C (95-50; 95I-R1; 98F-R1). Singh (1995), em diferentes genótipos de *P. maximum*, observou que quanto maior a relação F/C, melhor foi a digestibilidade da matéria seca. Desta forma, a diminuição da relação folha/colmo, e por consequência a diminuição da oferta de lâmina, afetam o consumo animal (AKIN, 1989).

Tabela 10 – Relação folha colmo (F/C), dos estratos colhidos e remanescentes de pastos de capim-aruana submetidos a diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
	Valor Médio						
F/C colh.	5 a	2 c	5 a	4 ab	3 b	0,297	< 0,001
F/C reman.	0,3	0,15	0,3	0,25	0,3	0,039	0,366
	No Rebaixamento**						
F/C colh.	-	-	0,9	2,5	-	-	-
F/C reman.	-	-	0,2	0,15	-	-	-

*Abreviações: F/C, folha por colmo; colh, estrato colhido; reman, estrato remanescente; EPM; erro padrão da média. **Refere-se a condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" (P<0,05).

Para a espessura da camada de lâminas (cm), observou-se que o tratamento 98-R1, no remanescente, apresentou o menor valor, o que limita a apreensão de forragem (folhas) pelo animal e a taxa fotossintética da planta para o rebrote (Tabela 11). Como contribui Wade (1991), ao trabalhar com azevém perene, observou que, quando os pastos atingiam uma espessura da camada de lâminas de 7,1 cm, a produção de leite das vacas diminuía, auxiliando a concluir que a presença de colmo e de pseudocolmo ou a proximidade no nível do solo dificulta o processo de apreensão e coleta da forragem. Ribeiro-Filho et al. (2011), também mostrou que, em pastos de azevém anual, houve redução no consumo de vacas leiteiras quando os animais pastejavam pastos com comprimento de lâmina livre de bainha de 10 cm. A partir disso é possível observar certa necessidade de utilizar metas de manejo menos severas quando o objetivo for beneficiar o processo de procura e coleta de

ferragem pelo animal. Em lotação intermitente, o período de pastejo está associado à espessura em que está disponível a lâmina na camada de pastejo, contudo não é um bom indicador do consumo de MS de ferragem. Independentemente da ingestão de ferragem, as características estruturais do dossel estão claramente associadas à eficiência de pastejo (RIBEIRO-FILHO et al., 2011).

Tabela 11 – Camada de lâmina livre de bainha (cm), dos estratos colhidos e remanescentes, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
	Valor Médio						
LamLivre colh	32 bc	36 a	31 c	33 bc	34 b	1,3	< 0,001
LamLivre reman	7,1 a	4,1 b	7,1 a	6,4 a	6,9 a	0,7	< 0,001
	No Rebaixamento**						
LamLivre colh	-	-	33	44	-	-	-
LamLivre reman	-	-	12	10,7	-	-	-

*Abreviações: LamLivre, Lâmina livre de bainha (cm); colh, estrato colhido; reman, estrato remanescente; erro padrão da média. **Refere-se a condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" (P<0,05).

Analisando às variáveis qualitativas (Tabela 12), é possível observar que os tratamentos 95-50 e 98-R1, diferem entre si para %FDN colhido e %PB colhida. Sabendo que 95-50 é superior em qualidade nutritiva, quando comparado ao 98-R1, o que se deve ao material colhido, em que o primeiro, contém maior proporção de lâminas e menos colmos, o que diminui o % FDN e eleva o teor de proteína contidas nas amostras. O mesmo foi observado por Da Silva et al. (2020), trabalhando com duas condições pré-pastejo (95% e máxima de IL no pré-pastejo) e duas alturas pós-pastejo (30 e 50 cm) em *Panicum maximum* cv Mombaça, observando que em pré-pastejo de 95% de IL, a ferragem apresentou maior valor nutritivo, quando comparado em pré-pastejo de IL máximo. Além disso, o pré-pastejo de 95% IL de dossel combinado aos 50 cm remanescentes, resultou em maior valor nutritivo. Em pré-pastejo de 95% IL, houve aumento da distribuição de folhas em toda a estrutura do pasto, e diminuição da proporção de colmos.

Tabela 12 – Variáveis qualitativas (bromatológicas), de pastos de capim-aruana submetidos a diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento					EPM	P-value [#]
	95-50	98-R1	98I-R1	98F-R1	98-50		
Valor Médio							
%FDN colh.	58 b	61 a	59 ab	59 ab	60 ab	0,004	0,024
%FDA colh.	31 ab	33 a	31 ab	30 b	32 ab	0,005	0,054
%PB colh.	17 a	14 b	17 a	17 a	16 a	0,003	< 0,001
No Rebaixamento**							
%FDN colh.	-	-	69	62	-	-	-
%FDA colh.	-	-	40	31	-	-	-
%PB colh.	-	-	10	13	-	-	-

* Abreviações: %FDN, proporção de fibra insolúvel em detergente neutro; %FDA, proporção de fibra insolúvel em detergente ácido; %PB, proporção de proteína bruta; colh, estrato colhido; reman, estrato remanescente; EPM; erro padrão da média.

**Refere-se a condição do dossel no momento da intervenção estratégica e não na média de todos os cortes. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste "Tukey" (P<0,05).

Fica evidente pelas variáveis de estrutura de dossel (Tabelas 10, 11 e 12) e de valor nutritivo (Tabela 12) que o uso recorrente de maior severidade de desfolha nos pastos que excederam a altura pré-corte recomendada (98-R1) geraram um dossel menos favorável à obtenção de uma dieta de melhor qualidade. Já os tratamentos que mantiveram a severidade de desfolha dentro dos limites recomendados (50%), i.e. aqueles que simularam uma falha de manejo no início (98I-R1) ou no fim (98F-R1) do ciclo produtivo e aquele que adotou uma nova (e mais alta) altura residual correspondente a severidade de 50%, apresentaram condições mais favoráveis à produção animal e foram relativamente semelhantes entre si, o que indica que os efeitos restritivos de uma correção pontual da estrutura podem ser diluídos ao longo dos cortes. Schmitt et al. (2019a), trabalhando com duas forrageiras de clima quente, concluiu que a composição química da forragem não altera até a metade superior do pasto dentro de uma faixa de alturas pré-pastejo, desde que manejadas de forma moderada (cerca de 50% de severidade de desfolha).

4.3. QUAL A IMPLICAÇÃO ENTRE REBAIXAR O PASTO NO INÍCIO DO CICLO PRODUTIVO OU NO FINAL, QUANTO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM E QUALIDADE?

A produção total de matéria seca e de lâminas (Tabela 5) não foram observadas diferenças entre os tratamentos que receberam a estratégia de correção do dossel na fase inicial (98I-R1) do ciclo do pasto com a do final (98F-R1). Contudo, quando se observa os dados de DPP (Tabela 8), o tratamento 98I-R1 foi superior ao 98F-R1. Isso pode ser explicado pelo fato de o tratamento 98I-R1 ter recebido uma desfolha pontual na fase inicial do ciclo vegetativo, em que as plantas ainda não teriam alocado o meristema apical dentro da zona de corte. Além disso, essa desfolha resultou no estímulo ao perfilhamento a partir da maior entrada de luz, em quantidade e qualidade, na base do dossel forrageiro (DEREGIBUS et al., 1983), e como os seguintes cortes foram mantidos na altura pré-corte recomendada e com severidade moderada, possivelmente não houve mais decapitações de perfilhos. Para as variáveis restantes (Tabela 7, 8; 9; 10; 11 e 12) não foi observado diferenças entre 98I-R1 e 98F-R1. Entretanto, vale destacar que 98F-R1 apresentou menor número de desfolhas que 98I-R1 (Tabela 4), possivelmente por ter recebido alta severidade de desfolha na fase final de ciclo do pasto, resultando em uma penalização de reestabelecimento e maior intervalo de corte, até mesmo justificado pelo menor número de perfilhos produzidos, quando comparados ao 98I-R1, que respondeu em produção da maior DPP, necessária para desenvolvimento e crescimento do pasto.

5 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Pastos que passam da altura máxima de colheita (95% IL) podem tanto ser rebaixados para o seu resíduo original (i.e., pontualmente serem rebaixados em 70% da altura inicial) quanto manejados com uma nova e mais alta altura residual (i.e., rebaixados em 50% da nova altura em pré-pastejo) sem que haja um comprometimento da produtividade primária. Entretanto, caso seja optado por um rebaixamento pontual de alta severidade, o mesmo deveria ser feito por animais onde não se almeja alto desempenho (e.g. vacas secas, novilhas, rebanho de cria), uma vez que essa estratégia implica pontualmente em restrições de ordem química e estrutural.

REFERÊNCIAS

- AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v.81, n.1, p.17-25, 1989.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. 2013. 22, 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- AOAC. **Official methods of analysis**. Arlington: **AOAC International**. 16 ed. 1995.
- BARBOSA, F.A. et al. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéico-energética, durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.160-167, 2007.
- BARTHAM, G.T. and GRANT, S.A. Defoliation of ryegrassdominated swards by sheep. **Grass and Forage Science**, v.39, n.3, p.211-219, 1984.
- BENVENUTTI, M.A. et al. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass and Forage Science**, v.61, p.272-281, 2006.
- BROUGHAM, R. W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**. v.17 p. 46-55, 1957.
- BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.7, p.377-387, 1956.
- BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.9, p.39-52, 1958.
- BHERING, S. B. and SANTOS, H.G. (Eds.). **Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Embrapa Solos, Instituto Agrônomo do Paraná, 2008. 74 p.
- CANTO, M.W.D. et al. Animal production in Tanzania grass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. p.1176-1182. 2009.
- CARVALHO, P.C.F. et al. Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio "Rotatínuo". **VIII Simpósio sobre Manejo estratégico da pastagem**, Viçosa, MG, p. 309-333, 2016.
- CECATO, U. et al. Avaliação da produção e de algumas características de rebrota de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.660-668, 2000.
- CONFORTIN, A. C. C. et al. Structural and morpho-genical characteristics of black oats and italian ryegrass on pasture submitted to two grazing intensities. **Revista**

Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 11, p. 2357–2365, 2010.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campinas, 1990. p.69-83.

CUTRIM, Jr. J. A. A. et al. Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 489-497, 2011.

CHACON, E. et al. Estimation of herbage consumption by cattle using measurements of eating behaviour. **Journal of British Grassland Society**, v.31, p.81-87, 1976

DA SILVA, S.C., CARVALHO, P.C.F., 2005. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/subtropics. In: **McGilloway, D.A. (Ed.), Grassland: A Global Resource**. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands :pp. 81–96.

DA SILVA, S.C. et al. **Ecophysiology of C4 forage grasses – understanding plant growth for optimising their use and management**. *Agriculture*, 5:598–625. 2015.

DA SILVA, S. C. O manejo do pastejo e a intensificação da produção animal em pasto. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 80–100, 2015. ISSN 2447-6.

DA SILVA, S. C. et al. Nutritive value and morphological characteristics of Mombaça grass managed with different rotational grazing strategies. **The Journal of Agricultural Science** 1–7, 2020. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000052>.

DEREGIBUS, V.A. et al. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v.72, p.900-902, 1983.

DRESCHER, M. et al. The role of grass stems as structural foraging deterrents and their effects on the foraging behaviour of cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v.101, p.10-26, 2006

FEROLLA, F.S. et al. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticale sob corte e pastejo. **R. Bras. Zootec**, v. 37, n. 2, p. 197–204, 2008.

FONSECA, L. et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in sorghum bicolor. **Livest. Sci.**, v. 145, n. 1, p. 205–211, 2012.

FONSECA, L. et al. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. **Journal of Animal Science**, v.9, p.1-9, 2013.

GONÇALVES, E. N. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2121-2126, 2009.

GREGORINI, P. et al. Effect of herbage depletion on short-term foraging dynamics and diet quality of steers grazing wheat pastures. **J. Anim. Sci.** 89:3824–3830. 2011.

HARRIS, W. Defoliation as determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. (ed.). **Plant relations in Pastures**. Melbourne, CSIRO, 1978. p. 67-85.

HUMPHREYS, L. R. **The Evolving Science of Grassland Improvement**. Cambridge University Press. 261 p. 1997.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203 p.

HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Science**, v.34, p.11-18. 1979. BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; EUCLIDES, V.P.B.;

JUSSIEU, A.L. **Genera Plantarum. Herissant et Teophilum Barrois**, Paris. 1979.

KING, J. et al. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed ryegrass pastures. **Grass and Forage Science**, v. 39, n. 1, p. 81–92, 1984.

LACA, E.A. and LEMAIRE, G. Measuring swards structure. In: **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Cabi pub. New York: TMannetje, L. and Jones, R.M.A, 2000. p. 103–122.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...** Viçosa, MG, 1987. p. 117-144

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001.

LEMAIRE, G. et al. **Grassland productivity and ecosystem services**. Cabi, Wallingford. 2011.

MATTHEW, C. et al. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, p.579-587, 1995.

MARTINS, C. D. M. **Relações entre intensidades de desfolha e o potencial produtivo em pastos de capim quicuiu, azevém anual e aveia preta**. 2017, 80 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Lages, 2017.

MARTINS, C. D. M. et al. Defoliation intensity and leaf area index recovery in defoliated swards: implications for forage accumulation. **Sci. Agric.** v.78, n.2, e20190095, 2021.

MEZZALIRA, J. C. et al. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 153, p. 1–9, 2014.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por**

meio de lotação contínua. 2004. 159f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: **Fundamentos do pastoreio rotacionado.** Piracicaba, 1997. p. 213–251.

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

PALHANO, A. L. et al. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. 2007 **Rev. Bras. Zootecn.** 36:1014–1021.

PALHANO, A. L. et al. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1860-1870, dez. 2005.

PARSONS, A. J. et al. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 49–59, 1988a.

PARSONS, A. J. and PENNING, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15–27, 1988b.

PEREIRA, L. E. T. et al. Grazing management and tussock distribution in elephant grass. **Grass and Forage Science**, Chichester, West Sussex, v. 70, n. 3, p. 406-417, 2015.

PEREIRA, C. G. S. and Da SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégia de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, Fev. 2007.

PONTES, L. S. et al. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 529–537, 2004.

PRIOUL, J. L. et al. Interaction between external and internal conditions in the development of photosynthetic features in a grass leaf. I. Regional responses along a leaf during and after low-light or high-light acclimation. **Plant Physiology**, v. 66, p. 762–769, 1980.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Núcleo Estadual do Paraná (NEPAR). **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná.** Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482p.

RIBEIRO-FILHO, H.M.N. et al. Relationship between diurnal grazing time and herbage intake in dairy cows in rotational grazing. **Ciênc. Rural**, v.41, p.2010-2013,

2011.

RODOLFO, G. R. et al. Levels of defoliation and regrowth dynamics in elephant grass swards. **Ciência Rural**, v.45, n.7, p.1299-1304, jul 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20141299

SBRISSIA, A. F. et al. Manejo intensivo de pastagens para gado de leite. In: FUNDAÇÃO DE ENSINO E PESQUISA EM MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA, **Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite. VI Simpósio mineiro e I Simpósio nacional sobre nutrição de gado de leite**. Belo Horizonte, 2012.

SBRISSIA, A.F. and DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731–754.

SBRISSIA, A. F. et al. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, v. 58, n. 2, p. 945-954, 2018.

SCHMITT, D. et al. Chemical composition of two warm-season perennial grasses subjected to proportions of defoliation. **Grassl Sci**. 2019a; 00: 1– 8.

SCHMITT, D. et al. Herbage intake by cattle in kikuyugrass pastures under intermittent stocking method. Rev. **Ciênc. Agron**. 2019b, vol.50, n.3, pp.493-501. Epub July 04, 2019b. ISSN 1806-6690.

SILVA, R. G. et al. Características estruturais do dossel de pastagens de capim-tanzânia mantidas sob três períodos de descanso com ovinos. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 36, n. 5, p. 1255-1265, Oct. 2007.

SINGH, D. K. Effect of cutting management on yield and quality of different selections of guinea grass (*Panicum maximum* (Jacq.) L.) in a humid subtropical environment. **Journal of Tropical Agriculture**, v. 72, n. 3, p. 181-187. 1995.

STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.27, p.709-727, 1976.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, n.6, p.821-829, 1973.

TRINDADE, J. K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 162p., 2007.

VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci**. 74:3583–3597.

1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIKERY, M. J. The feeding value of temperate pastures. In: MORLEY, F. H. W. (Ed.) **Grazing Animals**. Amsterdam, Else-Vier Scientific. Cap. 4, p.55-72.1981.

VOISIN, A. **Produtividade do pasto**. São Paulo: Mestre Jou, 1974.

ZANINI, G. D. et al. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 905-913, 2012.

WADE, M. H. **Factors affecting the availability of vegetative Lolium perene to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method**. 1991. 89f. These (Docteur) – Université de Rennes, Saint Gilles, FR.

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 and between years. **Annals of Botany**, v.11, p. 41-76, 1947.