

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ANGÉLICA CAROLINE ZATTA

**IMPLICAÇÕES PRODUTIVAS DE INTERVENÇÕES PONTUAIS DE
ALTA SEVERIDADE EM PASTOS DE AZEVÉM ANUAL MANEJADOS
SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ANGÉLICA CAROLINE ZATTA

**IMPLICAÇÕES PRODUTIVAS DE INTERVENÇÕES PONTUAIS DE
ALTA SEVERIDADE EM PASTOS DE AZEVÉM ANUAL MANEJADOS
SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

ANGÉLICA CAROLINE ZATTA

**IMPLICAÇÕES PRODUTIVAS DE INTERVENÇÕES PONTUAIS DE
ALTA SEVERIDADE EM PASTOS DE AZEVÉM ANUAL MANEJADOS
SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares.

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Schmitt.

PATO BRANCO

2018

ZATTA, Angélica Caroline
Implicações produtivas de intervenções pontuais de alta severidade em pastos de azevém anual manejado sob lotação intermitente/ Angélica Caroline Zatta.
Pato Branco. UTFPR, 2018
54 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Schmitt
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2018.

Bibliografia: f. 46 – 52.

1. Agronomia. 2. Plantas forrageiras. 3. Manejo de Pastagens. I. Soares, André Brugnara, orient. II. Schmitt, Daniel, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

**IMPLICAÇÕES PRODUTIVAS DE INTERVENÇÕES PONTUAIS DE
ALTA SEVERIDADE EM PASTOS DE AZEVÉM ANUAL MANEJADOS
SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE**

por
ANGÉLICA CAROLINE ZATTA

Monografia apresentada às 13 horas 30 min. do dia 23 de novembro de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof^ª. Dra. Lidiane Fonseca
UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ma. Luryan Tairini Kagimura
PPGAG – Doutoranda
UTFPR Câmpus Pato Branco

Prof. Dr. Ricardo Beffart Aiolfi
Faculdade Mater Dei
Pato Branco

Prof. Dr. André Bruganara Soares
UTFPR Câmpus Pato Branco
Orientador

Jorge Jamhour
Coordenador do TCC

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.

As minhas amigas de república, Eva e Darin, pelo apoio emocional e incentivo, em que tenho um enorme carinho e admiração.

Ao meu orientador Dr. André Brugnara Soares por todos os ensinamentos proporcionados durante esse trajeto.

A meu coorientador Dr. Daniel Schmitt, por estar sempre presente em todas as fases de desenvolvimento do trabalho, salientando minhas dúvidas e me fazendo compreender as respostas da pesquisa. Tornando-se um grande amigo.

A todos os meus colegas do grupo GISPA, que de uma forma ou outra me auxiliaram nesse trabalho. Sou eternamente grata. Essa união que faz deste grupo diferente dos restantes.

Em especial, faço agradecimento a minha eterna amiga Luryan Tairini Kagimura, que a partir de sua pesquisa, em que auxiliei, realizei a minha, se fazendo presente. Além do meu colega e amigo Felipe Deifeld, que me auxiliou em todas as fases do trabalho.

Ao professor Dr. André F. Sbrissia e a seu grupo de pesquisa da UDESC – Lages pelo auxílio na elaboração do trabalho, além de todo conhecimento repassado durante meu período de estágio no CAV.

A Angela Bernardon pelos conhecimentos compartilhados e a amizade construída em Lages (SC).

Ao laboratório de bromatologia e toda sua equipe, pelo auxílio durante a realização das análises bromatológicas, na UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos (PR).

Meu muito obrigada!

“Seja alguém simples. Seja algo que você ama e entende. Esqueça o resto, tudo que você precisa está na sua alma... e em seu coração.”

(Caio Fernando Abreu)

RESUMO

ZATTA, Angélica Caroline. Implicações produtivas de intervenções pontuais de alta severidade em pastos de azevém anual manejado sob lotação intermitente. 54 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

O uso e manejo das pastagens, na área da pecuária de corte e leiteira, encontra alguns impasses quanto à escolha do critério adequado para cada situação. O manejo de desfolha possui como um dos principais objetivos o rebrote vigoroso após o rebaixamento, uma vez que a área foliar remanescente possui alta correlação com o potencial de rebrote dos pastos. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de intervenções pontuais de alta severidade (70%) sobre características produtivas e nutritivas de pastos de azevém anual, manejados sob desfolhações intermitentes. O experimento foi conduzido na Área Experimental da UTFPR – Câmpus Pato Branco. Os tratamentos experimentais consistiram de quatro estratégias de desfolha, a partir de uma única altura de entrada (20 cm): severidade constante de 40%; severidade de 40% com intervenções pontuais de 70% no segundo (70I) ou quarto corte (70F); severidades de 40% e 70% intercaladas (40/70). Os tratamentos foram aplicados em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais. Avaliou-se: produção de forragem; características morfogênicas e estruturais; proporção de lâminas foliares no estrato superior e inferior; valor nutritivo (FDN, FDA, PB e Digestibilidade *in vitro*) do estrato superior. Os dados foram agrupados como média das unidades experimentais (i.e. média dos ciclos), analisados pelo do PROC GLM do SAS e as médias comparadas pelo teste “t” de Student. A significância adotada para todas as análises foi de 5% ($P \leq 0,05$). Com relação a estrutura do dossel, somente no estrato inferior apresentou diferença entre os tratamentos, onde o tratamento 40 apresentou os maiores valores de massa de forragem, massa de lâminas ($\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1}$) e proporção de lâminas (%). Já para características morfogênicas e estruturais, o tratamento 40 apresentou as maiores taxa de aparecimento e alongamento foliar, além de um maior IAF, contudo também apresentou as maiores taxas de senescência. A produção de forragem, taxa de acúmulo e valor nutritivo não diferiu entre os tratamentos ($P < 0,05$). Dentro das condições aplicadas no presente estudo (i.e. altura pré-corte), intervenções pontuais de alta severidade (70%) aparentemente não afetam a capacidade produtiva e o valor nutritivo de pastos de azevém anual.

Palavras-chave: Plantas forrageiras. Manejo de pastagens. Ecofisiologia vegetal.

ABSTRACT

ZATTA, Angélica Caroline. Productive implications of tactical high level defoliations in wester ryegrass pastures managed under intermittent stocking method. 54 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2018.

The use and management of pastures, in beef and dairy cattle industry, encounters some impasses regarding the choice of the appropriate management model for each situation. Grazing management has, as one of the main objectives, ensure vigorous regrowth, since the remaining leaf area has a high correlation with the pasture's potential regrowth. The aim of this study was to evaluate the effect of tactical high level defoliations (70%) on productive and nutritive characteristics of italian ryegrass pastures managed under intermittent stocking method. The experiment was conducted in Pato Branco/PR, Brazil. The experimental treatments consisted of four defoliation strategies, starting from a single pre-cut height of 20 cm: constant severity of defoliation of 40%; severity of 40% with tactical interventions of 70% at the second (70I) or fourth (70F) cut; intercalating (changing) 40% and 70% over the cycles. The treatments were applied following a completely randomized design with three replicates, totaling 12 experimental units. It was evaluated: forage production; morphogenetic and structural characteristics; leaf lamina proportion on upper and lower strata; forage nutritive vale on upper strata (NDF, ADF, CP, *in vitro* digestibility). The data were grouped as the mean of the experimental unit (i.e. mean of periods), analyzed by GLM of SAS and the means compared by Student's "t" test. The level of significance was set at 5% ($P < 0.05$). Regarding canopy structure, only the lower strata had differences among treatments, and the treatment 40 showed the greater levels of forage and leaf lamina mass, and leaf lamina proportion. For morphogenetic and structural characteristics, the treatment 40 showed the greater leaf appearance and elongation rates, LAI, and senescence. The forage production, accumulation rate, and nutritive value, were not different among treatments. Considering the condition applied in this experiment (i.e. pre-cutting height), tactical high level defoliations (70%) seems do not affect forage productive capacity, as well as forage nutritive value, of Italian ryegrass pastures.

Keywords: Forage plants. Grazing management. Plant ecophysiology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Área do experimento, localizada por meio da ferramenta Google Earth e trabalho implantado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....23
- Figura 2 – Pluviosidade e temperaturas (médias) durante o período experimental (2017) e médias históricas dos últimos 38 anos em Pato Branco, PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.. 24
- Figura 3 – Disposição dos tratamentos na área. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....26
- Figura 4 – Semeadura dos pastos de azevém, com auxílio de semeadora de parcelas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018..... 27
- Figura 5 – Desfolha realizada no segundo ciclo experimental e em quarto/quinto ciclos casos de pragas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018..... 28
- Figura 6 – Equipamento para medir Interceptação de radiação solar (IR), denominado Ceptômetro, (modelo Sunfleck PAR Ceptometer – Decagon Devices, USA). UTFPR, Pato Branco – PR, 2018..... 29
- Figura 7 – Integrador de Área Foliar (LI-COR LI3100C) localizado na Área Experimental da UTFPR, Câmpus – Pato Branco. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....31
- Figura 8 – Identificação e medições dos perfilhos da cultura do azevém anual cv. Bar HQ, nas unidades experimentais (UE). UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Datas de aplicação, tipos de adubos e quantidades de adubação fosfatada, potássica e nitrogenada durante o período experimental. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....24
- Tabela 2 – Demonstração dos tratamentos conforme a realização de cada desfolha, em azevém anual submetidos a quatro manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....26
- Tabela 3 – Datas, número de avaliações e intervalo médio (em dias) entre as observações na avaliação de morfogênicas e estruturais. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....33
- Tabela 4 – Interceptação de radiação solar (IR) e altura real (cm), dos estratos superiores e inferiores, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....37
- Tabela 5 – Massa de forragem, massa de lâminas (kg.MS.ha^{-1}) e proporção de lâminas (%) dos estratos superiores e inferiores, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....38
- Tabela 6 – Variáveis qualitativas (bromatológicas), de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....39
- Tabela 7 – Características morfogênicas e estruturais de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha.....40
- Tabela 8 – Produção total (kg.MS.ha^{-1}) e massa seca total (kg.MS.ha^{-1}) de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.....43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 O MANEJO DE DESFOLHA – EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM	15
3.2 O MANEJO DE DESFOLHA – EFEITOS NA QUALIDADE DA FORRAGEM PRODUZIDA/COLHIDA.....	19
3.3 AVALIAÇÕES MORFOGÊNICAS E FLUXO DE TECIDOS.....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 LOCAL E PERÍODO.....	23
4.2 SOLO.....	23
4.3 CLIMA.....	24
4.4 ESPÉCIE FORRAGEIRA.....	25
4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	26
4.6 INSTALAÇÃO E MANEJO DO EXPERIMENTO.....	27
4.7 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	28
4.7.1 Interceptação de Radiação Solar (IR).....	28
4.7.2 Coleta da Forragem.....	29
4.7.2.2 Variáveis bromatológicas.....	30
4.7.3 Densidade Populacional de Perfilhos (DPP).....	31
4.7.4 Índice de Área Foliar (IAF).....	31
4.8 AVALIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAS	32
4.8.1 Quantificação das Variáveis.....	34
4.8.1.1 Características morfogênicas.....	34
4.8.1.2 Características estruturais.....	36
4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
6 CONCLUSÕES.....	44
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O uso e manejo das pastagens, na área da pecuária de corte e leiteira, encontra alguns impasses quanto à escolha do manejo adequado para cada situação. Essa envolve um conjunto de fatores que possibilitam a obtenção de resultados satisfatórios, mas que apesar de parecer simples, qualquer decisão equivocada pode penalizar o potencial de produção da cultura. Segundo Sbrissia e Da Silva (2001), estratégias de manejo são concebidas a partir de um contexto multidisciplinar, analisando de forma sistêmica e integrada as respostas de cada componente da interface solo-planta-animal.

O manejo de desfolha possui como um dos principais objetivos a rebrota vigorosa após o rebaixamento, uma vez que a área foliar remanescente possui alta correlação com o potencial de rebrotação dos pastos. Isso ocorre em função da relação linear e positiva entre o índice de área foliar (IAF) e a produção de forragem, devido à maior capacidade fotossintética remanescente no vigor da rebrotação. Em trabalho de Parsons e Penning (1988) em que avaliaram o efeito de diferentes severidades de desfolhação, ou seja, a proporção de remoção da altura em relação a altura inicial sobre a reestruturação do IAF, concluindo que quanto maior o IAF residual, mais rápido o pasto atingiu o ponto crítico de acúmulo de forragem. Desta forma, o manejo da pastagem é principalmente comprometido pela relação entre a manutenção da área foliar fotossinteticamente ativa para crescimento vigoroso do pasto e a disponibilidade de elevadas quantidades de tecido foliar de qualidade aos animais antes do processo de senescência.

No caso da cultura do azevém, apesar de suportar elevadas cargas e apresentar bom rebrote, devido sua plasticidade, o manejo do pastejo não pode exceder a sua capacidade de rebrotação, pelo fato dos tecidos foliares estarem sujeitos aos eventos de desfolhação, cuja frequência e severidade possam afetar a taxa de produção de novos tecidos. Segundo Oliveira et al. (2015), a quantidade de forragem retirada é o produto da taxa de crescimento de tecido vegetal e a eficiência do processo de colheita. Eficiência de colheita, definida por Hodgson (1979), como sendo a proporção da forragem acumulada que é consumida pelo animal em pastejo. O manejo da desfolha durante o crescimento vegetativo deve assegurar

altas quantidades de forragem de alta qualidade e rápido rebrote. Isto pode ser obtido quando pastos de azevém alcançam uma altura de 20 cm antes da desfolha (SANTOS et al., 2016).

Deve-se evitar remover pontos de crescimento como meristemas durante o manejo da desfolha, para assegurar o rebrote rápido e vigoroso. Conforme a severidade de desfolha o comportamento da gramínea será diferente, por isso deve-se ter um manejo que não prejudique seu rebrote, ou seja, a produção de forragem. Existem técnicas de desfolha que proporcionam maior quantidade de lâminas sob menores tamanhos de colmos, o que resulta em maior ganho animal. Estudos com pastagens no Brasil, muitas vezes se apresentam ineficientes referentes à avaliações do comportamento das plantas forrageiras sob pastejo, quanto aos atributos do pasto e sua dinâmica. Por este fato cria-se a necessidade de trabalhos que demonstrem a real característica do ecossistema das pastagens e sua dinâmica quando submetidas a determinados manejos de desfolha, que possibilitem criar um planejamento que aprimore o modelo mais adequado para as pesquisas futuras e/ou aplicações a campo.

Logo, o presente estudo trabalhou com a avaliação das características de crescimento, desenvolvimento, produtividade e valor nutritivo da gramínea e cultivar, por meio da técnica de morfogênese e dinâmica de produção, para testar a hipótese de que intervenções pontuais de alta severidade (70%) de desfolhação, reduzem a produtividade de forragem em pastos de azevém anual, manejados sob desfolhações intermitentes com baixa severidade (40%).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o efeito de intervenções pontuais de alta severidade (70%) sobre características produtivas, estruturais, morfogênicas e nutritivas de pastos de azevém anual, manejados sob desfolhações intermitentes com baixa severidade (40%).

2.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar as características morfogênicas e produtivas de pastos de azevém anual, manejados a partir quatro estratégias de severidade de desfolhação;
- Traçar estratégias de severidades de desfolhação a partir de uma altura de entrada “ideal”, que maximize a produção e qualidade de forragem de pastos manejados sob lotação intermitente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O MANEJO DE DESFOLHA – EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM

O uso racional de pastagens, a partir de práticas de manejo baseadas no conhecimento da ecofisiologia de plantas forrageiras, progrediu nos últimos anos, permitindo a obtenção de maiores índices de produtividade (OLIVEIRA et al., 2007). Nesse sentido, o manejo da desfolha tem se mostrado determinante para obtenção de forragem em quantidade e qualidade, existindo vários critérios para determinar o momento ideal de se iniciar e/ou interromper a desfolha, como: Interceptação luminosa – IL; índice de área foliar – IAF; Massa de forragem – MF; soma térmica – ST.

Com relação ao momento ideal de se iniciar a desfolha, o conceito de IAF crítico (condição em que o dossel forrageiro intercepta 95% da luminosidade incidente) tem-se mostrado como uma ferramenta confiável de manejo. Por ser o momento em que possui menores perdas por produtividade e qualidade do pasto. Isso ocorre pelo fato que durante o desenvolvimento da planta, além do crescimento vegetativo, se tem o processo de senescência de forma simultânea e inevitável conforme o acúmulo de forragem. Quando a interceptação de luz do dossel excede os 95% de Interceptação Luminosa (IL), iniciam processos de sombreamento entre as plantas, o que diminui a emissão de perfilhos e aumenta o alongamento de colmos, mudando o comportamento das plantas como seu padrão de crescimento para otimizar a captura de luz (DA SILVA et al., 2009; SBRISSIA et al., 2012). Em trabalho de Korte et al. (1984), com azevém perene submetido a regimes de duas frequências e duas severidades de desfolhação, utilizando a IL de 95% como condição para iniciar a desfolhação, concluíram que na fase vegetativa o critério IL de 95% pode ser usado para definir o melhor momento para o início da desfolha.

Após a desfolha o rebrote de pastos é influenciado 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 uma baixa capacidade fotossintética. Resultando no lento rebrote inicial até a formação de folhas expandidas que contribuam para a fotossíntese do pasto (NABINGER, 1997).

Conforme a intensidade e severidade de desfolhação se comportam, é obtida 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. O que gera a falta de entrada de C, como, por exemplo, a respiração, devido à síntese dos novos tecidos, e balanço negativo. Tornando-se positivo após a produção de área de folhas suficiente para assimilar carbono que supra a sua carência por respiração. Para tanto, quanto mais severa a desfolha, maior o balanço negativo de C pela planta. Este balanço negativo, também é observado, por meio das perdas de C, em pastos manejados em alturas acima do IAF crítico, onde observa-se perdas de C por respiração e senescência (NABINGER, 1997; PARSONS et al., 1988a).

No caso de lotação intermitente, as diferenças na fotossíntese líquida e a taxa de crescimento são relevantes de acordo com a fase de rebrota. Por ser um método de desfolha com redução súbita da área foliar pós-pastejo, a fotossíntese pode ser menor que em pastos mantidos em IAF baixo e em lotação contínua (KING et al., 1984; PARSONS et al., 1988a). Este efeito pode ser observado em trabalhos de Brougham (1956, 1958) com pastos mantida em altura média de 22 cm sob quatro severidades de desfolha (43%; 65% e 88%), onde mostrou que a intensidade do pastejo determinou principalmente a redução da interceptação luminosa após o corte, resultando em um período necessário maior para o pasto atingir um IAF significativo para interceptar boa parte da radiação incidente. Na severidade de 43% observou 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 taxa máxima de fotossíntese, já na desfolha moderada, a taxa fotossintética foi reduzida em proporções menores e conseqüentemente a máxima taxa fotossintética apresentou menor período de restabelecimento.

Após a desfolha, a fotossíntese e, conseqüentemente, a capacidade de produção bruta de tecido, respondem rapidamente. Contudo, há um atraso no aumento diretamente relacionado a senescência foliar. Existindo momentos em que, altas taxas de produção bruta de tecido estão associadas a baixa senescência, devido as altas taxas de crescimento instantâneo no início da rebrota. Apesar de assumir-se que toda forragem acumulada fosse colhida, a taxa média de produção líquida seria insensível às variações no período de rebrota após seu valor máximo. Ocorre, devido, ao fato de que a máxima taxa de crescimento médio acontece, antes da produção máxima e, após a máxima taxa de crescimento instantâneo (PARSONS; PENNING, 1988).

Apesar de teoricamente ser possível determinar o momento ótimo para a colheita possibilitando atingir a taxa máxima de crescimento, deve-se considerar o conhecimento aplicado na prática. Como contribuíram Medeiro e Nabinger (2001), valores inferiores de 6 cm para azevém anual de resíduo pós-desfolha são prejudiciais a sua recuperação. O mesmo foi observado em trabalhos de Pontes et al. (2004), com quatro diferentes manejos de desfolha (5, 10, 15 e 20 cm de altura), observando diferenças significativas para o desenvolvimento vegetal e animal, onde o fluxo de crescimento, em 5 cm de altura foi 3,6 vezes inferior ($12 \text{ kg MS.ha.dia}^{-1}$) comparada a pastagem manejada em 10 cm de altura ($43 \text{ kg MS.ha.dia}^{-1}$).

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, em trabalho com azevém anual, manejados a partir da combinação de duas frequências (15 e 25 cm de altura pré-pastejo) e duas severidades de desfolhação (alturas pós-pastejo de 4 e 8 cm), 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. Concluíram que as restrições no consumo animais em pastejo, em rebaixamento partir de 50% da altura inicial em pastejo intermitente, atribui em torno de 90% de todo o colmo que se encontra na metade inferior da altura dos pastos, dificultando a apreensão e ingestão de forragem.

Conforme trabalho de Confortin et al. (2010a), utilizando como critério de manejo a soma térmica de 300 graus-dia, em pastagem consorciada com aveia preta + azevém + mistura de trevo vermelho, sob alta severidade de pastejo intermitente (61% da massa forrageira inicial). Não observaram alterações nas características estruturais da aveia. Para a cultura do azevém, apresentou intervalo de soma térmica favorável, expressando maior número de folhas em expansão por perfilho. Os mesmos perceberam que a soma térmica de 300 graus-dias (GD) como critério de intervalo entre dois ciclos de pastejo foi boa para o consórcio de aveia + azevém + manejo de pastagem de trevo-vermelho, pelo fato de reduzir as perdas de senescência da aveia, em, contrapartida, afetou negativamente a produção forrageira da cultura do azevém.

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 a colheita ou minimizar, 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).

3.2 O MANEJO DE DESFOLHA – EFEITOS NA QUALIDADE DA FORRAGEM PRODUZIDA/COLHIDA

O valor nutritivo das forrageiras é essencial para a qualidade do manejo nutricional na dieta alimentar dos animais, pois afeta diretamente seu desempenho e rendimento produtivo. Mas conforme o manejo de severidade de desfolha, o valor nutritivo desta pode ser influenciado diretamente. Em trabalho de Piazzetta et al. (2009), com quatro manejos de desfolha (7, 14, 21, 28 cm), utilizando as culturas do azevém e aveia preta, observaram valores de proteína bruta superior nas severidades de desfolhas moderadas que foram de 7 e 14 cm de altura pós-pastejo. Além do manejo de severidade de desfolha adotado no pasto, a fase fenológica em que se encontra a planta e erro de manejo (superior ao IAF crítico), também influenciam nos valores nutritivos do pasto. Principalmente se deve a menor relação folha/colmo, crescimento celular estabilidade estrutural com maior concentração de fibra (FEROLLA et al., 2008).

As propriedades qualitativas das forrageiras, estão relacionada a composição morfológica principalmente, 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. Para isso, não se deve maximizar a produção somente, mas sim um manejo que possibilite qualidade também, ou seja, maior produção de folhas em detrimento a de colmo (FEROLLA et al., 2008).

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, e conseqüentemente a produção total (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, atrativos e de menor valor nutritivo. Com o processo de rebaixamento dos pastos, a ingesta de forragem altera os padrões de qualidade conforme fatores da estrutura da forragem, sendo o colmo o que mais restringe o processo de ingestão, por ser mais lignificado e menos digestível (LACA; LEMAIRE, 2000).

Para severidades moderadas de pastejo, como contribui 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 a severidade de pastejo, o material colhido se constituiu por maiores quantidades de colmos, o que diminui sua qualidade e limita a taxa de consumo. Observa-se que em severidades moderadas de até 50% de pastejo não alteram a composição morfológica e química da forragem ingerida, já para elevadas severidades de pastejo de 70%, por exemplo, resulta em um material de menor qualidade.

3.3 AVALIAÇÕES MORFOGÊNICAS E FLUXO DE TECIDOS

Os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras envolvem o conhecimento sobre as etapas que ocorrem em suas subunidades, ou seja, em nível de perfilhos (HODGSON, 1990). Assim, a partir da morfogênese, que define-se como a geração e expansão morfológica da planta no espaço (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Descrita principalmente por três características determinantes no crescimento da planta, que são: i) Taxa de alongamento das folhas (TAIF): efeito acumulativo da divisão e alongamento celular; ii) Taxa de aparecimento das folhas (TApF): número de folhas que aparecem em cada perfilho por unidade de tempo; e iii) Tempo da vida das folhas (TVF): tempo em que a folha permanece verde, do aparecimento até sua senescência. Ser possível observar características, que direcionam o movimento de crescimento e desenvolvimento de toda a planta, possibilitando respostas de grande importância científica e prática sobre o manejo do pasto (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

Processo de desenvolvimento este, que se relaciona as sucessivas diferenciações dos fitômeros sob diferentes estádios de desenvolvimento. Os fitômeros são gerados a partir do meristema apical e do ápice em direção à base, sendo constituídos por lâmina foliar, bainha foliar, nó, entrenó, meristema de gemas axilares e intercalares. Para características morfológicas do desenvolvimento das gramíneas, têm-se os perfilhos que crescem sob um arranjo espacial na maioria das espécies. Sua formação se caracteriza pelo surgimento de novos órgãos, como folhas e hastes, responsável pelo meristema apical. Cada fase de formação de uma nova estrutura como, uma nova folha, são sequências de fitômeros de diferentes idades, sendo que na axila da folha desenvolvida se produz uma nova gema, e a cada nó com uma gema axilar origina-se um novo perfilho (ESCODER, 1996; VALENTINE; MATTHEW, 1999).

Mas o processo de desenvolvimento é limitado por condições hormonais e ambientais, ou seja, características genéticas das espécies são condicionadas por fatores ambientais como luz, temperatura e umidade. Pode-se citar relacionado aos fenômenos do ambiente o déficit hídrico, onde as plantas frequentemente respondem fisiologicamente com mecanismos que conservam água do solo, como decréscimo da produção da área foliar, o fechamento dos estômatos, a aceleração da senescência e a abscisão das folhas (SANTOS; CARLESSO, 1998; TAIZ; ZEIGER, 2010). Também há a possibilidade do aumento do sistema radicular por meio de ramificações e pêlos radiculares superficiais para a aquisição da água nos microporos do solo.

Relacionado à dinâmica do surgimento de perfilhos, a TApF tem função importante, pois influencia nos componentes da estrutura do pasto, como tamanho de folha, DPP (densidade populacional de perfilhos) e número de folhas por perfilhos. Desse modo também afeta o IAF e interceptação da radiação luminosa (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Existe correlação negativa entre a TApF e a TAIF, ou seja, quanto maior a taxa de aparecimento, menor o tempo para o alongamento (SBRISSIA, 2004). Sabendo que o processo de surgimento e morte de folhas segue o sincronismo de pastagens mantidas em equilíbrio, o número de folhas mantidas vivas para cada perfilho permanece constante em função da taxa de aparecimento e do tempo de vida de cada folha (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Para a TAIF o que influência é a altura do dossel, pois sob elevada oferta de forragem (alta altura de dossel), resulta em maiores quantidades de material senescente e maior remobilização de N (nitrogênio) das folhas mais velhas para as folhas as mais jovens, ou seja, quanto maior a altura, menor será a TAIF, devido o comprimento do pseudocolmo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; PONTES et al., 2003). O tempo entre o surgimento da folha até sua morte, esta diretamente relacionada à TVF, o que envolve o filocrono, ou seja, o intervalo de tempo entre o aparecimento de duas lâminas foliares consecutivas (KLEPPER et al., 1982), sendo expresso em tempo térmico (graus-dia) ou dias.

Com isso, se eleva a importância do estudo da ecofisiologia de plantas forrageiras, uma vez que envolve o fluxo de tecidos (crescimento vegetativo, consumo e senescência), e possibilita compreender as relações de manejo sobre a dinâmica e ciclo da planta (CARRÈRE, et al., 1997; PONTES, et al., 2004). Com isso, em trabalho de Cauduro et al. (2007), com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), para fluxo de tecidos, referente ao manejo da desfolha, mostrou-se com balanço positivo em baixa intensidade de pastejo em lotação intermitente, onde o fluxo de crescimento superou o de senescência e consumo, apresentando saldo de 4,7 kg de MSha⁻¹dia⁻¹. Por outro lado, a intensidade de pastejo média, demonstrou balanço negativo de -15,9 kg de MSha⁻¹dia⁻¹.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi conduzido na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Pato Branco (26°11'55"S e 52°41'24"W. e altitude de 730 m)(FIGURA 1).

Figura 1 – Área do experimento, localizada por meio da ferramenta Google Earth e trabalho implantado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Legenda: (A) □ Local da área experimental; (B) Área experimental implantada.
Fonte: Autoria própria (2018).

4.2 SOLO

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa e de relevo ondulado (BHERING; SANTOS, 2008). De acordo com a análise de solo realizada no dia 13 de março de 2017, o mesmo apresentava, na camada de 0-20 cm, as seguintes características químicas: pH (Índice SMP) = 6,0; MO = 2,7%; K = 0,18 cmolc/dm³; P = 8,9 mg/dm³; Ca = 3,3 cmolc/dm³; Mg = 1,7 cmolc/dm³; H+Al = 4,9 cmolc/dm³; CTC = 10,2 cmolc/dm³; Saturação de bases = 51,1%; Argila = >60%. Com base nesses valores, foram realizadas adubações de correção a lanço para gramíneas de estação fria (plantas forrageiras) de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do

Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil (Comissão de química e fertilidade do solo – RS/SC, 2004) (TABELA 1).

Tabela 1 – Datas de aplicação, tipos de adubos e quantidades de adubação fosfatada, potássica e nitrogenada durante o período experimental. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.

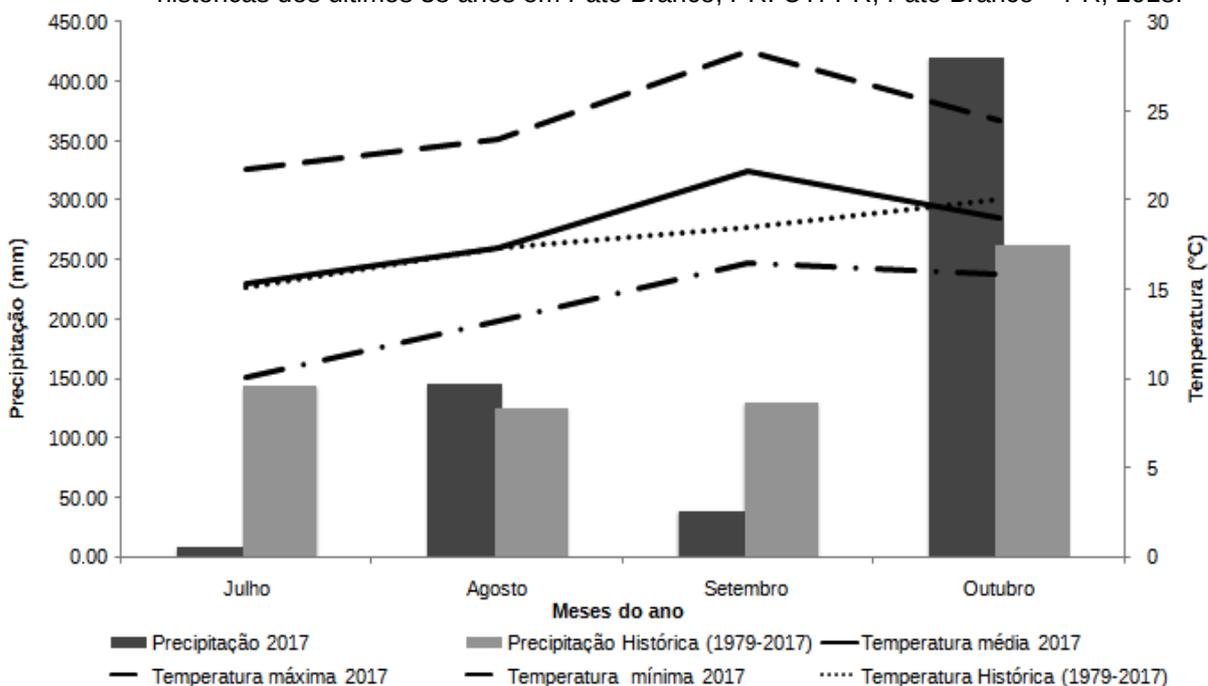
Datas de Aplicação	Elemento	Tipo de adubo	Quantidade do adubo (kg ha ⁻¹)	Quantidade do elemento (kg ha ⁻¹)
08/05/2017	P	Super simples	300	55 kg de P ₂ O ₅
08/05/2017	K	KCl	70	42 kg de K ₂ O
17/05/2017	K	KCl	50	30 kg de K ₂ O
09/06/2017	N	Ureia	150	67 kg de N
28/06/2017	N	Ureia	150	67 kg de N
27/09/2017	N	Ureia	100	45 kg de N

Legenda/fonte: P, Fósforo; K, Potássio; N, Nitrogênio; KCL, Cloreto de potássio; P₂O₅, Pentóxido de fósforo; K₂O, Óxido de potássio.

Fonte: Autoria própria.

4.3 CLIMA

Figura 2 – Pluviosidade e temperaturas (médias) durante o período experimental (2017) e médias históricas dos últimos 38 anos em Pato Branco, PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: SIMEPAR (2017).

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (subtropical), com verões quentes, temperaturas médias superiores a 22 °C e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (PEEL et al., 2007). Na FIGURA 2, são

apresentados os dados climáticos referentes ao período experimental, obtidos junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). Devido a baixa pluviosidade observada durante o período experimental, realizou-se irrigações por escoamento sobre a superfície, a fim de minimizar o déficit hídrico ocorrido. No total foram quatro irrigações de 15 mm durante todo o período experimental, totalizando 60 mm no acumulado.

4.4 ESPÉCIE FORRAGEIRA

A espécie forrageira utilizada foi o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. Bar HQ, caracterizado por ser tetraploide da tipologia Westworld (*Westerwoldicum*). Destaca-se pela alta produção de matéria seca, teor de proteína bruta e conteúdo celular (carboidratos solúveis). Adapta-se a diferentes sistemas de pastejo e, por este fato, possui alto potencial produtivo, maior que 10.000 kg MS/ha/ano, observado em trabalho de Aiolfi (2016), em que avaliou cultivares tetraploides e diploides. Seu hábito de crescimento é intermediário (cespitoso prostrado), possui alta relação folha/colmo, com presença de muitos perfilhos e alta resistência a ferrugem. Sua recomendação de semeadura é entre março a junho, com densidade de semeadura de 25 kg/ha e espaçamento de 17 a 20 cm. Para adubação indica-se 350 kg/ha de adubo nitrogenado + 150 kg/ha de adubo potássico (COPÉRDIA, 2015).

4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi inteiramente causalizado (IC), com três repetições. Os tratamentos experimentais consistiram de quatro estratégias de desfolha a partir de uma única altura de entrada (20 cm), sendo: severidade constante de 40% (40); severidade de 40% com intervenções pontuais de 70% no segundo (70I) ou quarto corte (70F); severidades de 40% e 70% intercaladas (40/70) (TABELA 2).

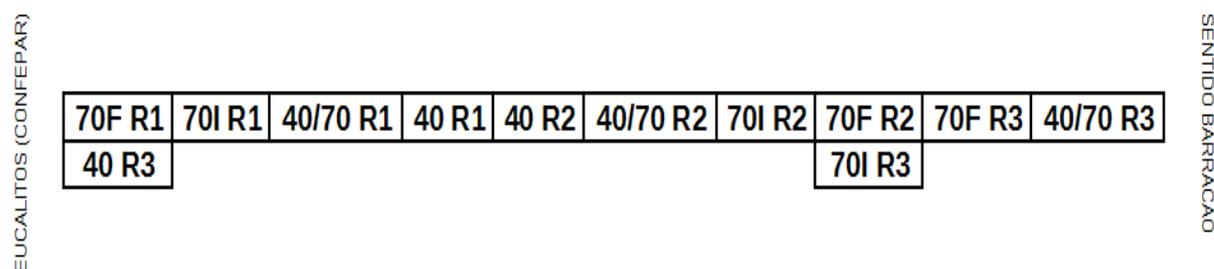
Tabela 2 – Demonstração dos tratamentos conforme a realização de cada desfolha, em azevém anual submetidos a quatro manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.

TRATAMENTOS	DESFOLHAS				
	1 corte	2 corte	3 corte	4 corte	Corte n
40	40%	40%	40%	40%	40%
70I	40%	70%	40%	40%	40%
70F	40%	40%	40%	70%	40%
40/70	40%	70%	40%	70%	40%

Fonte: Autoria própria (2018).

A escolha da altura em pré-corte foi baseada no trabalho de Santos et al. (2016), uma vez que, a partir de 18-20 cm, poderia haver significativos incrementos nas taxas de alongamento de colmos. As severidades foram definidas com a intenção de criar contrastes entre severidades (baixa, 40%; alta, 70%; MARTINS, 2017). Assim, o experimento apresentou um total de 12 unidades experimentais, com uma área de 2,25 m² cada (FIGURA 3).

Figura 3 – Disposição dos tratamentos na área. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Legenda: R1, repetição número 1; R2, repetição número 2; R3, repetição número 3.

Fonte: Autoria própria (2018).

4.6 INSTALAÇÃO E MANEJO DO EXPERIMENTO

As unidades experimentais foram implantadas no dia 08 de maio de 2017. As avaliações tiveram início no dia 19 de julho de 2017 com a primeira desfolha e foram finalizadas em 14 de outubro do mesmo ano, uma vez que os pastos não apresentavam sinais de crescimento (i.e. aparecimento e alongamento foliar). O preparo do solo da área foi realizado com duas gradagens, e, após aparecimento das plantas invasoras, com maior concentração do azevém “guaxo” (*Lolium multiflorum*), foi realizada a aplicação de herbicida graminicida, sistêmico,

comercialmente denominado Select 240 EC ((RS)-2-[(E)-1-[(E)-3-chloroallyloxyimino]propyl]-5-[2-(ethylthio) propyl]-3-hydroxycyclohex-2-enone)) na dosagem de 0,30 – 0,50 L/ha (MAPA, 2018). A semeadura dos pastos de azevém foi realizada no dia 8 de maio de 2017, em uma área experimental historicamente conduzida na forma de lavoura. A densidade de semeadura utilizada foi de 25 kg ha⁻¹, com plantio realizado em linha, com espaçamento de 0,17 m entre linhas (FIGURA 4).

Figura 4 – Semeadura dos pastos de azevém, com auxílio de semeadora de parcelas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: Autoria própria (2018).

Os pastos foram manejados por meio de cortes mecânicos, realizados com uso de uma roçadeira (FIGURA 5A), sempre que atingiam 20 cm de altura. No dia 19/07/2017, os pastos foram submetidos a uma primeira desfolhação de 40%, marcando o início do período experimental. A altura do dossel foi monitorada duas vezes por semana com o auxílio de um bastão graduado, em 20 pontos por unidade experimental.

Ao final da quarta desfolha, ocorreu ataque do percevejo (percevejo-raspador) *Collaria scenica* Stal (Hemiptera, Miridae), observado sintomas nas folhas, e presença dos insetos (FIGURA 5B). Para controle aplicou-se o inseticida Engeo Pleno™ S (3-(2-chloro-1, 3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1, 3, 5-oxadiazinan-4-ylidene (nitro) amine), no dia 14/09/2017, na dosagem de 150 mL/ha, mesmo

indicado para cultura do trigo (*Triticum* spp.), no controle de percevejos raspadores (MAPA, 2018).

Figura 5 – Desfolha realizada no segundo ciclo experimental e em quarto/quinto ciclos casos de pragas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Legenda: (A) Desfolha realizada com roçadeira. (B) Percevejo (percevejo-raspador) *Collaria scenica* Stal (Hemiptera, Miridae).

Fonte: Autoria própria (2018).

4.7 VARIÁVEIS ANALISADAS

4.7.1 Intercepção de Radiação Solar (IR)

Esta avaliação foi realizada sempre que os pastos atingiram a altura de pré-corte de 20 cm e imediatamente após o rebaixamento. As médias das cinco leituras de IR foram realizadas com um ceptômetro de barra linear, modelo LP-80 (Decagon Devices, USA; FIGURA 6). Para tanto, o aparelho era inserido sobre o dossel e, posteriormente, abaixo do dossel perpendicularmente as linhas de semeadura. Os valores de IR foram obtidos a partir da diferença entre as leituras (acima e abaixo do dossel).

Figura 6 – Equipamento para medir Intercepção de radiação solar (IR), denominado Ceptômetro, (modelo Sunfleck PAR Ceptometer – Decagon Devices, USA). UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: Autoria própria (2018).

4.7.2 Coleta da Forragem

As coletas de forragem eram realizadas sempre que os pastos atingiram a altura pré-corte de 20 cm. Para tanto, as amostras foram estratificadas em estrato superior (colhível) e inferior (remanescente), sendo a altura de desfolha definida pela severidade aplicada no momento da avaliação (12 cm para o tratamento 40% ou 6 cm o de 70%). Para o estrato superior, foi coletado uma amostra de 0,5 m², com o auxílio de uma armação metálica e régua graduada em centímetros. Já inferior, foram coletadas duas amostras de 0,01 m², com o auxílio de uma armação metálica e régua graduada (cm). Após coletadas, estas amostras foram alocadas em sacos de papel Kraft, pesadas, homogenizada e separadas em subamostras, sendo uma destinada à composição morfológica (estrato superior e inferior) e outra análise bromatológica (estrato superior ou colhível).

4.7.2.1 Composição morfológica e massa de forragem

A subamostra destinada à separação morfológica era fracionada nos seguintes componentes: folhas (lâminas foliares), colmos (colmo verdadeiro + pseudocolmo), material morto. Após, eram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e secas em estufa com circulação de ar forçada, a 55° C por 72 h e posteriormente pesadas. A massa de cada componente foi convertida para kg de MS.ha⁻¹ ou expressa em termos percentuais. A massa de forragem foi calculada por meio do somatório do peso seco de todas as frações (folhas, colmo, material morto, invasoras) e expressa kg de MS.ha⁻¹.

4.7.2.2 Variáveis bromatológicas

Depois de secas, essas amostras foram moídas em moinho tipo Willey com malha de 1 mm. As análises realizadas foram: matéria seca (MS), proteína Bruta (PB) através do método micro Kjeldhal (AOAC, 1995), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) através do método de partição de fibras proposta por Van Soest (1991) e Digestibilidade “in vitro” pela metodologia de Tilley e Terry (1963) com adaptação de Van Soest (1994). As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos. Antes de serem analisadas, as subamostras destinadas a essas análises foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55° C por 72 h.

4.7.3 Densidade Populacional de Perfilhos (DPP)

Estas avaliações foram realizadas em pré-desfolha, através da contagem direta de perfilhos, em três pontos por unidade experimental, com o auxílio de armações metálicas de 0,01 m².

4.7.4 Índice de Área Foliar (IAF)

Avaliação foi realizada em pré-corte, através de coletas aleatórias em cada unidade experimental de 20 perfilhos (FIGURA 8), destacadas suas lâminas foliares e integradas no Integrador de Área Foliar (LI-COR LI3100C). Posteriormente, as lâminas medidas foram pesadas, obtendo o peso específico. Por meio da avaliação de separação estrutural (lâmina, colmo e material morto), o quociente entre a área foliar e massa seca de lâminas por perfilho, resultou na área de foliar específica (cm^2/g).

Figura 7 – Integrador de Área Foliar (LI-COR LI3100C) localizado na Área Experimental da UTFPR, Câmpus – Pato Branco. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: Autoria própria (2018).

A partir da área foliar, calculou-se o índice de área foliar, calculada pela eq. 1.

$$IAF = DPP * Af \quad (1)$$

Onde:

DPP = densidade populacional de perfilhos (n° de perfilhos/ m^2), e
Af = área foliar média por perfilho (em m^2).

4.8 AVALIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIAS

Para a avaliação de caracteres morfogênicos e de fluxo de tecidos foi realizada a metodologia de “perfilhos marcados”, descrita por Carrère, Louault e Soussana (1997). Assim, foram marcados 15 perfilhos por unidade experimental, totalizando 180 perfilhos (FIGURA 9), distribuídos igualmente em três linhas da

semeadura. A média dos 15 perfilhos foi utilizada como a média da unidade experimental. Após cada desfolha, eram escolhidos perfilhos equidistantes representativos da condição média dos pastos em cada piquete para serem marcados. No dia da identificação dos perfilhos, foram medidos em cada um destes, com o auxílio de régua graduada, o comprimento das lâminas verdes, identificadas como expandidas por meio da visualização da lígula. Lâminas em expansão a partir de seu ápice até a lígula da última folha recém-expandida.

Figura 8 – Identificação e medições dos perfilhos da cultura do azevém anual cv. Bar HQ, nas unidades experimentais (UE). UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.



Legenda: A esquerda – Perfilhos marcados, distribuídos em três linhas de semeadura. A direita – Medições realizadas nos perfilhos, com auxílio de régua graduada.

Fonte: Autoria própria (2018).

No caso de colmo, foi considerado o comprimento como a distância do solo até a última lígula completamente expandida (OLIVEIRA, 2007). Nos perfilhos marcados foram avaliados o número; comprimento de lâminas; contabilizado as partes verdes em processo de senescência; perfilho estendido e pseudocolmo. Para avaliações de desenvolvimento das lâminas, foi adotada a forma de legendas, sendo para: lâminas totalmente expandidas – E; lâminas em expansão/crescimento – C; lâminas em senescência – S; lâminas mortas – M; lâminas desfolhadas – D. Depois de diagnosticadas as características das lâminas estas foram registradas.

As mensurações foram realizadas a cada três dias no primeiro mês, passando para cada cinco dias nos próximos meses, quando o crescimento dos pastos diminuiu. Os dados coletados no campo foram anotados em planilhas específicas para esse fim e transferidos posteriormente para uma planilha de Excel

desenvolvida para determinar as variáveis morfogênicas (filocrono e taxas de alongamento de folhas, colmos e senescência foliar) e estruturais (número de folhas vivas por perfilho e comprimento final de folhas) dos pastos (TABELA 3).

Tabela 3 – Datas, número de avaliações e intervalo médio (em dias) entre as observações na avaliação de morfogênicas e estruturais. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.

Mês do ano	Início	Término	Nº de avaliações	Intervalo médio das avaliações
Julho	19/07/2018	30/07/2018	4	3
Agosto	03/08/2018	14/08/2018	4	3
Agosto	16/08/2018	29/08/2018	4	4
Setembro	02/09/2018	19/09/2018	5	4
Setembro/Outubro	26/09/2018	14/10/2018	4	7

Fonte: Autoria própria (2018).

Para facilitar a discussão e o entendimento dos dados, quando possível, os valores obtidos para cada período de avaliação (intervalo de pastejo) foram interpolados para a apresentação de médias por ciclo. Para transformar a escala temporal dos valores de filocrono, taxa de alongamento foliar, de colmo e de senescência foliar de dias para graus-dia (GD) os resultados obtidos foram divididos pela média diária de °C acima de nove (9 °C – temperatura basal da cultura) para o respectivo ciclo (°C) (MÜLLER et al., 2009).

4.8.1 Quantificação das Variáveis

Foram avaliados as seguintes características morfogênicas: i) taxa de aparecimento de lâminas foliares (TApF); ii) Filocrono (Fil); iii) taxa de alongamento de lâminas foliares (TAIF); iv) duração de vida das lâminas (DVL); v) taxa de senescência (TS). As características estruturais avaliadas foram: i) comprimento médio das lâminas foliares (CLF); ii) densidade populacional de perfilhos (DPP); iii) número de folhas vivas por perfilho (NFV).

4.8.1.1 Características morfogênicas

a) *A taxa de aparecimento de folhas (TApF – folhas/perfilho/dia)*: indica o número de folhas que aparece por perfilho por unidade de tempo. A TApF foi calculada também com base na somatória calórica expressa em graus-dia (GD) (Ometto, 1981) e em unidades fototérmicas (UF) conforme equação desenvolvida por Villa Nova et al., (1983). Dessa forma, a TApF foi calculada conforme a eq. 2:

$$\text{TApF} = \text{NFN}/\text{NP} \times \text{DA} \quad (2)$$

Onde:

NFN: nº de novas folhas;

NP: nº de perfilhos;

DA: duração da avaliação (dias, GD e UF).

Para o cálculo em graus-dia, foi adotado um valor de 9 °C como temperatura basal (MÜLLER et al., 2009).

b) *filocrono (dias ou GD)*: corresponde ao inverso da TApF e seus valores foram calculados com base na eq. 3.

$$\text{FILOCRONO} = 1 / \text{TApF} \quad (3)$$

Onde:

TApF: Taxa de aparecimento de lâminas foliares.

c) *Taxa de alongamento de lâminas foliares (TAIF – cm/perfilho/dia)*: cessa com a diferenciação da lígula, calculada pelo comprimento de lâminas em expansão, na eq. 4.

$$\text{TAIF (cm/perfilho/dia)} = (\text{CF} - \text{CI})/\text{I} \quad (4)$$

Onde:

CF: comprimento final;

CI: comprimento inicial;

I: intervalo entre as medidas ou soma térmica dos dias avaliados.

d) *Duração de vida da folha (DVF – dias)*: considerou-se o tempo entre o aparecimento do ápice foliar e o primeiro sinal de senescência da lâmina, ou seja, o tempo em que a folha permaneceu verde (OLIVEIRA, 2007).

e) *Taxas de crescimento, senescência e acúmulo líquido – (cm/perfilho/dia)*: As variações em tamanho de cada folha e haste, a cada data de

amostragem, possibilitaram o cálculo das taxas de crescimento e senescência. Variações positivas em tamanho possibilitaram o cálculo das taxas de crescimento ($\text{mm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), tanto para folhas como para colmos. No caso de diminuição da porção verde do limbo foliar (variações negativas) e aumento da amarelada/parda das folhas, foi possível o cálculo das taxas de senescência.

A diferença entre essas duas variáveis (crescimento e senescência) obteve-se a estimativa das taxas de acúmulo líquido. As diferenças no tamanho das folhas não enquadradas em alongamento da haste, foram classificadas como remoção de folhas (agente externo, como pastejo, insetos, pisoteio etc.).

Além disso, com o objetivo de permitir a expressão dos valores das taxas de crescimento, senescência, acúmulo líquido e remoção de forragem em kg.ha^{-1} de MS foi gerado um fator de conversão. Ao final de cada ciclo de avaliação, 20 perfilhos foram cortados no nível do solo, realizadas medições de hastes e folhas, todas as lâminas foliares de cada perfilho e suas respectivas hastes foram levadas para a estufa a $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado e a massa de cada componente dividida pelo comprimento total correspondente.

Foi obtido assim um fator de conversão (mg.mm^{-1}) utilizado para transformar todas as leituras de campo, expressas em $\text{mm.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, em $\text{mg.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. A transformação final para $\text{kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de MS foi realizada por meio da multiplicação desses valores pela DPP de cada UE.

4.8.1.2 Características estruturais

a) *Comprimento médio das lâminas foliares (CLF – cm/folha)*: Para a determinação, foi utilizada uma régua milimetrada, de modo que o comprimento da lígula exposta até a ponta de todas as folhas, nos perfilhos marcados foi medido, na eq. 5.

$$\text{CLF} = \Sigma \text{ comprimento médio final das folhas} / \text{n}^{\circ} \text{ de folhas.} \quad (5)$$

Onde:

CLF: comprimento médio de lâminas foliares.

b) *Número de folhas vivas por perfilho (NFV)*: para obtenção do número de folhas vivas por perfilho (NFV), foi contabilizado o número médio de folhas em expansão, expandidas e em senescência de cada perfilho, desconsiderando-se as folhas onde o processo de senescência havia ultrapassado 50% do limbo foliar.

$$NFV = (LFeE+LFE+LFS)/n^{\circ} \text{ perfilhos em avaliação.} \quad (6)$$

Onde:

LFeE: Lâminas foliares em expansão.

LFE: Lâminas foliares expandidas.

LFS: Lâminas foliares senescentes.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Uma vez coletados, os dados foram analisados como média das unidades experimentais através do PROC GLM do SAS e as médias comparadas pelo teste “t” de Student. A significância adotada para todas as análises foi de 5% ($P \leq 0,05$). Ressalta-se que, apesar dos tratamentos serem aplicados ao longo do tempo, optou-se por não considerar o efeito de “ciclo” no modelo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de Interceptação de radiação solar (IR) e altura real (cm) em pré e pós-corte são apresentados na TABELA 4. Ressalta-se que, como as alturas eram variáveis controle, as mesmas não foram submetidas à análise de variância. Com relação a IR, observou-se diferença estatística entre os tratamentos no pós-corte. Dessa forma, pastos mantidos a uma severidade de desfolha constante de 40%, apresentam os maiores valores IR, manejo intercalado (40/70) as menores e os tratamentos 70I e 70F foram iguais e intermediários. A IR em pré-corte não diferiu entre os tratamentos.

Tabela 4 – Interceptação de radiação solar (IR) e altura real (cm), dos estratos superiores e inferiores, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.

Variável*	Tratamento				EPM	P-value [#]
	40	40/70	70F	70I		
%IR pré	92	91	90	92	0,9111	0,1109
%IR pós	67 ^A	54 ^C	58 ^B	60 ^B	0,0307	0,5438
Altura pré	21,6	21	21	21,1	–	NA
Altura pós	12,2	9,5	10,8	11,1	–	NA
Severidades	43,5	54,8	48,6	47,4	–	NA

*Abreviações: IR, Interceptação de radiação solar (%), altura real (cm), severidades reais (%); ESup, estrato superior; EInf, estrato inferior; EPM, erro padrão da média; NA: não avaliado.[#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste “t” de Student (P<0,05).

Amaral et al. (2013), trabalhando com azevém comum manejados sob lotação intermitente, compreendendo 4 tratamentos com combinação de dois pré-pastejos (25 e 15 cm) e duas alturas de pasto pós-pastejo (10 e 5 cm), reportaram valores de IR próximos a 95% (ponto crítico) para pastos manejados na altura de pré-pastejo de 25 cm; já pastos de 15 cm apresentaram 92% de IR, mesma situação observada no presente estudo. Como pastos manejados abaixo do valor crítico de IR (mas com desfolhações lenientes) podem apresentar potenciais produtivos equivalentes (BARBOSA et al., 2007; SBRISSIA et al., 2018) é possível que pastos de azevém anual possam ser manejados com alturas pré-corte entre 15-25 cm, sem que haja o comprometimento do potencial produtivo.

Os dados referentes a massa e composição morfológica são apresentados na TABELA 5. Para massa de forragem, massa de lâminas (kgMS.ha⁻¹

¹⁾ e proporção de lâminas (%), somente no estrato inferior (remanescente) houve diferença estatística entre os tratamentos. Nesse sentido, o tratamento 40 apresentou os maiores valores, o 40/70 e 70F foram intermediários e o 70I o menor. A massa e a proporção de lâminas no estrato inferior seguiu comportamento semelhante. Portanto, aparentemente, pastos de azevém anual submetidos a desfolhas de severidade leniente (40), i.e. sem realização de intervenções pontuais de alta severidade, apresentam tanto em massa de forragem, massa de lâminas e % de lâminas em estrato inferior, um dossel remanescente de qualidade, o que pode possibilitar melhores condições para o restabelecimento do dossel forrageiro.

Tabela 5 – Massa de forragem, massa de lâminas (kg.MS.ha⁻¹) e proporção de lâminas (%) dos estratos superiores e inferiores, de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.

Variável*	Tratamento				EPM	P-value [#]
	40	40/70	70F	70I		
MF ESup	774	850	805	762	50,7	0,6296
ML ESup	655	709	707	686	40,2	0,8835
%L ESup	90,6	85,5	90,5	91,4	0,23	0,0510
MF EInf	2770 ^A	2228 ^{BC}	2523 ^{AB}	2108 ^C	133	0,0047
ML EInf	1326 ^A	770 ^C	915 ^B	829 ^{BC}	88	0,0003
%L EInf	47,0 ^A	30,6 ^B	33,9 ^B	37,1 ^B	0,11	0,0008

*Abreviações: MF, massa de forragem; ML, massa de lâminas foliares; %L, proporção de lâminas foliares; ESup, estrato superior; EInf, estrato inferior; EPM, erro padrão da média. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste “t” de Student (P<0,05).

Ainda referente aos dados de massa e composição morfológica, três pontos necessitam ser destacados: i) os valores de proporção de colmos e material morto foram negligíveis, já que a altura pré-corte utilizada era abaixo do IAF crítico (95% IL; TABELA 4)(AMARAL et al., 2013; SANTOS et al., 2016); ii) os valores de massa e proporção de lâminas do estrato superior foram semelhantes, provavelmente em função de compensações na quantidade colhida ao longo dos ciclos; iii) a massa de forragem do estrato inferior variou de 2108 kg.MS.ha⁻¹ (70I) para 2770 kg.MS.ha⁻¹ (40), ambos considerados dentro do valor sugerido por Carvalho et al. (2004), de 2000 kg.MS.ha⁻¹, para que não se limite o consumo dos animais e maximize seu desempenho (TREVISAN et al.;2004).

Com relação aos teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade *in vitro* (Dig) (TABELA 6), não se verificou diferenças entre os tratamentos. Essa ausência, pode

estar relacionada a falta de oscilação na composição morfológica no estrato superior colhido, ou seja, estrato que supostamente seria colhido pelo animal (TABELA 5). Interessante destacar os altos valores de PB, o que pode estar relacionado às baixas precipitações pluviais (FIGURA 2), que elevaram a concentração de N não proteico, uma vez que as plantas absorvem majoritariamente o nitrato. Para FDN e FDA, a ausência de diferença, pode estar associada ao estágio fenológico da planta, onde ambos tratamentos se encontravam em vegetativo. De acordo com Van Soest (1983) teores de fibra aumentam com o avanço do ciclo da pastagem e está associado a massa de colmos, que possui valores maiores de FDN e FDA. Conforme Mertens et al. (1996), níveis altos de FDN em pastos, reduzem o consumo de matéria seca, de modo que o referido autor aponta valores superiores à 45% como restritivo ao potencial de consumo de matéria seca.

Tabela 6 – Variáveis qualitativas (bromatológicas), de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.

Variável*	Tratamento				EPM	P-value
	40	40/70	70F	70I		
%FDN ESup	45	44	43	44	0,007	0,2207
%FDA ESup	26	27	25	26	0,006	0,3569
%PB ESup	30	29	31	31	0,006	0,2937
%Dig ESup	93	92	92	93	0,005	0,7342

*Abreviações: %FDN, proporção de fibra insolúvel em detergente neutro na matéria seca; %FDA, proporção de fibra insolúvel em detergente ácido na matéria seca; %PB, proporção de proteína bruta na matéria seca; %Dig, proporção digestível na matéria orgânica; ESup, estrato superior; EPM, erro padrão da média.

Para proteína bruta (PB), a ausência de diferença ($P < 0,05$), também foi observada em trabalhos de Freitas et al. (2003) com azevém pastejado por ovinos em três intensidades de pastejo. Marchesan et al. (2015), trabalhou com duas cultivares de azevém (diploide e tetraploide), consorciadas ou não com aveia sob dois resíduos de pastejo (18 cm e 13 cm), com vacas leiteiras, sendo no tratamento com a cv. tetraploide, mesma ploidia do presente trabalho, não deferiu para teores de PB (Proteína Bruta – g.kg^{-1}) e DIVMS (Digestibilidade “*in vitro*” da Matéria Seca – g.kg^{-1}), provavelmente pelo material apresentar maior proporção de lâminas foliares e melhor qualidade, comparado com cv. comum, mesmo observado no experimento. Velásquez et al. (2010) observaram maior coeficiente de digestibilidade em pastos

que contém menor FDN e FDA e maiores concentrações de proteína bruta e carboidratos não-fibrosos.

Para taxa de aparecimento foliar (TApF – folhas/perfilho/dia), o tratamento mantido com 40% de severidade de desfolha (12 cm) foi superior aos restantes, não havendo diferenças entre os tratamentos com intervenções de 70% (TABELA 7). O mesmo comportamento foi observado para filocrono (dias), onde foram necessários em média 11 dias para aparecimento de uma lâmina foliar no tratamento 40 e 13 dias para os tratamentos 70 (TABELA 7). Grant et al. (1981) afirmam que a TApF, pode ser influenciada pela taxa de alongamento foliar (TAIF); assim, a maior taxa de TApF em 40, se deva às maiores TAIF. A taxa de aparecimento de folhas (TApF) possui um papel determinante nas características estruturais do dossel uma vez que interfere diretamente no tamanho da folha, na densidade populacional de perfilhos e no número de folhas por perfilho (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Por fim, a maior taxa de alongamento foliar para o tratamento 40, embora pequena, se deve ao maior IAF médio (TABELA 7).

Tabela 7 – Características morfológicas e estruturais de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha.

Variável*	Tratamento				EPM	P-value [#]
	40	40/70	70F	70I		
<i>Características morfológicas</i>						
TApF	0,0085 ^A	0,0074 ^B	0,0072 ^B	0,0076 ^{AB}	0,0003	0,0493
Fil	11,0 ^B	12,8 ^A	13,2 ^A	12,6 ^A	0,45	0,0098
TAIF	2,6 ^A	2,2 ^B	2,4 ^{AB}	2,3 ^B	0,09	0,0245
DVF	47,5	43,4	46,7	48,1	1,8	0,2980
TS	0,50 ^A	0,30 ^B	0,37 ^B	0,40 ^{AB}	0,04	0,0180
<i>Características estruturais</i>						
CLF	11,4	11,2	11,3	10,6	0,6	0,7450
NFV	3,1 ^C	3,9 ^A	3,3 ^{BC}	3,5 ^B	0,1	<0,0001
DPP	3147	3103	3073	3036	71,3	0,7298
IAF médio	3,8 ^A	2,0 ^B	2,7 ^B	2,3 ^B	0,3	0,0072
TALiq	129,5	126,0	129,3	122,2	6,6	0,3209

*Abreviações: TApF, taxa de aparecimento foliar (folhas/perfilho/dia); Fil, Filocrono (dias); TAIF, taxa de alongamento foliar (cm/perfilho/dia); DVF, duração de vida da folha (dias); TS, taxa de senescência (cm/perfilho/dia); CLF, comprimento médio das lâminas foliares (cm/folha); NFV, número de folhas vivas por perfilho; DPP, densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²); IAF, índice de área foliar; TALiq, taxa de acúmulo líquido (kg MS/ha/dia); EPM, erro padrão da média. [#]Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste “t” de Student (P<0,05).

Para taxa de senescência (TS), o tratamento 40 apresentou os maiores valores (TABELA 7). Isso pode ser atribuído ao balanço entre o fluxo de crescimento do pasto, ou seja, ao mesmo tempo que surgem novas lâminas foliares e o pasto cresce mais, ocorre a morte de folhas maduras.

Relacionado ao número de folhas vivas por perfilho (NFV), observou-se o menor valor para o tratamento 40 e maior para o de 40/70 (TABELA 7). Esse comportamento se deve ao maior número de folhas que entraram em senescência durante o processo de rebrotação, uma vez que o tratamento 40 apresentava maior quantidade de folhas residuais (TABELA 5). Todavia, tal resultado não pode ser confundido com maior quantidade (número) de folhas por perfilho. De modo geral, o número de folhas por perfilho é um valor relativamente constante para um mesmo genótipo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; MATTHEW et al., 2000), podendo ser alterado pelas práticas de manejo (especialmente elevadas taxas de lotação ou pastos manejados baixos).

Um fator determinante que influenciou nos resultados foi a baixa precipitação nos meses de julho e setembro (FIGURA 2), limitante para o período experimental, diminuindo a quantidade de desfolhas, que possibilitariam um menor contraste entre as variáveis e tratamentos. Segundo Nelson (2000), condições de estresse hídrico, quando a taxa de alongamento foliar é lenta, o meristema pode continuar produzindo primórdios foliares. Assim, apesar do aumento do filocrono no período, pode não ocorrer um aumento proporcional no plastocrono (intervalo entre o aparecimento de primórdios foliares no meristema). Mas quando estabelecidas as condições hídricas adicionadas a fertilização nitrogenada (TABELA 1), esses primórdios foliares passam a se expandir rapidamente, elevando o NFV (SBRISSIA et al., 2004).

A densidade populacional de perfilhos (DPP) não diferiu entre os tratamentos (TABELA 7). Tal fato está atrelado à ausência de decaptação dos meristemas apicais dos perfilhos remanescentes (baseado em observações visuais) e pela pouca alteração do ambiente luminoso, uma vez que os pastos foram semeados em linha. De fato, esperava-se diferenças nas estratégias de maiores severidades de desfolhação, como maiores DPP e menor área foliar específica (AFE), condição observada em trabalho de Martins (2017). Entretanto, como os

pastos se encontravam densos dentro da linha de plantio, é possível que os perfilhos recém-emergidos tenham sido sombreados pelos perfilhos remanescentes e que não senesceram (uma vez que não haviam sido decaptados), desencadeando o processo de auto-desbaste (SBRISSIA et al., 2018).

Para o IAF, o maior valor obtido para tratamento 40, com 3,8, e o restante dos tratamentos não se diferiram (TABELA 7). Para taxa de acúmulo líquido (TacLiq – kg MS/ha/dia), os tratamentos não diferem entre si (TABELA 7). Esse padrão de resposta, embora controverso, provavelmente reflete o potencial fotossintético do IAF. Segundo Parsons et al. (1988) pastos com IAF podem apresentar uma mesma capacidade fotossintética. Isso ocorre porque altos IAFs podem estar relacionados com um aparato fotossintético composto por folhas velhas e de baixo potencial produtivo. Por outro lado, pastos com menores IAF, podem apresentar um maior número de folhas jovens e de alta capacidade produtiva. Ademais, pastos com altas taxas de crescimento podem apresentar um alto “*turnover*” de tecidos (i.e., crescem e senescem mais). Nesse sentido, é possível que, embora tenha havido diferenças no IAF entre os tratamentos, a velocidade de crescimento, e consequentemente, produção, tenha sido maior nos pastos manejados com intervenções de 70%, como consequência de uma maior taxa fotossintética. De fato, Sbrissia et al. (2018) não encontraram diferenças produtivas em pastos de capim-quicuiu manejados em diferentes alturas, atribuindo tal padrão de resposta a diferenças na capacidade fotossintética dos IAFs. Contudo, a longo prazo, esse padrão de resposta pode não se sustentar, uma vez que pode haver a redução da capacidade de assimilação de carbono, apesar da mobilidade de carboidratos de reservas e alterações na área foliar específica.

Não houve diferença ($P < 0,05$; TABELA 8) entre os tratamentos para a variável produção total de matéria seca e de folhas (PT MS e PT folhas; kg MS ha⁻¹) e matéria seca e de lâminas total colhida (MST e MLT; kg MS ha⁻¹). Contudo observa-se um equilíbrio nos valores de PT MS e de folhas para os tratamentos de 40 e 70F, no caso de 70F, pelo fato da intervenção ocorrer ao final do período experimental, não afetando negativamente para a referente variável. Esses dados evidenciam que, pelo menos no curto-prazo, pode haver uma certa “homeostasia” entre os tratamentos de modo a não prejudicar a quantidade forragem colhida.

Todavia é provável que o animal em pastejo seja penalizado com tais práticas. Segundo Mezzalira et al. (2014) pastos rebaixados em mais de 40% comprometem a velocidade de ingestão de forragem. Schmitt (2016) corroborou parte desses resultados, uma vez que demonstrou que o consumo diário de forragem é linearmente reduzido com o aumento da severidade de desfolhação.

Tabela 8 – Produção total (kg.MS.ha⁻¹) e massa seca total (kg.MS.ha⁻¹) de pasto submetido em diferentes manejos de desfolha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2018.

Variável*	Tratamento				EPM	P-value
	40	40/70	70F	70I		
PT MS	6470	6144	6376	5871	300	0,4687
PT folhas	4666	4022	4697	4537	149	0,3498
MST colhida	3870	4250	3810	4025	211	0,5274
MLT colhida	3401	3530	3550	3777	198	0,8544

*Abreviações: PT, produção total; MS, matéria seca; MST, matéria seca total; MLT, massa de lâminas foliares total; EPM, erro padrão da média.

Sendo assim, como não há benefícios em se empregar altas severidades de desfolhação (i.e. > 40%), já que não há melhorias no valor nutritivo e na produção de forragem, e, possivelmente, haverá uma restrição do potencial de consumo dos animais submetidos a tal condição, o presente trabalho revela que não há benefícios em se aplicar altas severidades de desfolhação, como um mecanismo de melhoria do pasto. Todavia, quando se houver a necessidade, por qualquer razão (e.g. logística, baixo crescimento do pasto, otimização da taxa de lotação), no emprego de tal estratégia, o mesmo aparentemente não compromete a capacidade produtiva de pastos do azevém anual. Por fim, tal padrão de distribuição temporal das severidades de desfolhação ainda necessita ser melhor estudado com plantas perenes e em experimentos de longo prazo, que avaliem a persistência desses pastos.

6 CONCLUSÕES

Dentro das condições aplicadas no presente estudo (i. e. altura pré-corte e fertilização nitrogenada), intervenções pontuais de alta severidade (70%) aparentemente não afetam a capacidade produtiva e o valor nutritivo de pastos de azevém anual.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados sejam interessantes e possibilitem uma certa flexibilização nas metas de manejo a serem utilizadas no campo, não se pode inferir que essas seriam alternativas de correção quando os pastos atingem alturas demasiadamente altas (i.e. acima da condição crítica de 95% IL). Provavelmente, nessas situações, os perfilhos desencadeariam um intenso processo de alongamento de colmos e haveria um grande número de meristemas apicais decapitados, alterando o padrão de resposta e, provavelmente, afetando a capacidade produtiva dos pastos. Sendo assim, não se pode concluir que intervenções pontuais de alta severidade melhorem (ou, pelo menos, não afetem) a capacidade produtiva dos pastos em qualquer situação.

É importante ressaltar que no ano de avaliação desse experimento as condições climáticas foram adversas, com elevadas concentrações de chuvas após semeadura, atrasando a germinação e causando perda de estande, além de períodos longos de deficit hídrico, que causaram a antecipação do término experimental. Talvez, com a avaliação de mais ciclos (i.e. cortes), poderiam haver diferenças entre os tratamentos. Assim, a condução de ensaios em mais de um ano pode ser necessária, uma vez que as condições ambientais podem ser diferentes alterando o comportamento da cultura.

Para implantação do experimento desta natureza, indica-se realizar a semeadura a lanço, com objetivo de minimizar os erros para cálculos produtivos, devido à influência das entrelinhas, que pode superestimar ou subestimar os resultados finais. Relacionado ao rebaixamento do pasto, indica-se em vez de desfolhas por roçadas, uso de animais, onde possibilitam avaliar de forma mais realista uma situação a campo.

Por fim, o estudo do padrão de distribuição das severidades pode ser melhorado com a adição de mais um tratamento, neste caso manejado sempre com 70% de severidade de desfolha. Como também uso de culturas perenes, possibilitando a longo prazo observar as respostas destes manejos, quanto suas características qualitativas e quantitativas, além de sua permanência no campo.

REFERÊNCIAS

AIOLFI, Ricardo Beffart. **Adaptação de cultivares diploides e tetraploides de azevém anual às condições climáticas do sudoeste do Paraná**. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Pato Branco, 2016.

AMARAL, M.F. et al. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 68, p. 271–277, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81882/1/Sune-GFS.pdf>>.

AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.

BARBOSA, Rodrigo Amorim et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329–340, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttextpid=S0100-204X2007000300005lng=enrm=iso>>.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. dos. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008. 74 p.

BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 377–387, 1956.

BROUGHAM, R.W. Interception of light by herbage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 1, p. 39–52, 1958.

CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J. F. Tissue turnover within grass clover mixed swards grazed by sheep. methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, v. 34, n. 2, p. 333–348, 1997. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2404880>>.

CARVALHO, P.C.F.; MORLAN, J.B.; CONDORELLI, E.M. et al. **Práticas em ovinocultura: ferramentas para o sucesso**. Porto Alegre, 2004. 146 p.

CAUDURO, G.F. et al. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 282–290, 2007.

CONFORTIN, Anna Carolina Cerato et al. Morfogenese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.

32, n. 4, p. 385–391, 2010. ISSN 1807-8672. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view-/8657>.

CONFORTIN, Anna Carolina Cerato et al. Structural and morpho-genical characteristics of black oats and italian ryegrass on pasture submitted to two grazing intensities. **Revista Brasileira de Zoo-tecnia**, v. 39, n. 11, p. 2357–2365, 2010a. ISSN 1806-9290. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttextpid=S1516-35982010001100007lng=enrm=isotlng=en>.

COPÉRIDA. **Azevém Bar HQ (tetraplóide) – 2015**. 2017. Disponível em: https://www.coperdia.com.br/portal/materiais/azevem_bar_hq.pdf. Acesso em: 27 ABR. 2017.

DA SILVA, Sila Carneiro. 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, Sila Carneiro et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Sci. agric.**, Piracicaba, Braz., v. 66, n. 1, p. 8–19, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo-.php?script=sciarttextpid=S0103-90162009000100002lng=enrm=iso>.

ESCUDER, C.J. Morfología de gramíneas y leguminosas forrajeras. implicancia senel manejo. In: BALCARCE–INTA. **Producción Animal en pastoreo**. La Estanzuela: Cangiano, C.A., 1997. p. 5–14.

FEROLLA, F.S. et al. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticales sob corte e pastejo. **R. Bras. Zootec**, v. 37, n. 2, p. 197–204, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttextpid=S1516-35982008000200004lng=enrm=iso>.

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.

FREITAS, F. K. de et al. Características qualitativas da pastagem de azevém submetidas a três alturas de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Otimizando a produção animal: anais. 3 f. 1 CD ROM., Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia. Santa Maria, 2003.

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

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.

KING, J.; SIM, E.; GRANT, S.A. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed ryegrass pastures. **Grass and Forage Science**, v. 39, n. 1, p. 81–92, 1984.

KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W.; PETERSON, C.M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v. 74, n. 5, p. 789–792, 1982.

KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Effects of the timing and intensity of spring grazing on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominated pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 27, n. 2, p. 135–149, 1984. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00288233.1984.10430413>>.

LACA, E.A.; 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. ISBN 0851993516, 9780851993515.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: **The ecology and management of grazing systems**. Cab international. London: Hodgson, J. and Illius, A.W., 1996. p. 3–36.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit): consulta aberta**. 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons-/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 set. 2018.

MARCHESAN, Renato et al. Valor nutricional de cultivares de azevém consorciados ou não com aveia sob dois resíduos de pastejo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 3, p. 254–263, 2015.

MARTINS, Clovis David Medeiros. **Relações entre intensidades de desfolha e o potencial produtivo em pastos de capim quicuiu, azevém anual e aveia preta**. 80 p. Tese (Doutorado) — Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

MATTHEWS, K. R. et al. Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. **British Journal Of Nutrition**, v. 83, n. 6, p. 637–643, 2000.

MEDEIROS, Renato Borges de et al. Comportamento ingestivo de ovinos no período diurno em pastagem de azevém anual em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 198–204, feb 2007. ISSN 1806-9290.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000100024&lng=pt&nrm=iso&lng=en.

MERTENS, D. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES. Virginia. **Proceedings...** Virgínia: US Dairy Forage Research Center, 1996. p. 81-92.

MEZZALIRA, Jean Carlos et al. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 153, p. 1–9, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.12.014>.

MULLER, Liziany et al. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, ago. 2009. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000500006&lng=pt&nrm=iso.

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

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. tillering. In: CAB INTERNATIONAL. **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: Lemaire, G. and Hodgson, J. and Moraes, A. and Carvalho, P.C.F. and Nebinger, C., 2000. cap. 6, p. 101–126.

OLIVEIRA, Aline Barros et al. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1006–1013, 2007.

OLIVEIRA, Lucas Vargas et al. Características estruturais de cultivares diploides e tetraploides de azevém. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 883–889, 2015.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica CERES, 1981.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. 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.; 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, 1988.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, Hydrol. **Earth Syst. Sci.**, v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 2007.

PIAZZETTA, Ricardo Guimarães et al. Características qualitativas da pastagem de aveia preta e azevém manejada sob diferentes alturas, obtida por simulação de pastejo. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 1, p. 43–48, 2009.

PONTES, Laíse da Silveira 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.

PONTES, Laíse da Silveira et al. Morphogenetic and structural traits of ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) managed under different sward heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 814–820, 2003.

PRIOUL, J.L.; BRANGEON, J.; REYSS, A. 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.

ROCHA, Marta Gomes da et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 7–15, 2007.

SANTOS, Gabriela Trevisan et al. A grazing height target to minimize tiller stem elongation rate in annual ryegrass swards. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 169–175, 2016.

SANTOS, Reginaldo Ferreira; CARLESSO, Reimara. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287–294, 1998.

SBRISSIA, A.F.; 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. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem de capim-maradú sob lotação contínua**. 171 p. Tese (Doutorado) — ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, Andre Fischer; DA SILVA, Sila Carneiro. Tiller size/density compensation in marandú palisadegrass swards. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35–47, 2008.

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.

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.

SCHMITT, Daniel. **Consumo de forragem por bovinos em pastos de capimquicuiu sob lotação intermitente**. 74 p. Tese (Doutorado) — CAV/UEDESC, Lages, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 5. ed. Massachusetts: Sinauer Associates Publishers, Sunderland, 2010.

TILLEY J. M. A.; TERRY, R. A. A twostage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104–111, 1963.

TREVISAN, Naíme de Barcellos et al. Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1543–1548, 2004.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: **New Zealand pasture and crop science**. Oxford: Cambridge University Press, 1999. cap. 2, p. 11–27.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis, 1983. 88 p.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for diet aryfiber, neutral detergentfiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VELÁSQUEZ, Paula Andrea Toro et al. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1206–1213, 2010.

VILLA NOVA, N. A.; CARRETEIRO, M. V.; SCARDUA, R. Um modelo de avaliação do crescimento de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

AGROMETEOROLOGIA, 2., 1983, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1983. p

ZANINI, Guilherme Doneda et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 882–887, 2012. ISSN 16784596. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo-.php?script=sci_arttextpid=S0103-84782012000500020.