

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Tese

**Ecofisiologia da produção de forragem e de sementes de azevém anual sob
desfolha**

Joice Fernanda Lübke Bonow

Pelotas, 2022

Joice Fernanda Lübke Bonow

**Ecofisiologia da produção de forragem e de sementes de azevém anual sob
desfolha**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabelo

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

B719e Bonow, Joice Fernanda Lübke

Ecofisiologia da produção de forragem e de sementes de azevém anual sob desfolha / Joice Fernanda Lübke Bonow ; Carlos Eduardo da Silva Pedroso, orientador ; Carlos Henrique Silveira Rabelo, coorientador. – Pelotas, 2022.

103 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. BRS estações. 2. BRS ponteio. 3. Características estruturais. 4. *Lolium multiflorum* Lam.. 5. Semente pura viável. I. Pedroso, Carlos Eduardo da Silva, orient. II. Rabelo, Carlos Henrique Silveira, coorient. III. Título.

CDD : 633.2

Joice Fernanda Lübke Bonow

Ecofisiologia da produção de forragem e de sementes de azevém anual sob desfolha

Tese aprovada, como requisito parcial, para a obtenção do título de doutor (a) em Agronomia, Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 31/03/2022.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso (Orientador)
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. Gustavo Martins da Silva
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. Flávio Reina Abib
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. Ricardo Pereira da Cunha
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho á Deus por me permitir a graça da vida. Á minha família, principalmente meus filhos que são a fonte de inspiração e dedicação todos os dias. Ao meu esposo pelo companheirismo e dedicação.

Resumo

BONOW, Joice Fernanda Lübke. **Ecofisiologia da produção de forragem e de sementes de azevém anual sob desfolha**. 2022. 103f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistema de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O objetivo do estudo foi avaliar o impacto da frequência da desfolha nas características estruturais das plantas tanto para a produção de forragem quanto para a produção de sementes. As respostas produtivas de diferentes cultivares de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), BRS Ponteio e BRS Estações, foram relacionadas a variáveis ambientais, especialmente a soma térmica, para a verificação da dinâmica morfofisiológica das plantas. O presente estudo foi conduzido à campo, no sul do Brasil, na Embrapa Clima Temperado (ETB). Foram avaliadas características estruturais (número de perfilhos e de folhas, comprimento médio da fração viva da folha, alturas da última lâmina e lígula e camada de folhas) por meio da técnica de perfilhos marcados; rendimento de forragem, componentes estruturais (lâmina, bainha mais colmo e material morto), valor nutritivo da forragem colhida (proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro), rendimento e qualidade fisiológica da semente (germinação, pureza, peso de mil sementes, emergência em campo, envelhecimento acelerado, peso e comprimento de raiz e de parte aérea). A desfolha durante o período vegetativo propiciou colheita de forragem de alto valor nutritivo e não afetou a estrutura da planta para a produção de sementes. As sementes produzidas apresentaram maior peso. Desfolhas logo após o intenso alongamento dos entrenós (meados de setembro) determinaram estruturas muito distintas após a execução da desfolha, porém, o rendimento e a qualidade de sementes se mantiveram elevados. A principal alteração da planta, verificado no momento da colheita de sementes, foi o aumento do número de perfilhos basilares. Todavia estes perfilhos apresentaram variáveis estruturais de menor dimensão (número de folhas, comprimento médio da fração viva da folha, alturas da última lâmina e lígula e camada de folhas). Desfolhas posteriores determinam reduções drásticas na estrutura das plantas e, sobretudo, no rendimento de sementes. De modo geral, as duas cultivares estudadas, apresentaram sementes com alta qualidade fisiológica, mesmo quando submetidas a alta frequência de desfolha, as quais ocorreram inclusive após o florescimento das plantas.

Palavras-chave: BRS Estações. BRS Ponteio. Características estruturais. *Lolium multiflorum* Lam. Semente pura viável.

Abstract

BONOW, Joice Fernanda Lübke. **Ecophysiology of forage and annual ryegrass seed production under defoliation**. 2022. 103f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The aim of the study was to evaluate the impact of defoliation frequency on the structural characteristics of plants for both forage production and seed production. The yield responses of different cultivars of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), BRS Ponteio and BRS Estações, were related to environmental variables, especially the thermal sum, to verify the morphophysiological dynamics of the plants. The present study was conducted in the field, in southern Brazil, at Embrapa Clima Temperado (ETB). Structural characteristics (number of tillers and leaves, average length of the live fraction of the leaf, heights of the last blade and ligule and leaf layer) were evaluated using the marked tiller technique; forage yield, structural components (blade, sheath plus stem and dead material), nutritive value of the harvested forage (crude protein and fiber insoluble in neutral detergent), yield and physiological quality of the seed (germination, purity, weight of a thousand seeds, emergence field, accelerated aging, root and shoot weight and length). Defoliation during the vegetative period provided forage harvesting of high nutritional value and did not affect the structure of the plant for seed production. The seeds produced showed greater weight. Defoliation soon after intense internode elongation (mid-September) determined very different structures after defoliation, however, yield and seed quality remained high. The main change in the plant, verified at the time of seed harvest, was the increase in the number of basic tillers. However, these tillers presented smaller structural variables (number of leaves, average length of the live fraction of the leaf, heights of the last blade and ligule and leaf layer). Subsequent defoliation determines drastic reductions in plant structure and, above all, in seed yield. In general, the two cultivars studied showed seeds with high physiological quality, even when subjected to high frequency of defoliation, which occurred even after the flowering of the plants.

Key words: BRS Estações. BRS Ponteio. Structure features. *Lolium multiflorum* Lam. Viable pure seed.

Sumário

1. Introdução Geral.....	10
2. Projeto de Pesquisa (Doutorado).....	13
2.1 Justificativas e Antecedentes.....	14
2.2 Objetivos.....	16
2.3 Metodologia.....	17
2.4 Recursos.....	19
2.5 Cronograma.....	19
2.6 Referências Bibliográficas.....	20
3. Artigo I – Structural dynamics of the annual ryegrass from defoliation to seeds harvest.....	22
3.1 Introdução.....	23
3.2 Material e Métodos.....	25
3.3 Resultados e Discussão.....	27
3.4 Conclusões.....	33
3.5 Referências.....	34
4. Artigo II – Produção e qualidade de forragem e sementes do azevém anual BRS Estações sob diferentes frequências de desfolha.....	44

4.1 Introdução.....	46
4.2 Material e Métodos.....	48
4.3 Resultados e Discussão.....	52
4.4 Conclusões.....	60
4.5 Referências.....	61
5. Artigo III – Características estruturais do azevém anual BRS Estações em diferentes estádios reprodutivos e o rendimento de sementes sob manejo de desfolha.....	75
5.1 Introdução.....	78
5.2 Material e Métodos.....	79
5.3 Resultados e Discussão.....	82
5.4 Conclusões.....	88
5.5 Referências.....	89
6. Conclusões.....	101
7. Referências Gerais.....	102

1. Introdução Geral

O azevém anual é uma espécie amplamente difundida no Estado do Rio Grande do Sul, principalmente pelas condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento, sendo a cultura mais cultivada no Estado no período do inverno (KRONING et al., 2014). O avanço no cultivo desta espécie se dá pelo fato de a mesma apresentar diversos propósitos como a produção de forragem e sementes, produção de feno, adubação verde e cobertura do solo pelo efeito alelopático em plantas concorrentes (AHRENS & OLIVEIRA, 1997).

O uso desta espécie em um período em que naturalmente ocorre uma diminuição na produção de forragem por parte dos campos nativos, no sul do Brasil, é essencial para obtenção de ganho de peso e aumento da carga animal. HELLBRUGGE et al., 2008 verificaram ganho médio diário de 1,84 Kg em novilhos de recria, sem suplementação. Dados semelhantes foram encontrados por BISCAÍNO et al., 2018 utilizando novilhas da raça angus, que alcançaram ganhos médios diários de 0,96 Kg de GMD.

O manejo de desfolha a ser adotado tanto para colheita da forragem quanto de sementes não deve ser drástica, uma vez que plantas anuais necessitam de reserva mínima para promover o rebrote, visto que o azevém tem partição mínima de assimilados para formação de reservas. Logo é essencial que se tenha o resíduo de folhas vivas para promover a fotossíntese superavitária. Segundo AGUINAGA et al., 2008 a altura ideal para se realizar a desfolha em azevém está em torno de 25 a 35 cm por apresentar massa de forragem relativamente constante ao longo do período de utilização. Considerando a retirada de 50% da parte superior do dossel, o resíduo final encontra-se em torno de 12 cm a 17 cm de altura.

A capacidade de produção de uma planta está diretamente relacionada às condições do ambiente que a circundam e ao manejo adotado para a condução e

exploração da pastagem ao longo do ciclo de cultivo. Logo, o manejo de desfolha, torna-se um dos fatores mais importantes na obtenção de máxima produção de forragem e sementes, pois esta interfere na capacidade da planta em utilizar os recursos disponíveis e consequentemente sobre a área fotossintetizante das plantas, além de efeitos advindos do pisoteio, da compactação, entre outros.

O manejo de desfolhas adequado pode prolongar o uso da pastagem durante o período vegetativo, sem prejudicar o rendimento final de sementes. Este manejo interfere na estrutura reprodutiva das plantas de tal forma que alguns componentes de rendimento podem compensar a diminuição de outros a fim de não afetar o rendimento final de sementes. GONDIM et al. (2008) citam, por exemplo, que plantas que perderam área foliar pela ação do corte podem compensar aumentando o número de sementes espiga⁻¹ e o peso de mil sementes. Entretanto, desfolhas realizadas no período reprodutivo afetam de forma negativa estruturas relacionadas aos componentes de rendimento como número de espigas planta⁻¹, espiguetas espigas⁻¹ e peso de mil sementes, bem como o aumento no número de perfilhos mortos sob desfolha drástica associada a baixas temperaturas no período de rebrote (GONDIM et al., 2008; HEINECK et al., 2020).

Cortes frequentes e intensos diminuem a capacidade fotossintetizante das plantas, acarretando em diminuição no rendimento de sementes e produção de forragem de azevém (MEDEIROS & NABINGER, 2001). Estruturas como a altura de plantas, número de perfilhos férteis, tamanho de folhas, comprimento do colmo, matéria seca do colmo e da bainha, comprimento final da folha são estruturas comumente utilizadas para avaliar morfogênese e demais respostas da planta frente ao avanço do número de desfolhas. (MARCELINO et al., 2006; DURU & DUCROCQ, 2000).

Mesmo havendo estudos que retratem a relação existente entre as características estruturais com a morfogênese em plantas de azevém, a maioria dos trabalhos evidencia a produção de forragem. PEREIRA et al., 2008 avaliaram mais de 30 populações de azevém no Estado e observaram que quanto maior a altura das plantas, maior é de produção de matéria seca e maior o vigor de rebrota em pós-colheita da forragem, evidenciando que as variáveis estão interligadas. Por outro lado, alguns trabalhos relatam importantes relações entre a estrutura da planta e a produção

de sementes. MÜLLER et al., 2012 encontraram uma correlação direta e positiva com o comprimento de espiga e o peso de mil sementes. Para PASLAUSKY et al., (2014), o maior peso das sementes acarreta em ganhos na qualidade fisiológica das mesmas.

Com base nestes artigos percebe-se uma importante relação entre a estrutura da planta produtora de sementes com o rendimento e a qualidade de sementes. Logo, torna-se possível prever o rendimento e a qualidade da semente produzida em momentos que antecedem a colheita. Todavia, as informações são muito restritas quanto ao impacto da desfolha na estrutura produtora de sementes. Praticamente não há informações sobre as estratégias adaptativas estruturais das plantas para manter elevado rendimento e peso de sementes. tampouco, após este limite de desfolha tolerado pelas plantas, o quanto, posteriores desfolhas, impactam na estrutura e, por consequência, no rendimento e na qualidade de sementes. Deste modo, o presente estudo tem por objetivo avaliar o impacto do avanço da desfolha na colheita de forragem e, sobretudo, na estrutura formadora da produção de sementes, no rendimento de sementes e na qualidade da semente produzida por diferentes cultivares de azevem (*Lolium multiflorum* Lam.) adaptadas ao sul do Brasil.

2. Projeto de Pesquisa (Doutorado)

Projeto de tese

Respostas morfofisiológicas de cultivares de azevém anual ao manejo de desfolha e a adubação nitrogenada para a produção de forragem e de sementes

Eng.^a Agro.^a Joice Fernanda Lübke Bonow

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso (Orientador)

Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabelo (Co-orientador)

Pelotas, novembro de 2018

1. Antecedentes e justificativa

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é a forrageira anual de estação fria mais utilizada pelos agricultores familiares, provavelmente pela sua versatilidade de uso. Pode ser utilizado através da colheita direta pelo animal, como capineira, na forma de feno, de silagem, como adubação verde e, também, como planta de cobertura, pela importante palhada e pelo efeito alelopático nas plantas concorrentes a cultura desejada (AHRENS & OLIVEIRA, 1997). A adaptação aos diversos tipos de solo do Rio Grande do Sul e as excelentes características forrageiras, do mesmo modo, provavelmente foram determinantes para a ampla difusão desta espécie. Acrescenta-se, ainda a sua alta variabilidade genética que possibilita importante variação em termos de fenologia, como por exemplo, o comprimento do seu ciclo produtivo.

Ciclos produtivos maiores favorecem a exploração da atividade pecuária pela manutenção da alta qualidade da forragem por maior período de tempo. No entanto, ciclos mais curtos favorecem a integração lavoura-pecuária, pois a área é liberada mais cedo para a cultura de estação quente, produtora de grãos (CORDEIRO et al., 2015). Apesar de haver alta adaptação do azevém ao sul do Brasil e de seus vários propósitos de utilização, a exploração desta espécie forrageira varia muito conforme o manejo de desfolha e da adubação nitrogenada em cobertura. Para a exploração da elevada capacidade de perfilhamento desta espécie, a desfolha é fundamental em função da melhor qualidade da radiação luminosa que chega até a base da touceira e, por consequência, ativa as gemas que irão originar novos perfilhos basilares (CANDIDO et al., 2006). Todavia, este rebaixamento não deve ser drástico, pois plantas anuais, como o azevém, têm mínima partição de assimilados para a formação de reservas. Logo, o resíduo de folhas vivas torna-se extremamente necessário para o rebrote destas plantas.

Além da desfolha, a adubação nitrogenada em cobertura também é preponderante para a formação de novas folhas, sobretudo, por suprir a alta demanda

dos meristemas intercalares por este macro nutriente (ASSMANN et al., 2004). Entretanto, para a exploração desta espécie, tanto para a produção de forragem quanto para a produção de sementes, a desfolha deve cessar antes do final do ciclo produtivo da cultura, de modo que a planta ainda consiga formar perfilhos vigorosos para a produção de sementes de alta qualidade. Estudos em Oregon (YOUNG & YOUNGBERG, 1996; CHASTAIN et al., 2017) verificaram que o limite do período de pastejo para as cultivares utilizadas naquele país (EUA) deve ser até a morte dos perfilhos principais. A aplicação do nitrogênio em cobertura, segundo estes estudos, deve ocorrer no momento da diferenciação do primórdio floral para que os componentes de rendimento de sementes sejam favorecidos pela aplicação deste nutriente.

Os resultados acima mencionados precisam ser validados nas condições edafoclimáticas do sul do Brasil com cultivares adaptadas a esta região. Há trabalhos conduzidos no sul do Brasil para a verificação de efeito de desfolha e de doses de nitrogênio (AHIENS & OLIVEIRA, 1997; MEDEIROS & NABINGER, 2001). Estes caracterizam-se por serem extremamente práticos, aplicados e por demonstrarem significativo efeito dos fatores desfolha e nitrogênio na produção de forragem e de sementes, mas carecem de informações relacionadas à ecofisiologia das plantas, além de serem realizados com cultivar comum, a qual não tem caracterização definida. Para tanto estudos já foram desenvolvidos com o objetivo de sanar essas dúvidas como “Ecofisiologia de cultivares de azevém anual manejadas sob diferentes frequências e intensidades de desfolha”, “Produção de sementes de azevém anual cv. brs integração em função do manejo de desfolha e da adubação nitrogenada”, “Ecofisiologia da produção de azevém anual (BRS Estações) sob diferentes frequências de desfolha”, Morfogênese e componentes do rendimento de sementes de azevém anual cv brs integração em função da época de desfolha”, “Adubação nitrogenada na produção de biomassa e sementes de azevém em rotação com soja” e “Manejo da desfolha na ecofisiologia da produção de forragem e sementes de azevém anual” (Tabela 1), serão utilizados como base para extração dos dados para uma análise subsequente e detalhada.

Cultivares desenvolvidas em outros ambientes (como por exemplo, na Austrália

e Nova Zelândia) têm demonstrado alguns problemas de adaptação ao Brasil, principalmente no que se refere a doenças. Neste contexto, na busca por materiais bem adaptados ao sul do Brasil e com caracterização bem definida, a Embrapa lançou três cultivares a partir de seleção massal de azevêns presentes no Rio Grande do Sul. Uma cultivar de ciclo curto (BRS Integração), uma cultivar de ciclo médio-longo (BRS Ponteio) e uma cultivar de ciclo longo (BRS Estações). Deste modo, o presente estudo tem por objetivo definir, para estas três cultivares, de forma detalhada em termos fenológicos, o manejo de desfolha e adubação nitrogenada mais eficaz para a produção de forragem e de sementes. Estas informações morfofisiológicas de manejo devem ser correlacionadas a medidas de simples aferição como, por exemplo, altura das plantas, para que sejam aplicadas diretamente pelos agricultores familiares.

2. Hipótese

A frequência e a intensidade de desfolha associadas à adubação nitrogenada impactam a produção de forragem e de sementes de diferentes cultivares de azevém anual.

3. Objetivo Geral/Específico

3.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito das características morfofisiológicas, da desfolha e da adubação nitrogenada nas produções de forragem e de sementes de diferentes cultivares de azevém.

3.2 Objetivos Específicos

Para diferentes cultivares de azevém, verificar o efeito da desfolha e da adubação nitrogenada sobre:

- a produção e valor nutritivo da forragem;

- produção e qualidade fisiológica das sementes;
- qualidade sanitária das sementes.

4. Material e Métodos

Os dados que serão utilizados no trabalho foram obtidos por meio da condução de experimentos na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS (31°52' S, 52°21' O, e 13 m de altitude). Os dados para a realização da meta-análise serão obtidos de teses e dissertações, provenientes de seis anos de estudos das cultivares de azevém BRS Integração, BRS Estações e BRS Ponteio, defendidas nos períodos de fevereiro 2012 a março de 2019.

4.1 Plano de Ação: Coleta dos dados, construção do banco de dados (filtragem), cálculos e análises dos dados

Para a elaboração do banco de dados, primeiramente será realizada uma coleta de dados a partir de publicações de teses e dissertações que abordam o efeito das desfolhas e aplicação de nitrogênio na produção e qualidade de forragem e de sementes das cultivares BRS integração, BRS estações e BRS ponteio. Todos os dados serão provenientes de teses/dissertações defendidas no Programa de Pós Graduação em Sistema de Produção Agrícola Familiar (PPGSPAF) e no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPel (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição das teses e dissertações a serem utilizadas na meta-análise para a elaboração da tese.

Título	Autor	Ano de publicação
Ecofisiologia de cultivares de azevém anual manejadas sob diferentes frequências e intensidades de desfolha	Ricardo Batista Job (tese)	2019
Produção de sementes de azevém anual cv. brs integração em função do manejo de desfolha e da adubação nitrogenada	Ricardo Pereira Cunha (tese)	2017

Ecofisiologia da produção de azevém anual (BRS Estações) sob diferentes frequências de desfolha	Maurício Bilharva (dissertação)	2015
Morfogênese e componentes do rendimento de sementes de azevém anual cv brs integração em função da época de desfolha	Flávio Reina Abib (tese)	2015
Adubação nitrogenada na produção de biomassa e sementes de azevém em rotação com soja	Alberto Bohn (dissertação)	2014
Manejo da desfolha na ecofisiologia da produção de forragem e sementes de azevém anual	Ricardo Pereira da Cunha (dissertação)	2012

Os dados serão extraídos dos materiais e métodos, bem como dos resultados para os objetivos da meta-análise. Os fatores de interesse a serem testados serão a desfolha, a adubação nitrogenada e o cultivar de azevém utilizado. As variáveis respostas serão produção de forragem (kg de matéria seca ha⁻¹), produção de sementes, qualidade fisiológica das sementes (viabilidade, germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, emergência em campo), características morfogênicas (taxa de aparecimento de folhas, taxa de expansão do colmo, filocrono, taxa de senescência foliar, duração de vida da folha, taxa de perfilhamento), características estruturais (comprimento da planta, da folha, folha senescente, fração viva da folha senescente, fração viva total, número de perfilho, componentes de rendimento de sementes).

Após a fase de coleta dos dados será necessário construir um banco de dados para análise estatística, estes deverão ser digitados em planilha eletrônica Excel, com cada linha representando um tratamento e cada coluna representando um parâmetro exploratório, como descrito por Lovatto et al. (2007) e Sauvante et al. (2008). Além disso, informações relativas ao objetivo do estudo e outras variáveis como sistemas de pastejo (contínuo ou rotativo), animais usados no pastejo, estudo proveniente de integração lavoura-pecuária) serão usados para fornecer uma análise descritiva dos estudos incluídos na base de dados.

A análise se dará por meio da regressão de todas as variáveis respostas (dependentes) em relação às frequências de desfolha e resposta a aplicação de N nas cultivares de azevém utilizando-se um modelo misto. Para isto será utilizado o procedimento MIXED do programa de análise estatístico SAS (v. 9,4; SAS Institute Inc., Cary, NC). A análise do modelo misto será escolhida porque os dados serão retirados de seis estudos (Tabela 1), já que, de acordo com St-Pierre (2001), é necessário

considerar a análise dos efeitos fixos das variáveis dependentes e também aleatórios. Neste sentido, o efeito de estudo será considerado aleatório e será incluído no modelo utilizando-se o comando RANDOM (St-Pierre, 2001). O sistema de pastejo e tipo de manejo (área de integração lavoura-pecuária) serão usados como covariáveis no modelo. No entanto, caso estas covariáveis não apresentem efeito significativo sobre os resultados, elas serão removidas do modelo se $P > 0,05$ (St-Pierre, 2001). Quando o teste da razão de verossimilhança indicar heterogeneidade significativa da variância residual entre tratamentos, as diferentes variâncias residuais para cada tratamento serão modeladas utilizando-se o comando REPEATED da opção GROUP do SAS. Os valores 'outliers' serão identificados e deletados se os valores absolutos do resíduo studentizados exceder ± 3 (Sauvant et al., 2008).

5. Recursos necessários

O Departamento de Fitotecnia da FAEM/UFPel já conta com a infraestrutura básica para a condução do estudo em questão: salas e laboratórios com energia elétrica e internet para as análises requeridas (dados).

Na tabela 2, está descrito o recurso para realização do projeto.

Tabela 2: Caracterização do orçamento para realização do estudo.

Passagens	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Passagens diárias	-	2	65,00
Bolsa Capes	-	1	2200,00
TOTAL			2135,00

Obs: O valor total calculado mensalmente, descontado as passagens diárias para a execução do projeto.

6. Cronograma de execução da pesquisa

O quadro 1 expõe o cronograma de execução do projeto.

Quadro 1: Cronograma de execução do projeto.

Atividades	2018		2019		2020		2021	
	1º s	2º s	1º s	2º s	1º s	2º s	J	F

Disciplinas								
Elaboração do projeto de pesquisa								
Revisão de literatura								
Análise dos dados								
Elaboração tese								
Provável defesa								

s: semestre; Azul: atividades executadas; Cinza: atividades planejadas.

7. Divulgação prevista

Os resultados serão divulgados em revistas científicas e anais de congressos e encontros, assim como através de reuniões técnicas e dias de campo organizados em parceria com agentes de extensão do estado.

8. Bibliografia citada

AHRENS, D.C.; DE OLIVEIRA, J.C. Efeitos do manejo do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 19, n 1, p.41-47, 1997.

ASSMANN, A.; PELISSARI, A.; MORAES, A. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.37-44, 2004.

CANDIDO, M.J.D.; SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M. Fluxo de biomassa de capimtanância pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 2234-2242, 2006.

CHASTAIN, T. G.; GARBACIK, C. J.; YOUNG III, W. C. Tillage and establishment system effects on annual ryegrass seed crops. **Field Crops Research**, v.209, p. 144-150. 2017.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; JÚNIOR, G. B. M. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 12, p. 15-53, 2015.

LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L. Meta-analysis in scientific research: A methodological approach. **Revista Brasileira de**

Zootecnia, v. 36, 285–294, 2007.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 245-254, 2001.

SAS Institute Inc. (2008). SAS/STAT(r) 9.2 user's guide. Cary, NC: **SAS Institute**.

ST-PIERRE, N. R. Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, v. 84, 741– 755, 2001.

SAUVANT, D., SCHMIDELY, P., DAUDIN, J. J., & ST-PIERRE, N. R. (2008). Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. *Animal*, 2, 1203–1214.

YOUNG, W.C.III; CHILCOTE, D.O. & YOUNGBERG, H.Y. Annual ryegrass seed yield response to grazing during early stem elongation. **Agronomy Journal**, v.88, n.1, p.211-215, 1996.

3. ARTIGO 1 – Revista Ceres

(ISSN: 2177-3491)

Structural dynamic of the annual ryegrass from defoliation to seeds harvest

Dinâmica estrutural de azevém annual apartir da desfolha à colheita de sementes

JOICE FERNANDA LÜBKE BONOW; RICARDO PEREIRA DA CUNHA; ANDRÉA
MITTELMANN; DIEGO DE MARCO FLÓRIO; ALBERTO BOHN; CARLOS EDUARDO
DA SILVA PEDROSO

Structural dynamic of the annual ryegrass from defoliation to seeds harvest

ABSTRACT

The aerial part distribution and arrangement can significantly affect the forage resource's use, both for the leaves and seeds harvesting. This work aimed to verify the structure derived from different times of pasture use and the subsequent seeds production in a long-cycle ryegrass cultivar. Weekly assessments of number and length of living leaves, elongation of the internodes, tillering, plants' height, structural components (leaf, stem, flower, and dead material), seeds yields components, and seeds yield, to determine the pasture structure along its production cycle. The ryegrass cv BRS Ponteio pasture had its structure significantly modified just after 150 days (thermal sum: 1303 degrees-days) from seeding without the defoliation. Defoliation during the vegetative period did not alter the plants' structure until the seeds' production. Defoliation just after the beginning of the internodes' elongation caused a significant tillering growth, which maintained the high seeds production potential, without plants lodging, besides promoting a more significant leaves harvesting. Subsequent pasture use determined predominant stems and flower harvesting, compared to the leaves, and the significant reduction of the production seeds and potential seeds production.

Keywords: life leaves; *Lolium multiflorum*; tillering; forage.

INTRODUCTION

The defoliation performance as living leaves are predominant in the pasture allows the

entrance of high-quality radiation at the plant base, includes more tillers to the canopy, and replaces the leaves blades, besides allowing the harvesting of high-quality forage crops. This form of defoliation avoids the excess of senescence at the plant's base and the excessive internodes' elongation (Iqbal *et al.*, 2017). The excessive internodes elongation affects the pastureland structure, most especially to determine the distancing among the leaves, which hampers the animals' grazing (Souza *et al.*, 2012). After defoliation, the residual structure is also hampered by the defoliation delay, as fewer living leaves remain to ease the regrowth (Hinman & Fridley, 2020). Even the same, as ryegrass is an annual plant, independent from the defoliation, internodes' elongation occurs (Soares *et al.*, 2019). Defoliations after the internodes elongations, besides determining lower leaf blades at harvesting, also determines the tillers' death compromising, as a consequence, the seeds' yield. The leaves length per tiller and the tiller length have a strict relationship with the seeds' yield. Larger tillers with larger leaves produce more prominent ears, with more spikelets and heavier seeds (Tshikunde *et al.*, 2019). If defoliation causes the death of few tillers, and after that, there are favorable temperatures, radiation, and nutrients, intense tillering will occur. These tillers are smaller than the previous, but their higher number, even the smaller size, increases the seeds' yield. The final structure of these tillers is crucial for the high seed yield. Even the same, the over-usage of the pastureland along with the time (until flowering) may jeopardize the canopy structure, mainly as it refers to the seeds production for the excessive tillers death, lower plant's nutritional reserves, and reduced time to create a new structure, allowing the high production potential of the seeds.

In this sense, this work aimed verify the structure derived from different times of pasture use and the subsequent seeds production in a long-cycle ryegrass cultivar BRS Ponteio, a cultivar obtained from the selection of native plants of the Brazilian South that is highly adapted to this forage environment.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was performed in an experimental area in the municipality of Capão do Leão, State of Rio Grande do Sul, Brazil (31°80'S e 52°40'W), at an altitude of 13 m above the sea level), belonging to the Brazilian Enterprise for Agricultural Research, EMBRAPA Clima Temperado/ Estação Terras Baixas. The experiment was implemented using the Cultivar BRS Ponteio of annual ryegrass. The seeding was performed on lines, and the seeding density was 25 kg.ha⁻¹ of pure viable seeds, spaced 20 cm one each other. The experimental area soil is classified as haplic eutrophic dystrophic planosol, which was submitted to the conventional preparation (plowing and two rackings). According to the Manuring and Liming Manual for the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina (Tedesco *et al.*, 2004), soil analysis was performed to perform the acidity correction and the basic manuring for cold-season grasses. Urea was used as topdressing nitrogen fertilization (45% Nitrogen), divided into two rounds: the first (50 kg.ha⁻¹ nitrogen) was performed on the 6th June, at the tillering beginning; the latter was performed on the 23th September due to the soil temperature and humidity, favorable for the forage crop development and growth. The 1536 m² experimental area was divided into 16 parcels, 88 m² each. A 2 meters-wide trail was created among the eight parcels. The experiment included four treatments arranged in a randomized-block experimental design with four repetitions.

The following treatments were used to assess the defoliation frequency factor: D0= without defoliation; D1= one defoliation performed as the forage mass reached approximatively 1500 kgDM.ha⁻¹. The plants had a mean 14 cm height and a thermal sum of 864 degrees-day, on the 8th August (vegetative period). D2= two defoliations, performed at a thermal sum of 420 degrees-day after the first defoliation, as the plants reached about 20 cm, on 23th September (pre-flowering period). D3= three defoliations, performed with a thermal accumulation of 357

degrees-day, after the second, as the plants reached about 35 cm height on 21st October (flowering period). After the defoliation, the plants were preserved at half the height they reached before the defoliation. After defoliation, the plants' height was 7, 10, and 15 cm for the first, second, and third defoliation, respectively. These conditions were preserved to leave an adequate residual of living leaves after the defoliations and, as a consequence, foster the regrowth. In addition, 0.25 m² samples were collected at each defoliation to separate the sampled material (leaf blades, leaf sheath and stem, flowers, and senescent material) morphologically.

The daily thermal accumulation was calculated by the equation: $[(t^{\circ}\text{Mx} + t^{\circ}\text{Mn}) / 2] - 5$, being: $t^{\circ}\text{Mx}$ = maximum temperature, $t^{\circ}\text{Mn}$ = minimum temperature and 5°C= Basal temperature (T_b) for the annual ryegrass (Confortin *et al.*, 2010). The meteorological data of the experimental period were sampled at the agro-meteorological Station of the Pelotas Federal University, in the municipality of Capão do Leão.

At 45 days after seeding, the structural features were measured according to the “marked tillers” technique (Carrère *et al.*, 1997). Eight tillers were marked with a colored floss in each parcel, representing the pastureland. Each assessment analyzed the mature and growing leaf blades (with visible ligule), and their condition (with or without senescence). The completely extended leaves were measured from the ligule, as long as the growing leaves were measured from the last visible ligule (Davies 1993). Weekly records of the height of the last exposed ligule from the ground height and the tillers numbers per plant were taken. Seventeen observation cycles were performed every 7 or 8 days. After each defoliation, the vegetative units' marking was repeated, including new individuals, to preserve the population representativity.

Days before the seeds' harvesting, plats' population assessments were performed by the plants' number counting (four samples of 50 linear centimeters per parcel). Eight marked plants and two random plants were sampled to determine the yield components, summing ten plants,

assessing the tillers' number per plant, fertile tillers, tillers' length, ears' length, spikelets' number per ear, number of seeds on each spikelet, and final yield.

The seeds' harvesting maturity was determined by daily water content monitoring. The ideal moment was defined as the seeds displayed approximately 35% humidity. The daily humidity analyses of the different treatments were performed by the 105°C oven system (Brasil, 2009). As obtained the desired seeds' humidity, the harvesting was performed by eight samples per parcel (0.25 m²), close to the ground. The first 12 hours' drying was performed on the shadow on a concrete floor, being after that dried in a forced-air circulation stove (30°C temperature) until the seeds reached 10% and 13% water content, according to Maia (1995). All the drying process was performed with the seeds still into the spikelets. Then, the samples were carried to the forage crop seeds laboratory in the Plant Science department of the Agronomy Faculty Eliseu Maciel (UFPel), where they were manually threshed using sieves and packaged (paper bags) in controlled temperature (15°C) and humidity (50%) chamber.

The final seeds' humidity was determined by the stove method (105°C for 24 hours) using 4-5 grams of seeds with two sub-samples (Brasil, 2009).

Statistical analyses were performed with the program SASM-Agri (Canteri *et al.*, 2001) by means comparison using the Tukey test at 5% error probability. The data were subsequently submitted to polynomial regression analysis to describe the variable as a function of time with the same level of significance cited above with the use of the "Statistical Analysis System for Windows - Winstat" Version 1.0 (Machado & Conceição, 2003).

RESULTS AND DISCUSSION

Fifty days after seeding (500 DD - 18th June), the plants had, on average, five leaves, with a mean length of seven centimeters. At this moment began the tillering phase with 470 tillers.m²

(Figure 1a) when the topdressing nitrogen fertilization was performed. After this, under low temperature and high water availability (Table 1), the tillers density evolved slowly until the first defoliation (100 DAS and 864DD) in a quadratic form, so that, before the cuttings, it displayed about 700 tillers.m². The unfavorable water condition between the tillering beginning and the first defoliation can be highlighted by the high amount of roots above the soil level. This roots' arrangement is probably an adaptative strategy of the plant facing water stress. Besides the superficial roots' presence, the reduction of living leaves, from five to three (100 DAE), suggested unfavorable environmental conditions (Figure 1b). On the other side, the new leaves, closer to the medial insertion of the tiller, were wider, which increased the leaf blades' layer thickness (10 cm) at the pre-cutting moment (Figure 1c).

The last ligule height (of the pseudo-stems) was insignificant until the first cutting, which induced a slight evolution of the plant's height (Figure 1e; Figure 1d, respectively), verified by the first-degree (negative), and second degree, very close to zero angular coefficients.

The definition of the first cutting best moment occurred due to the total soil cover by live leaves, which hindered it almost wholly. Under these conditions, it is recommended that the plant is adequately fixed to the ground, with a minimum reduction of the living leaves (Costa *et al.*, 2004). In the pre-cutting moment (101 days and 864 DD after seeding), the ryegrass plants displayed three living leaves with the mean 10 cm length, 700 tillers.m⁻², with 14 cm height at the last leaf blade, and with almost no internodes elongation. Even after 100 days after seeding, the reduced elongation of the internodes is a typical feature of long-cycle cultivars (Cunha *et al.*, 2016) such as those of the present study. Thus, the pre-cutting condition was quite favorable for forage crop harvesting. The 10 cm layer composed exclusively of leaf blades (distance between the height of the last ligule and that of the last blade) promoted just the harvesting of this structural component (Figure 1f).

At the first cutting, there was a significant reduction of the leaf blades layer (50% - from 10 to 5 cm) (Figure 2f) and plants' height (14 to 10 cm) (Figure 2d), as displayed, respectively. After the cutting, both the height and leaf blades layer evolution was intense. The leaves length increased by a higher first-degree angular coefficient (0.45) than displayed in the treatment without defoliation (0.11). The last blade height altered the quadratic advance of the control to linear, with a higher first-degree angular coefficient than the defoliated groups. These differences probably occurred due to a compensatory growth after the cutting and for the shorter route trodden by the new leaves until their appearance (Martins *et al.*, 2019). The environmental improvement during August and, most significantly, September (water availability, temperature, and radiation) improved the plants' structure (Abib, 2015) so that the remaining structural variables were almost unaffected by the cutting. In this form, both control plants, and those that received the cuttings, displayed very similar structures until the end of the experiment.

In disagreement with the period until the first cutting (101 days and 864 DD), in the period until the second cutting (147 days and 1284 DD), the living leaves number remained stable, most especially in the control treatment (Figure 1b). Soon after the first defoliation, there was a slight number of living leaves elevation (Figure 2b), but after that, there was a linear decrease of this number until the end of the cycle, reducing one living leaf every 27 days (Figure 3b). During this period, the NLL of the control decreased at a similar rate.

The tillering and final length of the green leaves fraction were similar in the plants not submitted to defoliation and in those submitted to one defoliation that obtained an average of 750 tillers.m⁻² among evaluations (Figure 2a) and of 12 cm green leaves fraction at 150 DAE (Figure 2c). The defoliation before the elongation of the internodes, preserving a 7 cm residual, and the proper light environment soon after the cutting determined almost all the tillers' survival (Souza *et al.*, 2019).

Living leaves length displayed values proximate to the maximum ones observed along the phenological cycle, both in control and in those plants defoliated once (Figure 3c), approximately 150 days after seeding. Even if both models are quadratic for this variable, after defoliation, the leaves extended their length at a higher rate along the time, highlighted by the angular coefficient (0.1121 for the control and 0.45 for the treatment cut once).

Approximately 150 days after seeding, the last ligule height began displaying higher values, suggesting the beginning of the internode elongation (Figure 2e; Figure 3e). As a consequence of this event, the plants' height was about 20 cm at the second cut performance.

Even the significant leaves loss until the moment of the second cut, compared to the first, defoliation can be performed at 150 days after seeding to obtain a higher forage harvest with only one cutting, without impairment of the remaining structural features. Basically, the long period until the significant internodes' elongation of this cultivar allows this kind of handling.

The second cutting allowed harvesting most of the leaves (leaves blades layer close to 10 cm), but with the first flowers' appearance and significant stems' harvesting. The second defoliation determined the reduction in the residual's number of leaves, leaves size, beheading of a significant amount of main tillers, and, consequently, elimination of the apical dominance (Kebrom, 2017). Nitrogen topdressing fertilization associated with the environmental improvement after the cutting caused a high tillering (Bohn *et al.*, 2020), 75% higher than that verified in the one-cut treatment and control. A quadratic model with a maximum point at 1268 tillers.m² represented, at best, the tillering evolution after the second cutting (Figure 3a). This value is higher than the highest tillering observed in free-growing plants and those defoliated just once, which displayed maximum tillering between 700 and 800 tillers.m².

The living leaves evolution after the second cut was quadratic (Figure 3b). The number of living leaves decreased approximately one week after the cutting, similar to verified in the

remaining treatments and the maximum point of the curve indicates a reduction about 2 cm in the leaf layer by the action of this defoliation (Figure 3f). The decrease occurred due to the tillers' last leaf expansion before the third defoliation, which entailed just the leaves' mortality, not the new leaves' appearance. Another central element for the lower leaves number is the nutrients' drainage from the leaves to elongate the internodes and the flowers' formation before the third defoliation (Barillot *et al.*, 2016). The internode elongation was very intense after the second cutting, highlighted by the first-degree angular coefficient. Even the same, the maximum point was lower (42 cm) and (33,7 cm) than those observed in free-growing plants and plants defoliated only once (Figure 3d; Figure 3e, respectively).

The maximum leaves length in this period was 10 cm (Figure 3c), but this occurred one week before the third defoliation. At the third defoliation, the leaves length reduced to 8 cm. This reduction occurred because the leaves that precede the flowering have a shorter size than the leaves of the medium tiller insertion (Tshikunde *et al.*, 2019; Barillot *et al.*, 2016). Under the structural aspect, it would be more convenient to defoliate earlier, at the moment of the complete expansion of the last tiller leaf, allowing the harvesting of the maximum number of leaves, with lower requirements of the plant to constitute stem and flowers, which are less relevant structures under the forage point of view (Pedroso *et al.*, 2004). The last leaf expansion occurred 100 DD (one week) after the second cutting. If the defoliation occurred at this moment, the forage harvest would be minimal. For this reason, the defoliation was delayed, mainly due to the pre-determined method of defoliate each 350 DD (Confortin *et al.*, 2010) and to allow a higher forage harvest and enable economically sustainable defoliation.

At the third defoliation, the pastureland structure was quite different from that of the moments preceding the defoliation, most especially due to the internodes elongation and living leaves' number reduction (Figure 4b). Consequently, stems and flowers prevailed in this third

cutting so that the leaves layer was insignificant, as the last ligule belonged to the last blade (Figures 4d; Figure 4e, respectively). Even with an approximately 15 cm residual persistence after the third defoliation to allow an effective regrowth, a mean negative impact was observed, mainly due to the tillers' high mortality. The third defoliation killed approximately 300 tillers.m⁻². After the third cutting, the models describing the variables' behavior against time were quite different among the treatments.

The plants submitted to three cuttings had their structures compromised for the following seeds' production. Tillering decreased in a linear form with an accentuated slope (Figure 4a). The same tendency was observed for the number of living leaves and leaves' length (Figure 4b; Figure 4c). The height of the last ligule (of the pseudo-stem) increased linearly as a time function, with a high slope (50 cm.day⁻¹ increase). Even the same, as the plants' height quickly stabilized, at the end of the cycle, the height of the plants' last blade was below 30 cm, low developed tillers to produce high quantities of seeds, as the strong relationship between the tillers' length and the seeds production. The leaf layer was smallest found among all treatments (Figure 4f). This modification observed in the plants submitted to three defoliations might probably associate with the flowering induction soon after the defoliation, the low reserve levels in an annual plant, and the main drainage of nutrients from the leaves at the end of the cycle to extend the internodes, produce flowers, and seeds (Barillot *et al.*, 2016).

During the cycle, the first cutting caused a higher tillering of the plants than the control, mainly due to the lower competition for the light in the temperature and soil water availability most favorable moments. The more extended period without cuttings interference produced a higher leaves number, length, and most significantly, an intense internodes elongation so that the free-growing plants and those defoliated only once lodged completely. The second cut significantly modified the plants' structure at the end of the culture cycle, as the cutting reduced

the leaves' number, length, and the pseudo-stem length (with the tillers' cutting higher than that observed with one single cut). On the other hand, the second cutting increased the tillers' number, which fostered a denser structure. As a consequence, the plants of this treatment did not lodge.

The aerial tillering was not affected by the number of defoliations, which remained between 30 and 50% of the plant's tillers (Cunha *et al.*, 2022). This structural feature has rarely been discussed earlier in literature for this plant. This characteristic is more visible in annual than in perennial grasses due to some limitation of the base tillers to flower and produce seeds (Durães *et al.*, 2003). It would be a plant's compensation to preserve the high seeds' yields, even if the seeds produced by these tillers display less vigor (Cardoso *et al.*, 2021).

The yields' components remained similar, except for the fertile tillers amount and seeds' number per spikelet. As considering the same seeds' weight in all treatments of 2g to determine the potential yield (Brazil, 2009), the treatment with just one cutting determined the higher seeds' productive potential for ($12.360 \text{ kg.ha}^{-1}$) due to the high number of fertile tillers and the higher spikelets' amount per ear. On the other side, the higher fertile tillering of plants submitted to two cuts allowed a similar potential yield ($10.848 \text{ kg.ha}^{-1}$) with a more appropriate structure for the direct harvesting due to the missing plants' lodging. The lower number of fertile tillers observed in control and the plants cut three times determined the lower seeds' production potential. Even the same, as the higher number of spikelet/ear in the treatment that received no cuttings, this displayed a higher productive potential (2.753 kg.ha^{-1}) than the treatment submitted to three cuttings (1.668 kg.ha^{-1}). These trends reflect in a similar form on the real seeds production (Table 2), most especially for the plants submitted to one or two defoliations.

CONCLUSIONS

The defoliation during the vegetative time increases the seeds production potential of

ryegrass cultivar BRS Ponteio. Due to the long cycle of this cultivar, main modifications to the structure occur just 150 days after seeding,

The defoliation performed soon after the internodes' elongation of the main tillers reduces the leaves' length but increases the tillering, preserving the high seeds production potential. According to the present research results, the first flowers' appearance should represent the ideal moment for the last cutting execution, maintaining the half of the pasture height as a residual (lowering from 20 to 10 cm of height of the last blade) to ease both forage and seeds harvest.

The defoliation during the full flowering radically affects the leaf blades harvesting and the plant's structure for the seeds' production. Independently from the defoliation, the cv BRS Ponteio displays a significant proportion of aerial tillers at the moment of the seeds' harvesting.

ACKNOWLEDGEMENTS, FINANCIAL SUPPORT AND FULL DISCLOSURE

We are grateful to the Embrapa Clima Temperado by the espace given for installation of the experiment and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) for financial support.

We also declare that there are no conflicts of interest.

REFERENCES

- Abib FR (2015) Morfogênese e componentes do rendimento de sementes de azevém anual cv brs integração em função da época de desfolha. Doctoral Thesis. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 60p.
- Barillot R, Chambon C & Andrieu B (2016) CN-Wheat, a functional–structural model of carbon and nitrogen metabolism in wheat culms after anthesis. II. Model evaluation. *Annals of Botany*, 118:1015-1031.

Bohn A, Bortolin GS, Castellanos CIS, Reis BB, Suñé AS, Bonow JFL, Pedroso CES & Mittelman A (2020) Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. *Ciência Rural*, 50:6-16.

Brasil (2009) Regras para análise de sementes. 1ª ed. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 399p.

Canteri MG, Althaus RA, Filho JSV, Giglioti EA & Godoy CV (2001) SASM-Agri - Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott – Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, 2:18-24.

Cardoso CP, Bazzo JHB, Marinho JL & Zucarelli C (2021) Effect of seed vigor and sowing densities on the yield and physiological potential of wheat seeds. Available at: <https://www.scielo.br/j/jss/a/fbFNdMQXQJx87hKQbn3VX7v/?format=pdf&lang=en>. Accessed on: January 10th, 2022.

Carrère P, Louault F & Soussana JF (1997) Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. *Journal of Applied Ecology*, 34:333-348.

Confortin ACC, Quadros FLF, Rocha MG, Camargo DG, Glienke GL & Kuinchtner BC (2010) Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, 32:385-391.

Costa NL, Magalhães JA, Townsend CR & Paulino VT (2004) Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. Available at: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916005/1/doc85plantasforrageiras.pdf>. Accessed on: December 28th, 2021.

Cunha RP, Pedroso CES, Mittelman A, Oliveira RC, Bohn A, Silva JDG & Maia MS (2016) Relationship between the morphogenesis of Italian ryegrass cv. 'BRS Ponteio' with forage and seed production. *Ciência Rural*, 46:53-59.

Cunha RP, Bonow JFL, Mittelman A, Maia MS, Bohn A, Oliveira RC, Silva JGD & Pedroso CES (2022) Physiological and sanitary quality of ryegrass seeds submitted to different defoliation frequencies. Available at: <https://www.scielo.br/j/cr/a/gJx8vGRGdRvsM54TSZKWRZz/?format=pdf&lang=en>. Accessed on: January 19th, 2022.

Davies A, Baker RD, Grant SA & Laidlaw AS (1993) Tissue turnover in the sward. In: Davies, A (Ed.): *Sward measurement handbook*. London, British Grassland Society. p.183-216.

Durães FOM, Magalhães PC & Santos FG (2003) *Fisiologia da planta de milho*. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo. 65p. (Technical Bulletin, 28).

Hinman ED & Fridley JD (2020) Impacts of experimental defoliation on native and invasive saplings: are native species more resilient to canopy disturbance? *Tree Physiology*, 40: 969-979.

Iqbal N, Khan NA, Ferrante A, Trivelline A, Francini A & Khan MIR (2017) Ethylene Role in Plant Growth, Development and Senescence: Interaction with Other Phytohormones. *Plant Science*, 8:475-494.

Kebrom TH (2017) A Growing Stem Inhibits Bud Outgrowth – The Overlooked Theory of Apical Dominance. *Plant Science*, 8: 1874-1881.

Machado, AA & Conceição AR (2003) *Winstat: sistema de análise estatística para Windows*. Available at: <http://www.galileu.esalq.usp.br/vref.php?cod=12>. Accessed on: December 10th, 2021.

Maia MS (1995) Secagem de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com ar ambiente forçado. Doctoral Thesis. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 108p.

Martins CDM, Schmitt D, Duchini PG, Miqueloto T & Sbrissia AF (2019) Defoliation intensity and leaf area index recovery in defoliated swards: implications for forage accumulation. *Animal Science Pastures*, 78:2-10.

Pedroso CES, Medeiros RB, Silva MA, Jornada JBJ, Saibro JC & Teixeira JRF (2004) Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 3:1340-1344.

Soares AB, Silveira ALF, Assmann TS & Schmitt D (2019) Herbage production, botanical and plant-part composition of mixed black oat (*Avena strigosa* Scherb.) annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) pastures under different management strategies. *Australian Journal of Crop Science*, 11:1826-1832.

Souza BML, Nascimento Júnior D, Monteiro HCF & Fonseca DM (2012) Dynamics of production and forage utilization on elephant grass pastures managed with different post-grazing heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41:1840-1847.

Souza BML, Rizato CA, Fagundes JL, Fontes PTN, Backes AA, Oliveira Júnior LFG & Cruz NT (2019) Tillering dynamics of digit grass subjected to different defoliation frequencies. Available at: <https://www.scielo.br/j/pab/a/YVcqLd77YHpMZ6XYsXjH3fN/?format=pdf&lang=en>. Accessed on: January 10th, 2022.

Tedesco MJ, Gianello C, Anghinoni I, Bissani CA, Camargo FAO & Wiethölter S (2004) Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10^a ed. Porto Alegre, Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 400p.

Tshikunde NM, Mashilo J, Shimelis H & Odindo A (2019) Agronomic and Physiological Traits, and Associated Quantitative Trait Loci (QTL) Affecting Yield Response in Wheat (*Triticum aestivum* L.): A Review. *Plant Science*, 10:1428-1446.

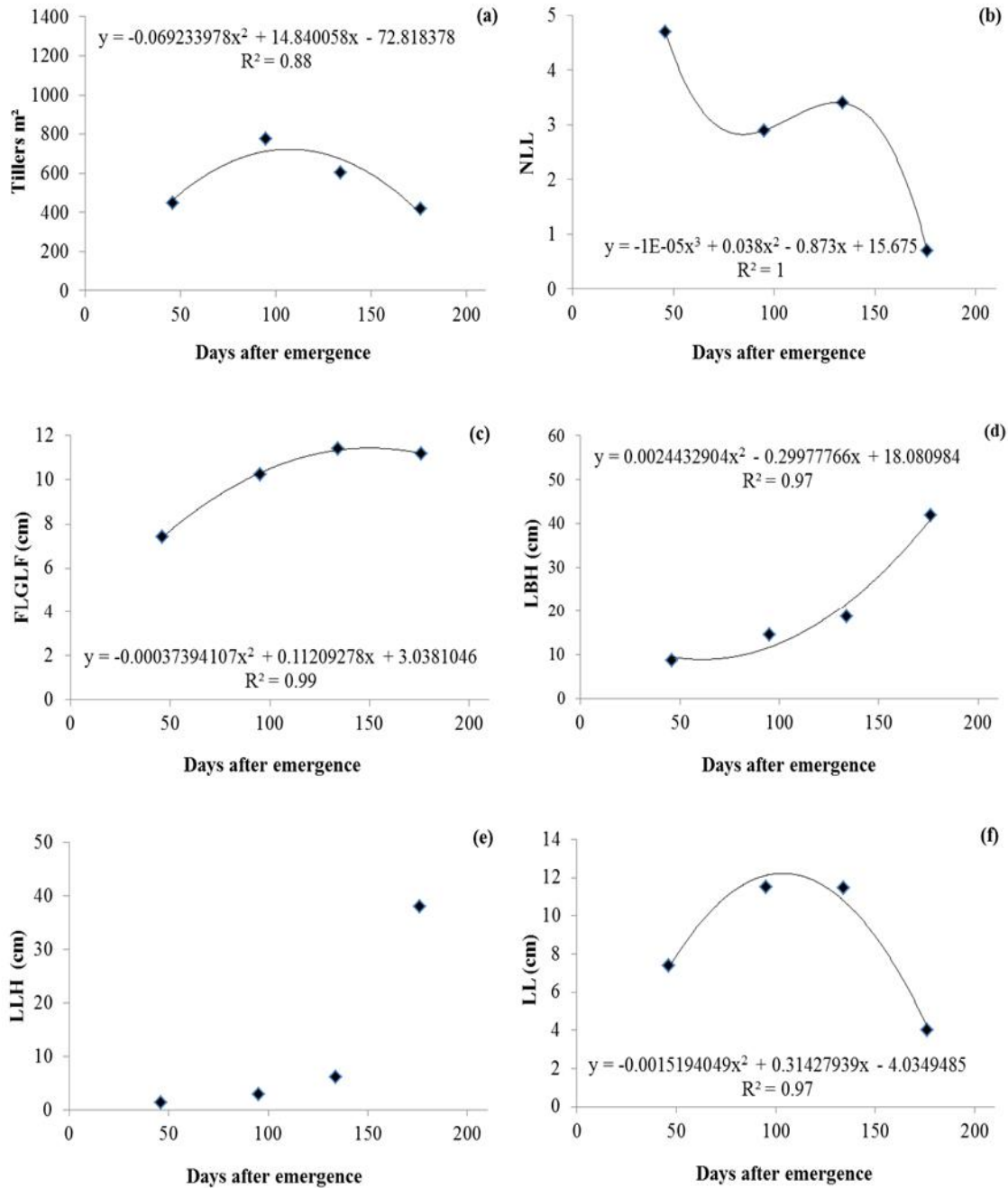


Figure 1: Tiller per square meter, number of living leaves (NLL), final length of the green leaves' fraction (FLGLF), last blade height (LBH), last ligule height (LLH) and leaves' layer (LL) of plants without defoliations.

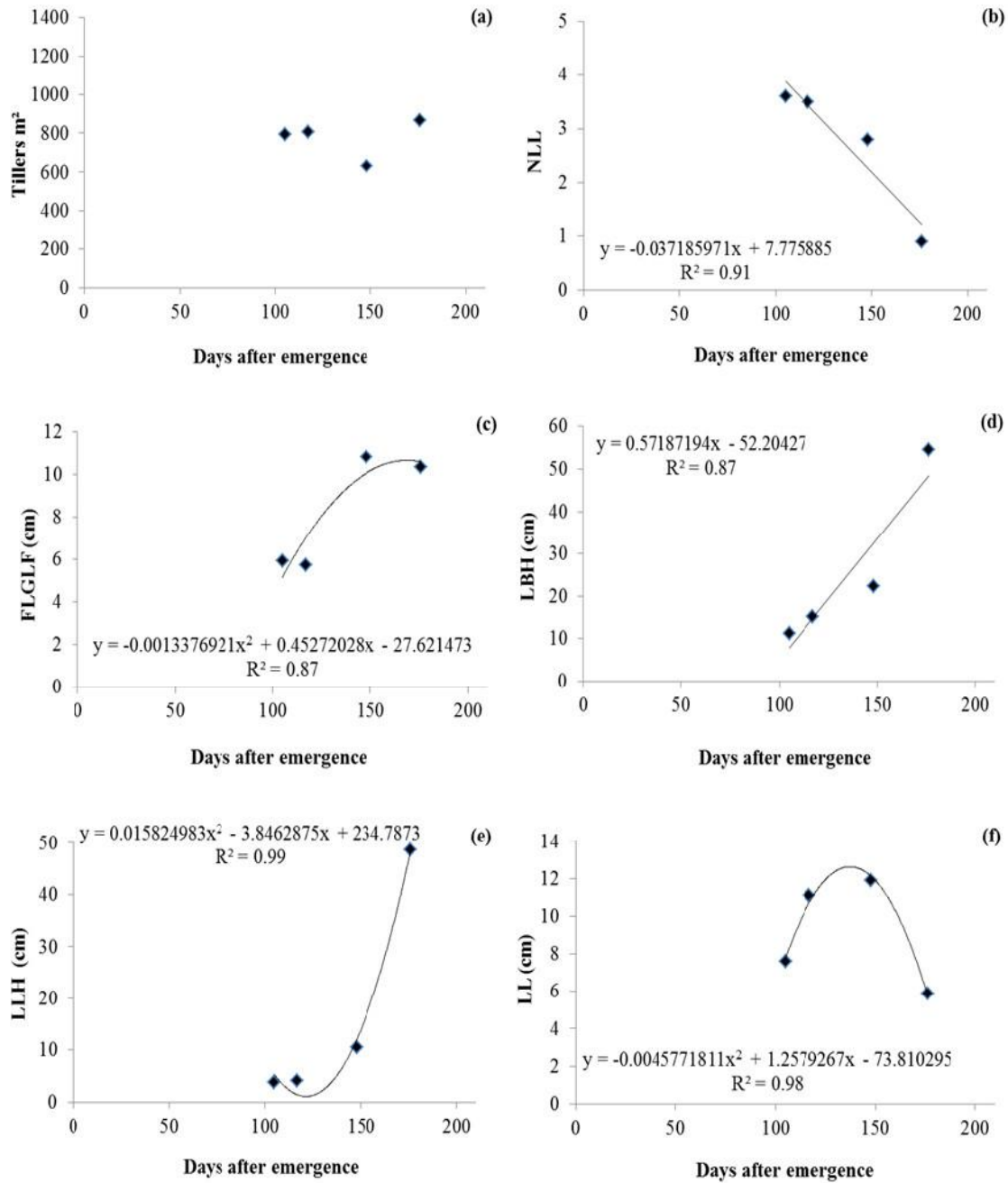


Figure 2: Tiller per square meter, number of living leaves (NLL), final length of the green leaves' fraction (FLGLF), last blade height (LBH), last ligule height (LLH) and leaves' layer (LL) of plants with one defoliations.

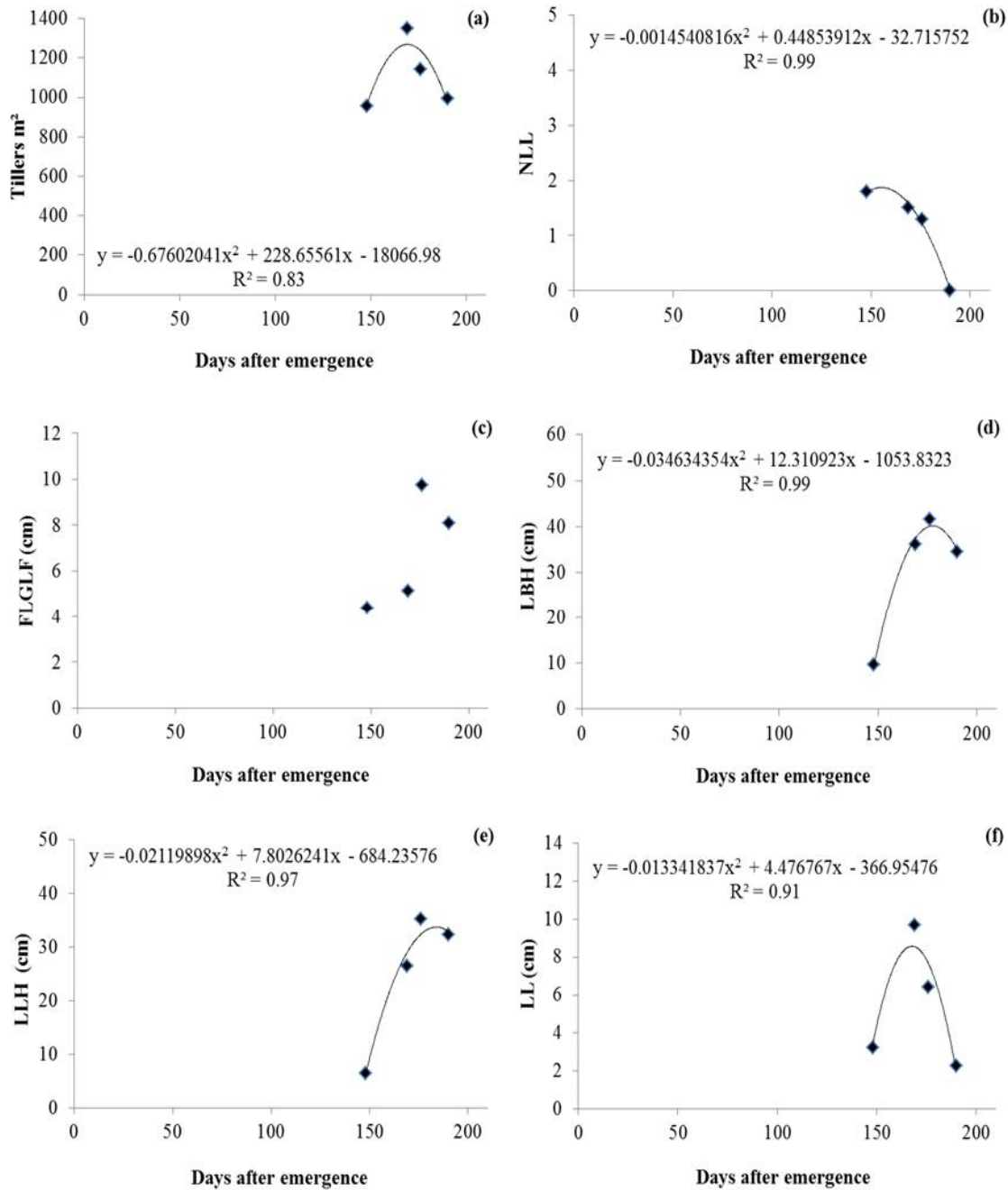


Figure 3: Tiller per square meter, number of living leaves (NLL), final length of the green leaves' fraction (FLGLF), last blade height (LBH), last ligule height (LLH) and leaves' layer (LL) of plants with two defoliations.

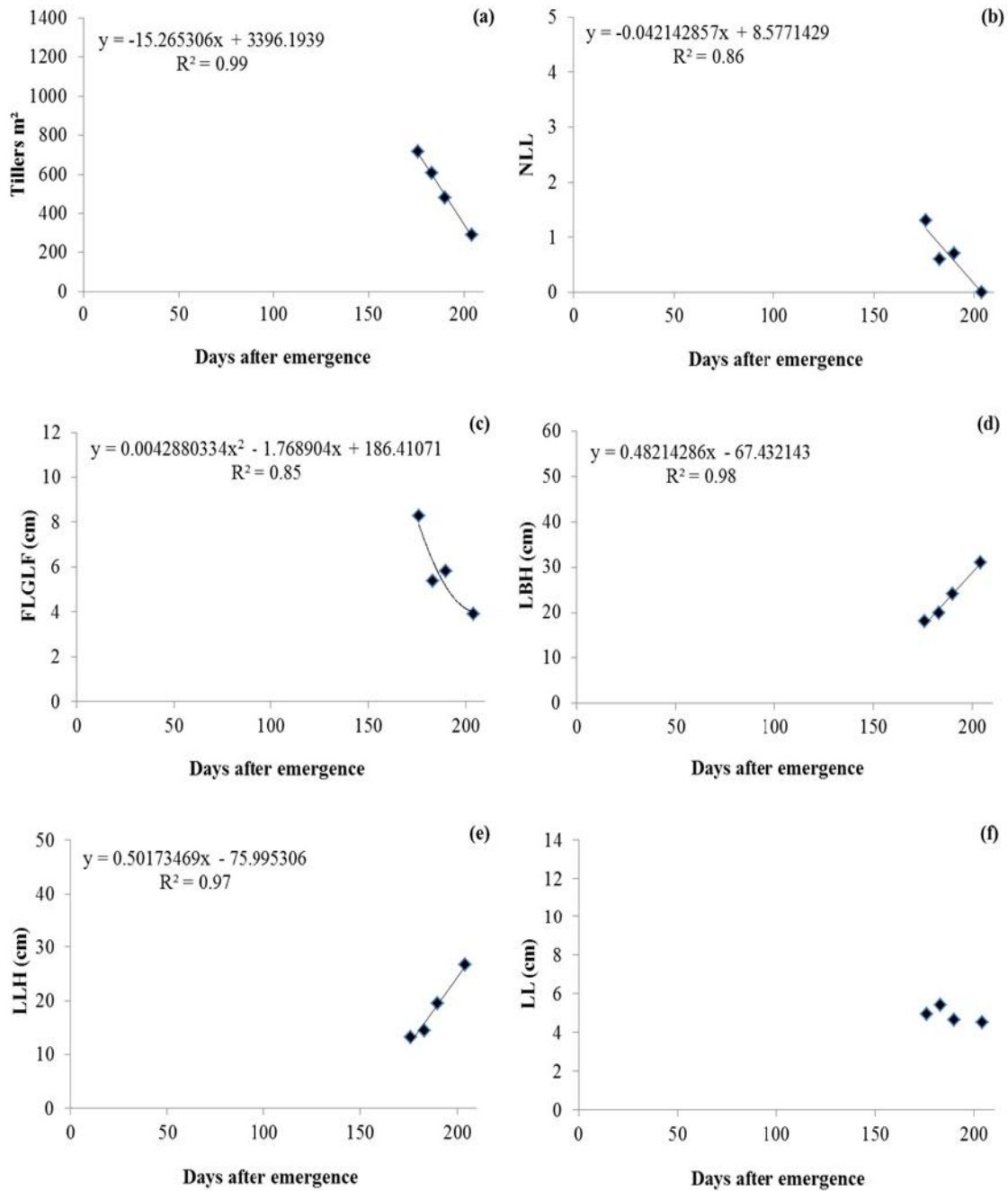


Figure 4: Tiller per square meter, number of living leaves (NLL), final length of the green leaves' fraction (FLGLF), last blade height (LBH), last ligule height (LLH) and leaves' layer (LL) of plants with three defoliations.

Table 1: Mean minimum temperature (MmT), mean maximum temperature (MMT), mean temperature (MT), total rainfall (TR), mean radiation (MR), thermal sum (TS), and number of frosts (NF) during the experimental period

Period	MmT	MMT	MT	TR	MR	TS	NF
	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)	(cal.cm²)	(degrees.day⁻¹)	
April 29 th	14.1	30.4	18.5	6.5	218.0	15.8	0
May	11.1	27.2	15.0	118.3	240.0	342.7	3
June	8.7	17.7	12.4	116.2	182.3	245.6	7
July	7.5	16.2	11.2	71.0	183.1	213.8	3
August	9.2	17.0	12.5	114.2	231.5	250.1	6
September	10.1	30.2	14.4	75.1	331.8	301.2	0
October	13.5	22.1	17.4	75.9	349.1	396.6	0
November 18 th	15.1	25.3	19.8	23.7	545.2	456.7	0
Total	11.2	23.3	15.1	600.9	2281.0	2222.5	18

Table 2: Number of plants hectare⁻¹ (Pl/ha), tiller plant⁻¹ (T/P), fertile tillers plant⁻¹ (FT/Pl), tiller length (TL), spikelets ear⁻¹ (S/E), seeds spikelet⁻¹ (S/S) and seeds production (SP) of annual ryegrass plants subjected to different defoliation frequencies

Defoliation	Pl/ha (milh.)	T/P	FT/Pl	TL (cm)	S/E	S/S	SP (kg.ha ⁻¹)
Zero	1.4 a	3.4 b	3.4 a	85 a	16.7 ab	4.7 a	777.7 a
One	1.2 a	4.4 ab	3.7 a	92 a	18.8 a	4.2 a	736.6 a
Two	1.3 a	5.3 ab	4.3 a	71 b	15.4 b	4.1 a	624.5 a
Three	1.3 a	6.2 a	3.3 a	56 c	15.3 b	4.1 a	234.4 b
CV %	11.2	19.4	9.5	7.7	7.9	17.2	18.3

Means followed by the same same letter in the same column do not differ according to Tukey's test at 5% significance.

4. ARTIGO 2 – Revista Ciência Rural

(ISSN: 1678-4596)

Produção e qualidade de forragem e sementes do azevém anual BRS Estações sob diferentes frequências de desfolha

Production and quality of forage and seeds of annual ryegrass BRS Estações under different defoliation frequencies

JOICE FERNANDA LÜBKE BONOW; MAURÍCIO GONÇALVES BILHARVA; CARLOS
EDUARDO DA SILVA PEDROSO; ANDREA MITTELMANN; CARLOS HENRIQUE DA
SILVEIRA RABELO

Produção e qualidade de forragem e sementes do azevém anual BRS Estações sob diferentes frequências de desfolha

Production and quality of forage and seeds of annual ryegrass BRS Estações under different defoliation frequencies

Joice Fernanda Lübke Bonow^{1*} Maurício Gonçalves Bilharva¹ Carlos Eduardo da Silva Pedroso¹ Andrea Mittelman² Carlos Henrique da Silveira Rabelo¹

RESUMO

A desfolha interfere na arquitetura das plantas e causa alterações ao longo do desenvolvimento que acarretam em distintas respostas no azevém. O presente estudo teve como objetivo avaliar a produção e qualidade de forragem, e de sementes do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) de ciclo longo (BRS Estações) submetido a diferentes frequências de desfolha. Os cortes (0; 1; 2; 3; 4; 5 e 6) foram efetuados quando as plantas atingiam 30cm e eram rebaixadas para 7cm de altura. Os tratamentos receberam 280 Kg de N ha⁻¹ em cobertura distribuídos na mesma quantidade (40 kg de N ha⁻¹) em intervalos térmicos semelhantes. A execução de 3 desfolhas propiciou elevada colheita de forragem com qualidade (8.178 kgMS ha⁻¹; 28,6% PB; 58,2% FDN), máximo rendimento de sementes (1.206 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis) com máxima qualidade fisiológica (PMS = 2,03), bem como uma palhada ao final do ciclo de 9 tMS ha⁻¹. O ciclo longo da cv BRS Estações possibilitou a execução de 5 desfolhas, colheita de forragem de elevado valor nutritivo e produção de sementes suficiente para adequada ressemeadura natural (445 kg ha⁻¹ SPV). O manejo de desfolha, da cultivar BRS Estações, entre alturas de 30 cm para 7 cm, com

adubação nitrogenada de cobertura após cada desfolha, possibilitou rendimento de forragem de 15523,3 KgMS ha⁻¹ ao longo do ciclo produtivo, o qual se estende até final de dezembro.

Palavras-chave: cortes, cultivar de ciclo longo, *Lolium multiflorum* Lam., semente pura viável.

ABSTRACT

Defoliation interferes with plant architecture and causes changes during development that lead to different responses in ryegrass. The present study aimed to evaluate the production and quality of forage and seeds of long-cycle annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) (BRS Estações) submitted to different defoliation frequencies. The cuts (0; 1; 2; 3; 4; 5 and 6) were made when the plants reached 30 cm and were lowered to 7 cm in height. The treatments received 280 kg of N ha⁻¹ in top dressing distributed in the same amount (40 kg of N ha⁻¹) at similar thermal intervals. The execution of 3 defoliations provided a high quality forage harvest (8.178 kgDM ha⁻¹; 28.6% CP; 58.2% NDF), maximum seed yield (1.206 kg ha⁻¹ of viable pure seeds) with maximum physiological quality (WTS = 2.03), as well as a straw at the end of the 9 tDM ha⁻¹ cycle. The long cycle of the cv. BRS Estações allowed the execution of 5 defoliations, harvesting of forage with high nutritional value and sufficient seed production for adequate natural reseeding (445 kg ha⁻¹ SPV). The defoliation management of the cultivar BRS Estações, between heights of 30 cm to 7 cm, with topdressing nitrogen fertilization after each defoliation, allowed a forage yield of 15523.3 KgDM ha⁻¹ throughout the production cycle, which extends until the end from December.

Key words: cuts, long cycle cultivar, *Lolium multiflorum* Lam., viable pure seed.

INTRODUÇÃO

A região sul é a principal região produtora de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

do Brasil, especialmente por proporcionar condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento (FERAZZA et al., 2013; MITTELMANN et al., 2010). Comumente, o azevém mais utilizado pelos produtores apresenta ciclo curto a médio, o qual possibilita uma utilização adequada com bom valor nutritivo até meados de outubro. No entanto, sobretudo no mês de novembro, as espécies anuais de estação quente ainda não estão devidamente estabelecidas, o que resulta em um significativo vazio forrageiro.

Cultivares diplóides apresentam elevado potencial de produção de forragem pela sua alta adaptabilidade a condições edafoclimáticas do extremo sul do Brasil (TONETTO et al., 2011). Entretanto, o ciclo vegetativo de uma pastagem determina o número de desfolhações possíveis para a máxima colheita de forragem e determina o resíduo de palha que contribuirá para a cultura subsequente (SILVA et al., 2015). Por outro lado, o número de desfolhas aplicada, afeta o crescimento e o desenvolvimento da planta, o que pode acarretar em penalizações para a produção de matéria seca (SIMIONI et al., 2014). Ainda, as desfolhações realizadas em uma pastagem durante o período reprodutivo afetam também a produção de sementes, principalmente pela redução de perfilhos férteis. Sendo assim, TONETTO et al. (2011) aconselha a realização de apenas duas desfolhas no azevém durante o período vegetativo com o objetivo de não prejudicar a produção de sementes.

Em relação à qualidade da forragem, o teor de proteína bruta diminui à medida que o ciclo de desenvolvimento da planta avança (PEDROSO et al., 2004), uma vez que segundo SILVA et al., 2015, o avanço do período de utilização da pastagem e sua aproximação da época de florescimento promove alongamento dos entrenós e, conseqüentemente, maior proporção de colmos, que diminui o teor de proteína bruta. Para a qualidade de sementes, alguns trabalhos da literatura mostram que a desfolha pode causar estresse na planta e alterar a relação fonte/dreno que pode afetar a qualidade fisiológica das sementes (PEREIRA et al., 2012). Diante disto, pode-

se afirmar que a desfolha causa um distúrbio ao longo do desenvolvimento da planta, pois altera sua morfologia, os componentes de rendimento e consequentemente a produção e qualidade do azevém. Contudo, ainda não está claro em que momento isto ocorre sob manejo de desfolha para a cultivar BRS Estações, carecendo portanto, de maior detalhamento acerca dos períodos de corte.

Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo avaliar a produção de forragem, palhada e sementes do azevém anual, cultivar diplóide BRS Estações, bem como a qualidade das sementes e forragem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado, Estação Terras Baixas, no município do Capão do Leão (31°52'00" S de latitude, 52°21'24" W de longitude, altitude de 13,2 m). O clima da região é subtropical úmido - Cfa conforme Köppen, que apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média baixa no mês de Julho, já quanto à temperatura média alta, a ocorrência é no mês de Janeiro.

O solo foi identificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico (SANTOS et al., 2018), que apresenta como característica a má drenagem. Solo foi adubado com 300 Kg ha⁻¹ da formulação de NPK 5-20-20 conforme recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004). O preparo foi convencional (uma aração e duas gradagens), também foram construídos drenos para facilitar o escoamento do excesso de água na área.

O material estudo foi o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) BRS Estações, que apresenta como característica principal o ciclo longo, o que proporciona fase vegetativa maior. A semeadura deste material ocorreu no dia 24 de abril de 2013, em linha, com espaçamento de 22

cm entre linhas numa densidade de semeadura equivalente a 25 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis. A unidade experimental teve uma área de 10 m² (2 por 5 m).

Quando o azevém estava no início do perfilhamento, foi aplicado o equivalente a 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura e, após cada corte, foi acrescentado mais 40 kg de N ha⁻¹, o que totalizou 280 kg de N ha⁻¹.

O fator estudado foi o número de cortes, num total de sete, somando-se a testemunha, na qual não houve execução de corte. Os cortes foram efetuados quando as plantas atingiam condição de fechamento do dossel com aproximadamente 30 cm de altura, as quais foram rebaixadas para sete cm.

O período de tempo entre cortes foi transformado em graus-dia (GD) (Tabela 1), por meio da seguinte equação: $GD = \frac{(T_{min} + T_{max})}{2} - T_b$, onde Tmin: Temperatura mínima; Tmax: Temperatura máxima; Tb: Temperatura base. A Tb utilizada foi de 8°C, conforme MÜLLER et al., (2009). Os dados agrometeorológicos do período experimental, como precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima foram obtidos pelos boletins agrometeorológicos da Estação Agroclimatológica de Pelotas (Figura 1).

As variáveis analisadas foram: produção de matéria seca (PMS); de lâmina foliar (LF) e colmo+bainha (B+C) e índice de clorofila. Durante o período experimental, 15 dias após a aplicação do Nitrogênio para cada tratamento foi avaliado o índice de clorofila por meio do equipamento clorofilômetro SPAD-502 na penúltima lâmina expandida. Foi considerada a média de aferições de quatro repetições por tratamento efetuadas na ponta no meio e na base da lâmina. As coletas para a determinação das demais variáveis, anteriormente citadas, ocorreram no momento de cada corte a partir de uma amostra de 0,25m²/unidade experimental. Inicialmente realizava-se a separação botânica nos componentes (lâmina foliar e bainha mais colmo). Após

este procedimento as amostras eram levadas para a estufa com ventilação forçada a 60°C até atingirem peso constante. A soma das frações separadas resultou na produção de matéria seca (PMS). Estes valores foram extrapolados para kg ha⁻¹. Além disso, foram somadas as massas de forragem colhidas por ocasião dos cortes com o intuito de obter a produção de matéria seca acumulada (PMSA). Também foi obtida a taxa de acúmulo de matéria seca diária, por meio da seguinte fórmula: $TAMSD = \frac{PMS}{DCP}$, onde: TAMSD é a Taxa de acúmulo de matéria seca diária; PMS é a produção de matéria seca por corte, ou seja, de cada tratamento; e DCP é o número de dias entre os cortes, com exceção para o primeiro corte que foi considerado o número de dias da semeadura até o corte. Após cada corte da forragem, as amostras de 0,25 m² coletadas foram secas em estufa com ventilação forçada a 65°C até obter peso constante e, posteriormente, estas foram trituradas peneiradas para realização da análise bromatológica e obtenção da Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA). O teor de Proteína Bruta (PB) foi obtido a partir do terceiro corte (VAN SOEST et al., 1991).

As outras variáveis analisadas foram: produção de sementes e palha. Ambas foram coletadas no ponto de colheita de sementes (quando a semente estava com aproximadamente 35% de umidade e com coloração amarelo palha das espiguetas conforme NAKAGAWA (1999) de acordo com cada tratamento. As amostras foram extraídas de uma área de 0.25 m²/unidade experimental, cortadas rente ao solo. Os valores mensurados foram extrapolados para kg ha⁻¹ que posteriormente foram multiplicados pelo valor obtido no teste de germinação e determinado o valor de semente pura viável (SPV) para cada tratamento. A palha e a semente foram coletadas nos dias 26 de novembro (216 dias após a semeadura - DAS), 29 de novembro (219 DAS), 5 de dezembro (225 DAS), 6 de dezembro (226 DAS), 16 de dezembro (236 DAS), 19 de dezembro (239 DAS) e 30 de dezembro (250 DAS) para sem, um, dois, três, quatro, cinco e seis cortes,

respectivamente (Tabela 1). Para a colheita de sementes também foram determinados os GD.

As avaliações dos sintomas de doenças como carvão (*Ustilago nuda*), a giberela (*Fusarium graminearum*) e a brusone (*Pyricularia grisea*) foram monitoradas semanalmente após o aparecimento dos primeiros sintomas na fase reprodutiva. As avaliações de brusone na panícula, foram feitas por meio da atribuição de notas conforme escala, onde 0 significa sem infecção, 3 (1% a 5% das panículas infectadas), 5 (6 a 25% das panículas infectadas), 7 (26 a 50% das panículas infectadas) e 9 (51 a 100% das panículas infectadas). Para a avaliação da severidade das doenças de giberela e do carvão, observou-se a porcentagem de espiguetas infectadas nos quadros de amostragem de 0,25 m², atribuindo-se uma nota por escala linear de zero (nenhuma infecção) a 100 (100% de espiguetas infectadas), conforme sugerido por Stack & McMullen (1995).

As amostras coletadas foram trilhadas manualmente para a separação da semente e da palha, as quais foram quantificadas. Após serem trilhadas, as sementes foram levadas para um soprador para retirar a palha que ainda restava para posterior pesagem. No caso da palhada foi pesado o que ficou retido na trilha acrescido do material excluído da semente no soprador.

Para determinação da qualidade fisiológica das sementes, os testes de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado e peso de mil sementes foram aplicados de acordo com BRASIL (2009): Germinação - conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, a 25 °C, na presença de luz e sobre papel tipo mata-borrão, umedecido com um volume de água destilada 2.5 vezes o peso do substrato. Foram feitas duas contagens, aos 5 e 14 dias, respectivamente, após a montagem. Primeira contagem - conduzido juntamente com o teste de germinação, computando-se o percentual médio de plântulas normais, aos quatro dias após a semeadura. Envelhecimento Acelerado - foi realizado utilizando 1.0 g de sementes que foi distribuída sobre uma tela em caixas plásticas tipo gerbox, com 40 mL de água destilada no fundo e foram mantidas em câmara BOD a 40 °C e cerca de 100% de umidade relativa do ar, por 72 horas e em

seguida foi conduzido o teste de germinação. A avaliação das plântulas foi realizada aos cinco e 14 dias. Peso de mil sementes - A determinação se deu por meio da pesagem de oito subamostras de 100 sementes, provenientes da porção total de cada amostra dos tratamentos. A contagem das sementes foi realizada manualmente e posteriormente pesadas em balança analítica, sendo o valor médio final expresso em gramas (BRASIL, 2009). Procedeu-se ainda, a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz, onde foram semeadas quatro subamostras de 20 sementes em papel “germitest”, umedecidos 2.5 vezes a massa do papel seco e colocados no germinador com temperatura de 20°C por 5 dias, sendo após este período realizada a leitura com o auxílio de uma régua graduada, o comprimento da raiz e parte aérea de dez plântulas normais (NAKAGAWA, 1999).

O delineamento do experimento em campo foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas não submetidas a ação da desfolha propiciaram a maior colheita de sementes com 1434,3 Kg ha⁻¹ (Tabela 2), visto que o maior acúmulo de matéria seca na parte aérea da planta no momento da colheita de sementes (12.274 kgMS.ha⁻¹), por não haver a retirada das folhas, favoreceu o acúmulo de carboidratos não estruturais, a remobilização do nitrogênio e o enchimento das sementes (FARIA et al., 2018).

As sementes produzidas neste tratamento apresentaram alta qualidade com taxa de germinação de 94 % (Tabela 3) e com peso de mil sementes acima de 2.0 g, possivelmente porque as leituras do clorofilômetro indicaram valores superiores nas plantas em relação aos demais tratamentos (Figura 2). Uma vez que o aumento da clorofila leva ao aumento de

cloroplastos na planta, auxiliando desta forma, no acúmulo de carbono por meio da fotossíntese (VIENCZ et al., 2021), que posteriormente poderá se remobilizado durante a formação da semente. A alta produção de sementes associada á qualidade superior levou a uma produção de semente pura viável de 1348.2 Kg ha⁻¹.

Plantas submetidas a uma desfolha não foram afetadas pela ação do corte para maioria das variáveis analisadas. No entanto a execução de duas desfolhas foram efetuadas em período de temperaturas mais baixas o que dificultou a retomada de crescimento das plantas para a produção de sementes. Logo, os valores de produção de sementes foram inferiores ao obtido com três desfolhas (Tabela 2). Ainda a ação de duas desfolhas na pastagem fez com que as sementes atingissem condição para colheita sob chuvas excessivas entre Outubro e Novembro (Figura 1), o que ocasionou o tombamento excessivo de plantas e a queda na qualidade das sementes, sendo que as sementes oriundas de plantas submetidas a duas desfolhas apresentaram menor poder germinativo (82%) em relação aos demais tratamentos. Além das condições ambientais desfavoráveis próximo á colheita, soma-se o fato de que possivelmente havia maior proporção de perfilhos aéreos em relação ao número total de perfilhos por planta, uma vez que com o fechamento do dossel mais rapidamente nestes tratamentos por conta da menor retirada de massa seca da parte aérea, houve uma emissão maior de perfilhos aéreos, que em sua maioria, são menores que os basais e poderão produzir sementes de peso e qualidade variáveis (SILVA, 2016). A primeira contagem de germinação seguiu a mesma tendência que a germinação final, bem como o índice de clorofila nas folhas, que foi menor do que a testemunha, em plantas submetidos a uma e duas desfolhas.

Houve efeito do número de cortes na produção de matéria seca, bem como para as variáveis Lâmina Foliar (LF); Bainha + Colmo (B+C); Taxa de Acúmulo de Matéria Seca Diário (TAMSD); produção de matéria seca (PMS) e produção de palha. Por meio de um e dois cortes

houve maior proporção de lâminas foliares colhida, resposta esperada pela produção majoritária de folhas no período vegetativo (Tabela 4). A menor biomassa aérea ao final do ciclo, determinaram diferenças de rendimento de sementes entre a testemunha e as plantas submetidas a 2 cortes. Entretanto, não houve diferenças para esta variável entre plantas submetidas a um e a dois cortes. Por outro lado, se for considerada a forragem colhida por ocasião dos 2 cortes ($2.516 + 3.996 = 6.512 \text{ kgMS ha}^{-1}$) há um acréscimo significativo para esta variável. A forragem colhida somada a massa final resultou em uma massa total muito superior ($15.512 \text{ kg MS ha}^{-1}$) a massa total ao final do ciclo do tratamento testemunha (12 tMS ha^{-1}) e 1.000 kg superior a massa total verificada no tratamento com único corte ($14.512 \text{ kgMS ha}^{-1}$). Todavia, os valores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em detergente ácido (FDA), foram maiores que no primeiro corte, mas em níveis ainda bastante favoráveis a nutrição animal, com FDN inferior a 60%, o qual é considerado limitante (PATERSON et al., 1994).

A terceira desfolha por sua vez ocorreu no dia 13 de setembro, período em que tanto temperatura como a umidade estavam favoráveis para o crescimento das plantas (MÜLLER et al., 2009) e consequentemente ao uso do nitrogênio aplicado na sequência do corte. Este tratamento foi capaz de produzir, significativamente, a mesma quantidade de sementes que a testemunha, mantendo máximo rendimento e qualidade das sementes. Isto ocorreu, provavelmente porque houve a superação da dominância apical e maior rendimento de sementes por meio de perfilhos de 1ª e de 2ª gerações. O ambiente com melhor disponibilidade hídrica no solo, melhor temperatura e a adubação nitrogenada logo após a desfolha também podem ter sido decisivos para os elevados resultados de produção de sementes. YOUNG et al. (1999) obtiveram rendimentos máximos quando houve a morte de 100% dos perfilhos principais, os quais foram semelhantes ao verificado por estes autores no tratamento testemunha. Verificou-se, ainda, pela execução da terceira desfolha, que houve um aumento significativo na produção de colmo e

bainha em relação aos tratamentos anteriores, bem como uma alta taxa de acúmulo de MS diário ($111.13 \text{ Kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$). Portanto a terceira desfolha permite a colheita de $1111.40 \text{ Kg de MS ha}^{-1}$ de lâminas foliares, $471.75 \text{ Kg de MS.ha}^{-1}$ de colmo e bainha com elevados teores de Proteína Bruta (28.6% PB), e valor de FDN e FDA de 58.17% e 30.41%, respectivamente, ou seja, de elevado valor nutritivo.

A terceira desfolha ocorreu apenas 15 dias após a segunda, entretanto, devido a temperaturas mais elevadas, mais próximas as ideais para a cultura (47% dos dias estiveram com a temperatura ideal para o azevém), o tempo térmico de 156GD (Tabela 1) foi até superior ao verificado entre o 1º e o 2º corte (142GD). Houve a colheita de $1.667 \text{ kgMS ha}^{-1}$ e $1386.7 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de sementes com alto vigor, uma vez que o envelhecimento acelerado foi superior a 85% e o comprimento de plântula da parte aérea e radicular foram iguais significativamente aos dois tratamentos anteriores, o que possibilitou colheita de sementes de alta qualidade para posterior estabelecimento da cultura com plântulas de bom desenvolvimento inicial. O peso de mil sementes se manteve superior a 2.0 g como descrito na RAS (BRASIL, 2009). Ainda de acordo com a taxa de germinação, pode-se através deste tratamento, colher $1206.4 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de sementes puras viáveis. Salienta-se que a massa de cobertura do azevém anual ao final do ciclo de 9050.3 KgMS.ha^{-1} que de acordo com FRANZ et al., 2020, é muito apropriada para estabelecer a cultura de sucessão como o milho e a soja.

No quarto corte o rendimento de sementes diminuiu, diferindo da testemunha, mas equiparando-se a primeira e segunda desfolha. Houve redução no rendimento de sementes cerca de 191.6 kg ha^{-1} e as sementes foram 8% mais leves (1.85g), peso abaixo do indicado pelas RAS para a semente de azevém (BRASIL, 2009). Entretanto as sementes advindas deste tratamento possuem alto vigor com valores de EA de 82% e que pode ser confirmado pelo comprimento da raiz e parte aérea das plântulas. Logo o poder germinativo destas sementes foi de 89%, não

diferindo do tratamento anterior, tampouco na primeira contagem da germinação, mantendo a qualidade exceto no peso de mil sementes. O tempo entre a 4ª desfolha (9/10) e a colheita de sementes (16/12) foi de 67 dias (850GD), menor que o intervalo do tratamento anterior o que pode explicar em parte a diminuição no rendimento de sementes, além de que neste período embora as condições do ambiente estivessem favoráveis ao crescimento das plantas, no momento do 4º corte as plantas estavam em pré-florescimento, o que altera a mobilização de reservas para formação dos componentes de rendimento de semente. A execução da quarta desfolha ainda permite uma colheita de sementes acima de 1.000 kg ha⁻¹. Tal valor é semelhante ao encontrado por FERRAZZA et al., 2013 na melhor época de colheita de azevém cultivar comum RS e superior as demais máximas produções encontradas para o azevém anual no Brasil (PASLAUSKI et al., 2014).

Entre o 3º e o 4º cortes (26 dias = 173GD) a taxa de acúmulo de forragem foi de 89 Kg ha⁻¹ dia⁻¹, valor inferior a taxa anterior, pois nesta fase houve maior investimento da planta na formação de colmo em comparação ao período anterior (Tabela 2), ainda assim houve a colheita de 2000 Kg ha⁻¹ de MSLCB. Houve a colheita de 2.311kg MS ha⁻¹, com 52% de lâminas e 48% de bainha mais colmo. A massa colhida somada a massa final (6.209kg MS ha⁻¹) resultou em valor semelhante ao verificado quando a planta foi submetida a 3 cortes (16.998 kgMS ha⁻¹), de modo que o índice de clorofila da planta também se manteve semelhante (SPAD = 32). Entretanto, a forragem colhida por meio da 4ª desfolha apresentou menor porcentagem de PB (20.4%) em relação ao corte anterior, porém o valor ainda é considerado bastante elevado em comparação ao encontrado nos demais experimentos com azevém no sul do Brasil (RAMOS et al., 2021; FLUCK et al., 2018).

Após a execução do quinto corte na pastagem, foi verificada uma diminuição na produção de sementes de 59% em função do maior distúrbio de uma desfolha em plantas em fase

fenológica de início de florescimento, pelo menor tempo para a formação dos componentes de rendimento de sementes. A medida em que avançou a colheita de colmos houve uma queda linear no rendimento de sementes. As sementes produzidas por plantas submetidas a 5 cortes apresentaram, também, à ocorrência de doenças como o carvão (*Ustilago nuda*), a giberela (*Fusarium graminearum*) e a brusone (*Pyricularia grisea*) (Figura 3). A intensa presença de doenças ocorreu provavelmente pelas elevadas precipitações pluviométricas em momentos muito próximos a ação do quinto corte. A elevada umidade e a temperatura em elevação resultaram na maior ação destes patógenos. Por consequência destes eventos, houve queda na qualidade da semente produzida por plantas submetidas a 5 cortes. Tanto o peso como o comprimento das raízes das plântulas foi significativamente menor que os demais tratamentos.

A colheita de lâminas foliares vivas por ocasião do quinto corte foi menor, mas manteve-se estável e superior a participação de colmos desde o terceiro corte, período este que se estendeu até o início do mês de novembro, quando geralmente, outros genótipos de azevém apresentam participação de colmos superiores a folhas ou o seu ciclo produtivo encerrado. Nas plantas a redução da área foliar se deve, possivelmente, a fatores relacionados à fenologia das plantas, as quais elevam a partição de assimilados para a formação de colmos e estruturas reprodutivas (FERRAZA et al., 2013).

O alto potencial produtivo de lâminas foliares desta cultivar também foi verificado por FLORES et al. (2008), os quais aplicaram cinco cortes em populações de azevém em Eldorado do Sul e a produção de folhas ficou entre 111 e 902 kg de MS ha⁻¹ por corte, com um intervalo de corte médio de 23 dias. Em Veranópolis, com quatro cortes, a produção ficou situada entre 212 e 602 kg de MS ha⁻¹ com um intervalo médio entre cortes de 25 dias.

O período entre o 5º e 6º cortes foi maior, em termos de soma térmica, o que se deve, principalmente, ao aumento da temperatura (Tabela 2). Em função da condição térmica acima da

ideal e pelo fato das plantas já estarem em final de ciclo produtivo, a taxa de acúmulo entre o 5º e o 6º cortes foi praticamente a metade comparada ao período anterior ($76 \text{ kgMS.ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Com a execução do 6º corte houve a colheita de forragem composta, apenas, por um terço de lâminas foliares, o restante foi de colmos e bainhas. O teor fibra na forragem colhida aumentou (FDA 31% e FDN 60%). No entanto o teor de PB, por sua vez, não se diferenciou em comparação a forragem colhida nos últimos três cortes, manteve-se com valores próximos a 20%, valores inferiores ao verificado na forragem colhida pela ação dos primeiros três cortes. Fato este que pode ser compreendido, além da menor proporção de lâminas vivas, pela diminuição no índice clorofila nas folhas nos últimos tratamentos. A qualidade da forragem caiu drasticamente, bem como a produção de palha e de sementes. Entretanto a qualidade das sementes, apesar de diminuir (peso e o vigor), a germinação final e a primeira contagem de germinação foram superiores.

As plantas submetidas a 6 cortes apresentaram redução marcante no rendimento de sementes. As plantas anuais, como o azevém, armazenam reduzida quantidade de reservas, especialmente após o florescimento, momento do sexto corte, quando ocorre importante dreno para alongamento de entrenós, para a formação da espiga e, sobretudo, para a formação da semente. Portanto, a execução de um corte após o florescimento determina um balanço negativo em termos de perfilhamento, ou seja, ocorre uma mortalidade muito maior do que o surgimento de perfilhos (NETO et al., 2013). Acrescenta-se o fato de que logo após o corte já há fotoperíodo crítico e, em um curto intervalo de tempo, ocorre novo florescimento com plantas com reduzido número e tamanho de folhas para fornecer assimilados para formar uma semente de alta qualidade. Para cultivar BRS Ponteio, após o alongamento do entrenó, a mesma foi capaz de produzir $2473.17 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ e $234.41 \text{ Kg ha}^{-1}$ de sementes (CUNHA et al., 2016). Para cultivar em questão ocorre uma produção de $2040 \text{ Kg MS ha}^{-1}$, mesmo com o aumento dos perfilhos

mortos e diminuição do número de folhas vivas evidenciando o potencial de produção de uma cultivar de ciclo longo associado a aplicações de nitrogênio em cobertura.

Plantas submetidas a 6 cortes apresentaram menor formação de palhada em relação aos demais tratamentos (3349.3 Kg de MS ha⁻¹). De acordo com FRANZ et al., (2020), uma produção de material remanescente suficiente para formar uma camada acima do solo que dificulte a germinação de sementes de plantas daninhas e promova benefícios para o estabelecimento inicial de uma cultura como a soja é em torno de 6 ton ha⁻¹. Entretanto uma quantidade menor de material é insuficiente para estabelecer ideal plantabilidade da cultura em um sistema de semeadura direta. Deste modo a execução do 6º corte limita drasticamente tanto a produção de sementes quanto a formação de adequada palhada para a cultura de sucessão.

Ao analisar o custo benefício, há vantagens na execução de 3 desfolhas. Para indicar a proposta produtiva mais interessante entre os tratamentos, ao considerar forragem e semente produzidas de forma conjunta, considerou-se o preço de mercado de ambos. Neste sentido foi considerado que 1 kg de semente de azevém tem o mesmo preço de 1 kg de peso corporal (de ruminantes). Logo, para que se forme 1 kg de peso corporal, são necessários 20 kg de forragem (MS) (HELLBRUGGE et al., 2008). Deste modo, 1 kg de semente foi equivalente a 20 kg de forragem (será chamada de produção equivalente) (Figura 4). Neste contexto se sobressaíram os manejos com 3 e 4 desfolhas. Sob a imposição de 3 desfolhas houve a produção de 1.678 kg ha⁻¹ (de sementes e de potencial peso corporal) e, quando houve a imposição de 4 desfolhas, a produção foi de 1.588kg ha⁻¹ (de sementes e de peso corporal). Estas estratégias além de possibilitarem produção superior a testemunha (1.504 kg ha⁻¹ - 3º maior valor), ainda agregam a diversidade de produção, portanto, menor risco a atividade. No Brasil, atualmente, o preço da semente do azevém e do kg do boi está em torno de US\$ 1.00. Assim, o manejo sob 3 desfolhas resultaria em renda bruta U\$ 90.00 ha⁻¹ superior ao manejo de 4 desfolhas e, se comparado a

testemunha, seria superior em US\$ 174.00.

De modo geral a cultivar em estudo possibilita diferentes estratégias de uso. Para a produção de sementes se destaca o tratamento com 3 desfolhas, pois além de possibilitar máximo rendimento de sementes de elevada qualidade fisiológica, ainda propicia elevada colheita de forragem com alto valor nutritivo, bem como biomassa aérea de 9 tMS ha⁻¹ ao final do ciclo, a qual tanto pode servir de palhada para a cultura de sucessão quando pode ser comercializada. O manejo com 5 desfolhas destaca-se pela alta colheita de forragem (13 tMS ha⁻¹) e ainda possibilitar a ressemeadura natural por meio da produção de sementes superior a 500 kg ha⁻¹. De acordo com MAIA, 2002 apenas 10% da semente de azevém que se deposita no banco de sementes do solo e poderá germinar no ano seguinte, isto resultaria em 50 Kg ha⁻¹ de sementes, suficientemente capaz de originar novas plantas através da ressemeadura natural. Por fim, o manejo com 6 desfolhas também deve ser enfatizado pela elevada produção de forragem até final de novembro. Considerando-se a biomassa final (no momento da colheita de sementes), a qual seria desnecessária pela baixa produtividade de sementes e de palhada, chega-se a um rendimento de 17 tMS ha⁻¹ ao final de dezembro, valor bastante expressivo para a cultura do azevém anual.

CONCLUSÕES

A cv. BRS Estações submetida a três desfolhas possibilita colheita de forragem de alta qualidade e máxima produção de sementes com máxima qualidade fisiológica.

O ciclo longo da cv BRS Estações possibilita a execução de 5 desfolhas, colheita de forragem (13.5 tMS ha⁻¹) de elevado valor nutritivo e produção de sementes suficiente para adequada ressemeadura natural.

O manejo da cultivar BRS Estações entre alturas de 30 cm para 7 cm, com adubação nitrogenada em cobertura de 40 kg ha⁻¹ após cada desfolha, possibilita a produção de 15523.3

KgMS ha⁻¹ ao longo do ciclo produtivo, o qual se estende até final de dezembro.

ACKNOWLEDGEMENTS

The T.R.T. was partial funded by the Brazilian Federal Agencies: “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” (CAPES), Brazil – Finance Code 001, and by the “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” (CNPq), Brazil.

DECLARATION OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest. The founding sponsors had no role in the study’s design, in the collection, analyses, or interpretation of data, in the writing of the manuscript, and in the decision to publish the results.

AUTHORS’ CONTRIBUTIONS

All authors contributed equally to the conception and writing of the manuscript. All authors critically revised the manuscript and approved the final version.

REFERENCES

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. 1 ed. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399p.

CUNHA, R. P. et al. Relationship between the morphogenesis of Italian ryegrass cv. ‘BRS Ponteio’ with forage and seed production. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 1, p.53-59, jan. 2016. Available from: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000100053>. Accessed: Jan 18, 2022. doi: 10.1590/0103-8478cr20150296.

FARIA, L.A. et al. Oil and protein content in the grain of soybean cultivars at different sowing

seasons. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 13, n. 2, e5518, 2018. Available from: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v13i2a5518/335>. Accessed: Mar. 10, 2022. Epub 09-Sep-2018. doi: 10.5039/agraria.v13i2a5518.

FERRAZZA, J. M. et al. Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 7, p.1174-1181, jul 2013. Available from: <https://www.scielo.br/j/cr/a/jLhb3hGkg4kgSw8x6qHdykJ/?format=pdf&lang=pt>. Accessed: Dec. 18, 2021.

FLORES, R. et al. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Porto Alegre, v. 37, n. 7, p.1168-1175, 2008. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/SskNHsRttbwskHGYzy69h6w/abstract/?lang=pt>. Accessed: Jan 15, 2022. doi: [10.1590/S1516-35982008000700005](https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000700005).

FLUCK, A. C. et al. Composição química da forragem e do ensilado de azevém anual **em função** de diferentes tempos de secagem e estádios fenológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte**, v. 70, n. 6, p.1979-1987, dec. 2018. Available from: <https://www.scielo.br/journal/abmvz/about/#about>. Accessed: Jan 15, 2022. doi: [10.1590/1678-4162-9981](https://doi.org/10.1590/1678-4162-9981).

FRANZ, E. et al. Manejo da cobertura de azevém em plantio direto na cultura do milho e sua fitossociologia. **Brazilian Journal Development**. v. 6, n. 10, p.82574-82585, oct. 2020. Available from: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/18952/15241>. Accessed: Jan 15, 2022. doi: 10.34117/bjdv6n10-621.

HELLBRUGGE, C. et al. Desempenho de bovinos de corte em pastagem de azevém (*Lolium*

Multiflorum) com ou sem suplementação energética. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p.723-730, 2008. Available from: http://simentalsimbrasil.org.br/biblioteca/20_-_desempenho_em_pastagem_de_azevem.pdf. Accessed: Jan. 12, 2022.

MAIA, F. C. **Padrões de variação do banco de sementes do solo em função dos fatores edáficos e da vegetação de um campo natural**. 2002. 186f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MITTELMANN, A. et al. Caracterização agronômica de populações locais de azevém na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.12, p. 2527-2533, 2009. Available from: <https://www.scielo.br/j/cr/a/9hFgMGfmcrZxNyDV4Xs5Jdt/?lang=pt>. Accessed: Jan 11, 2022.

MÜLLER, L. et al. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, 2009. Available from: <https://www.scielo.br/j/cr/a/HKvzcXRzMgvS5sRWQQkf7kp/?lang=pt>. Accessed: Dec 15, 2021. doi: [10.1590/S0103-84782009005000098](https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000098).

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap.2, p.1-24.

NETO, A. B. et al. Tillering in Italian ryegrass established after soybean or corn, under different stockings and grazing intensities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 48, n. 3, p.329-338, 2013. Available from: <https://www.scielo.br/j/pab/a/9NkQ45MMdDPPvDptNZG6vxM/?format=pdf&lang=pt>. Accessed: Jan. 12, 2022. doi: [10.1590/S0100-204X2013000300012](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000300012).

PASLAUSKI, B. M. da C. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de azevém submetido a cortes e épocas de colheita. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**,

Chapadinha, v. 09, n. 1, p.01-13, 2014. Available from: <<http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/1142/2775>>.

Accessed: Jan 19, 2022.

PATERSON, J. A. et al. The impact of forage quality and supplementation regimen on animal intake and performance. In: **FAHEY JUNIOR, G. C.** (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Lincoln: ASA, 1994. p. 59-114.

PEDROSO, C. E. S. et al. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 1340-1344, 2004. Available from: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/xkwswwH78dZNFpXZm9RFZrN/abstract/?lang=pt>>. Accessed: Jan 11, 2022. doi: [10.1590/S1516-35982004000500028](https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000500028).

PEREIRA, M. J. R. et al. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p.200-205, mar. 2012. Available from: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2012000200008>. Accessed: Jan 19, 2022. doi: [10.1590/S0034-737X2012000200008](https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200008).

RAMOS, A.R. et al. Dry matter productivity and bromatological quality of ryegrass genotypes cultivated in southern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 73, n. 1, p-247-252, 2021. Available from: <<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/mRFkr9QGkvFqQprLXgnRvxxw/abstract/?lang=en>>. Accessed: Jan 19, 2022. doi: [10.1590/1678-4162-11885](https://doi.org/10.1590/1678-4162-11885).

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 356p.

SILVA, M.F. Padrões de desfolhação e dinâmica de perfilhamento nos estádios vegetativo e reprodutivo do azevém. 2016. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-

graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

SILVA, M. et al. Leaf tissue flows in ryegrass managed under different stocking rates. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 37, n. 2, p.115-121, 2015. Available from: <<https://www.scielo.br/j/asas/a/s9HwgZSpjKH88njK8fJ5hdH/?lang=en>>. Accessed: Jan 08, 2022. doi: 10.4025/actascianimsci.v37i2.24898.

SIMIONI, T.A. et al. Senescência, remoção, translocação de nutrientes e valor nutritivo em gramíneas tropicais. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 13, p.1743, 2014.

STACK, R.W.; MCMULLEN, M.P. **A visual scale to estimate severity of fusarium head blight in wheat**. Fargo: Extension Service, North Dakota State University, 1995. p.1095.

TONETTO, C. J. et al. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Zootecnia Tropical**, Venezuela, v. 29, n. 1, p. 169-178, jun. 2011. Available from: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000200003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Accessed: Jan 08, 2022.

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

VIENCZ, T. et al. Development, photosynthesis and yield of blueberry cultivar ‘Climax’ growth with different substrates and nitrogen fertilization under protected cultivation. **Ciência Rural**, v. 51, n. 6, e20190367. Available from: <https://www.scielo.br/j/cr/a/MLWwLFm5zbV9K4L65xfYS8R/?lang=en>. Accessed: Mar. 10, 2022. Epub 25-Jan-2021. doi: 10.1590/0103-8478cr20190367.

YOUNG, W. et al. Annual ryegrass seed yield response to grazing during early stem elongation. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 1, p.211-215, 1999. Available from: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj1996.00021962008800020015x>.

Accessed: Jan 08, 2022.

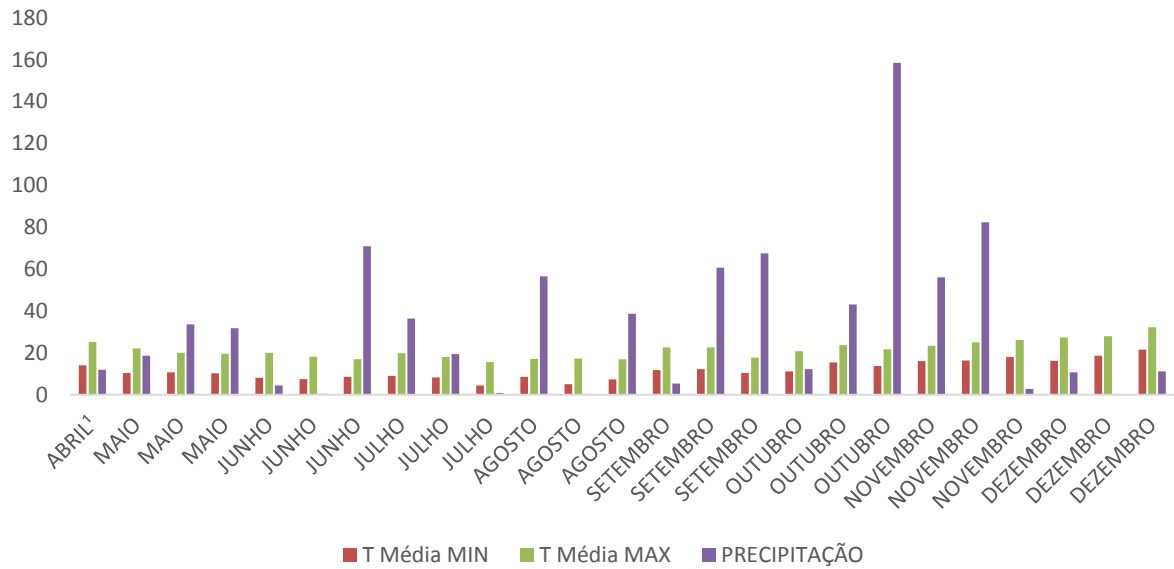


Figura 1 - Dados agrometeorológicos do período de experimento (T MIN - Temperatura Mínima; T MAX - Temperatura Máxima) e Precipitação.

¹ Em Abril os valores apresentados são a média a partir do dia da sementeira.

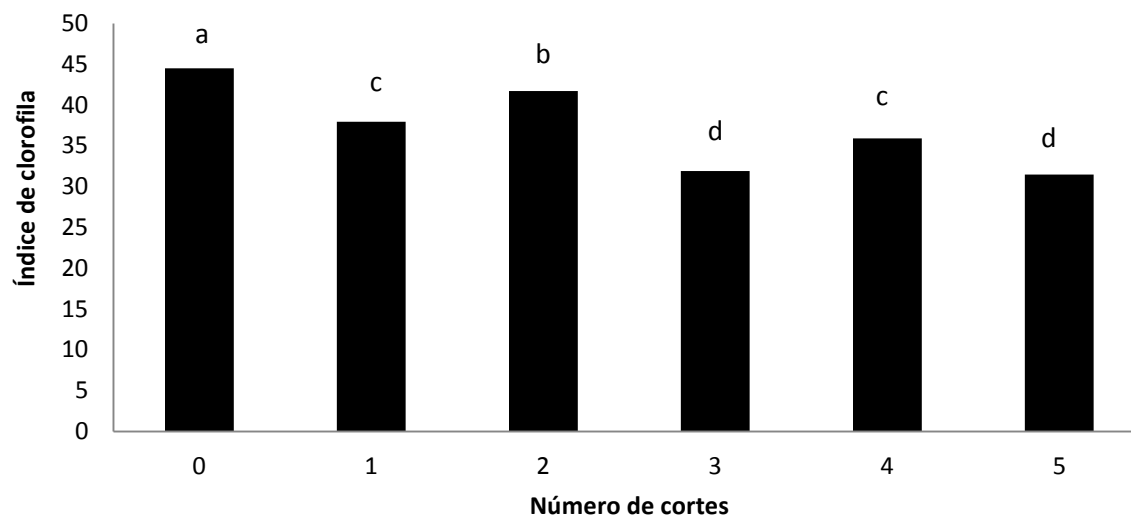


Figura 2 - Leituras do clorofilômetro na primeira folha completamente expandida, a partir do ápice da planta de azevém-anual BRS Estações submetido à diferentes número de cortes.

As médias seguidas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

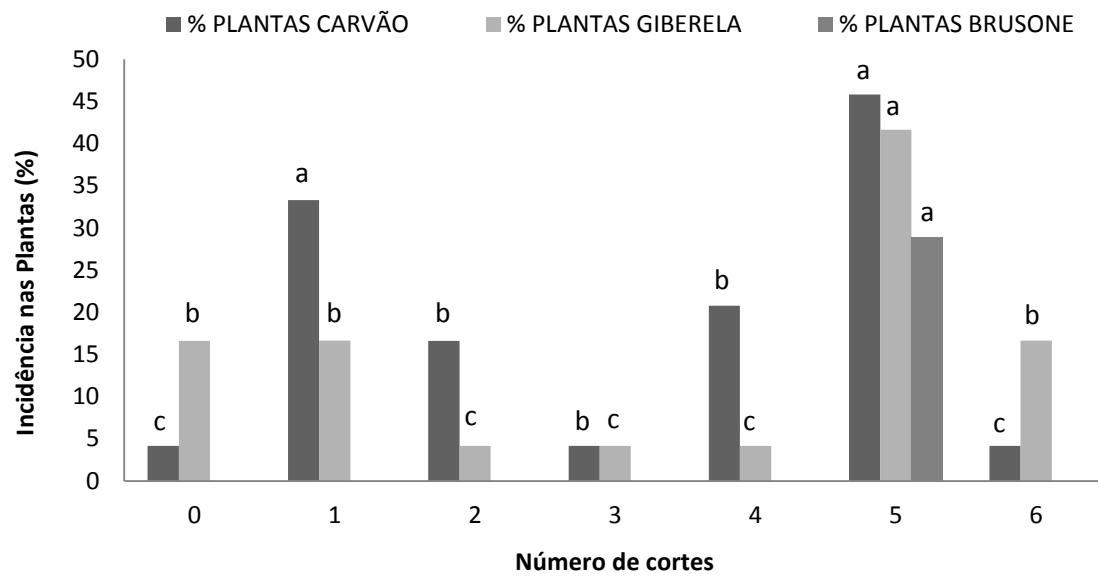


Figura 3 – Porcentagem de plantas de azevém BRS Estações submetido à diferentes números de cortes com incidência de doenças.

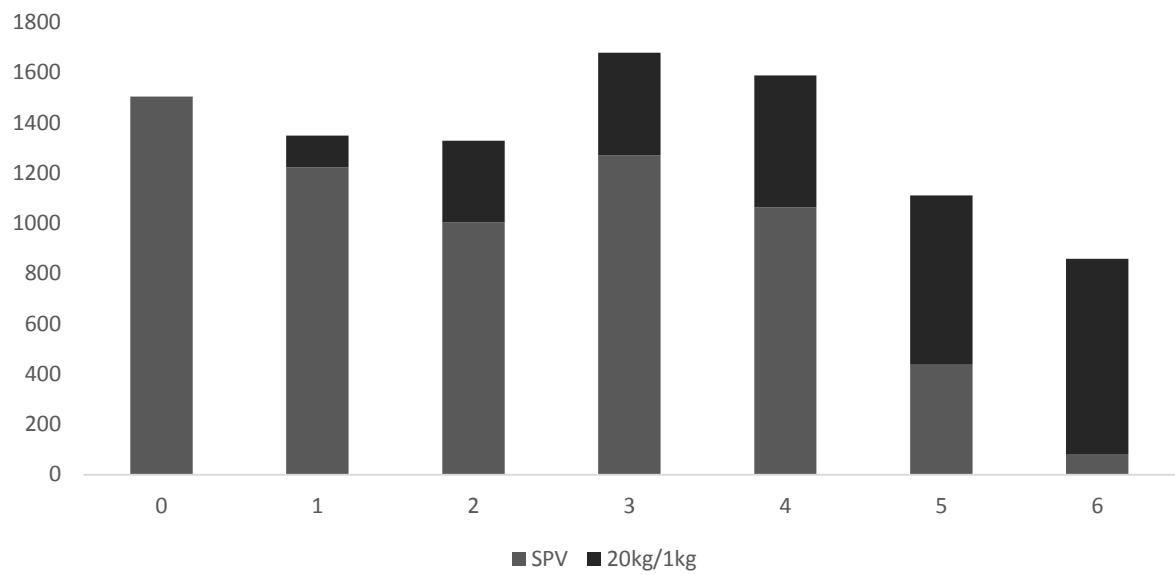


Figura 4 - Produção Equivalente em relação à semente pura viável (SPV), produção da matéria seca e semente de azevém-anual BRS Estações submetido à diferentes números de cortes.

Tabela 1 - Data do corte, Dias após a semeadura em relação ao corte (DAS), graus-dia acumulado (GDAC), intervalo entre cortes expresso em dias (IEC), data da colheita de sementes (DCS), intervalo do corte até colheita de sementes expresso em dias (ICCS), intervalo da semeadura até colheita em graus-dia (ISC) e o intervalo do corte até colheita em graus-dia (ICC).

CORTES	DAS	DATA DO CORTE	GDAC	IEC	DCS	ICCS	ISC	ICC
SEM	-	-	-	-	26/nov	216 ²	1625.65	1625.65
1	85	17/jul	585.7	85 ¹	29/nov	134	1667.55	1079.85
2	128	29/ago	728.2	43	05/dez	97	1750.6	1022.4
3	143	13/set	883.9	15	06/dez	83	1760.35	876.45
4	169	09/out	1057.7	26	16/dez	67	1907.25	849.55
5	191	31/out	1294.45	22	19/dez	48	1955.5	661.05
6	218	27/Nov	1642.9	27	30/dez	32	2161.55	518.65

¹ número de dias considerado da semeadura até o primeiro corte

² intervalo da testemunha foi considerado da semeadura até a colheita de sementes.

Tabela 2 - Produtividade de matéria seca por corte (PMS), de matéria seca acumulada (PMSA), de palha, de sementes, de semente pura viável (SPV) e taxa de acúmulo de MS diário (TAMSD) de azevém-anual BRS Estações submetido à diferentes número de cortes.

Cortes	PMS Kg de MS.ha ⁻¹	PMSA	TAMSD Kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹	Palha Kg de MS.ha ⁻¹	Sementes Kg.ha ⁻¹	SPV Kg.ha ⁻¹
SEM	-	-	-	12273.8 a	1434.3 a	1348.2 a
1	2515.5 b	2515.5	29.59 d	12195.9 a	1183.5 b	1065.2 b
2	3996 a	6511.5	92.93 b	9326.1 b	1209.8 b	992 b
3	1666.9 c	8178.4	111.13 a	9050.3 b	1386.7 a	1206.4 a
4	2310.7 b	10489.1	88.87 b	6208.7 c	1195.1 b	1063.6 b
5	2994.3 b	13483.4	136.1 a	3449.3 d	518 c	445.4 c
6	2039.9 b	15523.3	75.55 c	1688.1 d	92.5 d	87.8 d
CV %	23.25	-	23.31	18.1	11.8	13.8

As médias seguidas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Dados médios de Germinação (%), Primeira Contagem de Germinação (PCG), Envelhecimento Acelerado (EA), Peso de Mil Sementes (PMS), Comprimento da Parte Aérea de Plântulas (CPA) e Comprimento da Raíz de Plântulas (CR) de azevém-anual BRS Estações submetido à diferentes número de cortes.

Cortes	Germinação (%)	PCG (%)	EA (%)	PMS (g)	CPA (cm)	CR (cm)
SEM	94 a	85 a	90 a	2.11 a	6.1 b	2.4 b
1	90 b	78 b	77 b	2.13 a	6.7 a	3.3 a
2	82 c	65 c	75 b	2.06 a	7.5 a	3.1 a
3	87 b	75 b	85 a	2.03 a	7.3 a	3.3 a
4	89 b	78 b	82 a	1.85 b	6.1 b	3.2 a
5	86 b	77 b	86 a	1.41 c	5.8 b	2.5 b
6	95 a	89 a	82 a	1.52 c	6.9 a	2.8 b
CV %	3.52	8.37	5.68	5.5	9.1	11.7

As médias seguidas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Produção de Lâmina Foliar e Bainha + Colmo e Lâmina + Bainha + Colmo do azevém-anual BRS Estações submetido à diferentes número de cortes.

Cortes	LMS	MSCB	MSLBC
1	2541.75 a	140.52 e	2682.27 b
2	2799.65 a	1146.0 b	3945, 65 a
3	1111.40 c	471.75 d	1583,15 d
4	1189.55 c	809.51 c	1999.06 c
5	1578.47 b	1231.07 b	2809.54 b
6	587.95 d	1627.17 a	2215.12 c
CV %	7.91	8.84	7.50

As médias seguidas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Teores de Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) do azevém-anual BRS Estações submetido à diferentes número de cortes.

Cortes	PB	FDN	FDA
SEM	-	-	-
1	16.12 c	43.72 e	24.62 c
2	22.32 b	49.61 d	29.25 b
3	28.6 a	58.17 b	30.41 b
4	19.4 b	57.11 b	31.32 b
5	20.42 b	59.02 b	31.52 b
6	19.43 b	65.02 a	34.07 a
CV %	8.08	2.56	4.01

As médias seguidas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

5. ARTIGO 3 – Revista Ciência Rural

(ISSN: 1678-4596)

Características estruturais de azevém anual BRS Estações em diferentes estádios reprodutivos e o rendimento de sementes sob manejo de desfolha

Structural characteristics of annual ryegrass BRS Estações at different reproductive stages and seed yield under defoliation management

JOICE FERNANDA LÜBKE BONOW; MAURÍCIO GONÇALVES BILHARVA; CARLOS EDUARDO DA SILVA PEDROSO; ANDREA MITTELMANN; CARLOS HENRIQUE DA SILVEIRA RABELO

Características estruturais de azevém anual BRS Estações em diferentes estádios reprodutivos e o rendimento de sementes sob manejo de desfolha

Structural characteristics of annual ryegrass BRS Estações at different reproductive stages and seed yield under defoliation management

Joice Fernanda Lübke Bonow^{1*} Maurício Gonçalves Bilharva¹ Carlos Eduardo da Silva Pedroso¹ Andrea Mittelman² Carlos Henrique da Silveira Rabelo¹

RESUMO

O presente estudo foi conduzido à campo, no sul do Brasil, na Embrapa Clima Temperado (ETB). Foram testados diferentes números de desfolhas (0; 1; 2; 3; 4; 5 e 6) em azevém anual cv. BRS Estações, as quais foram efetuadas quando as plantas atingiam, aproximadamente, 30 cm e eram rebaixadas para 7 cm. O diferente número de desfolhas teve como objetivo gerar características estruturais distintas durante duas fases fenológicas reprodutivas, na expansão da espiga (momento denominado como indicador de potencial de rendimento de sementes) e no momento da colheita de sementes. Para determinar as características estruturais, relacionadas ao potencial de rendimento e ao rendimento de sementes, foram coletadas 6 plantas por unidade experimental. Após a execução de 3 desfolhas a cv. BRS Estações ainda desenvolveu características estruturais para manter o máximo rendimento de sementes e o peso de mil sementes. Destacaram-se a proporção de folhas vivas no momento da expansão de espiga (84%) e o baixo número de perfilhos aéreos no momento da colheita de sementes (35% em relação a testemunha) como estratégias adaptativas da planta. Desfolhas posteriores (4; 5 e 6)

determinaram reduções em praticamente todas as características estruturais, as quais apresentam relação linear com a redução do rendimento de sementes. Dentre estas características, destacam-se o número de perfilhos basilares (1 perfilho reduziu 44.3 Kg ha⁻¹ de sementes), o número de nós (1 nó reduziu 497 kg ha⁻¹ de sementes) e a altura da planta (1 cm reduziu 15.8 kg ha⁻¹ de sementes) no momento da expansão da espiga e, no momento da colheita de sementes, o comprimento do pseudocolmo (1 cm reduziu 11 kg ha⁻¹ de sementes), o comprimento da espiga (1 cm reduziu 79.6 kg ha⁻¹ de sementes), o número de espiguetas por espiga (1 espiguetas espiga⁻¹ reduziu 107 kg ha⁻¹ de sementes), além do período entre a última desfolha e a colheita de sementes (1 semana reduziu 167 kg ha⁻¹ de sementes), pela facilidade de mensuração em nível de campo.

Palavras-chave: dinâmica estrutural, frequência de cortes, produção de sementes.

ABSTRACT

The present study was conducted in the field, in southern Brazil, at Embrapa Clima Temperado (ETB). Different numbers of defoliation were tested (0; 1; 2; 3; 4; 5 and 6) in annual ryegrass cv. BRS Estações, which were carried out when the plants reached approximately 30 cm and were lowered to 7 cm. The different number of defoliations aimed to generate distinct structural characteristics during two reproductive phenological phases, in the expansion of the ear (a moment called as an indicator of seed yield potential) and at the time of seed harvest. To determine the structural characteristics, related to yield potential and seed yield, 6 plants were collected per experimental unit. After performing 3 defoliations, cv. BRS Estações also developed structural characteristics to maintain maximum seed yield and the weight of a thousand seeds. The proportion of live leaves at the time of ear expansion (84%) and the low number of aerial tillers at the time of seed harvest (35% in relation to the control) were

highlighted as adaptive strategies of the plant. Subsequent defoliation (4, 5 and 6) determined reductions in practically all structural characteristics, which present a linear relationship with the reduction in seed yield. Among these characteristics, the number of basilar tillers (1 tiller reduced 44.3 kg ha⁻¹ of seeds), the number of nodes (1 node reduced 497 kg ha⁻¹ of seeds) and plant height (1 cm reduced 15.78 kg ha⁻¹ of seeds) at the time of ear expansion and, at the time of seed harvest, the pseudostem length (1 cm reduced 11 kg ha⁻¹ of seeds), the ear length (1 cm reduced 79.6 kg ha⁻¹ of seeds), the number of spikelets per spike (1 spikelet spike⁻¹ reduced 107 kg ha⁻¹ of seeds), in addition to the period between the last defoliation and seed harvest (1 week reduced 167 kg ha⁻¹ of seeds), due to the ease of measurement at field level.

Keywords: structural dynamics, frequency of cuts, seed production.

INTRODUÇÃO

O azevém é uma forrageira que se destaca pela alta variabilidade genética que oportuniza a seleção de plantas de ciclo longo que podem atingir elevadas produções de forragem e de sementes (FERRAZZA et al., 2013; CUNHA et al., 2016). A cultivar diplóide BRS Estações apresenta elevado potencial produtivo atingindo cerca de 10.4 t de MS ha⁻¹ e um ciclo que pode se estender até dezembro no sul do Brasil (MIOTO et al., 2014).

O manejo de desfolhas pode prolongar o uso da pastagem durante o período vegetativo, sem prejudicar o rendimento final de sementes. Este manejo interfere na estrutura reprodutiva das plantas de tal forma que alguns componentes de rendimento podem compensar a diminuição de outros a fim de não afetar o rendimento final de sementes. GONDIM et al. (2008) citam, por exemplo, que plantas que perderam área foliar pela ação do corte podem compensar aumentando o número de sementes espiga⁻¹ e o peso de mil semente. Entretanto, desfolhas realizadas no período reprodutivo podem afetar de forma negativa estruturas relacionadas aos componentes de

rendimento como número de espigas planta⁻¹, espiguetas espigas⁻¹ e peso de mil sementes, bem como o aumento no número de perfilhos mortos sob desfolha drástica associada a baixas temperaturas no período de rebrote (GONDIM et al., 2008; HEINECK et al., 2020). No entanto, estas informações fenológicas, morfogênicas e estruturais são restritas de modo geral e não estão disponíveis para a cultivar em estudo.

Embora se preconize o manejo adequado de desfolha, torna-se importante vincular a estrutura da planta no momento do florescimento (expansão da espiga) e na pré-colheita (sementes com 35% de UR) para a predição da semente produzida. Parâmetros extremamente práticos como número de nós do perfilho, comprimento do perfilho, comprimento da espiga, número de espiguetas espiga⁻¹, comprimento da folha bandeira e massa (g MS planta⁻¹) no momento da colheita podem ser utilizados. Deste modo, o presente estudo tem como objetivo impor diferentes números de desfolhas, manter alto status de N nas plantas, para formar diferentes estruturas reprodutivas e relacioná-las ao rendimento de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado, Estação Terras Baixas, no município do Capão do Leão (31°52'00" S de latitude, 52°21'24" W de longitude, altitude de 13.2 m). O clima da região é subtropical úmido - Cfa conforme Köeppen, que apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média baixa no mês de Julho (MÜLLER et al., 2009).

O solo foi identificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico (SANTOS et al., 2018), que apresenta como característica a má drenagem. O preparo foi convencional (uma aração e duas gradagens), também foram construídos drenos para facilitar o escoamento do excesso de água na área. Foi realizada uma adubação de base, após o preparo do solo, de 300 Kg

ha⁻¹ da formulação de NPK 5-20-20 conforme recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004).

A semeadura foi realizada no dia 24 de abril, com semeadora em linha, e cada unidade experimental foi constituída de nove linhas distanciadas entre si por 0.22 m. A quantidade de sementes por área correspondeu a 25 Kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis. A adubação nitrogenada com uréia (44 % de N) foi fracionada. A primeira aplicação foi realizada no perfilhamento (29/05 – 212 graus - dia), numa dose equivalente a 40 Kg ha⁻¹ e, após cada corte, foi aplicado (em todos os tratamentos) o equivalente a 40 Kg ha⁻¹, o que totalizou 280 Kg ha⁻¹ em todas as parcelas. A unidade experimental teve uma área de 10 m² (2 por 5 m).

O fator estudado foi o número de cortes, num total de sete (0; 1; 2; 3; 4; 5 ; 6 cortes) (Tabela 1). O momento do primeiro corte foi no dia 17/07 (586 GD após a semeadura), quando as plantas haviam fechado o dossel e possuíam em torno de 0.3 m de altura, permanecendo um resíduo de 0.07 m acima do solo. O mesmo procedimento foi realizado nos demais cortes, os quais foram realizados em 29/08 (143 GD após o primeiro corte); 13/09 (156 GD após o segundo corte; 09/10 (174 GD após o terceiro corte); 31/10 (237 GD após o quarto corte) e 27/11 (349 GD após o quinto corte). Em cada parcela foram coletadas 2 amostras de 50cm (linha), mantendo-se na área o resíduo de 0.07m. O restante da parcela foi rebaixada com segadora, a qual removeu da parcela o material cortado.

No período de expansão da espiga foram coletadas seis plantas por unidade experimental e avaliou-se os perfilhos representativos da parcela. No dia da coleta foi mensurado o comprimento da última lígula (pseudocolmo) e a altura das plantas, através da altura da última lâmina com o auxílio de régua milimetrada. As plantas coletadas foram avaliadas quanto a quantidade de perfilhos aéreos, basais e mortos. Em um perfilho, representativo por planta, foi mensurada a quantidade de nós palpáveis, de folhas (mortas, senescentes ou verdes denominadas

de vivas), o comprimento da última lâmina, denominada de folha bandeira, comprimento médio de folhas vivas e o comprimento médio de todas folhas. Foram ainda mensurados o número de espigas por planta, de espiguetas por espiga e de flores por espiguetas. Para avaliar o número de flores por espiguetas foram retiradas 5 espiguetas ao longo da espiga em espaços equidistantes. Após estas descrições, a planta foi levada para a estufa de secagem com ventilação forçada até atingir peso constante (55°C por 72h), para determinar a matéria seca.

No período de pré-colheita de sementes (quando as sementes estavam com umidade aproximada de 35%) foram coletadas mais seis plantas por unidade experimental, com a finalidade de caracterizar as mesmas características anteriormente citadas, com a diferença de que, ao invés de flores, foram avaliadas sementes e mediu-se ainda o comprimento da espiga e a massa seca da inflorescência do perfilho representativo. O rendimento de sementes foi verificado por meio de amostra de 1m (linha) por unidade experimental e extrapolado posteriormente para Kg ha^{-1} . As colheitas de sementes ocorreram entre 29 de novembro (testemunha) a 30 de dezembro (6 cortes), momento que as sementes apresentavam umidade semelhante a 35% (o comprimento do ciclo variou entre 216 a 250 dias, conforme o número de desfolhas). O peso de mil sementes foi obtido após a secagem das sementes (até 12% de umidade relativa), por meio da pesagem de oito subamostras de 100 sementes contadas manualmente, provenientes da porção total de cada amostra dos tratamentos. As sementes foram pesadas em balança analítica, o valor médio final foi expresso em gramas (BRASIL, 2009).

As outras variáveis analisadas foram a matéria seca das lâminas foliares, do colmo e da bainha que ocorreram no momento de cada corte a partir de uma amostra de 0.25m² por unidade experimental, em que houve a separação botânica nos componentes (lâmina foliar e bainha mais colmo). As frações separadas foram levadas para a estufa com ventilação forçada a 60°C até atingirem peso constante.

O período de tempo entre cortes foi transformado em graus-dia (GD) (Tabela 1), por meio da seguinte equação: $GD = \frac{(T_{min} + T_{max})}{2} - T_b$, onde T_{min} : Temperatura mínima; T_{max} : Temperatura máxima; T_b : Temperatura base. A T_b utilizada foi de 8°C, conforme MÜLLER et al., (2009). Os dados agrometeorológicos do período experimental, como Precipitação, Ocorrência de Geadas, Temperatura Mínima e Temperatura Máxima foram obtidos pelos boletins agrometeorológicos da Estação Agroclimatológica de Pelotas (Tabela 2).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Para verificar a relação entre as variáveis estruturais e o rendimento de sementes, os dados foram submetidos a regressão polinomial ($p < 0,05$) para descrever o comportamento do rendimento em relação as estruturas estudadas, exceto o intervalo entre semeadura e colheita de sementes, onde observou-se a resposta do rendimento em relação ao período em dias por meio do uso do Sistema de Análise Estatística do Windows - Winstat® Version 1.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003). Os dados foram ainda submetidos a análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento livre das plantas de azevém cv BRS Estações, bem como a execução de até 3 desfolhas, resultou em elevado rendimento de sementes com PMILS (peso de mil sementes) superior a 2g (Tabela 3). Porém estes elevados rendimentos foram obtidos por meio de diferentes estruturas verificadas em dois momentos fenológicos da cultura, durante a expansão da espiga (potencial de rendimento) e no momento da colheita de sementes.

Durante a primeira fase de avaliação (expansão da espiga) as plantas não submetidas a

desfolha apresentaram maior comprimento de folhas e de folhas vivas, enquanto que as 2 primeiras desfolhas favoreceram o perfilhamento basilar (Tabela 4).

A remoção da parte superior do dossel permitiu a entrada de radiação de alta qualidade na base da planta, fator fundamental para ativar as gemas e favorecer o perfilhamento (MIGLIORINI, 2012). A execução da 2ª desfolha determinou significativa colheita de bainhas e colmos (B+C) (Tabela 3), o que ocasionou maior mortalidade de perfilhos. Deste modo, os perfilhos que permaneceram vivos após a 2ª desfolha apresentaram menor número de nós em comparação as plantas submetidas a menor número de desfolha.

No momento da colheita de sementes, as características estruturais de plantas em crescimento livre, submetidas a uma e a duas desfolhas foram semelhantes (Tabela 5). Deste modo, quando houve a comparação entre biomassas aéreas ao final do ciclo (a massa de todas as estruturas formadas), as plantas submetidas a duas desfolhas se equipararam a plantas submetidas a 3 desfolhas; ambas inferiores em comparação as biomassas aéreas verificadas para o tratamento testemunha e para plantas submetidas a uma desfolha. Esta semelhança (0 e 1 desfolha) deve-se especialmente colheita majoritária de lâminas foliares (18 vezes mais do que B+C) e colheita insignificante de B+C, o que, praticamente, não ocasionou mortes de perfilhos.

A execução da 3ª desfolha elevou a mortalidade de perfilhos, logo, o número de perfilhos basilares foi semelhante ao verificado para a testemunha. Porém estes perfilhos apresentaram folhas menores e menor massa. Em função da cultivar em estudo apresentar um ciclo vegetativo longo, houve elevada proporção de lâminas foliares colhidas em relação a B+C (2,7), o que sugere um adequado resíduo de lâminas vivas após a 3ª desfolha, condição importante para o rebrote de plantas anuais (BOHN et al., 2021). A execução da 3ª desfolha ocorreu em 13/09, duas semanas (156 GD) após a segunda desfolha. A temperatura, a radiação e umidade foram favoráveis ao azevém após a terceira desfolha. As adubações nitrogenadas

posteriores a desfolha e no momento do aparecimento da espiga, em momentos ambientais favoráveis foram, provavelmente, determinantes para que a planta apresentasse máxima proporção de folhas vivas no dossel no momento da expansão da espiga, máximo número de espiguetas por espiga e de flores por espiguetas. A máxima proporção de folhas vivas no dossel determina elevada atividade fotossintética e, por conseguinte, a manutenção do elevado potencial reprodutivo do azevém (PIEGAS, 2020).

Previamente a colheita de sementes, verificou-se que o azevém submetido a 3 desfolhas apresentou maior mortalidade de perfilhos, menor número de perfilhos basilares, menores comprimentos do pseudocolmo e da inflorescência; menor número de espiguetas, menor massa da inflorescência em comparação as plantas submetidas a menor número de desfolhas (Tabela 5). Entretanto, as plantas submetidas a 3 desfolhas se destacaram por apresentar menos perfilhos aéreos (35% do verificado em plantas não submetidas a desfolha). Provavelmente este evento tenha sido decisivo para que as inflorescências destas plantas, de modo geral, tenham apresentado mesmo número de sementes por espiguetas e mesmo peso de mil sementes em comparação as plantas submetidas a menor número de desfolhas, visto que as inflorescências de perfilhos aéreos normalmente são menores e contém sementes mais leves (CUNHA et al., 2021).

A estrutura formada após a execução de 3 desfolhas apresentou-se como a mais eficiente em relação fonte-dreno; ou seja, a biomassa aérea necessária para o máximo rendimento de sementes (1.387kg ha^{-1} de sementes puras viáveis e $9.050\text{ kg MS ha}^{-1}$ de biomassa aérea final). Nesta situação verificou-se um índice de colheita de 15%; 20% superior em comparação a testemunha (1.435kg/ha de sementes puras viáveis e $12.274\text{ kg MS ha}^{-1}$ de biomassa aérea final). Portanto, considera-se que a elevada proporção de folhas vivas no dossel no momento da expansão da espiga e o reduzido número de perfilhos aéreos tenham sido as características mais importantes para que a estrutura apresentada por plantas submetidas a 3 desfolhas mantivessem

máxima produção de sementes com o máximo peso de mil sementes.

Com execução das desfolhas posteriores (4^a, 5^a e 6^a), as plantas não conseguiram desenvolver características adaptativas suficientes para manter o peso e o rendimento de sementes (Tabelas 3; 4 e 5). Nas duas desfolhas posteriores (4^a e 5^a) houve aumento da proporção de colmos colhidos (relação de $L/B+C = 1,1$ e $1,3$ respectivamente) e, pela ação da 6^a desfolha, houve a colheita do dobro de colmos em relação a lâminas foliares (relação de $L/B+C = 0,4$). A alta colheita de colmos além de determinar alta mortalidade de perfilhos, determina também um reduzido resíduo de folhas vivas, o que pode comprometer o rebrote, especialmente de plantas anuais (BOHN et al., 2021).

Assim, à medida que avançou o número de desfolhas (4^a; 5^a e 6^a) verificou-se, durante a primeira fase de avaliação (expansão da espiga), o avanço da mortalidade de perfilhos, reduções do número de perfilhos basilares, do número de folhas vivas, do número de nós, da altura da planta, do comprimento da folha bandeira, do comprimento médio de folhas, do número de espiguetas/espiga, do número de flores/espiguetas e da massa da planta (Tabela 4). No momento da colheita de sementes também foram verificadas reduções em praticamente todas as características estruturais avaliadas (Tabela 5). As reduções verificadas nas características estruturais em plantas submetidas a 4^a, 5^a e 6^a desfolhas, tanto no momento da expansão da espiga, quanto no momento da colheita de sementes, apresentaram em sua maioria, relações lineares com a redução do rendimento de sementes (Tabela 6; Tabela 7).

Portanto, no momento da expansão da espiga, foi possível prever o rendimento de sementes com base na estrutura da planta. Com base nas equações, a partir da estrutura de rendimento máximo que foi verificada em plantas submetidas a 3 desfolhas, a queda de 100 kg ha^{-1} no rendimento de sementes a partir do 3^o corte, seria acompanhada de redução de 1.4 perfilhos, 2 perfilhos basilares, 0.2 folhas, de 0.3 folhas vivas; de 1.7 cm no comprimento médio

das lâminas vivas; 1.6 cm no comprimento médio das lâminas, 1.4 cm no comprimento da folha bandeira, 2.1 cm na altura das plantas, 0.75g na massa das plantas, 0.2 espigas, 1.1 espiguetas, 0.3 flores por espiguetas e aumento de 1.2 perfilhos mortos por planta. Destas variáveis, destacam-se algumas extremamente simples de verificação em nível de campo, tais como o número de perfilhos basilares (o número de plantas por área não foi influenciado pelo número de desfolhas, pois em média havia 580.000 plantas ha⁻¹), o número de nós, o comprimento da última lâmina, a altura da planta, o número de espigas e o número de espiguetas por espiga. Para PONTES et al., 2003, a altura das plantas é uma das variáveis mais fáceis de se estabelecer pela altura de manejo a ser imposta na pastagem, uma vez que através desta pode-se prever demais variáveis como maior taxa de elongação foliar, tempo de duração da elongação da folha, tamanho final das mesmas e comprimento de folhas verdes por perfilho.

A análise de correlação das variáveis analisadas no momento da expansão da espiga (Tabela 6) demonstrou que a maioria das estruturas correlacionaram-se positivamente com o rendimento de sementes e tiveram o coeficiente superior a 0.90. Destacam-se, dentre estas, o número de perfilhos basilares, número de folhas e de folhas vivas, comprimento médio de folhas e de folhas vivas, comprimento da última lâmina, altura das plantas, número de espigas, número de espiguetas por espiga e matéria seca da planta. O grau de associação entre comprimento médio de folhas e rendimento de sementes foi de 0.99, o mais próximo de 1. O comprimento das folhas influencia na área foliar, sendo que a área foliar aumenta em conformidade com o aumento da emissão de folhas e isto acarreta em aumento da fotossíntese líquida e disponibilidade de fotoassimilados (SCHWAB et al., 2014), estes que são importantes para a formação de estruturas reprodutivas (espigas; espiguetas), ambas diretamente relacionadas ao rendimento de sementes.

No momento de pré-colheita de sementes os modelos demonstram (Tabela 7) que a partir da estrutura de rendimento máximo que foi verificado em plantas submetidas a 3 desfolhas,

a queda de 100 kg ha⁻¹ no rendimento de sementes seria acompanhada de redução de 1.02 perfilhos basilares, de 1.6 perfilhos férteis, 0.6 folhas mortas, 4.1 cm no pseudocolmo, 1.1 espigas, 0.83 espiguetas por espiga, 1.2 cm na inflorescência e 0.23g na matéria seca da inflorescência. No entanto para não haver alterações estruturais significativas na planta e causar penalizações no rendimento de sementes é interessante preservar o maior número possível de perfilhos férteis, sendo que este deve ser determinado pela maior incidência de luz na base da planta no início do desenvolvimento da cultura. A manutenção desta característica se deve muito não remoção de perfilhos durante o período de florescimento, alterando a dinâmica de perfilhamento e aumento do número de perfilhos mortos, que por sua vez, tende a se ajustar pelo tamanho do perfilho e consequentemente redução no comprimento do pseudocolmo (NETO et al., 2013).

Pela análise dos coeficientes de correlação linear, observou-se uma forte associação entre todas variáveis, exceto número de folhas vivas, senescentes e sementes por espiguetas. Nesta fase de pré-colheita, outras variáveis estão mais relacionadas com o rendimento como o comprimento do pseudocolmo (altura da última lígula) que diminui proporcionalmente ao rendimento com o avanço do número de cortes, mesmo havendo o alongamento dos entre nós. Em uma situação inversamente proporcional, o número de perfilhos mortos também teve associação com o rendimento de sementes, cujo coeficiente linear e de efeito direto é negativo e altamente significativo (-0.97). Com o avanço do número de perfilhos mortos ocorre uma diminuição dos férteis, uma vez que nesta fase a taxa de perfilhamento é mínima ou está cessada (CUNHA et al., 2016). Deve-se ainda considerar que quando o coeficiente de correlação e o efeito direto forem similares, a associação explica que esta variável atua mais fortemente que as demais, de modo que, para se obter alto rendimento, deve-se diminuir o número de perfilhos mortos e aumentar o comprimento da inflorescência, matéria seca da inflorescência, número de

espigas e espiguetas, número de perfilhos basilares e aéreos e comprimento do pseudocolmo, cuidando para manter outras variáveis sob controle (sem alteração).

A redução de 100 Kg no rendimento de sementes acarretaria, ainda, em diminuição de 0.04g no PMILS; 500 kg ha⁻¹ da biomassa aérea final e da redução de 3.6 dias entre a desfolha e a colheita de sementes (semente com 35% de umidade) (Tabela 8).

O intervalo entre o corte e a colheita de sementes associa-se de maneira positiva com o rendimento de sementes, uma vez que quanto maior o período entre o corte até a colheita de sementes, mais positiva será a influência nas estruturas reprodutivas da planta.

Dentre as variáveis estruturais mais práticas para estimar o rendimento de sementes em nível de campo, previamente a colheita, destacam-se o número de perfilhos férteis, a altura da última lígula, o comprimento da espiga, o número de espiguetas por espiga e número de sementes por espiguetas.

CONCLUSÕES

Após a execução de 3 desfolhas até meados de setembro, a cv BRS Estações desenvolve características estruturais para manter o máximo rendimento de sementes e o peso de mil sementes. Destacam-se a proporção de folhas vivas no momento da expansão de espiga e o baixo número de perfilhos aéreos no momento da colheita de sementes como estratégias adaptativas da planta. Posteriores desfolhas resultam em estruturas insuficientes tanto para manter o rendimento de sementes quanto para manter o peso de mil sementes.

A partir da terceira desfolha há uma redução nas características estruturais da planta, as quais apresentam relação linear com a redução do rendimento de sementes, de modo que possibilitam a predição de rendimento tanto no momento da expansão da espiga, quanto no momento da colheita de sementes. Dentre estas características, destacam-se as que podem ser

aferidas rapidamente em nível de campo, tais como o número de perfilhos basilares, o número de perfilhos férteis, o número de nós, o comprimento do pseudocolmo, o comprimento da espiga, o número de espiguetas por espiga e sementes por espiguetas.

ACKNOWLEDGEMENTS

The T.R.T. was partially funded by the Brazilian Federal Agencies: “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” (CAPES), Brazil – Finance Code 001, and by the “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” (CNPq), Brazil.

DECLARATION OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest. The founding sponsors had no role in the study’s design, in the collection, analyses, or interpretation of data, in the writing of the manuscript, and in the decision to publish the results.

AUTHORS’ CONTRIBUTIONS

All authors contributed equally to the conception and writing of the manuscript. All authors critically revised the manuscript and approved the final version.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. 1 ed. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399p.

BOHN, A. et al. Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.50, n.6, e20190510, 2020. Epub 04-

Jun2020. Available from: . Accessed: Jan. 22, 2022. doi: 10.1590/0103-8478cr20190510.

CUNHA, R. P. et al., Physiological and sanitary quality of ryegrass seeds submitted to different defoliation frequencies. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 4, e20200719, 2022. . Available from: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/gJx8vGRGdRvsM54TSZKWRZz/?format=pdf&lang=en>>. Accessed: Mar. 19, 2022. Epub 02-Jan-2022. doi: 10.1590/0103-8478cr20200719.

CUNHA, R. P. et al. Relationship between the morphogenesis of Italian ryegrass cv. ‘BRS Ponteio’ with forage and seed production. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 1, p.53-59, jan. 2016. Available from: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000100053>. Accessed: Jan 18, 2022. doi: 10.1590/0103-8478cr20150296.

FERRAZZA, J, M. et al. Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 7, p.1174-1181, jul 2013. Available from: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/jLhb3hGkg4kgSw8x6qHdykJ/?format=pdf&lang=pt>>. Accessed: Dec. 18, 2021. doi: 10.1590/S0103-84782013005000086.

GONDIM, T.C.O. et al. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agronômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p.487-493, abril 2008. Available from: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/26674/1/artigo.pdf>>. Accessed: 5 feb. 2022. doi: 10.1590/S0100-204X2008000400007.

HEINECK, G. C. et al. Relationships and influence of yield components on spaced-plant and sward seed yield in perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 00, p.1-14, jul. 2020. Available from: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gfs.12499>>. Accessed: nov 11, 2021. doi: 10.1111/gfs.12499.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **Winstat**: sistema de análise estatística para Windows. Pelotas: UFPel/NIA, 2003. Versão 2.0. Available from: . Accessed: dec. 20, 2012.

MIGLIORINI, F. **Dinâmica de crescimento do papuã (Urochloa (Syn. Brachiaria)**

***plantaginea*) manejado em diferentes intensidades de pastejo.** 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MIOTO, Daniel Felipe et al. Produção de forragem de cultivares de azevém anual diploides e tetraploides submetidos ao regime de cortes no município de Pato Branco/PR. Pato Branco, PR, 2014. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24., 2014, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. V.4. p.12– 6.

MÜLLER, L. et al. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, 2009. Available from: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/HKvzcXRzMgvS5sRWQQkf7kp/?lang=pt>>. Accessed: Dec 15, 2022. doi: 10.1590/S0103-84782009005000098.

NETO, A. B. et al. Tillering in Italian ryegrass established after soybean or corn, under different stockings and grazing intensities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 48, n. 3, p.329-338, 2013. Available from: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/9NkQ45MMdDPPvDptNZG6vxM/?format=pdf&lang=pt>>. Accessed: Jan. 12, 2022. doi: 10.1590/S0100-204X2013000300012.

PIEGAS, B. N. Respostas **Morfofisiológicas de Azevém a Diferentes Épocas de Adubação Nitrogenada para Produção e Qualidade de Sementes.** 2020. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.

PONTES, L.S. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p.814-820, 2003. Available from: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/107181/000939742.pdf?sequence=1>. Accessed: Jan.

15, 2022. doi: 10.1590/S1516-35982003000400005.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 356p.

SCHWAB, N. T. et al. Dimensões lineares da folha e seu uso na determinação do perfil vertical foliar de gladiolo. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 97-105. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90831468002>. Accessed: Jan. 15, 2022. doi: 10.1590/brag.2014.014.

Tabela 1 - Data do corte, Dias após a semeadura em relação ao corte (DAS), graus-dia acumulado (GDAC), intervalo entre cortes expresso em dias (IEC), data da colheita de sementes (DCS), intervalo do corte até colheita de sementes expresso em dias (ICCS), intervalo da semeadura até colheita em graus-dia (ISC) e o intervalo do corte até colheita em graus-dia (ICC).

CORTES	DAS	DATA DO CORTE	GDAC	IEC	DCS	ICCS	ISC	ICC
SEM	-	-	-	-	26/nov	216 ²	1625.65	1625.65
1	85	17/jul	585.7	85 ¹	29/nov	134	1667.55	1079.85
2	128	29/ago	728.2	43	05/dez	97	1750.6	1022.4
3	143	13/set	883.9	15	06/dez	83	1760.35	876.45
4	169	09/out	1057.7	26	16/dez	67	1907.25	849.55
5	191	31/out	1294.45	22	19/dez	48	1955.5	661.05
6	218	27/Nov	1642.9	27	30/dez	32	2161.55	518.65

¹ número de dias considerado da semeadura até o primeiro corte

Tabela 2 - Dados agrometeorológicos do período de experimento (T MIN - Temperatura Mínima; T MAX - Temperatura Máxima; Precipitação e Geada).

MÊS	DECÊNDIO	T Média MIN	T Média MAX	PRECIPITAÇÃO	GEADA
ABRIL ¹	3	14.1	25.3	12.0	0
MAIO	1	10.4	22.2	18.7	1
MAIO	2	10.7	20.1	33.6	2
MAIO	3	10.3	19.6	31.8	0
JUNHO	1	8.1	20.1	4.4	1
JUNHO	2	7.5	18.2	0.5	1
JUNHO	3	8.5	17	70.9	0
JULHO	1	9.1	19.9	36.4	2
JULHO	2	8.2	18	19.4	2
JULHO	3	4.5	15.6	0.8	4
AGOSTO	1	8.6	17.2	56.6	1
AGOSTO	2	5	17.3	0	5
AGOSTO	3	7.3	16.9	38.7	1
SETEMBRO	1	11.8	22.7	5.4	1
SETEMBRO	2	12.2	22.6	60.7	0
SETEMBRO	3	10.4	17.8	67.6	0
OUTUBRO	1	11.1	20.8	12.3	0
OUTUBRO	2	15.5	23.7	43.1	0
OUTUBRO	3	13.8	21.7	158.6	0
NOVEMBRO	1	16.1	23.4	56.1	0
NOVEMBRO	2	16.4	25.1	82.4	0
NOVEMBRO	3	18.1	26.2	2.8	0
DEZEMBRO	1	16.2	27.4	10.7	0
DEZEMBRO	2	18.7	28	0	0
DEZEMBRO	3	21.6	32.2	11.2	0

¹ Em Abril os valores apresentados são a média a partir do dia da semeadura.

Tabela 3 – Matéria seca de laminas foliares (MSL) (Kg ha^{-1}), matéria seca de colmo + bainha (MSCB) (Kg ha^{-1}), matéria seca de lâminas + colmo + bainha (MSLCB) (Kg ha^{-1}), produção de matéria seca (PMS) (Kg ha^{-1}), rendimento de sementes (RS) (Kg ha^{-1}) e peso de mil sementes (PMILS) (g) de sementes de azevém anual cv. BRS Estações para a terceira, quarta, quinta e sexta desfolha.

Variáveis	Tratamentos							CV (%)
	(Desfolhas)							
	Sem	Um	Dois	Três	Quatro	Cinco	Seis	
MSL	-	2541.7 a	2799.6 a	1111.4 c	1189.5 c	1578.4 b	587.9 d	7.91
MSCB	-	140.5 e	1146.0 b	471.7 d	809.5 c	1231.0 b	1627.1 a	8.84
MSLCB	-	2682.2 b	3945,6 a	1583,1 d	1999.1 c	2809.5 b	2215.1 c	7.50
PMS	-	2215,5 b	3996 a	1666.9 c	2310.7 b	2994.3 b	2039.9 b	23.25
RS	1434.3 a	1183.5 b	1209.8 b	1386.7 a	1195.1 b	518 c	92.5 d	11.8
PMILS	2.11 a	2.13 a	2.06 a	2.03 a	1.85 b	1.41 c	1.52 c	5.5

Averages followed by the same letter in the lines do not differ by the Scott-Knott test at 5%.

Tabela 4 - Número de perfilhos (NP), número de perfilhos basais (NPB), número de perfilhos aéreos (NPA), número de perfilhos mortos (NPM), número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas senescentes (NFS), número de folhas mortas (NFM), comprimento médio das folhas vivas (CMFV) (cm), comprimento médio das folhas (CMF) (cm), comprimento da última lâmina (CUL) (cm), altura (cm), número de espigas por planta (EPP), número de espiguetas por espiga (EPE), número de flores por espiguetas (FPE) e matéria seca das plantas (MSP) (g) de azevém anual cv. BRS Estações submetido a diferentes números de desfolha no momento da expansão da espiga.

Variáveis	Tratamentos							CV (%)
	(Desfolhas)							
	Sem	Um	Dois	Três	Quatro	Cinco	Seis	
NP	35.4 d	39.3 c	44.3 b	43.6 b	53.8 a	38.1 c	33.3 d	6.95
NPB	32.5 b	36.5 a	37.5 a	30.8 b	32 b	19.3 c	5.5 d	6.93
NPA	0.8 b	0.5 b	0.5 b	0 b	1.8 c	0.3 b	0.5 b	82.35
NPM	2.3 e	2.3 e	6.3 d	12.8 c	20 b	18.5 b	27.3 a	11.19
NF	7.7 a	7.9 a	4.9 c	5.3 b	4.4 d	3.1 e	2.5 f	4.56
NFV	5.1 b	5.4 a	3.9 d	4.6 c	4.0 d	2.6 e	0.1 f	4.63
NFS	0.3 a	0.0 c	0.3 a	0.1 b	0.1 b	0.1 b	0.1 b	42.18
NFM	2.3 a	2.5 a	0.7 b	0.6 b	0.3 c	0.4 c	2.3 a	10.55
CMFV	32.1 a	29.8 b	27.5 c	25.1 d	20.3 e	9.5 f	2.2 g	5.42
CMF	30.6 a	26.9 b	26.4 b	23.1 c	20.1 d	9.6 e	4.7 f	5.96
CUL	31.2 a	26.1 c	34.4 a	19.1 e	23.3 d	10.7 f	3.9 g	5.33
Altura	67.8 b	73.3 a	68.6 b	65.2 c	50.2 d	46.4 e	31.9 f	2.57
EPP	0 e	3 d	4.3 c	8.5 a	8.8 a	8 a	5.5 b	14.77
EPE	28 a	29 a	27 a	28 a	21 b	19 c	11 d	5.02
FPE	11 a	10.7 a	10.7 a	10 a	7.5 c	8.5 b	3.1 d	7.46
MSP	18.1 a	16.1 b	17.4 a	12.9 c	8.2 d	4.4 e	2.2 f	5.74

Averages followed by the same letter in the lines do not differ by the Scott-Knott test at 5% significance.

Tabela 5 – Número de perfilhos (NP), número de perfilhos basais (NPB), número de perfilhos aéreos (NPA), número de perfilhos mortos (NPM), número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas senescentes (NFS), número de folhas mortas (NFM), altura da última lígula (AUL) (cm), número de espigas por planta (EPP), número de espiguetas por espiga (EPE), número de sementes por espiguetas (SPE), comprimento da inflorescência (CI) (cm), matéria seca da inflorescência (MSI) (g), matéria seca das plantas (g) de azevém anual cv. BRS Estações submetido a diferentes números de desfolha no momento da pré-colheita.

Variáveis	Tratamentos							CV(%)
	(Desfolhas)							
	Sem	Um	Dois	Três	Quatro	Cinco	Seis	
NP	62.8 a	58.8 a	53.8 b	31.1 c	29.3 c	32.3 c	35.3 c	8.06
NPB	32.5 a	29.3 a	22.5 b	18.3 c	17.8 c	12 d	5 e	12.20
NPA	19.8 b	23.5 a	21.3 b	7 c	5.5 c	3.5 d	2 d	11.78
NPM	10.5 c	6 d	10 c	5.8 d	6 d	16.8 b	28.3 a	10.89
NF	4.1 a	3.3 b	3.2 b	3.3 b	3.3 b	2.9 b	2.2 c	7.74
NFV	0 b	0 b	0.05 a	0.05 a	0 b	0 b	0 b	216.02
NFS	0.05 a	0 b	0.05 a	0 b	0 b	0 b	0 b	216.02
NFM	4 a	3.3 b	3.1 b	3.2 b	3.3 b	2.9 b	2.2 c	7.75
AUL	100.4 a	97.4 a	96.4 a	74.5 b	57.4 c	34.7 d	17.8 e	4.50
EPP	40 a	42 a	23 b	21 b	16.8 c	13.5 d	4.5 e	6.21
EPE	29 a	26.5 a	28 a	22.5 b	21.5 b	16.3 c	11.5 d	7.67
SPE	7 a	7 b	8 a	4.5 d	6 c	6 c	3 e	8.59
CI	29 b	31.6 a	32.6 a	25 c	22.5 d	18 e	9 f	3.69
MSI	6.9 a	7.2 a	6 b	3.5 c	2.3 d	1.4 e	0.3 f	15.34
MSP	21 a	17.4 b	13.6 c	10.2 d	6.5 e	3.8 f	3.7 f	8.71

Averages followed by the same letter in the lines do not differ by the Scott-Knott test at 5% significance.

Tabela 6 - Equações de regressão e a relação entre o número de perfilhos (NP), número de perfilhos basais (NPB), número de perfilhos aéreos (NPA), número de perfilhos mortos (NPM), número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas senescentes (NFS), número de folhas mortas (NFM), comprimento médio das folhas vivas (CMFV) (cm), comprimento médio das folhas (CMF) (cm), comprimento da última lâmina (CUL) (cm), altura (cm), número de espigas por planta (EPP), número de espiguetas por espiga (EPE), número de flores por espiguetas (FPE), matéria seca das plantas (MSP) (g) e o rendimento de sementes de azevém anual cv. BRS Estações no momento da expansão da espiga para a terceira, quarta, quinta e sexta desfolha.

Variáveis	Equações	R ²	R
NP	$Y = 0.0114x + 32.753^*$	0.58	0.75
NPB	$Y = 0.0199x + 5.9688^*$	0.92	0.95
NPA	$Y = 0.0003x + 0.4241^{ns}$	-	-
NPM	$Y = -0.0083x + 26.246^*$	0.62	-0.78
NF	$Y = 0.002x + 2.1809^*$	0.92	0.96
NFV	$Y = 0.0032x + 0.2439^*$	0.93	0.96
NFS	$Y = 2E-0.5x + 0.0875^{ns}$	-	-
NFM	$Y = 4E-0.6x^2 - 0.0067x + 2.9092^*$	0.97	-0.72
CMFV	$Y = 0.0172x + 0.5789^*$	0.97	0.98
CMF	$Y = 0.0145x + 2.8785^*$	0.98	0.99
CUL	$Y = 0.0136x + 3.3898^*$	0.88	0.94
Altura	$Y = 0.0211x + 31.613^*$	0.84	0.92
EPP	$Y = 0.002x + 2.1809^*$	0.92	0.96
EPE	$Y = 0.0108x + 11.195^*$	0.84	0.91
FPE	$Y = 0.0032x + 5.1095^*$	0.49	0.78
MSP	$Y = 0.0075x + 0.9914^*$	0.89	0.94

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; R²= coeficiente de determinação; r= coeficiente de correlação.

Tabela 7 - Equações de regressão e a relação entre número de perfilhos (NP), número de perfilhos basais (NPB), número de perfilhos aéreos (NPA), número de perfilhos mortos (NPM), número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas senescentes (NFS), número de folhas mortas (NFM), altura da última lígula (AUL) (cm), número de espigas por planta (EPP), número de espiguetas por espiga (EPE), número de sementes por espiguetas (SPE), comprimento da inflorescência (CI) (cm), matéria seca da inflorescência (MSI) (g), matéria seca das plantas (g) e o rendimento de sementes de azevém anual cv. BRS Estações na pré-colheita para a terceira, quarta, quinta e sexta desfolha.

Variáveis	Equações	R ²	R
NP	$Y = -0.0037x + 34.924^*$	0.41	-0.62
NPB	$Y = 0.0101x + 5.1976^*$	0.89	0.94
NPA	$Y = 0.0036x + 1.6098^*$	0.83	0.91
NPM	$Y = 1E - 0.5x^2 - 0.0349x + 31.4758^*$	0.98	-0.97
NF	$Y = 0.0007x + 2.3042^*$	0.74	0.85
NFV	-	-	-
NFS	-	-	-
NFM	$Y = 0.0007x + 2.3135^*$	0.71	0.84
AUL	$Y = 0.041x + 13.418^*$	0.95	0.97
EPP	$Y = 0.0112x + 5.0324^*$	0.89	0.94
EPE	$Y = 0.0084x + 11.204^*$	0.92	0.96
SPE	$Y = -7E - 06x^2 + 0.0117x + 1.8535^{ns}$	0.93	0.47
CI	$Y = 0.0112x + 9.7556^*$	0.92	0.95
MSI	$Y = 0.0023x + 0.0836^*$	0.93	0.96
MSP	$Y = 7E - 06x^2 + 0.0054x + 4.3232^*$	0.93	0.88

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; R²= coeficiente de determinação; r= coeficiente de correlação.

Tabela 8 - Equações de regressão e a relação entre a matéria seca de lâminas foliares (MSL) (Kg ha⁻¹), matéria seca de colmo + bainha (MSCB) (Kg ha⁻¹), matéria seca de lâminas + colmo + bainha (MSLCB) (Kg ha⁻¹), produção de matéria seca (Kg ha⁻¹), peso de mil sementes (PMILS) (g), intervalo do corte até a colheita de sementes (ICCS) (dias) e o rendimento de sementes de sementes de azevém anual cv. BRS Estações para a terceira, quarta, quinta e sexta desfolha.

Variáveis	Equações	R ²	r
MSL	$Y = -0.002x^2 + 2.7289x + 435.1^{ns}$	0.78	0.36
MSCB	$Y = -0.8267x + 1694.4^*$	0.95	-0.97
MSLCB	$Y = -0.0021x^2 + 2.5239x + 2014.6^*$	0.88	-0.64
PMS	$Y = -0.0023x^2 + 3.1612x + 1839^{ns}$	0,80	-0,37
PMILS	$Y = 0.0004x + 1.3558^*$	0.68	0.82
ICCS	$Y = 0.0356x + 29.091^*$	0.94	0.97

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; R²= coeficiente de determinação; r= coeficiente de correlação.

6. CONCLUSÕES

A desfolha durante o período vegetativo propicia colheita de forragem de alto valor nutritivo e não afeta a estrutura da planta para a produção de sementes.

Desfolha logo após o intenso alongamento dos entrenós (meados de setembro) alteram significativamente a estrutura das plantas, todavia, o rendimento e a qualidade fisiológica de sementes se mantêm elevados. A compensação da planta, a plasticidade fenotípica, é verificada por meio do aumento do número de perfilhos basilares verificado no momento da colheita de sementes. Entretanto, estes perfilhos apresentam variáveis estruturais de menor dimensão (número de folhas, comprimento médio da fração viva da folha, alturas da última lâmina e lígula e camada de folhas). Desfolhas posteriores determinam reduções drásticas na estrutura das plantas e, sobretudo, no rendimento de sementes.

De modo geral, as duas cultivares estudadas, BRS Ponteio e BRS Estações, apresentam sementes com alta qualidade fisiológica, mesmo quando submetidas a desfolha após o florescimento das plantas.

7. REFERÊNCIAS GERAIS

AGUINAGA, A.A.Q.; Carvalho, P.C.F.; Anghinoni, I.; Pilau, A.; Aguinaga, A.J.Q.; Gianluppi, G.D.F. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p.1523-1530, 2008.

AHRENS, D.C.; DE OLIVEIRA, J.C. Efeitos do manejo do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 19, n. 1, p.41-47, 1997.

BISCAÍNO, L.L.; ROCHA, M.G.; PÖTTER, L.; ELOY, L.R.; FONSECA, A.M.N.; ALVES, M.B.; GRAMINHO, L.A.; SICHONANY, M.J.O. Desempenho de bezerras de corte em pastagem de azevém recebendo farelo de arroz com ou sem monensina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p.881-887, 2018.

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

GONDIM, T.C.O.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, C.S.; MIRANDA, G.V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agrônômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p.487-493, abril 2008.

HEINECK, G. C.; EHLKE, N.J.; ALTENDORF, K.R.; DENISON, R.F.; JUNGERS, J.M.; LAMB, E.G.; WATKINS, E. Relationships and influence of yield components on spaced-plant and sward seed yield in perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, p.1-14, jul. 2020.

HELLBRUGGE, C.; MOREIRA, F.B.; MIZUBUTI, I.Y.; PRADO, I.N.; SANTOS, B.P.; PIMENTA, E.P. Desempenho de bovinos de corte em pastagem de azevém (*Lolium Multiflorum*) com ou sem suplementação energética. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p.723-730, 2008.

KRONING, A.B.; PEDRA, W.U; COSTA, O.A.D.; BRONDANI, W.C; COELHO, R.A.T.; FERREIRA, O.G.L. Produtividade de azevém em terras baixas do Litoral Sul do Rio Grande do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p.1-4, 2014.

MARCELINO, K.R.A.; JUNIOR, D.N.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M. Morphogenetic and structural traits and herbage production of marandugrass under intensities and frequencies of defoliation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p.2243-2252, 2006.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. **Revista**

Brasileira de Sementes, v. 23, n. 2, p. 245-254, 2001.

MÜLLER, L.; Manfron, P.A.; Medeiros, S.L.P.; Rigão, M.H.; Bandeira, A.H.; Tonetto, C.J.; Dourado-Neto, D. Pearson's simple and canonical correlations between components of forage dry matter and seeds of ryegrass. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p.86-93, 2012.

PASLAUSKI, B. M. da C.; NUNES, U. R.; KROLOW, R. H.; NUNES, S. C. P. Produção e qualidade fisiológica de sementes de azevém submetido a cortes e épocas de colheita. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 8, n. 2, p. 1-13, 2014.

PEREIRA, A. V.; MITTELMANN, A.; LEDO, F. J. da S.; SOBRINHO, F. de S.; AUAD, A. M.; OLIVEIRA, J. S. e. Comportamento agrônômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) para cultivo invernal na região sudeste. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 567-572, 2008.