

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Respostas Morfológicas e Fisiológicas de Cultivares de Azevém a Diferentes
Épocas de Adubação Nitrogenada para Produção e Qualidade de Sementes**

Beatriz Neves Piegas

Pelotas, 2020

Beatriz Neves Piegas

**Respostas Morfológicas e Fisiológicas de Cultivares de Azevém a Diferentes
Épocas de Adubação Nitrogenada para Produção e Qualidade de Sementes**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Forrageiras).

Orientador: Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso
Coorientador(es): Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Dr. Luciano Carlos da Maia

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

P111r Piegas, Beatriz Neves

Respostas Morfológicas e Fisiológicas de Cultivares de Azevém a Diferentes Épocas de Adubação Nitrogenada para Produção e Qualidade de Sementes / Beatriz Neves Piegas ; Carlos Eduardo da Silva Pedroso, orientador ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes, Luciano Carlos da Maia, coorientadores. — Pelotas, 2020.

64 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Qualidade de sementes. 2. *Lolium multiflorum* Lam. 3. Adubações nitrogenadas em cobertura. I. Pedroso, Carlos Eduardo da Silva, orient. II. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de, coorient. III. Maia, Luciano Carlos da, coorient. IV. Título.

CDD : 631.521

Beatriz Neves Piegas

Respostas Morfológicas e Fisiológicas de Cultivares de Azevém a Diferentes Épocas
de Adubação Nitrogenada para Produção e Qualidade de Sementes

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 21/08/2020

Banca examinadora:

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

Dra. Andréa Mittelman
Doutora em Agronomia pela Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabelo
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

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

Dedico este trabalho aos meus pais, Carmen Regina Neves Piegas e Fernando Soares Piegas, que são minha referência como profissionais, além de exemplos de honestidade e de caráter.

Agradecimentos

A Deus, por me permitir mais esta conquista.

Aos meus pais, Carmen e Fernando, maiores exemplos da minha vida. Por me ensinarem princípios, por acreditarem em mim, pelo apoio incansável, pelo amor, pelo incentivo e pela compreensão nos momentos difíceis. A vocês, toda a minha gratidão!

Aos meus irmãos, Victor e Guilherme, pela amizade, carinho e orientação, sempre que precisei.

Ao meu namorado, Diego, pelo amor, pelo companheirismo, por apresentar sempre um sorriso e arrancar outro, pela paciência e por estar ao meu lado.

A todos da minha família e amigos, que, mesmo de longe, sempre me apoiaram.

Ao meu orientador, professor Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso, sempre solícito e interessado em ajudar, deu grandes contribuições a esta dissertação. Obrigada por me acolher, pela orientação, pelos ensinamentos, pela confiança, pela paciência e pelo respeito ao longo dessa etapa.

Ao meu coorientador, professor Dr. Luciano da Maia, pela ajuda e por me incentivar a não desistir dos meus sonhos.

À Joice, por estar sempre disposta a me ajudar. Fundamental na realização do experimento.

Aos estagiários e colegas que contribuíram para realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes por disponibilizar a estrutura física e corpo docente que possibilitaram a realização desse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e auxílio financeiro.

Resumo

PIEGAS, BEATRIZ NEVES. **Respostas Morfológicas e Fisiológicas de Cultivares de Azevém a Diferentes Épocas de Adubação Nitrogenada para Produção e Qualidade de Sementes**. 2020. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

Adubações mais tardias podem resultar em menor número de perfilhos vegetativos, porém também pode resultar em perfilhos reprodutivos de melhor qualidade. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da época de adubação nitrogenada em cobertura, testemunha (sem aplicação de N), vegetativo (aplicação de 60 kg/ha de N na fase vegetativa), diferenciação (aplicação de 60 kg/ha de N na fase de diferenciação do primórdio floral – quando ocorreu intenso alongamento dos entrenós) e na floração (aplicação de 60 kg/ha de N na fase de floração – emissão completa da espiga) na produção e qualidade de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) das cultivares BRS Estações e BRS Integração. Foram avaliadas características estruturais e morfogênicas como número de folhas senescentes, número de folhas vivas, número de folhas em expansão e completamente expandidas, número de perfilhos, senescência (cm), altura da planta (cm), comprimento do pseudo-colmo (cm), comprimento dos perfilhos (cm), comprimento da folha bandeira (cm), comprimento da espiga (cm), número de espiguetas por espiga, número de flores por espiguetas, dentre outros. No início da primavera foi realizado um único corte de uniformização. As plantas estavam, em média, com 51 cm e foram rebaixadas para 10 cm. Adubações nitrogenadas em cobertura efetuadas durante o período reprodutivo (diferenciação floral e florescimento) determinam maior rendimento e alta qualidade de sementes. A cultivar BRS Integração apresentou respostas semelhantes em termos de qualidade fisiológica das sementes com adubações realizadas tanto na época de diferenciação floral quanto na época de florescimento. Todavia, a cultivar BRS Estações apresentou as melhores respostas de qualidade fisiológica da semente quando adubadas na época de florescimento. A adubação nitrogenada durante o período vegetativo resultou em maiores perdas de rendimento de sementes por degrana e pelo menor investimento em perfilhos de 3ª geração e aéreos. Quando a adubação nitrogenada foi realizada durante o período reprodutivo (diferenciação floral e florescimento), perfilhos de 3ª geração e aéreos produziram sementes com alta qualidade fisiológica.

Palavras-chave: nitrogênio; *lolium multiflorum* lam; brs integração; brs estações; perfilhamento

Abstract

PIEGAS, BEATRIZ NEVES. **Morphological and Physiological Responses of Ryegrass Cultivars to Different Times of Nitrogen Fertilization for Seed Production and Quality**. 2020. 65f. Dissertation (Master Degree em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

Later fertilization can result in fewer vegetative tillers, but it can also result in better quality reproductive tillers. The objective of this study was to evaluate the effect of the season of nitrogen fertilization in cover, control (without application of N), vegetative (application of 60 kg/ha of N in the vegetative phase), differentiation (application of 60 kg/ha of N in the differentiation phase of the floral primordium - when there was intense elongation of internodes) and flowering (application of 60 kg/ha of N in the flowering phase - complete emission of the ear) in the production and quality of annual ryegrass seeds (*Lolium multiflorum* Lam.) of the cultivars BRS Estações and BRS Integração. Structural and morphogenic characteristics were evaluated, such as number of senescent leaves, number of live leaves, number of expanding and fully expanded leaves, number of tillers, senescence (cm), plant height (cm), length of pseudo-stem (cm) , tillers length (cm), leaf length (cm), ear length (cm), number of spikelets per ear, number of flowers per spike, among others. In early spring, a single uniform cut was made. The plants were, on average, 51 cm and were lowered to 10 cm. Nitrogen fertilizations in cover performed during the reproductive period (floral differentiation and flowering) determine higher yield and high quality of seeds. The cultivar BRS Integração presented similar responses in terms of physiological quality of the seeds with fertilization carried out both in the period of floral differentiation and in the flowering period. However, the cultivar BRS Estações presented the best responses of physiological quality of the seed when fertilized during the flowering season. Nitrogen fertilization during the growing season resulted in greater losses of seed yield per crop and less investment in 3rd generation and aerial tillers. When nitrogen fertilization was performed during the reproductive period (floral differentiation and flowering), 3rd generation and aerial tillers produced seeds with high physiological quality.

Key-words: nitrogen; *lolium multiflorum* lam; brs integração; brs estações; tillering

Lista de Figuras

Figura 1	Coloração favorável a colheita de sementes pode ser verificada entre a 4ª e a 5ª espiga da esquerda para a direita.	30
Figura 2	Expansão de foliar (cm) de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) nas cultivares BRS Estações e BRS Integração em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha) em função de dias após o corte.	36
Figura 3	Alongamento dos entrenós (altura da última lígula - cm) de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.), nas cultivares BRS Estações e BRS Integração, em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação e floração) e sem adubação Nitrogênio (testemunha) em função de dias após o corte.	36
Figura 4	Número de perfilhos vivos de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.), nas cultivares BRS Estações e BRS Integração, em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação e floração) e sem adubação (testemunha) em função de dias após o corte.	37
Figura 5	Senescência (cm) de plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.), nas cultivares BRS Estações e BRS Integração, em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação e floração) e sem adubação (testemunha) em função de dias após o corte.	37

Figura 6	Comprimento de raiz (cm) plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	46
Figura 7	Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	46
Figura 8	Comprimento de raiz (cm) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	47
Figura 9	Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	47
Figura 10	Massa seca de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	48

Figura 11	Massa seca de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	48
Figura 12	Massa seca de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	49
Figura 13	Massa de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	49
Figura 14	Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).	50
Figura 15	Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).	51

Figura 16	Comprimento de raiz (cm) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).	52
Figura 17	Comprimento de raiz (cm) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).	52
Figura 18	Massa de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).	53
Figura 19	Massa de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).	54
Figura 20	Massa de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).	54
Figura 21	Massa de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam	55

adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

Lista de Tabelas

Tabela 1	Características estruturais de plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) das cultivares de BRS Integração e BRS Estações na condição pré-desfolha.	33
Tabela 2	Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO ₂) em plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio vegetativo) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Integração.	35
Tabela 3	Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO ₂) em plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio vegetativo) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Estações.	35
Tabela 4	Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO ₂) em plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de diferenciação do primórdio floral) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Integração.	39
Tabela 5	Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO ₂) em plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de diferenciação do primórdio floral) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Estações.	39
Tabela 6	Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho	40

de CO₂) em plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de floração) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Integração.

Tabela 7	Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO ₂) em plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de floração) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Estações.	41
Tabela 8	Análise de correlação entre as variáveis morfogênicas (senescência, expansão de folha, comprimento do pseudo-colmo, perfilhos vivos e perfilhos mortos) de plantas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) das cultivares BRS Estações e BRS Integração.	41
Tabela 9	Rendimento de sementes de diferentes gerações de perfilhos (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreos) de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) adubados com Nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).	42
Tabela 10	Porcentagem de sementes produzidas de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) pelas cultivares BRS Estações e BRS Integração por geração de perfilho (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreos) de acordo com a época de aplicação de nitrogênio em cobertura (vegetativo, diferenciação floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).	43
Tabela 11	Diferença entre o número de espiguetas por espiga entre o potencial produtivo e o momento de colheita de	43

sementes produzidas por diferentes gerações de perfilhos (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreos) de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubados com nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).

Tabela 12	Diferença entre o número de flores e sementes por espiguetas entre o potencial produtivo e o momento de colheita de sementes produzidas por diferentes gerações de perfilhos (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreos) de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) adubados com nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).	44
Tabela 13	Perdas do potencial produtivo de sementes de Azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.), oriundas de adubação com nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).	44

Lista de Abreviaturas e Siglas

ALT P (cm)	Altura da planta (centímetros)
C ÚLT LÍG	Comprimento da última lígula
CLOR Anth	Clorofilômetro – antocianinas
CLOR Chl	Clorofilômetro - índice de clorofila
CLOR Flav	Clorofilômetro – flavonoides
CLOR NBI	Clorofilômetro - índice de balanço de nitrogênio
COMP P C (cm)	Comprimento do pseudo-colmo (centímetros)
CULT	Cultivar
DIF	Diferenciação do primórdio floral
EST	BRS Estações
EXP FOLHA	Expansão foliar
F VIVAS (cm)	Número de folhas vivas (centímetros)
FLOR	Floração
INT	BRS Integração
IRGA Ass CO ₂	<i>Infra Red Gas Analyser</i> – assimilação líquida de CO ₂
IRGA Ci	<i>Infra Red Gas Analyser</i> - concentração interna de CO ₂
IRGA Cond	<i>Infra Red Gas Analyser</i> - condutância estomática
IRGA Trmmol	<i>Infra Red Gas Analyser</i> – transpiração
Nº F CE	Número de folhas completamente expandidas
Nº F EE	Número de folhas em expansão
Nº F SEN	Número de folhas senescentes
Nº F VIVAS	Número de folhas vivas (expandidas + em expansão)
Nº PERF	Número de perfilhos

P MORT	Perfilhos mortos
PERF	Perfilhos
SEN (cm)	Senescência (centímetros)
SENESEC	Senescência
TEST	Testemunha
VEG	Vegetativo
ESPTA	Espiguetas
Nº SEM	Número de sementes

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5. CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE.....	64

1. INTRODUÇÃO

O adequado manejo de plantas forrageiras anuais, em grande parte, depende da desfolhação para que a fotossíntese mantenha-se elevada e, por consequência, a produção de forragem (Reis et al., 2013). Todavia, a colheita da forragem após o alongamento dos entrenós pode resultar em alta mortalidade de perfilhos, bem como na queda do status de N na planta para formar uma semente de alta qualidade (Rossi, 2017). A pesquisa, de modo geral, recomenda que o azevém seja utilizado até o final do inverno ou início da primavera, ainda durante seu período vegetativo e que, após a última utilização da pastagem, seja feita adubação nitrogenada em cobertura para elevar o status de N na planta. Deste modo, com temperatura e luminosidade favoráveis haveria um aumento do número de perfilhos férteis bem nutridos e, por conseguinte, elevados rendimentos de sementes com alta qualidade (Vleugels et al., 2017; Rossi, 2017 e Hart et al., 2011). Entretanto, nestes estudos verifica-se elevada produção de massa de forragem e, com isso, são registrados intenso acamamento de plantas e perdas por degrana. Adubações mais tardias podem resultar em menor número de perfilhos vegetativos, porém também pode resultar em perfilhos reprodutivos de melhor qualidade. Melhores respostas produtivas e qualitativas são verificadas para as culturas do arroz (Cornélio et al., 2007) e do milho (Ernani et al., 2005) quando a adubação nitrogenada em cobertura é realizada durante a diferenciação do primórdio floral. A maior partição deste nutriente para a formação de estruturas reprodutivas é determinante para o maior rendimento e qualidade de sementes. Adubações ainda mais tardias, durante o florescimento pleno, podem resultar em sementes ainda de melhor qualidade, pois seria o último componente de rendimento ainda em formação. Neste sentido, com o avanço da época da adubação nitrogenada em cobertura, espera-se redução do rendimento, porém aumento da qualidade da semente produzida. Entretanto, pela elevada capacidade de perfilhamento do azevém, especialmente de cultivares de ciclo mais tardio, adubações mais tardias podem resultar em perfilhamento de novas gerações de perfilhos. Já, as cultivares mais precoces podem apresentar maior quantidades de perfilhos aéreos em resposta a adubações mais tardias. Estas respostas morfogênicas, provavelmente, resultariam em queda de qualidade de sementes, uma vez que seriam perfilhos menos desenvolvidos, com menor capacidade produtiva de sementes.

Deste modo, o presente estudo tem por objetivo verificar respostas morfogênicas, status de N, eficiência fotossintética, componentes de rendimento, perdas de potencial de rendimento, rendimento real de sementes e qualidade fisiológica das sementes produzidas por cada tipo de perfilho em função da época de adubação nitrogenada - período vegetativo (recomendada para o azevém), diferenciação do primórdio floral e floração.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O azevém é uma poacea anual de ciclo hibernal, facilmente encontrada no Estado do Rio Grande do Sul (BOLDRINI et al., 2005); cujo porte chega a atingir 1,2 metros de altura. Os colmos são cilíndricos e eretos, compostos de nós e entrenós. Possui folhas finas, tenras e brilhantes, com 2 a 4 milímetros de largura. A inflorescência possui duas fileiras de espiguetas, contendo cerca de 40 espiguetas arranjadas alternadamente, com 10 a 20 flores férteis por espiga. O grão é uma cariopse e apresenta peso de mil sementes de 2 a 2,5 gramas, aproximadamente, nas variedades diploides (BALASKO et al., 1995). O peso da semente, no entanto, é uma característica que depende muito do manejo da lavoura sendo que, em nossas condições, o peso de mil sementes raramente excede 2 gramas nas variedades diploides (CARVALHO et al. 2010).

O gênero *Lolium* apresenta duas espécies de larga distribuição; o azevém perene (*Lolium perenne* L.), que praticamente não é utilizado no Brasil, e o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam), que é a segunda forrageira hibernal mais cultivada no Rio Grande do Sul. O azevém anual pode ser considerado como a mais importante forrageira para o contexto agropecuário do sul do Brasil, visto sua complementaridade de ciclo vegetativo com as pastagens naturais, alto valor nutritivo, facilidade de estabelecimento e excelente capacidade de ressemeadura natural (CARVALHO et al. 2010).

As sementes de azevém permanecem viáveis no solo desde o final do ciclo da cultura até que as mesmas encontrem condições favoráveis à germinação no próximo período produtivo, podendo permanecer viáveis no solo por mais de um ano, formando um banco de sementes (CARAMBULA, 1981).

Segundo Carvalho et al. (2010), esta característica pode ser aproveitada pelo produtor para evitar nova semeadura nos anos subsequentes à primeira semeadura, desde que o manejo de fim de ciclo seja feito de maneira a permitir o florescimento e a formação adequada de sementes. A qualidade das sementes, sobretudo o seu peso, é fundamental para um rápido estabelecimento, podendo abreviar o período entre a semeadura e a primeira utilização em até 20 dias, quando se comparam sementes leves e pesadas (e.g., 1,5 g contra 2,0 g por 1.000 sementes).

No ano de 2017, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) lançou a cultivar BRS Integração, que apresenta ciclo produtivo precoce, o que

permite a colheita de sementes ou ressemeadura natural e, ainda, posteriormente, a integração com culturas anuais de estação quente.

Já, a cultivar BRS Estações, trata-se de uma nova cultivar diploide, que vem demonstrando elevado potencial produtivo no sul do Brasil, apresentando um ciclo mais longo. Entretanto, não existe informação sobre o potencial produtivo desta cultivar no Rio Grande do Sul, principalmente, sobre o potencial produtivo de sementes (BILHARVA, 2015).

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) possui capacidade de adaptação às diferentes condições climáticas, à capacidade de cultivo isolado ou consorciado, às características quanti-qualitativas e responde linearmente às doses de adubação nitrogenada (ALVIM & MOOJEN, 1984).

O suprimento adequado de nutrientes é fundamental para a obtenção de altas produtividades (CLARK, 1990), especialmente com relação ao N, que geralmente é o elemento requerido em maior quantidade pelas plantas (MALAVOLTA, 1979; MAMAN et al., 1999).

Desde o início dos estudos sobre a utilização do nitrogênio como ferramenta de manejo, Mott et al. (1970) e, mais recentemente, Morón (1994) e Assmann et al. (2004) relacionam a produtividade das pastagens à quantidade de nitrogênio disponível à planta, pois este, segundo os autores, é o nutriente mais limitante ao crescimento destas.

O nitrogênio interfere na morfogênese das gramíneas, sobretudo a taxa de perfilhamento e de expansão foliar (GASTAL et al., 1992; LEMAIRE & GASTAL, 1997). Manzanti & Lemaire (1994), relatam que a fertilização nitrogenada influencia a estrutura da pastagem, modificando a densidade dos perfilhos e a distribuição vertical da forragem.

Segundo Bissani et al. (2008), a falta de nitrogênio afeta todos os processos vitais da planta; a capacidade fotossintética diminui, o crescimento é retardado e a reprodução é prejudicada. As quantidades de adubo nitrogenado são muito variáveis, dependendo da cultura, variedade e produtividade esperada. Para forrageiras, recomenda-se fazer uma pequena adição de nitrogênio, após cada corte.

O manejo correto de desfolha é de extrema importância para que se obtenha o máximo aproveitamento de forragem com o menor prejuízo possível à produção de sementes, através da redução de problemas como o acamamento de plantas, aparecimento de doenças e, permitindo o ajuste no período de floração, para que se

tenha o maior número de sementes fisiologicamente maduras no momento da colheita, de forma a se obter um lote de sementes de alta qualidade, com o mínimo de perdas.

Através do analisador portátil de fotossíntese por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser – IRGA, modelo Li-6400XT, LI-COR), é possível avaliar assimilação líquida de CO₂ (A), que é uma medida expressa em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ que responde a ação de fatores ambientais perceptíveis pelas plantas (Salazar et al., 1978). Esta medida está diretamente relacionada a fotossíntese foliar (Braga et al., 2004) e a densidade de fluxo de fótons fotossintético, uma vez que as altas taxas de assimilação são alcançadas em condições de saturação do fluxo (Marler e Mickelbart, 1998; Campostrini e Yamanishi, 2001). Em plantas de mamoeiro, valores máximos de 25 a 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para a assimilação foram encontrados para uma saturação de luz da densidade de fluxo de fótons em torno de 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Reis, 2007). Além da luz, a restrição hídrica é determinante para o decréscimo de (A), uma vez que a transpiração e a fotossíntese são diminuídas (Pelozo et al., 2017).

No que se refere a disponibilidade de nutrientes, o fornecimento de nitrogênio desempenha papel importante para o aumento da assimilação líquida de CO₂, uma vez que acelera o crescimento vegetal e promove acúmulo vegetal (Santos et al., 2016). O nitrogênio (N) participa de forma ativa na segunda etapa do processo fotossintético, já que este compõe parte da enzima carboxilase/oxigenase da ribulose 1,5 bisfosfato (RubisCO), sendo que a molécula estável produzida ao final (3-fosfoglicerato) participa da formação de glicoses e amidos (Martinotto et al., 2006). A falta ou diminuição deste nutriente na planta diminui a taxa assimilatória de CO₂ (Evans, 1989; Delú-Filho, 1994), devido à redução da atividade de algumas enzimas do ciclo redutivo do carbono (Sugiharto et al., 1990).

A transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) das plantas promove também respostas marcantes e distintas nas plantas. Em plantas de *Panicum maximum* e *Panicum infestum* o aumento das doses de N, acarretaram em um aumento da transpiração nas plantas (Pompeu et al., 2011), possivelmente pela demanda hídrica ocasionada pelo aumento da fotossíntese líquida do dossel das plantas (Yin et al., 2009). Respostas similares foram encontradas por Souza et al. (2019), devido ao aumento dos índices de clorofila, eficiência de uso da água, biomassa e trocas gasosas. Esta última, por sua vez está diretamente relacionada a abertura e o fechamento estomático. A condutância estomática (gs), expressa em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ contribui para

manter o potencial hídrico dentro de limites que garantem o pleno crescimento vegetal (Cavatte et al., 2012), de modo que com a diminuição da transpiração, ocorre uma redução de (gs) e por consequência de (A) (Pelozo et al., 2014).

A concentração intercelular de CO_2 (C_i), por sua vez, é muito importante para a produtividade de uma planta, já que com luz adequada e com ausência de estresse, altos valores de C_i sustentam elevadas taxas fotossintéticas (Taiz e Zeiger, 2006). No entanto, Dalstra et al. (2014), encontrou uma relação muito mais significativa com o acúmulo de açúcares na planta e em frutos do que na produtividade final das plantas. A concentração interna de CO_2 poderá ser alta, mesmo com baixa (gs) e (A), fato este relacionado a outros fatores bioquímicos na planta, como a baixa carboxilação do carbono (Peloso et al., 2014).

A adubação nitrogenada em cobertura potencializa a produção de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). Com o aumento da produção de forragem e com a prática da desfolha, o status de N diminui ao final do ciclo da cultura (GONÇALVES; QUADROS, 2003), o que compromete a qualidade da semente e, sobretudo, a produção.

Como constituinte de biomoléculas na planta, o N pode afetar a qualidade das sementes. Trabalhos realizados com trigo têm mostrado a existência de correlação positiva entre o teor de proteína e o vigor das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988). Segundo SÁ (1994), a disponibilidade de nutrientes influencia a composição química da semente, a formação do embrião e das estruturas de reserva e, consequentemente, o desempenho fisiológico da semente.

Não tem-se tomado maiores cuidados em termos de práticas agronômicas, no sentido da obtenção de sementes de alta qualidade, desse modo, as sementes de azevém apresentam, em geral, baixa qualidade. Porém, na implantação de pastagens é fundamental o uso de sementes de alta qualidade fisiológica.

O vigor das sementes afeta diretamente a emergência das plântulas e o estabelecimento das culturas no campo, podendo influenciar muitos aspectos de desempenho das plantas. Os aspectos de desempenho que podem mostrar variação devido ao vigor das sementes, incluem taxa e uniformidade de germinação de sementes e crescimento de plântulas em laboratório (SCHUCH et al., 1999), emergência e crescimento de plântulas no campo (SCHUCH & LIN, 1982; SCHUCH, 1999), habilidade de emergência de plântulas em condições ambientais desfavoráveis, além de vigor de sementes poder afetar crescimento e rendimento.

Adubações em cobertura podem ser favoráveis, após a última desfolha, ainda durante o período vegetativo, pois a temperatura, a umidade do solo e a radiação são favoráveis ao perfilhamento, componente de rendimento de alto impacto na produção de sementes. Por outro lado, adubação nesta época, pode determinar elevada partição do N em folhas, em detrimento de sementes. Adubações nitrogenadas em cobertura são recomendadas na diferenciação do primórdio floral para a cultura do arroz e do milho para que haja a maior partição de N em inflorescências. Todavia, a adubação em cobertura durante o florescimento pode ser ainda mais efetiva na conversão de N em sementes propriamente ditas.

Em condições de casa-de-vegetação, foi observado aumento na altura da planta, número de colmos por planta e produtividade de grãos de dois cultivares de painço em função da aplicação de N em cobertura (SORATTO et al., 2004). Contudo, informações ainda são escassas quando se trabalha com pastagem de azevém submetida a diferentes doses de nitrogênio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

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

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e em laboratórios pertencentes à Universidade Federal de Pelotas, situada no município de Capão do Leão, RS, Brasil.

Foram utilizadas duas cultivares, oriundas da Embrapa Clima Temperado, uma de ciclo curto, BRS Integração e outra, de ciclo longo, BRS Estações.

Além da testemunha (sem adubação nitrogenada em cobertura) foram testadas 3 épocas de adubação nitrogenada em cobertura: vegetativo (aplicação de 60 kg/ha de N na fase vegetativa), diferenciação (aplicação de 60 kg/ha de N na fase de diferenciação do primórdio floral – quando ocorreu intenso alongamento dos entrenós) e na floração (aplicação de 60 kg/ha de N na fase de floração – emissão completa da espiga). A aplicação de N ocorreu na forma de ureia diluída em 150 ml de água. A adubação em cobertura no período vegetativo ocorreu logo após o corte, no mesmo dia. Já as aplicações de N nas fases de diferenciação do primórdio floral e de floração foram realizadas nos dias 18/10/2018 e 30/10/2018, respectivamente.

O delineamento foi completamente ao acaso com 5 (vasos) repetições. Logo, o total de unidades experimentais foi de 40 (2 cultivares x 4 - testemunha mais 3 épocas de adubação nitrogenada x 5 repetições).

Foram testados dois fatores: cultivar e época de adubação nitrogenada.

A semeadura das cultivares *de Lolium multiflorum Lam.* (Azevém anual - BRS Integração e BRS Estações), oriundas da Embrapa Clima Temperado, ocorreu no dia 29/06/2018, em solo acondicionado em vasos de oito litros.

Foram semeadas 10 sementes a 1 cm de profundidade e, uma semana após a semeadura, foi realizado o desbaste, deixando-se cinco plantas por vaso. Sendo, dez vasos para cada tratamento e destes, cinco vasos para cada cultivar, totalizando 40 vasos. Portanto, 200 plantas foram avaliadas.

No dia 25/09/2018 (88 dias após a semeadura) foi realizado um corte (único) de uniformização. As plantas estavam, em média, com 51 centímetros e foram todas rebaixadas para 10 centímetros.

O solo utilizado foi coletado no Centro Agropecuário da Palma, pertencente a Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e apresentou as seguintes características: pH H₂O= 4,7; Ca⁺²= 2,7 cmol.L⁻¹; Mg⁺²= 1,4 cmol.L⁻¹; Al⁺³= 0,5 cmol.L⁻¹; CTC efetiva= 4,8 cmol.L⁻¹; K= 70 mg.L⁻¹; % MO= 1,24 m.V⁻¹; CTC pH7= 8,7; Índice SMP= 6,0.

Por meio da técnica de “perfilhos marcados” (Carré et al., 1997) houve o monitoramento das características morfogênicas e estruturais na condição pré-desfolha e pós-desfolha (uma vez por semana) até a expansão completa da espiga (potencial de rendimento). A primeira avaliação ocorreu no dia 02/10/2018 (95 dias após a semeadura) e a última no dia 13/11/2018 (137 dias após a semeadura), totalizando sete avaliações. Houve a marcação (com anel plástico branco) de um perfilho por vaso.

As características foram as seguintes:

- número de folhas senescentes (com qualquer sinal de senescência);
- número de folhas vivas (sem sinais de senescência);
- número de folhas completamente expandidas;
- número de folhas em expansão;
- número de perfilhos;
- senescência (cm);
- comprimento de folhas vivas (cm);
- altura da planta (estrutura mais alta – sem manipulação da planta - cm);
- comprimento do pseudo-colmo (da base da planta até a última lígula a ser exposta - cm).

Por meio destas medidas verificou-se o avanço da expansão de folhas; da senescência de folhas e de alongamento do pseudo-colmo semanalmente, até o perfilho marcado expandir completamente a espiga.

Leituras com clorofilômetro (modelo Dualex FORCE-A, Orsay, France) foram realizadas para aferir índice de clorofila (Chl), flavonoides (Flv), antocianinas (Anth) e índice de balanço de nitrogênio (NBI) na folha do terço médio de cada planta marcada. O índice de Flv é deduzido a partir de propriedades de absorção UV de flavonoides. Esta abordagem está relacionada à técnica de fluorescência utilizando dois comprimentos de onda T1 T2 T3 T4 T5 16 de excitação: no comprimento de onda de UV (375 nm), absorvido por flavonoides, localizados principalmente na epiderme; e no comprimento de onda de referência que passa através da epiderme, sem ser

absorvido antes de atingir a clorofila no mesofilo. A relação entre Chl/Flv permite a estimativa do índice de NBI (Abdallah, 2012).

As avaliações com o clorofilômetro foram feitas, aproximadamente, duas semanas após a aplicação de N em cobertura. Portanto, duas semanas após a 1ª época de adubação ocorreram avaliações neste tratamento (vegetativo) e na testemunha. Aproximadamente, duas semanas após a 2ª época de avaliação houve avaliação com o clorofilômetro nas plantas deste tratamento (diferenciação do primórdio floral) e da testemunha. Posteriormente, duas semanas após a 3ª época de avaliação houve avaliação com o clorofilômetro nas plantas deste tratamento (floração) e da testemunha. Não houve contraste entre épocas.

A determinação dos índices de troca gasosas foi realizada do mesmo modo e nos mesmos momentos em que houve as avaliações com o clorofilômetro. Sempre contrastando as épocas de adubação nitrogenada contra a testemunha, com mensurações efetuadas, aproximadamente duas semanas após cada época de adubação.

Para a execução das leituras, utilizaram-se as duas últimas folhas completamente expandidas para atender a necessidade de 3 cm² na câmara de leitura. As medidas foram realizadas em dias ensolarados e sem nebulosidade, das 9 horas às 11 horas da manhã. Os índices foram avaliados utilizando-se um analisador portátil de fotossíntese por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser – IRGA, modelo Li-6400XT, LI-COR), seguindo o método descrito por Vu et al. (1986). As variáveis analisadas foram assimilação líquida de CO₂ (A), transpiração foliar (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO₂ (Ci). Como medida indireta dos índices de trocas gasosas foi determinada a eficiência de uso da água (A/E).

Durante o período em que foram realizadas as avaliações das trocas gasosas, a temperatura do ar oscilou de 25,1°C a 25,8°C e da folha entre 24,8°C e 26,4°C na primeira avaliação, na segunda avaliação, as temperaturas variaram de 21°C a 21,4°C e 23,2°C a 24,9°C, respectivamente. Para a terceira avaliação a temperatura do ar manteve-se entre 30 °C e 30,7°C, enquanto que a da folha entre 31,9°C e 33,1°C.

A umidade relativa média do ar foi de 76%, 71% e 60,5% na primeira, segunda e terceira avaliação, respectivamente. A densidade de fótons do meio externo proporcionada pelo aparelho apresentou uma média de 1048 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na primeira avaliação, 1047 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na segunda avaliação e 1051 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na terceira

avaliação. O fluxo de fótons (PPFD) mantido na câmara do IRGA foi de $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nas três avaliações. O fluxo de ar na câmara de avaliação foi de $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Durante as medidas, utilizou-se CO_2 pressurizado em cápsula, calibrado a $400 \text{ mmol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$. Desta forma, fluxo de ar e CO_2 se mantiveram constantes até o final das avaliações.

Os dados de temperatura foram obtidos através de termômetro instalado dentro da casa de vegetação, onde foi realizado o experimento e atingiu uma temperatura média de 20°C no período de 29/06/2018 a 20/12/2018. De acordo com Carvalho et al. (2010), as forrageiras de clima temperado são plantas que apresentam seu melhor crescimento em temperaturas entre 20 e 25°C .

Quando os perfilhos marcados apresentaram espiga completamente expandida houve a coleta de uma planta por vaso para a verificação do potencial produtivo de sementes por meio dos componentes de rendimento.

As plantas foram colhidas rente ao solo e levadas ao Laboratório do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Os perfilhos foram separados por geração (perfilho principal, perfilhos de 1ª geração; perfilhos de 2ª geração; perfilhos de 3ª geração; perfilhos de 4ª geração e perfilhos aéreos) e as seguintes variáveis foram analisadas:

- perfilho principal: de forma visual;
- número de perfilhos de 2ª, 3ª, 4ª geração e aéreos: de forma visual, considerando a axila da folha de origem além de outros parâmetros como comprimento e espessura.
- número de perfilhos mortos: foram considerados, em nível visual, todos os perfilhos que tiveram o meristema apical removido pela ação da desfolha;
- comprimento (cm) dos perfilhos: com auxílio de régua graduada, mediu-se o comprimento destes, por geração de perfilho, da base do perfilho (nível do solo) até a inserção da espiga;
- comprimento (cm) da folha bandeira: com auxílio da régua graduada, mediu-se da lígula até da folha o ápice;
- comprimento (cm) da espiga: com auxílio de régua graduada, mediu-se o comprimento desta, tomando como base a primeira espiguetas até o ápice da última espiguetas;
- número de espiguetas por espiga: de forma visual, foram contadas as espiguetas por espiga;

-número de flores por espiguetas: de forma visual, foi contado o número de flores de 5 espiguetas distribuídas por toda a espiga.

A colheita de sementes ocorreu quando as inflorescências apresentaram a coloração amarelo palha (Paslauski et al., 2014) com tons esverdeados, pastoso firme (Carambula, 1981), conforme mostra a Figura 1.



Figura 1: Coloração favorável a colheita de sementes pode ser verificada entre a 4ª e a 5ª espiga da esquerda para a direita (Silverstein et al. 2006).

No momento em que as espiguetas de cada tratamento atingiram coloração indicada para a colheita de sementes, todas as plantas foram removidas rente ao solo, sem o desmembramento dos perfilhos. As sementes foram secas, juntamente com os perfilhos, com temperatura controlada de 30°C até atingirem peso constante, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Posteriormente, uma planta por unidade experimental foi retirada para a verificação dos componentes de rendimento no momento da colheita. Foram feitas as mesmas avaliações citadas para o potencial de rendimento, porém com a diferença de que nesta última ocasião, foi mensurado o número de sementes por espiguetas ao invés de número de flores por espiguetas. Posteriormente, todas as plantas foram trilhadas e as sementes separadas por geração de perfilhos.

No Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, foram pesadas sementes por geração de perfilho (perfilho principal, perfilhos de primeira geração, perfilhos de segunda geração, perfilhos de terceira geração, perfilhos de quarta geração e perfilhos aéreos), tanto da

cultivar BRS Estações, como da cultivar BRS Integração. Também foi realizado o Peso de Mil Sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

A análise de germinação foi efetuada por meio de 100 sementes por unidade experimental. Cada unidade experimental foi composta por uma caixa do tipo gerbox contendo um papel mata borrão umedecido com solução de nitrato de potássio (KNO_3) 0,2%, em uma quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Após a etapa de umedecimento, as sementes foram alocadas na superfície do papel e levadas para uma câmara a 5°C na ausência de luz por um período de sete dias, método este recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) para superação da dormência, fenômeno comumente verificado em sementes desta espécie. Após este procedimento, as unidades experimentais – caixas gerbox - foram aleatoriamente distribuídas na superfície de uma bancada localizada em uma sala de germinação, caracterizada pela presença de luz e temperatura de 20°C em tempo integral, conforme proposto pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

A primeira contagem de germinação e a germinação final (%) foram obtidas com a contabilização do número de plântulas normais aos 5 e aos 14 dias, após o início do teste (Brasil, 2009). Para as variáveis índice de germinação, tempo médio para germinação e coeficiente de velocidade de germinação, a contabilização do número de sementes germinadas foi realizada diariamente, em que o critério estabelecido foi a emissão de radícula, com no mínimo, dois milímetros.

O índice de germinação (IG) foi calculado de acordo com a seguinte equação (Bench et al. 1991):

$$GI = (7 \times n1) + (6 \times n2) + \dots + (1 \times n7)$$

Onde $n1, n2 \dots n7$ = Número de sementes germinadas no primeiro, segundo até o sétimo dia. 7, 6 $\dots$ e 1 são pesos dados ao número de sementes germinadas no primeiro, segundo e seguintes dias, respectivamente.

Para o tempo médio para germinação (TMG), foi utilizada a equação proposta por Ellis e Roberts (1981):

$$MGT = \frac{\sum(Dn)}{\sum n}$$

Onde n é o número de sementes germinadas em cada dia e D é o dia da contagem.

Para a obtenção do coeficiente de velocidade de germinação foi utilizada a equação proposta por Maguire (1962):

$$CVG = \frac{G1 + G2 + \dots + Gn}{G1 + 2G2 + \dots + nGn}$$

onde: G é o número de sementes germinadas e n é o último dia de germinação

Dez plântulas de azevém foram coletadas aleatoriamente ao 5º dia, após ao início do teste de germinação, para a determinação do comprimento, com auxílio de uma régua milimetrada, e massa seca de raiz e de parte aérea, obtidas com a alocação destas partes em estufa a 60°C por 72 horas.

Para o experimento com fatores qualitativos (cultivar (BRS Integração e BRS Estações) e época de adubação nitrogenada (vegetativo, diferenciação e floração)) os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para cada variável através do procedimento Proc GLM ($p < 0,05$) e quando tiveram diferenças significativas foram feitas comparações de médias utilizando Teste de Tukey ($p < 0,05$). Estes dados também foram avaliados por correlação de Pearson utilizando o procedimento Proc corr. Para análise dos dados da germinação, com a variável qualitativa (cultivar) e quantitativa (DAC-dias após corte), inicialmente foi feito anova para todas as variáveis (Proc GLM ($p < 0,05$)), em caso de interação, as variável foi testada para ajustar o nível de regressão, também pelo método proc GLM. Todas as análises foram feitas no software SAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estratégia da execução de único corte após o alongamento dos entrenós teve por objetivo elevar a colheita de forragem (em um único corte) para viabilizar possíveis processos de conservação. Pois, este corte ocorreu em época favorável a conservação (setembro) e ainda porque, em experimentos anteriores com estas cultivares, a execução do corte neste momento não influenciou negativamente o rendimento e a qualidade de sementes colhidas (Abib, 2015; Cunha, 2015).

Ambas cultivares apresentaram características estruturais distintas na condição pré-desfolha (Tabela 1), o que está de acordo com as descrições de cada cultivar.

Tabela 1 – Características estruturais de plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) das cultivares de BRS Integração e BRS Estações na condição pré-desfolha.

CULT.	Nº F. SEN.	Nº F. CE	Nº F. EE	Nº F. VIVAS	Nº PERF.	SEN. (cm)	F. VIVAS (cm)	ALT. P. (cm)	COMP. P. C. (cm)
INT.	3,6	3	1,2	4,2	5,6 ^b	56 ^a	126,4 ^b	56,6 ^a	29,6 ^a
EST.	3,8	3	1,8	4,8	12,4 ^a	29 ^b	150,3 ^a	47,8 ^b	23,24 ^b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A cultivar BRS Estações apresentou durante esta fase de crescimento (da emergência até a desfolha) maior número de perfilhos, menor senescência por perfilho, maior expansão de folhas vivas por perfilho, menor expansão do colmo e, por consequência, menor altura. Características típicas de uma cultivar que apresenta um período vegetativo (de produção prioritária de folhas) mais longo. Por outro lado, o BRS Integração, por ser mais precoce, apresentou maior alongamento de entrenós e da altura da planta. Embora, tenha ocorrido diferenças estruturais entre as cultivares até o momento do corte, os objetivos principais foram alcançados. Ou seja, a desfolha ocorreu em 25 de setembro de 2018, quando a condição de pré-secagem da forragem é melhor no sul do Brasil, em função do maior comprimento dos dias e da maior temperatura em relação ao inverno. Houve a colheita de grande volume de forragem das duas cultivares, o que pode ser verificado pela altura que as plantas atingiram (superior a 45 cm). E a morte do perfilho principal, que pode ser verificada pela altura do resíduo (10 cm), foi bem inferior à altura do colmo (superior a 20 cm). A massa de

forragem colhida foi semelhante entre as cultivares (em média, 6,33g MS/vaso). A semelhança entre as cultivares ocorreu, pois a cultivar BRS Integração compensou o menor perfilhamento e produção de folhas - verificados para a BRS Estações - com a participação de mais colmos, estrutura de maior peso.

Após o corte, foram testadas diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura. A primeira época ocorreu logo após o corte, durante o período de alta partição de carbono para a produção de folhas. Esta época foi imposta para repor a quantidade de N retirada por meio da desfolha e, assim, potencializar o surgimento de novos perfilhos. Por consequência, a partir deste manejo, haveria provável aumento de perfilhos férteis e de produção de sementes. Por estes motivos a literatura nacional (Bohn et al., 2020) e internacional (Rossi, 2017) recomenda a adubação nitrogenada em cobertura para a produção de sementes no início da primavera, exatamente quando foi efetuada neste experimento (25/09).

Como resposta à adubação, conforme o esperado, foram verificados avanços expressivos de expansão de folhas e de perfilhamento. Houve estabilização para estas variáveis, cerca de 3 semanas após a adubação em cobertura, de modo que, 2 semanas após a aplicação do N, verificou-se um status de N (clorofilômetro) e eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) superior nas plantas adubadas em relação à testemunha (Tabela 2 e Tabela 3).

Para Bredemeier et al., (2000), o Nitrogênio é o nutriente que mais influencia no crescimento da planta em relação a qualquer outro nutriente, nesta fase de desenvolvimento da planta. Na maioria dos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante. Desta forma, observa-se que o status de N, verificado através da clorofila, foi muito superior nos parâmetros NBI e Chl, para plantas adubadas, em relação à testemunha. Destaca-se que, para BRS Integração, esta diferença foi ainda maior, possivelmente pelo fato de BRS Estações apresentar maior número de perfilhos por planta na fase vegetativa. De fato quando um novo órgão é gerado na planta, os carboidratos são direcionados para a formação deste e, conseqüentemente, ocorre uma menor translocação de carboidratos para as raízes, diminuindo assim, a disponibilidade de energia para absorção do Nitrogênio e translocação para as folhas (Vessey et al., 1990; Taiz & Zeiger, 2013). No entanto, o menor status de N e de clorofila na folha na fase vegetativa, não refletiu em menor assimilação líquida de CO₂, para ambas cultivares. Para o tratamento com a aplicação

de N, a assimilação duplicou, visto que, há maior disponibilidade de clorofila para a transformação de energia.

Já para a concentração interna de CO₂ (Ci), houve diferença entre os tratamentos para as duas cultivares. A testemunha apresentou maior condutância, mas menor assimilação. Logo, pressupõe-se que o CO₂ não atravessou o mesófilo, permanecendo preso na câmara subestomática e, conseqüentemente, não foi carboxilado pela Rubisco. De acordo com Correia et al., (2005), níveis adequados de Nitrogênio aumentam a atividade ribulose 1,5 bisfosfato e a falta deste nutriente pode comprometer a eficiência da enzima.

Tabela 2 – Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) em plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio vegetativo) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Integração.

CV. INT.	CLOR. <i>NBI</i>	CLOR. <i>Chl</i>	CLOR. <i>Flav</i>	CLOR. <i>Anth</i>	IRGA <i>Ass. CO₂</i>	IRGA <i>Cond</i>	IRGA <i>Ci</i>	IRGA <i>Trmmol</i>
TEST.	9,74 ^b	9,48 ^b	0,918 ^a	0,14	4,66 ^b	0,20	341,5 ^a	4,61
VEG.	42,64 ^a	26,44 ^a	0,602 ^b	-	10,11 ^a	0,17	280,4 ^b	4,07

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3 – Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) em plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio vegetativo) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Estações.

CV. EST.	CLOR. <i>NBI</i>	CLOR. <i>Chl</i>	CLOR. <i>Flav</i>	CLOR. <i>Anth</i>	IRGA <i>Ass. Ph.</i>	IRGA <i>Cond</i>	IRGA <i>Ci</i>	IRGA <i>Trmmol</i>
TEST.	12,46	12,48 ^b	0,988	0,18 ^a	5,2 ^b	0,21	340,1 ^a	4,37
VEG.	20,2	17,86 ^a	0,998	0,075 ^b	10,45 ^a	0,26	312,2 ^b	4,57

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observa-se que houve grande conversão de N em folhas e perfilhos, para as duas cultivares (Figura 2 – Adubação nitrogenada durante o período vegetativo - BRS Estações – Exp. folhas = $-0,0639\text{dias}^2 + 4,9487\text{dias} - 29,463$; $R^2 = 0,99$; BRS Integração – Exp. folhas = $-0,064x^2 + 4,9273x - 29,597$ - $R^2 = 0,99$). Deste modo, a senescência também foi maior para estas plantas, lineares e positivas com altas declividades (Figura 5 – Adubação nitrogenada durante o período vegetativo - BRS Estações – Senescência = $2,1518x - 28,886$; $R^2 = 0,92$; BRS Integração – Senescência = $1,802x - 28,534$ - $R^2 = 0,78$). O alongamento dos entrenós também foi

linear para ambas cultivares (Figura 3 - Adubação nitrogenada durante o período vegetativo - BRS Estações – Along. entrenó = $0,7579x + 0,3457$; $R^2 = 0,97$; BRS Integração – Along. entrenó = $0,7797x + 2,5771$ - $R^2 = 0,97$).

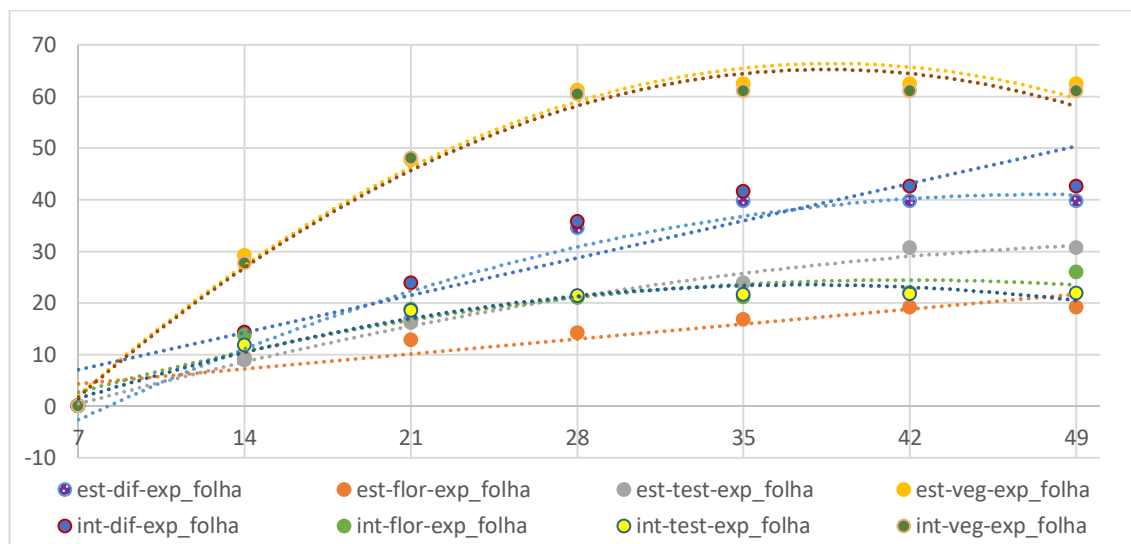


Figura 2 – Expansão foliar (cm) de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) das cultivares BRS Estações e BRS Integração em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha) em função de dias após o corte.

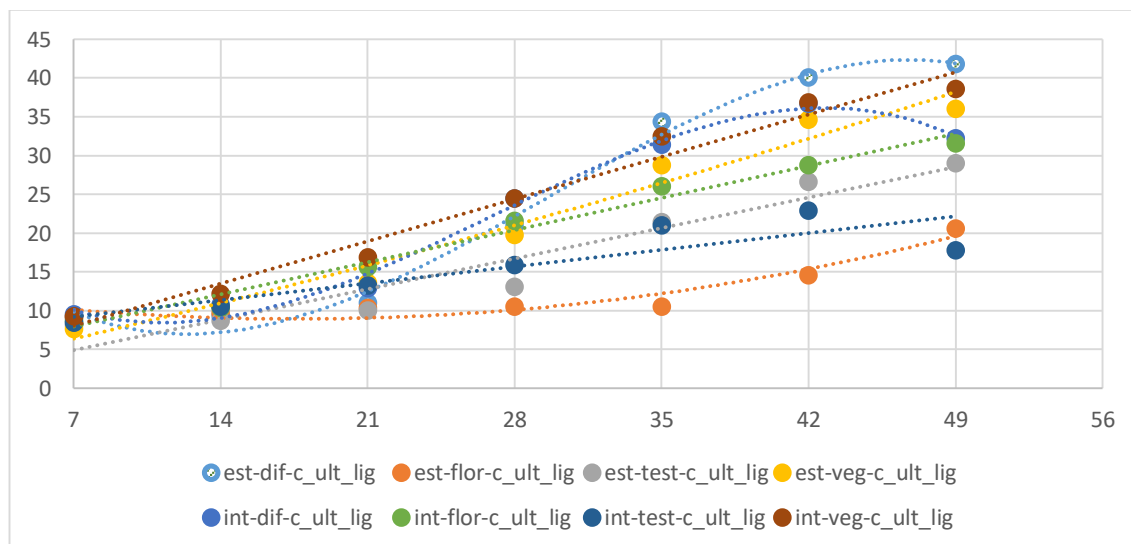


Figura 3 – Alongamento dos entrenós (altura da última lígula - cm) de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), nas cultivares BRS Estações e BRS Integração, em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação e floração) e sem adubação Nitrogênio (testemunha) em função de dias após o corte.

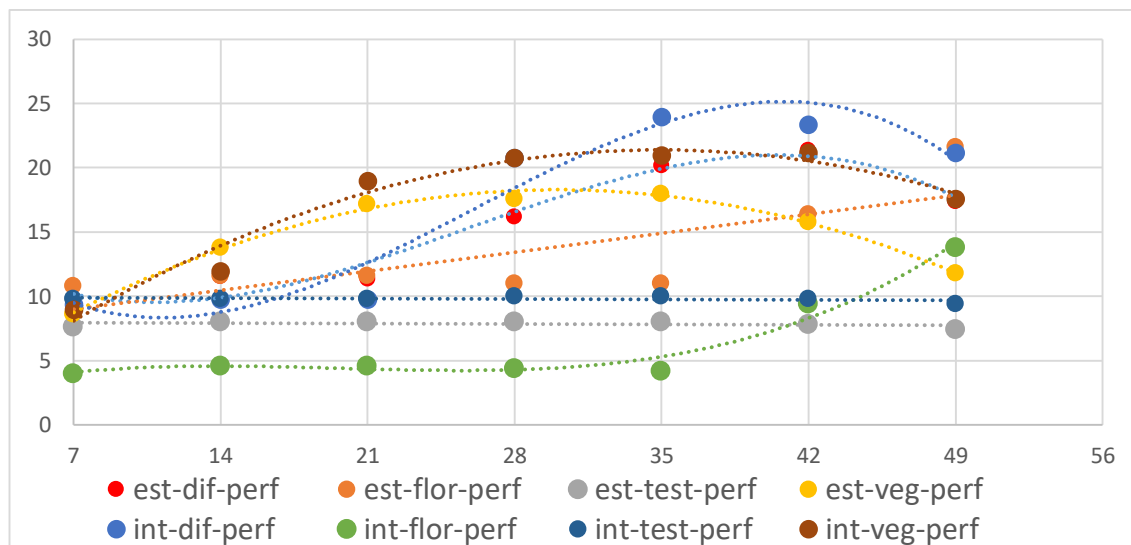


Figura 4 – Número de perfilhos vivos de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), nas cultivares BRS Estações e BRS Integração, em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação e floração) e sem adubação (testemunha) em função de dias após o corte.

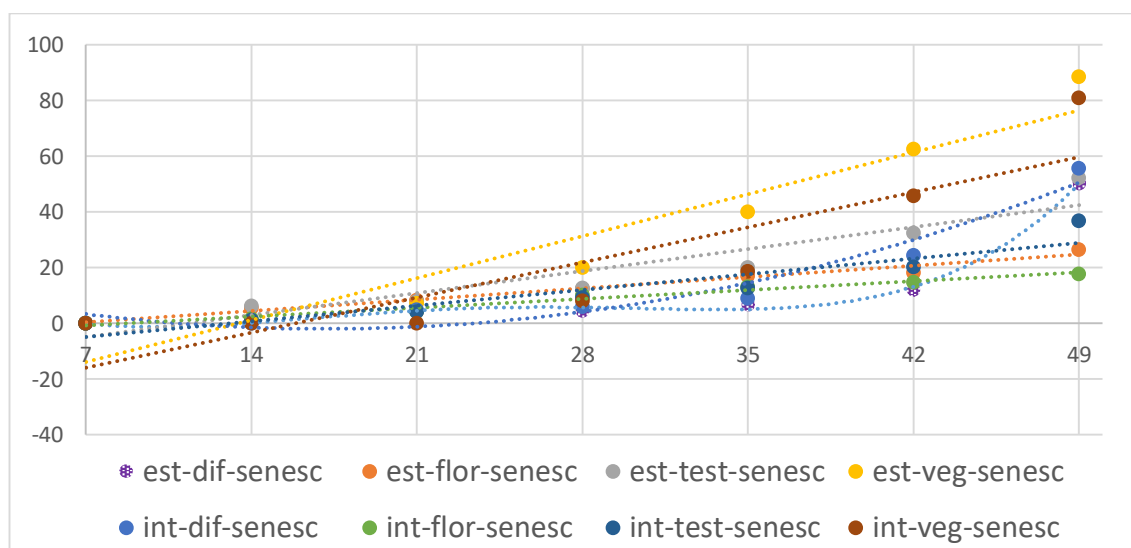


Figura 5 – Senescência (cm) de plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), nas cultivares BRS Estações e BRS Integração, em função de diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura (vegetativo, diferenciação e floração) e sem adubação (testemunha) em função de dias após o corte.

Aproximadamente, 3 semanas após o corte, começou o intenso alongamento dos entrenós das plantas que não foram adubadas com N em cobertura (Figura 3). Neste momento, foi considerada a diferenciação do primórdio floral, ou seja, a 2ª época de aplicação de N em cobertura. A adubação foi efetuada nesta época, sem a pretensão de repostas expressivas em acréscimos de perfilhos, mas que, aproximadamente, o mesmo número de perfilhos fossem melhor desenvolvidos, com espigas maiores, com maior número de sementes por espiguetas e com sementes mais pesadas. Conforme verificado para as culturas do arroz, segundo Cornélio et al.

(2007) e do milho, através de trabalhos de Ernani et al. (2005). Portanto, com esta segunda época de adubação, esperavam-se rendimentos levemente inferiores (em contraste com a época de adubação anterior), pelo menor número de perfilhos, porém com sementes de melhor qualidade fisiológica.

A resposta da variável “expansão de folhas” à segunda época de adubação, ocorreu, porém, muito inferior ao verificado quando a adubação em cobertura foi efetuada no período vegetativo. A expansão de folhas foi praticamente a metade. Algo esperado pela mudança de partição de carbono na planta durante o início do período reprodutivo.

Entretanto, inesperadamente, foram verificadas respostas importantes de perfilhamento, todavia, de forma sigmoide, de forma mais tardia, em relação ao vegetativo (Figura 4 - Adubação nitrogenada – época – dif. floral - BRS Estações – Perfilhamento = $-0,0009x^3 + 0,0675x^2 - 1,1582x + 15,286$; $R^2 = 0,96$; BRS Integração – Perfilhamento = $-0,0013x^3 + 0,1012x^2 - 1,7814x + 17,429$ - $R^2 = 0,94$). Contudo, ao final do ciclo, o avanço do perfilhamento ocorreu de forma bastante expressiva. A estabilização da linha de tendência ocorreu com valores semelhantes aos verificados nas plantas adubadas, durante o período vegetativo. Provavelmente, por este motivo, duas semanas após a segunda época de adubação (diferenciação do primórdio floral), foi evidenciado o maior status de N (clorofilômetro), em relação à testemunha, nas duas cultivares, porém a eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) se diferenciou apenas para a cultivar BRS Integração (Tabela 4 e Tabela 5). Este resultado demonstra que outro fator, intrínseco a planta, comprometeu a assimilação, uma vez que, os valores relacionados a NBI e Chl são similares ao da fase vegetativa.

Nos flavonoides, por sua vez, houve diferença, apenas para BRS Integração, entre os tratamentos. Este parâmetro, tem função associada ao estresse na planta e como era esperado, a testemunha apresentou o maior valor, diferenciando-se do tratamento com aplicação de nitrogênio, evidenciando que o N, neste caso, poderá ser um fator determinante para menor assimilação líquida de CO₂ em uma cultivar de ciclo curto. Este resultado, corrobora com dados divulgados por Fernandes et al., (2008), que em seu estudo, observou uma diminuição linear na porcentagem de flavonoides, quando foi disponibilizado gradualmente o Nitrogênio para as plantas até 250 mg dm³.

Para as antocianinas (Anth), os valores foram superiores na testemunha, em relação ao tratamento com aplicação de N, para as duas cultivares. Sabe-se que

antocianinas têm papel importante como antioxidantes nas plantas e podem mitigar os efeitos causados por radicais livres, oriundos de plantas que sofreram algum tipo de estresse. Observa-se, neste estudo, que as diferenças foram mais pronunciadas na diferenciação do primórdio floral, uma fase em que a planta demanda grande quantidade de Nitrogênio (Bredemeier et al., 2000). Logo, plantas que não receberam este nutriente (testemunha), podem sofrer com estresse e, neste caso, aumentar os níveis de antocianinas e flavonoides.

Tabela 4 - Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) em plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de diferenciação do primórdio floral) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Integração.

CV. INT.	CLOR. NBI	CLOR. Chl	CLOR. Flav	CLOR. Anth	IRGA Ass. CO ₂	IRGA Cond	IRGA Ci	IRGA Trmmol
TEST.	10,66 ^b	12,32 ^b	1,218 ^a	0,228 ^a	4,11 ^b	0,055	261,0 ^a	1,5
DIF.	27,58 ^a	24 ^a	0,88 ^b	0,15 ^b	7,73 ^a	0,059	166,9 ^b	1,61

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 5 - Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) em plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de diferenciação do primórdio floral) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Estações.

CV. EST.	CLOR. NBI	CLOR. Chl	CLOR. Flav	CLOR. Anth	IRGA Ass. CO ₂	IRGA Cond	IRGA Ci	IRGA Trmmol
TEST.	8,86 ^b	11,08 ^b	1,262	0,212 ^a	3,93	0,052	247,82	1,417
DIF.	27,74 ^a	26,88 ^a	1,048	0,155 ^b	5,51	0,064	236,87	1,675

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A adubação nitrogenada, efetuada durante o início do período reprodutivo, torna-se favorável, em termos morfogênicos, por manter alta população de perfilhos ao final do ciclo, elevado alongamento dos entrenós – pois há relação direta entre comprimento do perfilho e qualidade da semente produzida (Abib, 2015) – e menor senescência, em relação à adubação efetuada anteriormente, logo após o corte (vegetativo).

Posteriormente, quando as plantas ainda não adubadas em cobertura apresentaram expansão completa da espiga, foi testada a última época de adubação nitrogenada em cobertura. Esta época (floração) foi definida para priorizar a qualidade da semente produzida, uma vez que, em teoria, o único componente de rendimento

que poderia ser afetado, seria o peso de mil sementes. Logo, provavelmente, apesar da melhoria da qualidade da semente, esperava-se perda significativa de rendimento de sementes em contraste com as épocas anteriores de adubação.

Conforme o esperado, as respostas de acréscimo de folhas ao longo do tempo, foram mínimas. Contudo, mesmo com a redução do investimento na estrutura de maior capacidade fotossintética e da maior quantidade de compostos nitrogenados, duas semanas após a última época de aplicação de N em cobertura, ainda foi verificado maior status de N nas plantas, em relação à testemunha. Porém, a eficiência fotossintética foi sutilmente superior para a cultivar BRS Integração adubada em relação à testemunha, mas o efeito na capacidade fotossintética foi imperceptível para a cultivar BRS Estações adubada em relação à testemunha da mesma cultivar (Tabela 6 e Tabela 7).

A assimilação líquida de CO₂ possui relação positiva com a disponibilidade gradual de Nitrogênio, devido a este compor enzimas envolvidas na fotossíntese em plantas C3 e C4 (Correia et al., 2005). Desta forma, pode-se inferir que, ao final do ciclo de desenvolvimento da planta, ocorra menor fotossíntese na planta e, conseqüentemente, menor assimilação de líquida CO₂. Segundo Cregan & Berkum (1984), a assimilação é modulada, entre outros, pela disponibilidade de N, que tem sua absorção diminuída na fase de enchimento de grãos.

Observou-se ainda que, em todo o trabalho, não houve diferença estatística para os tratamentos em ambas as cultivares para condutância estomática (gs) e transpiração foliar (E). De modo geral, haveria diferença estatística, caso estas plantas estivessem sofrendo algum estresse, proveniente de altas temperaturas ou déficit de pressão de vapor, acarretando assim, na diminuição da condutância e transpiração ou, até mesmo, no fechamento dos estômatos. Contudo, isto não ocorreu no presente estudo.

Tabela 6 - Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) em plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de floração) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Integração.

CV. INT.	CLOR. NBI	CLOR. Chl	CLOR. Flav	CLOR. Anth	IRGA Ass. CO ₂	IRGA Cond	IRGA Ci	IRGA Trmmol
TEST.	12,6 ^b	11,68 ^b	1,062	0,15	6,829	0,071	228,15 ^a	1,841
FLOR.	39,46 ^a	26,642 ^a	0,858	-	8,851	0,064	142,79 ^b	1,670

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 7 - Avaliação do status de Nitrogênio (clorofilômetro) e da eficiência fotossintética (analisador portátil infravermelho de CO₂) em plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubadas com Nitrogênio em cobertura (estádio de floração) e não adubadas (testemunha) da cultivar BRS Estações.

CV. EST.	CLOR.	CLOR.	CLOR.	CLOR.	IRGA	IRGA	IRGA	IRGA
	NBI	Chl	Flav	Anth	Ass. CO ₂	Cond	Ci	Trmmol
TEST.	8,7 ^b	10,96 ^b	1,27	0,08	6,694	0,064	216,43	1,697
FLOR.	25,9 ^a	19,08 ^a	0,97	-	7,958	0,068	172,34	1,763

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apesar da interação tripla (dias x cultivar x época de aplicação do Nitrogênio), em termos gerais, desde o corte até a expansão completa da espiga, as cultivares se assemelharam (Tabela 8), especialmente, quanto à senescência (82%) e expansão de folhas (84%). O comprimento do colmo assemelha-se, porém, em apenas em 67%, provavelmente, pelo ciclo mais precoce e maior taxa de alongamento dos entrenós da cultivar BRS Integração. A variável que mais distingue as cultivares é o número de perfilhos mortos. Isto ocorreu, provavelmente, porque, para a cultivar BRS Integração, uma maior quantidade de pontos de crescimento ultrapassou a altura do corte.

Tabela 8 – Análise de correlação entre as variáveis morfogênicas (senescência, expansão de folha, comprimento do pseudo-colmo, perfilhos vivos e perfilhos mortos) de plantas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) das cultivares BRS Estações e BRS Integração.

	SENESC_EST	EXP_F_EST	COMP_P_C	PERF_EST	P_MORT_EST
SENESC_INT	0,82	0,51	0,65	0,15	0,40
	<.0001	<.0001	<.0001	0,07	<.0001
EXP_F_INT	0,56	0,84	0,56	0,43	0,31
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0,0002
COMP_P_C INT	0,53	0,58	0,67	0,30	0,33
	<.0001	<.0001	<.0001	0,0003	<.0001
PERF_INT	0,30	0,63	0,54	0,39	0,09
	0,0003	<.0001	<.0001	<.0001	0,3022
P_MORT_INT	0,27	0,05	0,04	-0,01	0,07
	0,0013	0,5346	0,636	0,9404	0,3806

As semelhanças morfogênicas verificadas entre as cultivares, foram determinantes para que, apenas a época de adubação nitrogenada tenha afetado o rendimento de sementes.

Apesar do maior rendimento ser esperado quando a adubação foi efetuada no início da primavera (vegetativo), logo após a desfolha, neste estudo, os maiores rendimentos foram verificados quando a adubação em cobertura foi realizada na fase de diferenciação do primórdio floral e no florescimento (Tabela 9).

Tabela 9 - Rendimento de sementes de diferentes gerações de perfilhos (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreos) de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubados com Nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).

NITROGÊNIO	P. PRINC.	P. 1ªG	P. 2ªG	P. 3ªG	P. 4ªG	P. AÉR.	TOTAL
TEST.	0,180 ^c	0,857 ^c	0,357 ^c	0,131 ^c	0,000 ^d	0,078 ^c	1,60 ^c
VEG.	0,256 ^a	1,308 ^{ab}	0,771 ^b	0,400 ^b	0,019 ^c	0,014 ^c	2,77 ^b
DIF.	0,218 ^a	1,540 ^a	1,013 ^a	0,623 ^{ab}	0,268 ^a	0,320 ^b	3,98 ^a
FLOR.	0,240 ^a	1,067 ^b	0,758 ^b	0,894 ^a	0,161 ^b	0,655 ^a	3,77 ^a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As respostas em nível morfogênico já indicaram algo diferente do esperado, pois houve, em ambas situações (duas últimas épocas), aumento expressivo do número de perfilhos. Todavia, por meio de uma análise nas diferentes gerações de perfilhos, foi possível constatar aumento no número de perfilhos de 3ª; 4ª gerações e de perfilhos aéreos. O número de perfilhos principais, de 1ª e de 2ª gerações se mantiveram semelhantes entre os tratamentos que receberam N em cobertura. A manutenção da alta produção de sementes nos perfilhos de 1ª e de 2ª gerações, mas, sobretudo, a alta produção de sementes verificadas nos perfilhos de 3ª e aéreos foram determinantes para que os maiores rendimentos de sementes fossem verificados quando as adubações em cobertura ocorreram durante as fases reprodutivas (diferenciação e florescimento). A produção de sementes, nos perfilhos de 3ª; 4ª gerações e aéreos (somados), representou apenas 15% (do total), quando a adubação em cobertura ocorreu logo após o corte (vegetativo). Enquanto que, quando a adubação foi efetuada na diferenciação do primórdio floral e na floração, a produção de sementes nos perfilhos de 3ª geração; 4ª geração e aéreos (somados), representou 31% e 45% do total produzido, quando a adubação ocorreu na diferenciação floral e no florescimento, respectivamente; ou seja, as adubações mais tardias, resultaram em maiores proporções de sementes produzidas em perfilhos de 3ª; 4ª gerações e aéreos, aproximadamente, o dobro (diferenciação floral) e o triplo (florescimento)

quando comparadas a primeira época de adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 10).

Tabela 10 – Porcentagem de sementes produzidas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) pelas cultivares BRS Estações e BRS Integração por geração de perfilho (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreos) de acordo com a época de aplicação de nitrogênio em cobertura (vegetativo, diferenciação floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).

NITROGÊNIO	P. PRINC. (%)	P. 1ªG (%)	P. 2ªG (%)	P. 3ªG (%)	P. 4ªG (%)	P. AÉR. (%)	TOTAL (%)
TEST.	11	53	22	8	0	5	40
VEG.	9	47	28	14	1	1	70
DIF.	5	39	25	16	7	8	100
FLOR.	6	28	20	24	4	17	95

A degrana (perda de sementes ocorrida entre o potencial de rendimento e a colheita de sementes) também foi importante para explicar o maior rendimento de sementes nos tratamentos diferenciação e florescimento. As plantas que não foram adubadas (sem N em cobertura) ou que foram adubadas logo após o corte (época mais distante da colheita), apresentaram maiores perdas de espiguetas entre o potencial de rendimento e a colheita (Tabela 11). Os resultados indicam que a reposição do macronutriente mais próximo a época de colheita tenha favorecido a estrutura da planta para que as espiguetas se mantivessem por mais tempo.

Tabela 11 - Diferença entre o número de espiguetas por espiga entre o potencial produtivo e o momento de colheita de sementes produzidas por diferentes gerações de perfilhos (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreos) de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubados com nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).

	ESPTA. PRINC.	ESPTA. 1ªG	ESPTA. 2ªG	ESPTA. 3ªG	ESPTA. AÉR.	TOTAL
TEST.	2,650 ^a	6,664 ^a	11,810 ^a	13,125 ^a	0,875 ^b	35,124 ^a
VEG.	0,000 ^b	1,620 ^b	12,935 ^a	10,000 ^a	0,000 ^c	24,555 ^b
DIF.	2,234 ^a	0,000 ^c	1,424 ^b	4,237 ^b	4,400 ^a	12,295 ^c
FLOR.	4,167 ^a	0,000 ^c	1,180 ^b	2,204 ^b	0,000 ^c	7,550 ^c

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Destacam-se as perdas nos perfilhos de 2ª e de 3ª gerações, nas plantas que não foram adubadas e nas que foram adubadas logo após o corte.

Por outro lado, as perdas na conversão de flores em sementes foram semelhantes entre os tratamentos. A maior diferença ocorre entre a testemunha e a última época.

Deste modo, assim como verificado para as perdas de espiguetas por espiga, houve perdas significativas de sementes em perfilhos de 2ª e de 3ª gerações nas plantas que não foram adubadas e que foram adubadas na primeira época (Tabela 12).

Tabela 12 - Diferença entre o número de flores e sementes por espiguetas entre o potencial produtivo e o momento de colheita de sementes produzidas por diferentes gerações de perfilhos (principal, 1ª geração, 2ª geração, 3ª geração, 4ª geração e aéreas) de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) adubados com nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação nitrogenada (testemunha).

	Nº SEM. PRINC.	Nº SEM. 1ªG	Nº SEM. 2ªG	Nº SEM. 3ªG	Nº SEM. AÉR.	TOTAL
TEST.	0,000 ^b	0,526 ^a	3,981 ^a	4,295 ^a	1,250 ^b	10,051 ^a
VEG.	0,000 ^b	0,000 ^b	2,287 ^a	2,719 ^b	0,000 ^c	5,006 ^{bc}
DIF.	0,000 ^b	0,000 ^b	0,000 ^b	1,576 ^b	5,945 ^a	7,521 ^{ab}
FLOR.	0,996 ^a	0,000 ^b	0,000 ^b	0,000 ^c	2,521 ^b	3,517 ^c

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Como consequência das perdas verificadas de espiguetas por espiga e de flores por espiguetas, percebe-se maiores perdas do potencial produtivo de sementes nas plantas que não receberam nitrogênio em cobertura e nas plantas que receberam nitrogênio mais cedo, mais distante do momento de colheita. A medida em que a adubação nitrogenada em cobertura se aproximou, fenologicamente, do momento de colheita, houve menores perdas do potencial produtivo de sementes (Tabela 13).

Tabela 13 - Perdas do potencial produtivo de sementes de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), oriundas de adubação com nitrogênio em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

NITROGÊNIO	PERDA TOTAL
TEST.	353,020 ^a
VEG.	122,927 ^b
DIF.	92,468 ^c
FLOR.	26,551 ^d

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Inicialmente, esperava-se que a adubação em cobertura, logo após o corte, resultasse em maior perfilhamento (em relação às demais épocas de adubação) e, por consequência, em maior rendimento de sementes. Também esperava-se, no tratamento de diferenciação floral, maiores espigas, com mais espiguetas e sementes, bem como, maior peso de sementes em resposta à última época de adubação. Todavia, estas respostas foram verificadas, parcialmente, apenas nos perfilhos principais e nos de 1ª geração. Com base em todas as gerações de perfilhos, estas respostas não ocorreram. O que realmente explicou o maior rendimento de sementes, em função das diferentes épocas de adubação, foi a maior produção de sementes em perfilhos de 3ª geração e em perfilhos aéreos, bem como a menor degrana que ocorreu nos perfilhos de 2ª e 3ª gerações das plantas que foram adubadas em momentos mais próximos a colheita.

Se, por um lado, adubações nitrogenadas mais tardias propiciaram maiores rendimentos de sementes de forma inesperada, por outro, a qualidade poderia ser afetada de forma negativa, pois perfilhos de gerações posteriores a primeira, por serem menores, poderiam gerar sementes de menor qualidade. Visto que, há relação entre a qualidade fisiológica da semente e o comprimento do perfilho (Abib, 2015). Como o tratamento vegetativo produziu quantidades insignificantes de sementes nos perfilhos de 3ª geração, 4ª geração e aéreos, esperava-se, nestas plantas a maior qualidade da semente produzida. Deste modo, os resultados seriam contraditórios aos esperados, ou seja, a adubação nitrogenada mais tardia aumentaria o rendimento e diminuiria a qualidade das sementes. No entanto, por meio deste trabalho, foi possível verificar que os perfilhos de 3ª geração e aéreos, mantiveram a alta qualidade fisiológica das sementes. O elevado status de N, verificado (nas plantas - adubadas mais tardiamente), momentos antes da colheita de sementes, provavelmente, influenciou positivamente na qualidade das sementes.

Não houve efeito de cultivar, nem de época de adubação nitrogenada na germinação das sementes produzidas. Também, não houve diferença na germinação para sementes produzidas pelos diferentes tipos de perfilhos. Em média, a germinação foi de 97%. A primeira contagem da germinação também não foi influenciada pelos tratamentos. De modo geral, a alta qualidade da semente foi verificada já na 1ª contagem da germinação, quando houve, em média, 95% de plântulas normais. Diferenças na qualidade fisiológica das sementes só foram verificadas quando mensurou-se os comprimentos de parte aérea e de raiz, bem como

de massa aérea e de massa de raiz das plântulas. Houve interação entre cultivar e época de adubação (Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12 e Figura 13). As diferenças morfogênicas verificadas entre as cultivares adubadas em diferentes épocas, provavelmente, interferiram na qualidade fisiológica da semente, percebida por meio do comprimento e da massa de parte aérea e de raízes das plântulas produzidas.

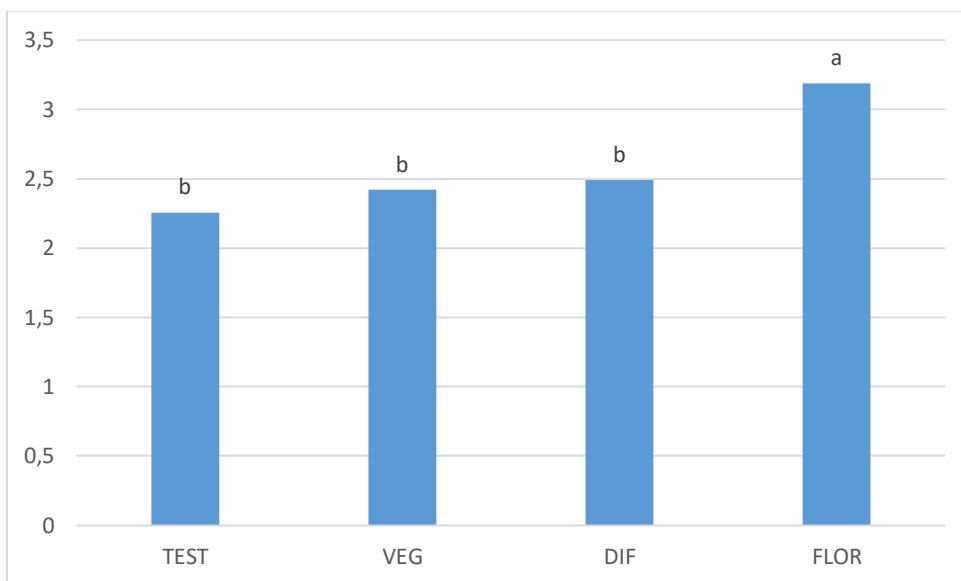


Figura 6 – Comprimento de raiz (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

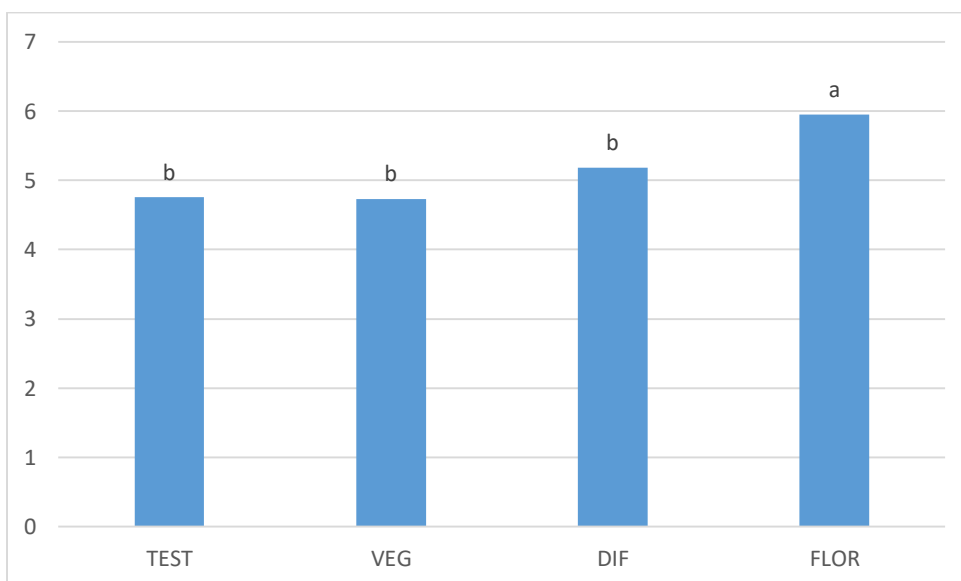


Figura 7 – Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

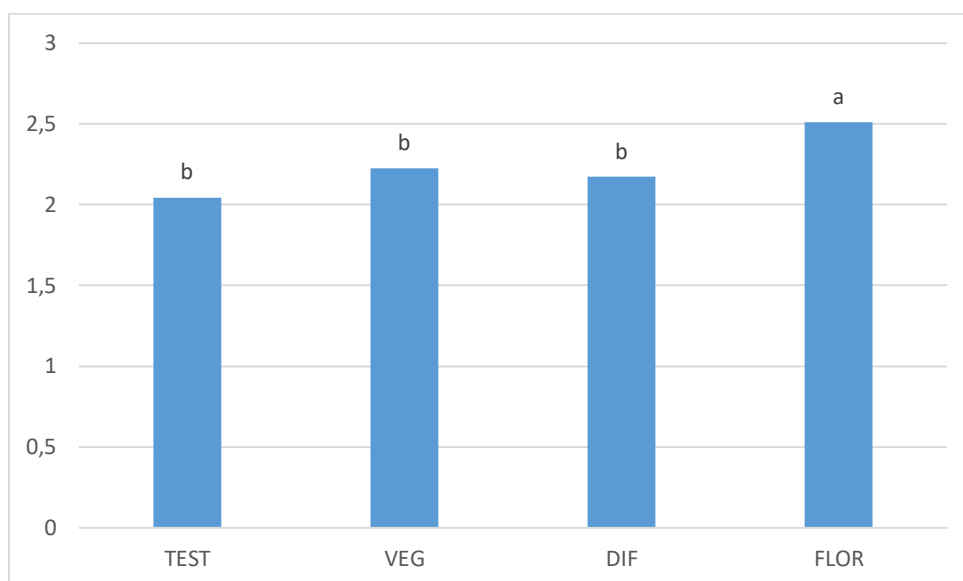


Figura 8 - Comprimento de raiz (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

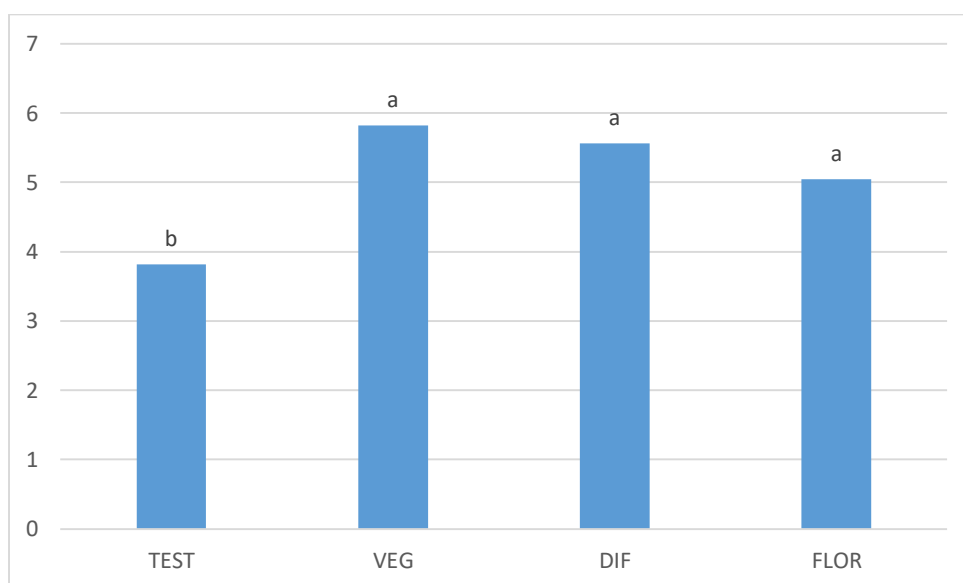


Figura 9 - Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

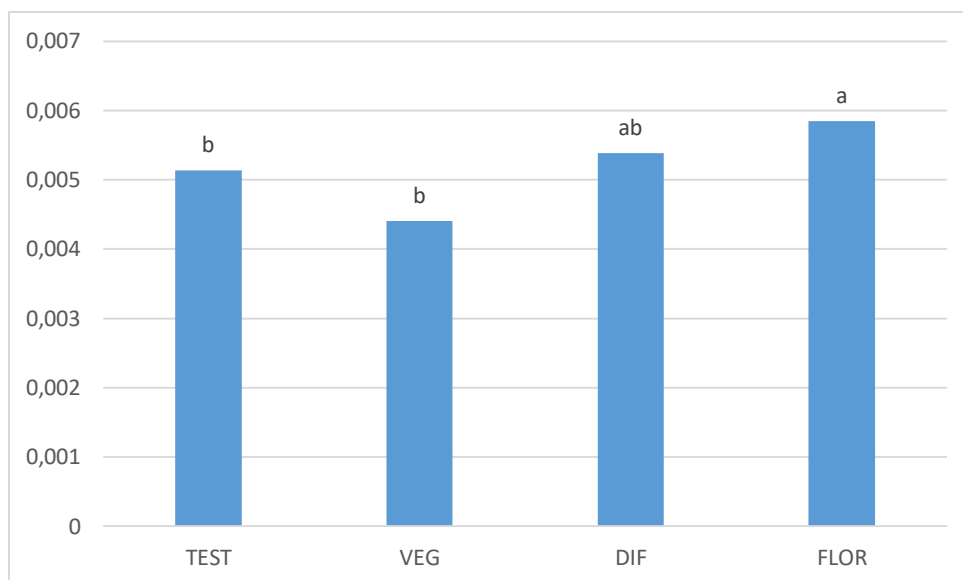


Figura 10 - Massa seca de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

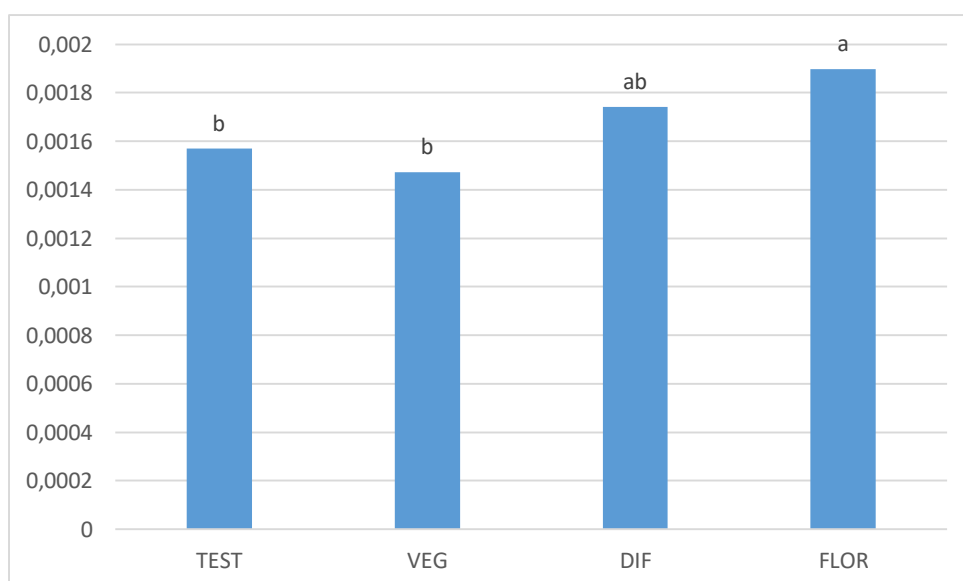


Figura 11 - Massa seca de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

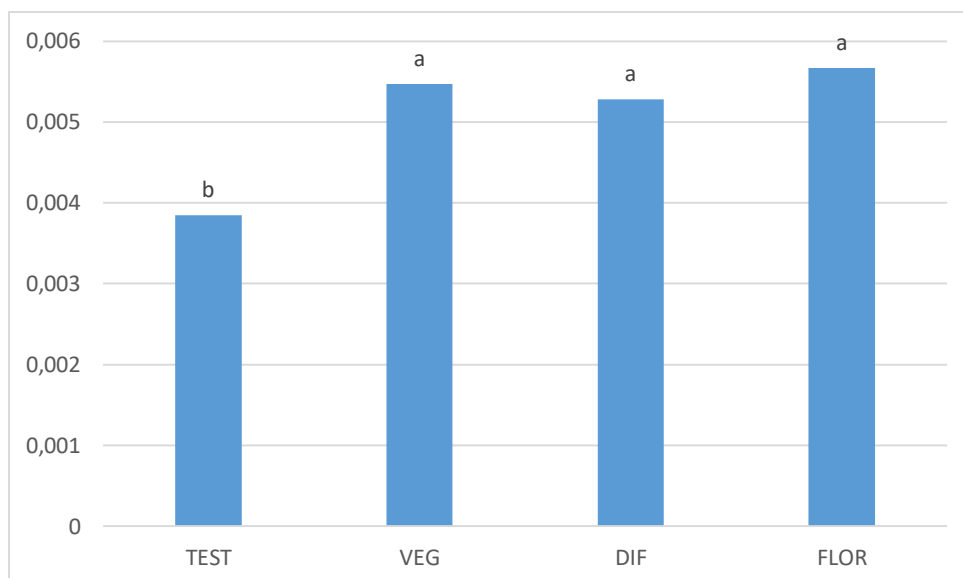


Figura 12 - Massa seca de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

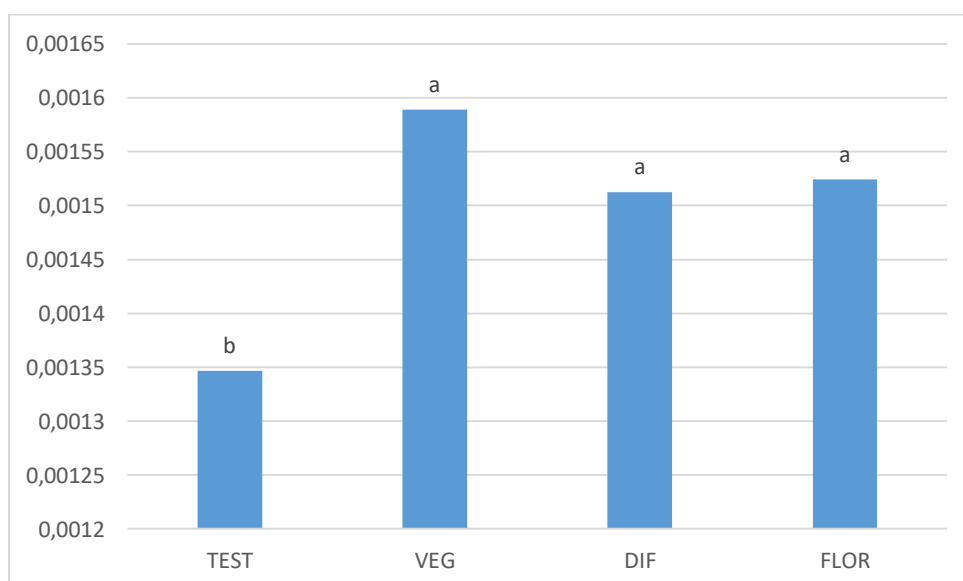


Figura 13 – Massa de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (vegetativo, diferenciação do primórdio floral e floração) e sem adubação (testemunha).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Sementes produzidas por plantas - tanto da cultivar BRS Estações quanto da cultivar BRS Integração - adubadas no florescimento, produziram plântulas com maiores comprimentos de raiz. O comprimento da parte aérea, a massa de parte aérea e a massa de raízes apresentaram resultados semelhantes.

A cultivar BRS Estações apresentou melhor qualidade de semente quando a adubação nitrogenada em cobertura ocorreu no florescimento. Enquanto, a cultivar BRS Integração produziu sementes de qualidade semelhante para as 3 épocas de adubação, no entanto, superiores à testemunha.

Os dados demonstraram que, a adubação efetuada no vegetativo não resultou em sementes de melhor qualidade fisiológica em comparação à adubações realizadas em épocas posteriores. Portanto, como não houve perda de qualidade de sementes e como o maior rendimento de sementes ocorreu quando as adubações foram efetuadas nas duas últimas épocas (diferenciação e florescimento), evidencia-se a importância da adubação ocorrer durante a diferenciação floral ou florescimento para que, se obtenha, de forma conjunta, maiores rendimentos e qualidade de sementes.

Plantas da cultivar BRS Integração, adubadas no estágio de diferenciação floral, produziram sementes de melhor qualidade (comprimento da parte aérea) nos perfilhos de 1ª geração. Quando a adubação ocorreu na época de florescimento, os perfilhos que produziram as melhores sementes foram os de 1ª geração e aéreos (Figura 14).

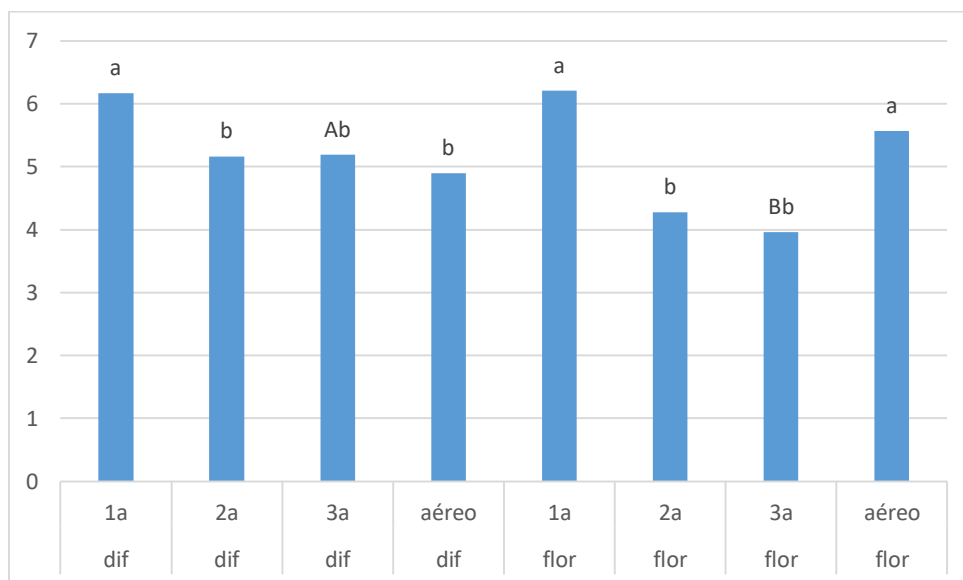


Figura 14 – Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração.

Na comparação entre épocas de adubação, para a cultivar BRS Integração, verificou-se melhor qualidade de semente (comprimento da parte aérea) quando a adubação foi efetuada na diferenciação do primórdio floral (por meio dos perfilhos de

3ª geração). As plantas da cultivar BRS Estações também apresentaram melhor qualidade (comprimento de parte aérea) quando adubadas no estágio de diferenciação floral, por meio dos perfilhos de 1ª geração. Quando a adubação ocorreu na época de florescimento, não houve diferenças de qualidade de sementes para os diferentes tipos de perfilhos (Figura 15).

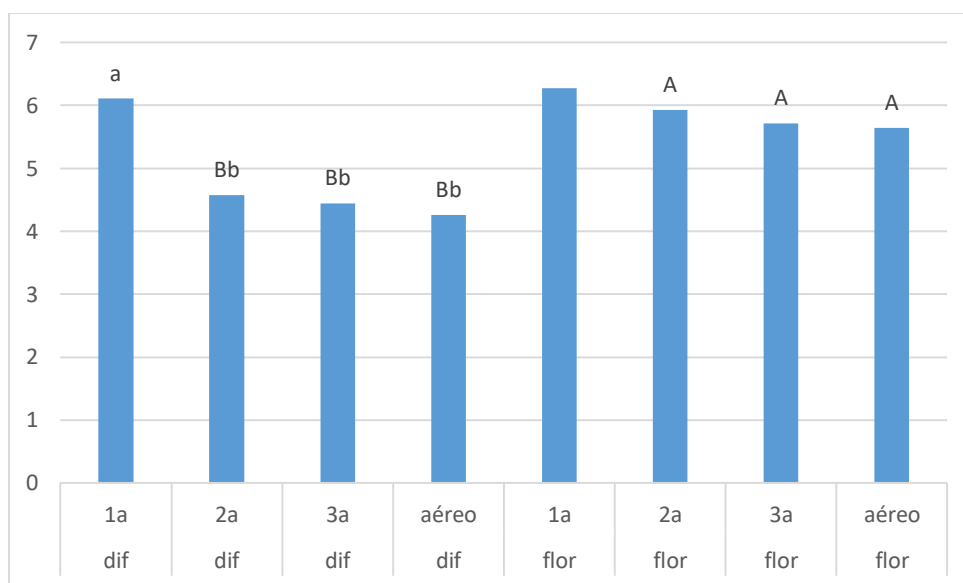


Figura 15 - Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração. Se não houver letras, não há diferença.

Na comparação entre épocas de adubação, para a cultivar BRS Estações, verificou-se melhor qualidade da semente (comprimento de parte aérea) quando a adubação foi efetuada na floração, pela maior qualidade verificada na semente produzida pelos perfilhos de 2ª e 3ª gerações, bem como pelos perfilhos aéreos.

As plantas da cultivar BRS Integração, adubadas no estágio de diferenciação floral, produziram sementes de pior qualidade (comprimento de raiz) nos perfilhos de 2ª geração. Na comparação entre épocas, os perfilhos produziram as melhores sementes quando adubados no florescimento, especialmente os perfilhos de 1ª geração e os perfilhos aéreos (Figura 16). Não houve diferenças entre épocas de adubação.

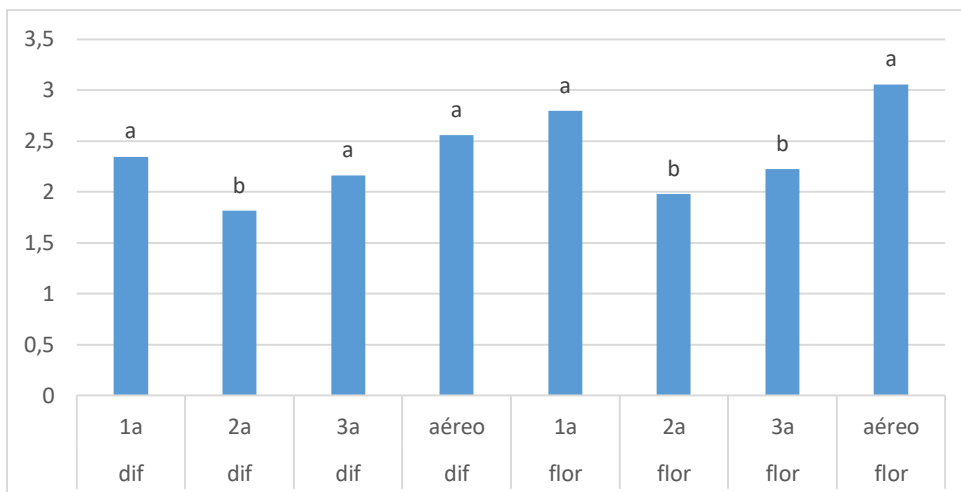


Figura 16 – Comprimento de raiz (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração.

As plantas da cultivar BRS Estações, adubadas no estágio de diferenciação floral, produziram sementes de melhor qualidade (comprimento de raiz), verificada por meio do perfilho de 1ª geração. Quando, adubadas na época de florescimento, o perfilho que produziu semente de pior qualidade foi o aéreo (Figura 17). Para esta cultivar, a melhor qualidade da semente foi verificada quando a adubação ocorreu no período de florescimento, especialmente, pela melhor qualidade da semente produzida pelos perfilhos de 2ª geração e aéreos.

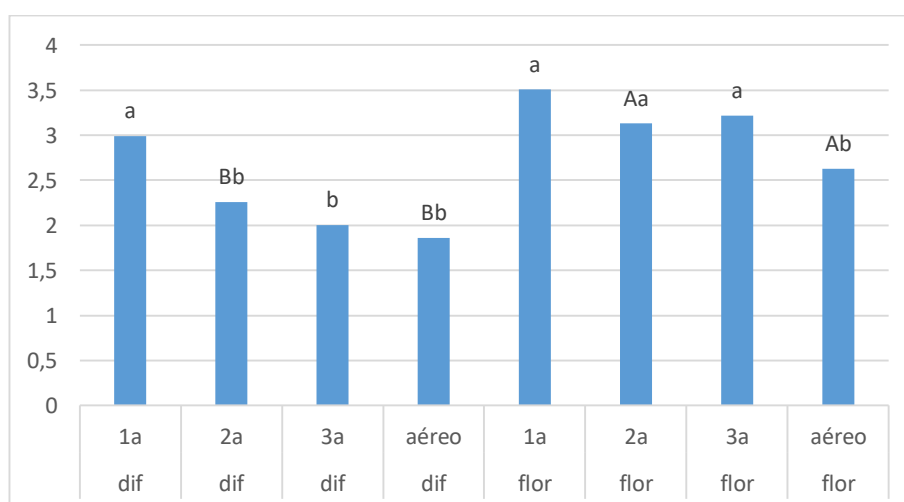


Figura 17 – Comprimento de raiz (cm) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração.

As plantas da cultivar BRS Integração, adubadas no estágio de diferenciação floral, produziram sementes de pior qualidade (massa de parte aérea) nos perfilhos aéreos. Quando adubadas na época de florescimento, os perfilhos de 1ª geração produziram sementes de melhor qualidade, os aéreos produziram sementes de qualidade intermediária e, as sementes de pior qualidade, foram produzidas pelos perfilhos de 2ª e de 3ª geração (Figura 18). Para esta cultivar, a melhor qualidade da semente foi verificada quando a adubação ocorreu no período de florescimento, especialmente, pela melhor qualidade da semente produzida pelos perfilhos de 1ª geração e aéreos.

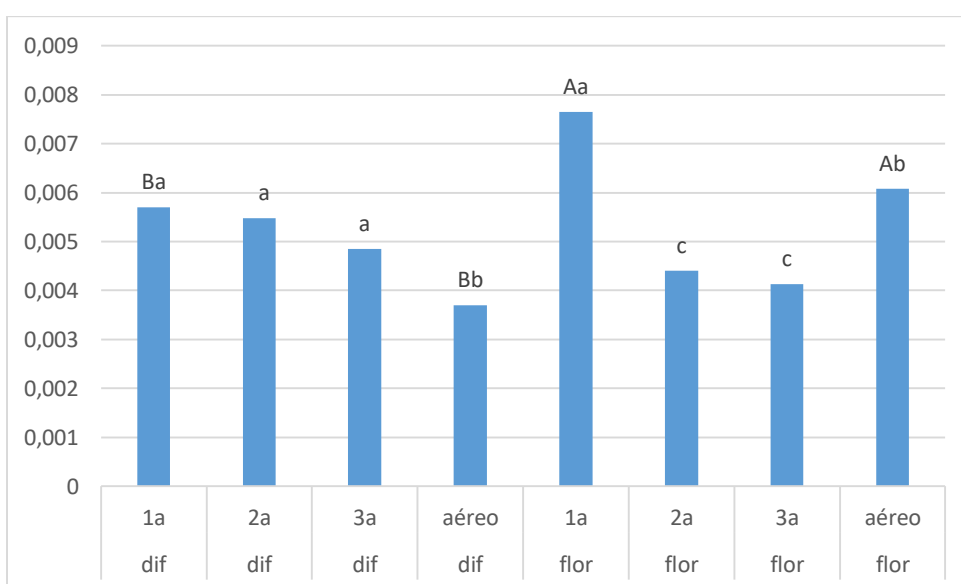


Figura 18 – Massa de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração.

A planta da cultivar BRS Estações, adubada no estágio de diferenciação floral, produziu sementes de melhor qualidade (massa de parte aérea) nos perfilhos de 1ª geração e, quando adubada na época de florescimento, os perfilhos que produziram as piores sementes foram os perfilhos aéreos (Figura 19). Não houve diferenças entre épocas de adubação.

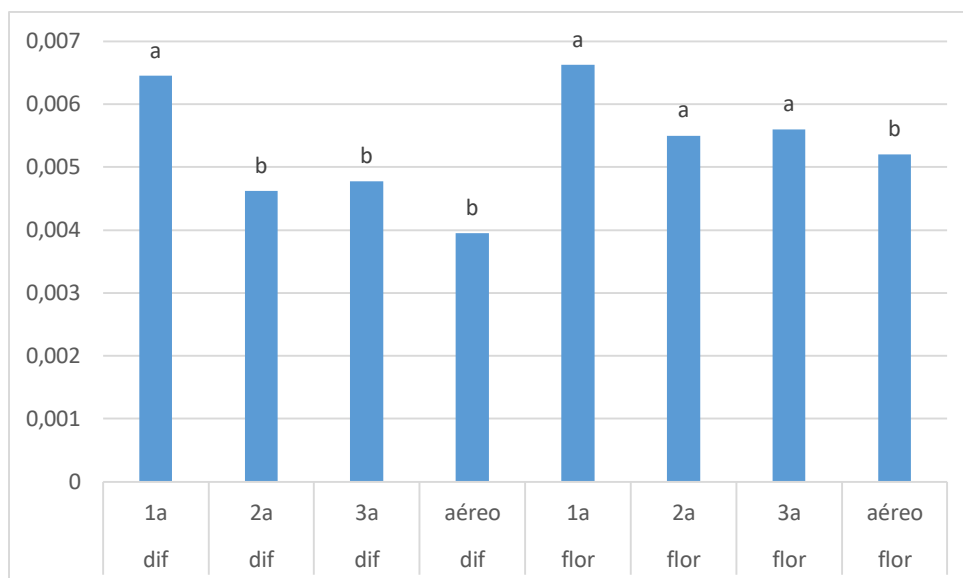


Figura 19 – Massa de parte aérea (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração.

A cultivar BRS Integração, não demonstrou variação na massa de raiz, oriunda de sementes produzidas por diferentes tipos de perfilhos adubados, tanto na época de diferenciação floral, quanto na época de floração (Figura 20).

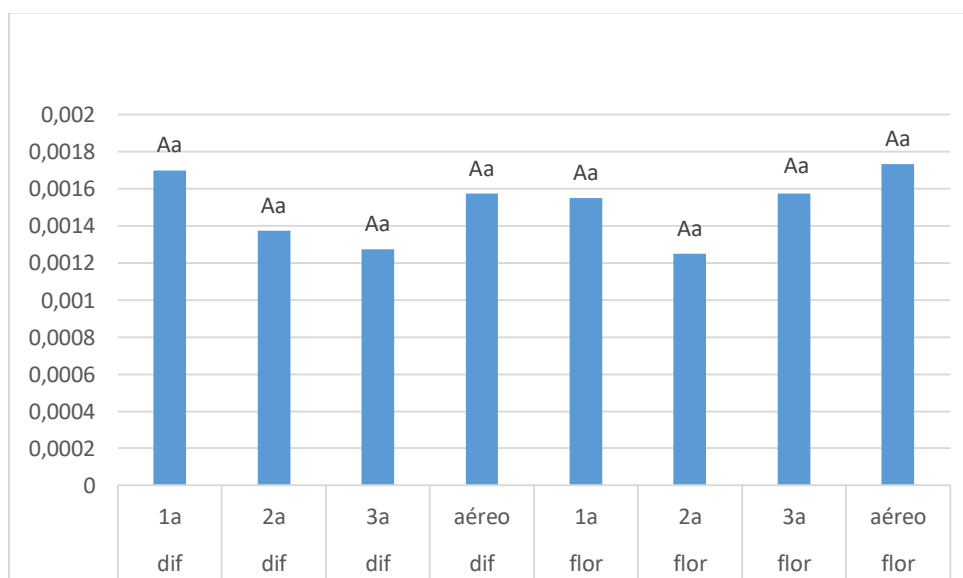


Figura 20 – Massa de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Integração, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração.

A cultivar BRS Estações não demonstrou variação na massa de raiz, oriunda de sementes produzidas por diferentes tipos de perfilhos, dentro da mesma época.

Porém, entre épocas, os perfilhos de 3ª geração produzem sementes de melhor qualidade quando comparados com perfilhos de mesma geração, adubados na época de diferenciação floral (Figura 21).

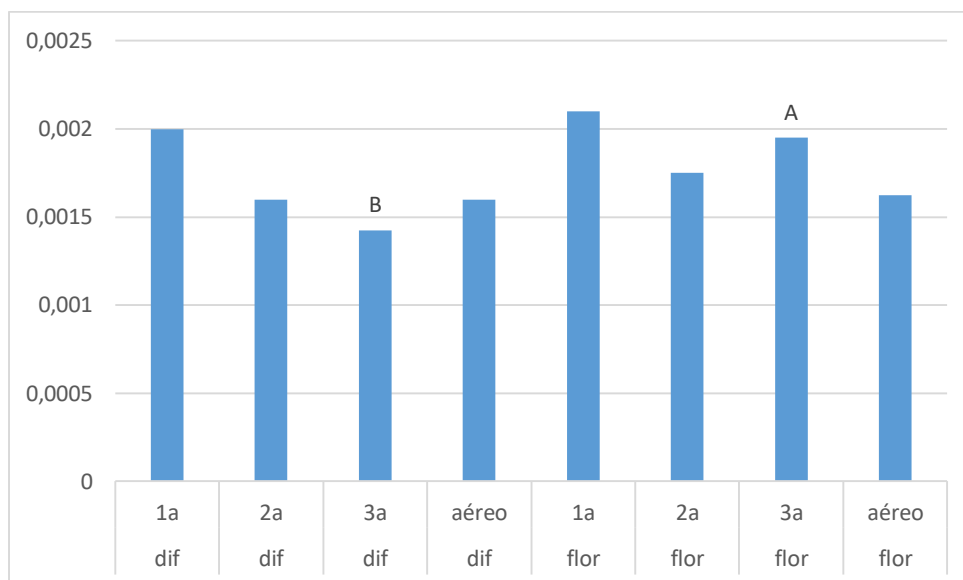


Figura 21 – Massa de raiz (mg) de plântulas de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) da cultivar BRS Estações, oriundas de sementes de plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura em diferentes épocas (diferenciação do primórdio floral e floração).

*Letras minúsculas diferentes – diferença dentro da mesma época de adubação. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de adubação dentro da mesma geração.

Embora, na comparação entre épocas, com base no teste de comprimento da parte aérea, seja mais interessante a adubação em diferenciação floral (nesta época os perfilhos de 3ª geração produzem sementes melhor qualidade comparados aos perfilhos de mesma geração adubados em floração); com base no teste de massa de parte aérea, a recomendação seria efetuar a adubação em floração, pois nesta época os perfilhos de 1ª geração e aéreos produzem sementes melhor qualidade comparados aos perfilhos de mesma geração adubados em diferenciação floral. Portanto, para a cultivar BRS Integração, adubações em diferenciação do primórdio floral ou floração, foram consideradas adequadas.

Já, a cultivar BRS Estações, mostra-se claramente beneficiada em termos de qualidade de semente quando a adubação foi realizada na época de floração. Os testes de comprimento de parte aérea (perfilhos de 2ª; 3ª e aéreos); comprimento de raiz (perfilhos de 2ª geração e aéreos) e massa de raiz (perfilhos de 3ª geração) demonstram a diferença de qualidade de sementes favorável à época de florescimento.

5. CONCLUSÕES

Adubações nitrogenadas em cobertura, efetuadas durante o período reprodutivo (diferenciação floral e florescimento), determinam maior rendimento e alta qualidade de sementes de azevém produzidas, tanto na cultivar BRS Integração, de ciclo curto, quanto na cultivar BRS Estações, de ciclo longo.

A cultivar BRS Integração, apresenta respostas semelhantes em termos de qualidade fisiológica das sementes com adubações realizadas tanto na época de diferenciação floral quanto na época de florescimento. Todavia, a cultivar BRS Estações, apresenta as melhores respostas de qualidade fisiológica da semente quando adubadas na época de florescimento.

A adubação nitrogenada durante o período vegetativo resulta em maiores perdas de rendimento de sementes por degrana e pelo menor investimento em perfilhos de 3ª geração e aéreos.

Quando a adubação nitrogenada é realizada durante o período reprodutivo (diferenciação floral e florescimento), perfilhos de 3ª geração e aéreos produzem sementes com alta qualidade fisiológica.

Com bases nestas conclusões, para produção de sementes de azevém, recomenda-se a adubação nitrogenada em cobertura na fase de florescimento.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, F. B.; GOFFART, J. P. **Potential indicators based on leaf flavonoids content for the evaluation of potato crop nitrogen status**. in: 11th ICPA Indianapolis Mi USA: pp. 1-18 (Mx) 2012.
- ABIB, F.R. **Morfogênese e componentes do rendimento de sementes de azevém anual cv BRS Integração em função da época de desfolha**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.
- ALVIM, M.J.; MOOJEN, E.L. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio e práticas de manejo sobre a produção e qualidade da forragem de azevém anual. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.2, p.243-253, 1984.
- ASSMANN, A.; PELISSARI, A.; MORAES, A. et al. 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.
- BALASKO, J.A.; EVERS, G.W.; DUELL, R.W. Bluegrasses, ryegrasses and bentgrasses. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.). Forages: An introduction to grassland agriculture. Volume I, 5º ed., p. 357-372, 1995.
- BENCH A.R.; FENNER, M.; EDWARDS, P. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench induced by water stress during grain filling. *New Phytologist*, v.118, p.339–347, 1991. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1991.tb00986.x>> Acesso em: 16 dez. 2019.
- BILHARVA, Maurício Gonçalves. **Ecofisiologia da produção de azevém anual (BRS Estações) sob diferentes frequências de desfolha**. 2015. 50f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistema Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BISSANI, Carlos A.; GIANELLO, Clesio; CAMARGO, Flávio A.O.; TEDESCO, Marino J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344 p.

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

BOLDRINI, I.L.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.C. **Morfologia e Taxionomia de Gramíneas Sul-Rio-Grandenses**. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 96p. 2005.

BRAGA, G.J. **Assimilação de carbono, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastagens de capim-marandu (*Brachiária Brizantha*) em resposta à oferta de forragem**. 2004. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

CARAMBULA, M.; MARTINS, D. V.; INDARTE, E. **Producción de semillas de plantas forrajeras**. Montevideo: Hemisfério Sur, p. 518, 1981.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **SEMENTES: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, Davi Teixeira dos; GONÇALVES, Edna Nunes; MORAES, Anibal de; NABINGER, Carlos. Forrageiras de Clima Temperado. In: Dilermando Miranda da Fonseca; Janaina Azevedo Martuscello. (Org.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010, v. 1, p. 494-537.

CAVATTE, P. C. et al. Could shading reduce the negative impacts of drought on coffee?: a morphophysiological analysis. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 144, n.2, p. 111-122, Feb. 2012.

CLARK, R. B. Physiology of cereals for mineral nutrient uptake, use and efficiency. In: BALIGAR, V. C.; DUNCAN, R. R. (Eds.). **Crops as enhancers of nutrient use**. San Diego: Academic, 1990. p. 131-209.

CORNÉLIO, V. M. de O. et al. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de doenças, produção e qualidade sanitária das sementes de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 47-52, jan./fev., 2007.

CORREIA, C.M. et al. Ultraviolet-B radiation and nitrogen affect the photosynthesis of maize: a Mediterranean field study. **European Journal of Agronomy**, **Amsterdam**, v.22, n.3, p.337-347, 2005.

CREGAN, P.B., BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v.67, p.97-111, 1984.

CUNHA, R. P. **Rendimento de sementes de azevém anual BRS Integração em função de desfolha e adubação nitrogenada**. 2017. 66 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; GUIMARÃES. V. F.; HACKMANN, T. L.; INAGAKI, A. M. Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta. **Bragantia**, v.73, n. 4, p.365-371, 2014.

DELÚ-FILHO, N. **Efeito do NO₃ - sobre o crescimento e a atividade das enzimas de assimilação do nitrogênio em plantas jovens de seringueira** (Hevea brasiliensis Muell. Arg.). 1994. 87f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. **Seed Science and Technology**, v.9, p.373–409, 1981.

ERNANI, P. R. et al. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 360-365, mar./abr., 2005.

EVANS, J.R. **Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C3 plants**. Oecologia, Berlim, v.78, n.1, p.9-19, 1989.

FERNANDES, L.A.; ALVES, D.S.; SILVA, L.F.; SILVA, N.C.A.; MARTINS, E.R.; SAMPAIO, R.A.; COSTA, C.A. Níveis de nitrogênio, fósforo e potássio para a produção de mudas de fava d'anta (Dimorphandra mollis Benth). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n.1, p.94-99, 2008.

GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437-442, 1992.

GONÇALVES, E. D.; QUADROS, F. L. F. Características morfogênicas de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo em sistemas intensivos de utilização. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1129-1134, 2003.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. Nitrogen uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRE, G. (Ed.) **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1997, p.3-43.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, v.2, p.176–177, 1962. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020>> Acesso em 16. Dez. 2019.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Ceres, 1979. 292 p. MAMAN, N.; MASON, S. C.; GALUSHA, T.; CLEGG, M. D. Hybrid and nitrogen influence on pearl millet production in Nebraska: yield, growth, and nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, n. 5, p. 737-743, 1999.

MANZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v.49, p.352-359, 1994.

Marler TE, Mickelbart MV (1998) Seca, troca gasosa da folha e fluorescência da clorofila de mamão cultivado em campo. *Geléia. Soc. Hort. Sci.* 123: 714-718.

MARTINOTTO, C.; OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, R. O balanço de carbono nas plantas. In: PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. (Ed.). **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. p. 50-70.

MORÓN, A. **El ciclo del nitrogeno en el sistema suelo-planta-animal**. Seminario de actualización, técnica, INIA la Estanzuela, Uruguai, 1994. p.64. (Serie Técnica, 51).

MOTT, G.O.; QUINN, L.R.; BISSCHOFF, W.V.A. The retention of nitrogen in a soil-plant-animal system in guinea grass (*Panicum maximum*) pastures in Brazil. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1970,

Queensland. **Anais...** Queensland: University of Queensland Press, 1970. p.414-416.

PASLAUSKI, B.M.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.09, n.01, p.01- 13, 2014.

PELOSO, A.F.; TATAGIBA, S.D.; REIS, E.F.; PEZZOPANE, J.E.M.; AMARAL, J.F.T. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. **Coffee Science**, v.12, n. 3, p.389-399, 2017.

POMPEU, R.C.F.F.; LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, M.A.; SILVA, R.G. Trocas gasosas em capim-massai submetido à adubação nitrogenada e manejo sob lotação rotativa com ovinos. In: IV CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2011, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

Reis FO (2007) **Microaspersão sobrecopa em mamoeiro 'Golden': um estudo relacionado às trocas gasosas, à eficiência fotoquímica e ao fluxo de seiva xilemática**. Campos do Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Tese de DSc. REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: FUNEP, 2013. 714 p. ISBN 9788588805408.

ROSSI, C. **Manual de producción de semilla de raigrás anual**. Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuária, 2017. n. 112.

SÁ, M.E. de. Importância da adubação nitrogenada na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Icone, 1994. Cap.6, p.65-98.

SALAZAR, R. Determination of photosynthesis in commercial varieties of papaw (Carica papaya L.) and its possible relationship with the production and quality of the fruits. **Revista ICA**, v.2, p.291-295, 1978.

SANTOS, M. P et al. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **PUBVET**, v.10, n.1, p. 1-12, Jan., 2016.

SCHUCH, L.O.B. & LIN, S.S. Efeito do envelhecimento rápido sobre o desempenho de sementes e de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1163-1170, 1982.

SCHUCH, L.O.B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1999. 127p. (Tese Doutorado).

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. & MAIA, M.S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

SILBERSTEIN, T.B., MELLBYE, M. E., CHASTAIN T. G. & YOUNG III, W. C. Response of seed yield to swathing time in anual and perennial ryegrass. In: Seed Production Research Report, Ext/CrS 125, 20-23, 2005. Oregon State University, 2006.

SORATTO, R. P.; LIMA, E. V.; SILVA, T. R. B.; BOARO, C. S. F.; CATANEO, A. C. Nitrogen fertilization of fall panicum cultivars (*Panicum dichotomiflorum* Michx.): biochemical and agronomical aspects. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 82-87, 2004.

SOUZA, J.T.A.; RAMOS, J.P.F.; COSTA, R.F.; ARAÚJO, D.L.; GUEDES, P.L.C.; FREITAS, R.P.; RIBEIRO, J.E.S.; CAVALCANTE, V.R. Ecofisiologia e rendimento forrageiro do capim elefante roxo em função de adubação nitrogenada. **Arquivos de Zootecnia**, v.68, n 264, p.464-479, 2019.

SUGIHARTO, B. et al. Regulation of expression of carbonassimilating enzymes by nitrogen in maize leaf. **Plant Physiology**, Rockville, v.92, n.4, p.963-969, 1990.
TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p.174-219.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. Respostas e Adaptações ao Estresse Abiótico. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artimed, 2013. p.763 - 780.

VESSEY, J.K., RAPER, C.D., HENRY, L.T. Cyclic variations in nitrogen uptake rate in soybean plants: uptake during reproductive growth. **Journal of Experimental Botany**, New York, v.41, p.1579-1584, 1990.

VLEUGELS, T.; RIJCKAERT, G.; GISLUM, R. Seed yield response to N fertilization and potential of proximal sensing in Italian ryegrass seed crops. **Field Crops Research**, v. 211, p. 37-47, 2017.

YIN, C.; PANG, X.; CHEN, K. The effects of water, nutrient availability and their interaction on the growth, morphology and physiology of two poplar species. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, n. 1, p. 196-203, 2009.

Apêndices

Apêndice A – Temperaturas mínimas, médias e máximas em casa de vegetação, na Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS, onde foi realizado o experimento, durante o ano de 2018.

