

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SYLVIO SOLOM SANTANA MENDINA

Engenheiro Agrônomo/UFRGS

**VIABILIDADE REPRODUTIVA DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.)
MANEJADO EM DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO**

Porto Alegre

Abril, 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SYLVIO SOLOM SANTANA MENDINA

Engenheiro Agrônomo/UFRGS

**VIABILIDADE REPRODUTIVA DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.)
MANEJADO EM DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO**

Dissertação apresentada como requisito para à obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Paulo Cesar de Faccio Carvalho

Porto Alegre

Abril, 2022

CIP - Catalogação na Publicação

Mendina, Sylvio Solom Santana Mendina
VIABILIDADE REPRODUTIVA DO AZEVÉM (*Lolium
multiflorum* Lam.) MANEJADO EM DIFERENTES INTENSIDADES
DE PASTEJO / Sylvio Solom Santana Mendina Mendina. --
2022.

48 f.

Orientador: Paulo Cesar de Faccio Carvalho
Carvalho.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Azevém. 2. Ressemeadura natural. 3. Intensidade
de pastejo. 4. SIPA - Sistemas integrados de produção
agropecuária. I. Carvalho, Paulo Cesar de Faccio
Carvalho, orient. II. Título.

FOLHA DE HOMOLOGAÇÃO

Sylvio Solom Santana Mendina
Engenheiro Agrônomo

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 29.04.22
Pela Banca Examinadora

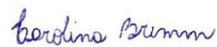


PAULO CESAR DE FACCIO CARVALHO
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador

Homologado em: 05/07/2022
Por



SERGIO LUIZ VIEIRA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



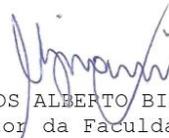
Carolina Bremm
UFRGS



Anibal de Moraes
UFPR



Emerson André Pereira
UNIJUÍ



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a meus irmãos, Thamira e Cezzar, em especial à minha mãe, Maria Amália, pelo apoio constante, inventivo ao estudo e suporte. Meus tios, Enio e Margarida, meus primos Solon e Michele, exemplos de altruísmo.

Ao professor Paulo Carvalho, pela confiança depositava em meu trabalho, pela oportunidade de fazer parte do seu grupo e pelos ensinamentos, que vão além da academia.

Aos professores Emerson André Pereira, Carolina Bremm e Gerusa Conceição, pela colaboração, paciência e disponibilidade, sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de realização do mestrado.

A todos do GPEP, onde fiz grandes amigos, pessoas especiais que agregaram muito em minha formação, não só como estudante, mas como ser humano.

Aos amigos do “Rancho 15”, companheiros de uma época saudosa.

A Rubia Dominschek, Anderson Bolzan, Gentil Felix da Silva Neto, Marcelo Ascoli da Silva, Jackson Neme, Raíssa Basso, Gustavo Heissler, Júlio Azambuja, Daniel “Soneca” de Oliveira, Gabriel “Dori” Santos, Catarine Basso, Renan Becker, Victória Meotti, Lidiane Eloy, Pedro Arthur Nunes, Ítalo Monteiro, Leonardo Nunes, Jonatas Cezar, Debora Rubim, Barbara Centeno, Betina Colares, Laamon Simões e muitos outros.

Aos colegas da UNIJUI, companheiros de lida, que foram de suma importância para a realização deste trabalho, em especial Carolina Cargnelutti e Leonardo Dallabrida Mori.

Ao Francisco Garcia de Garcia e família, por permitirem a realização deste e muitos outros trabalhos de pesquisa em todos esses anos de parceria.

Aos colaboradores da Fazenda do Espinilho, pela imprescindível ajuda e total apoio nas atividades e demandas que surgiram.

Ao Carmem e seus familiares.

Ao amigo Luis Fernando Picasso Quadros, que me convidou para conhecer o GPEP, foi o primeiro passo.

Muito Obrigado!

VIABILIDADE REPRODUTIVA DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) MANEJADO EM DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO¹

Autor: Sylvio Solom Santana Mendina

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

Resumo – Diferentes intensidades de pastejo podem afetar o desenvolvimento reprodutivo do Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Quando manejado em intensidades moderadas são permitidas condições de desenvolvimento para que as plantas expressem seu potencial reprodutivo. Neste estudo, foi investigado o efeito da intensidade de pastejo sobre o desenvolvimento e a capacidade reprodutiva do Azevém, sua produção e viabilidade de sementes em um SIPA de longa duração. O experimento foi conduzido durante o ciclo de pastejo de inverno/primavera de 2021, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, em um protocolo experimental de longa duração iniciado em 2001. Os tratamentos foram arranjados em um delineamento de blocos completamente casualizados com três repetições e consistiram em diferentes intensidades de pastejo por bovinos em pastagem de Azevém anual. Os tratamentos: alta intensidade de pastejo, manejados a 10 cm (T10), Intensidade moderada de pastejo, manejados a 20 cm (T20), intensidade moderada-leve de pastejo, manejados a 30 cm (T30), intensidade leve de pastejo, manejados a 40 cm (T40) e sem de pastejo (SP). Foi observado o efeito das intensidades de pastejo sobre o desenvolvimento reprodutivo do Azevém durante o ciclo de pastejo e ao final do ciclo foram coletas sementes para análises em laboratório. O T10 demonstrou um baixo desempenho durante todo o ciclo de pastejo, com valores médios inferiores aos demais tratamentos na contagem de perfilhos, espigas, espiguetas, em quantidade de espigas de coloração verde-ouro, com maior maturidade fisiológica e ao final do ciclo um baixo peso de mil sementes (PMS) e sementes com germinação de 49,7%. O T30, T40 e SP apresentaram desempenho superior aos demais tratamentos, nas avaliações durante o ciclo de pastejo e no final do ciclo com PMS acima dos 0,1500 g e germinação acima dos 80%. O T20 demonstrou certa instabilidade, em algumas variáveis demonstrando um desempenho regular durante o ciclo de pastejo e no final do ciclo uma PMS 0,1320 g e uma germinação de 66,8. Desta forma o Azevém quando manejado em intensidades moderadas mantém um potencial reprodutivo capaz de produzir sementes viáveis. E em altas intensidades o pastejo prejudica o desenvolvimento reprodutivo e produção de sementes, afeta negativamente a densidade de perfilhos reprodutivos (espigas) e produção de sementes, ocorrendo prejuízo da ressemeadura natural do Azevém anual em Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA).

Palavras-chave: Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.); ressemeadura natural; intensidade de pastejo; SIPA; resiliência; intensificação sustentável.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (p.45) April, 2022.

REPRODUCTIVE VIABILITY OF RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam.) MANAGED IN DIFFERENT GRASSING INTENSITIES²

Author: Sylvio Solom Santana Mendina

Advisor: Paulo César de Faccio Carvalho

Abstract - Different grazing intensities can affect the reproductive development of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). In this study, the effect of grazing intensity on the development and reproductive capacity of ryegrass, its production and seed viability in a long-term ICLS was investigated. The experiment was conducted during the 2021 winter/spring grazing cycle, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, in a long-term experimental protocol initiated in 2001. The treatments were arranged in a completely randomized block design with three replications and consisted of different grazing intensities by cattle on annual ryegrass pasture. The treatments: high grazing intensity, managed at 10 cm (T10), moderate grazing intensity, managed at 20 cm (T20), moderate-light grazing intensity, managed at 30 cm (T30), light grazing intensity, managed at 40 cm (T40) and without grazing (SP). The effect of grazing intensities on the reproductive development of ryegrass was observed during the grazing cycle and at the end of the cycle seeds were collected for laboratory analysis. The T10 showed a low performance throughout the grazing cycle, with lower rates than the other treatments in the count of tillers, ears, spikelets, in number of ears of green-gold color, with greater physiological maturity and at the end of the cycle a low weight. thousand seeds weight (TSW) and seeds with germination of 49.7%. The T30, T40 and SP showed superior performance to the other treatments, in the evaluations during the grazing cycle and at the end of the cycle with TSW above 0.1500 g and germination above 80%. The T20 showed some instability, in some variables showing a regular performance during the grazing cycle and at the end of the cycle a TSW 0.1320 g and a germination of 66.8%. Thus, ryegrass, when managed at moderate intensities, maintains a reproductive potential capable of producing viable seeds. And at high intensities, grazing impairs reproductive development and seed production, negatively affects the density of reproductive tillers (ears) and seed production, causing damage to the natural reseeding of annual ryegrass in the in the Integrated Crop-Livestock System (ICLS).

Keywords: Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.); natural reseeding; grazing intensity; integrated crop-livestock system (ICLS); resilience; sustainable intensification.

² Master dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (p.45) April, 2022.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Hipótese	12
1.2. Objetivo	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Contexto Internacional	13
2.2. Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).....	14
2.3. Impacto do manejo das pastagens durante o ciclo de pastejo de inverno.....	16
2.4. Importância do Azevém (<i>Lolium multiflorum Lam.</i>) nos SIPA do sul do Brasil	17
2.5. Efeito da herbivoria no desempenho reprodutivo do Azevém.....	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1. Área experimental	20
3.2. Protocolo experimental	20
3.3. Amostras de forragem.....	20
3.4. Manejo dos animais	21
3.5. Avaliações ao longo do ciclo de pastejo	21
3.5.1. Evolução e distribuição espacial	21
3.5.2. Componentes de rendimento.....	22
3.6. Avaliações no final do ciclo de pastejo	22
3.6.1. Amostragem e processamento	22
3.6.2. Componentes de rendimento específicos	23
3.6.3. Peso de mil sementes (PMS)	23
3.6.4. Teste de germinação	23
3.7. Análise estatística	24
4. RESULTADOS	24
4.1. Avaliações ao longo do ciclo de pastejo	24
4.1.1. Contagem de perfilhos.....	24
4.1.2. Contagem de espigas e espiguetas.....	25
4.1.3. Estágio fenológico de espigas de Azevém durante o ciclo de pastejo	28
4.2. Avaliações no final do ciclo de pastejo	29
5. DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO	35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
8. REFERÊNCIAS	36
9. VITA	45

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1.	Características reprodutivas de pastagem de Azevém anual sob diferentes intensidades de pastejo (T10, alta intensidade de pastejo; T20, pastejo moderado; T30, pastejo moderado-leve; T40, pastejo leve; SP, sem pastejo) por bovinos de corte	30
-----------	--	----

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.	Potencial de perfilhamento durante o ciclo de pastejo (Mil m ⁻²).....	25
Figura 2.	Evolução e distribuição de espigas nos tratamentos durante o ciclo de pastejo (Mil m ⁻²)	26
Figura 3.	Evolução e distribuição de espiguetas nos tratamentos durante o ciclo de pastejo (Mil m ⁻²).....	26
Figura 4.	Peso de espiga de Azevém (kg m ⁻²).....	27
Figura 5.	Contagem de espigas verde-ouro durante o ciclo de pastejo (Mil m ⁻²) .	28

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

°C	graus Celsius
cm	centímetros
g	grama
ha	hectares
IAF	Índice de Área foliar
kg	quilogramas
m	metros
m ²	metro quadrado
MF	massa de forragem
mm	milímetros
MS	massa de forragem
PMS	Peso de mil sementes
PTMS	produção total de matéria seca
SIPA	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária
SP	Sem pastejo
T10	Tratamento de alta intensidade de pastejo (10 cm)
T20	Tratamento de intensidade moderada de pastejo (20 cm)
T30	Tratamento de intensidade moderada-leve de pastejo (30 cm)
T40	Tratamento de baixa intensidade de pastejo (40 cm)
TxAc	Taxa de acúmulo
UE	unidade experimental
und	unidade

1. INTRODUÇÃO

O Azevém anual (*Lolium multiflorum Lam.*) é uma forrageira bastante adaptada ao clima do sul do Brasil, no Rio Grande do Sul é amplamente utilizada no período de entre safra, durante o inverno, proporcionando altos níveis de produção de forragem e sementes (CUNHA et al., 2016; BOHN et al., 2020). O Azevém pode ser utilizado tanto em cultivo exclusivo, como em consórcio com outras gramíneas e leguminosas, semeado em pastagens naturais para melhorá-las (DE CONTO et al., 2011; FLORES et al., 2008; PEREIRA et al., 2008).

A evolução da pecuária depende das diversas mudanças que vêm ocorrendo com o manejo de pastagens, especialmente na compreensão da ecofisiologia das gramíneas forrageiras como base para planejar um manejo adequado, que reflita em maior produção (SILVA e NASCIMENTO JR., 2007). Pesquisas recentes em várias regiões do mundo indicaram que o SIPA pode aumentar a produção agrícola e pecuária sustentada usando de forma eficiente os recursos do sistema agrícola (RUSSELLE et al., 2007; LIU et al., 2012).

SIPA são sistemas agrícolas que tendem a unir produtividade, lucratividade e preservação ambiental, permitindo a ocorrência de um efeito sinérgico positivo entre lavouras e pastagens e melhora a produção dos sistemas quando bem manejados (LEMAIRE et al., 2005). O manejo do pastejo, o efeito de diferentes intensidades de pastejo com diferentes cargas animal, podem afetar a dinâmica da produção do pasto, uma vez que o manejo da pastagem pode restringir a seleção do alimento ao animal. A seleção da dieta pelo animal, conforme a disponibilidade de forragem ofertada, dia após dia, resultando em áreas com diferentes estruturas vegetais, uma vez que os animais podem excluir certos locais, que não serão pastejados, ou realizar sobre pastejo, conferindo a pastagem sua complexidade e heterogeneidade, resultando em um sistema dinâmico e heterogêneo (SALTON e CARVALHO, 2007; NUNES et al. 2019). Desta forma uma alta intensidade de pastejo, afeta negativamente o acúmulo de massa de forragem, a estrutura da floração e a produção de sementes (ATES et al., 2014), o que pode reduzir a capacidade reprodutiva do Azevém e sua capacidade de se estabelecer no próximo ano.

O emprego de intensidades de pastejo moderadas em SIPA é capaz de conciliar um maior desempenho animal e conservação ambiental, não comprometendo a produtividade da lavoura de verão. (NUNES et al., 2019). Além

disso, a manutenção permanente da cobertura do solo aliada a um bom manejo das pastagens na fase pecuária do sistema resulta na redução de plantas daninhas, tanto estivais como hibernais, resultando no longo prazo, na redução o banco de banco de sementes de e supressão de ervas daninhas (SCHUSTER et al., 2016).

O aproveitamento da ressemeadura natural do Azevém é econômico e ambientalmente vantajoso, possibilitando a economia nos custos para o produtor. A ressemeadura natural também pode aumentar o tempo de uso da pastagem, uma vez que as sementes iniciam a emergência no início da estação de crescimento (EVERS e NELSON, 2000). A produção de sementes provenientes de áreas pastejas, podem resultar em menor qualidade fisiológica das sementes, interferindo nos principais fatores que podem estar relacionados ao rendimento e qualidade das sementes, como o peso de mil sementes, a germinação e o vigor, saúde e produtividade das sementes (MEDEIROS e NABINGER, 2001; TONETTO et al., 2011; PASLAUSKI et al., 2014).

Dessa forma, o presente trabalho buscou investigar o efeito de diferentes intensidades de pastejo por bovinos sobre o desempenho reprodutivo de Azevém anual (*Lolium multiflorum Lam.*) e suas possíveis implicações em um SIPA no sul do Brasil.

1.1. Hipótese

Se diferentes intensidades de pastejo provocam efeitos distintos na produção e viabilidade de sementes de Azevém (*Lolium muntiflorum*) manejados em SIPA, então existe uma intensidade mínima que deve ser observada para garantir uma ressemeadura suficiente para garantir o estabelecimento do Azevém no ano seguinte.

1.2. Objetivo

Determinar uma intensidade de pastejo mínima que possibilite uma ressemeadura que garanta o estabelecimento do Azevém no próximo ano.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Contexto Internacional

O aumento da população mundial nas últimas décadas, com projeções de crescimento próximo ao patamar de 9,7 bilhões de pessoas em 2050 e 11 bilhões até 2100 (UN, 2017), provoca a eminente necessidade de aumento de até 56% na produção mundial de alimentos para garantir a segurança alimentar da população projetada para 2050 (SEARCHINGER et al., 2018). De acordo com documento publicada pela FAO (2011), cerca de 90% do aumento na produção global de alimentos está diretamente vinculado ao incremento na produtividade via intensificação dos sistemas produtivos. Portanto, que se estima que apenas 10% dos incrementos estarão ligados à expansão da fronteira agrícola. Situação que gera discussões sobre as alternativas que temos para garantir um aumento de produtividade de maneira sustentável, tanto cientistas como agricultores têm o desafio de aumentar a produtividade agrícola acompanhando a crescente demanda por alimentos, porém sem degradar ainda mais a base de recursos naturais (GIBBS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2017).

A produção de alimentos deve estar de acordo com os princípios da agricultura sustentável (FAO, 2014) desta forma, é importante salientar, que um produto ou serviço para ser considerado sustentável deve ser socialmente justo, economicamente viável, ecologicamente correto e culturalmente aceito (SANTOS e HATAKEYAMA, 2012). A intensificação na produção agrícola é promovida pela necessidade de atender à crescente demanda global por alimentos (STAVI et al., 2016), sustentável ou ecológica, a intensificação, tem em seu cerne o uso de mecanismos biológicos capazes de substituir intervenções químicas e físicas ou interagir positivamente com elas, exercendo o mesmo papel, mas sem custos externos, sobretudo ambientais (DORÉ et al., 2011).

Os sistemas de produção vigentes são constantemente questionados quanto aos seus atributos de sustentabilidade. A progressiva conscientização e pressão social quanto aos impactos da expansão da intensificação especializada das últimas décadas, têm promovido uma alteração do padrão de consumo da sociedade, e

consequentemente o desafio de aliar intensificação da produção com sustentabilidade (FOLEY et al., 2011).

2.2. Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA)

Os SIPA são reconhecidos como uma alternativa à intensificação sustentável, a exploração de recursos naturais em um SIPA surge como uma alternativa mais sustentável, em relação a sistemas convencionais, pois diversas pesquisas indicam sua viabilidade em termos de conservacionismo (FAO, 2011), uma vez que a complexidade e diversidade são propriedades inerentes a estes sistemas (ANGHINONI et al., 2013). Devido ao seu potencial de diversificação de renda e por reduzir os impactos negativos ao meio ambiente, os SIPA têm se mostrado uma estratégia mais sustentável de uso da terra (MORAES et al., 2014). Eles demandam o uso de um conhecimento sistêmico, que permite a integração correta dos componentes de produção para promover e potencializar relações sinérgicas e produzir resultados sociais, econômicos e ambientais (FAO, 2011).

Os SIPA vão além da simples rotação ou sucessão da lavoura com o pastejo, tem referência a uma coexistência harmoniosa e deliberada entre os diversos componentes do sistema (MEDEIROS, 1978), caracterizam-se por consistir na associação entre cultivos agrícolas e produção animal, planejados para explorar o sinergismo, fruto da interação entre os compartimentos solo-planta e animal (MORAES et al., 2014), no entanto, cabe ressaltar que a diversificação e integração da produção vegetal e animal não consiste em uma prática nova, já foi adotada ao longo dos séculos, em diferentes partes do mundo (FAO, 2011; Nair, 2011). Os imigrantes europeus trouxeram para o Brasil a cultura da associação entre agricultura, pecuária e floresta que rapidamente foi adaptada às condições tropicais e subtropicais (BALBINO et al., 2011). A urgência em maximizar a produção de alimentos ao mesmo tempo em que reduz os danos ambientais da agricultura, reforça a importância de sistemas biologicamente complexos como o SIPA (RUSSELLE et al., 2007; LEMAIRE et al., 2014). Um cenário com a capacidade de diversificar os cultivos e incorporar componentes de produção animal torna-se interessante de um ponto de vista econômico e ambiental, uma vez que, a maior complexidade do sistema proporciona uma maior probabilidade do surgimento de interconexões positivas e propriedades

emergentes, resultando em modelos produtivos mais resilientes e estáveis (CARVALHO et al., 2018).

No Brasil ocorre um crescimento na adoção dos SIPA, com cada região do país possuindo suas particularidades e enfoque distintos. Em um país que vêm destacando-se atualmente pela crescente produção de grãos, existem grandes extensões de terra que são impróprias para agricultura (OLIVEIRA et al., 2001). Na região do Cerrado por muito tempo o foco da integração esteve na rotação de culturas e na recuperação de solos e pastagens degradadas, enquanto na região sul do Brasil, o foco tem sido não somente na diversificação e a rotação de culturas, mas principalmente como alternativa de renda e utilização das áreas nos períodos entre lavouras de verão (CARVALHO et al., 2005).

A região sul do Brasil temos a oportunidade de implementar o uso dos SIPA no período de entre safra das culturas de grãos de verão, submetendo áreas ociosas ou com culturas de cobertura no inverno à produção pecuária, na forma de pastagens de inverno. A região abrange cerca de 16 milhões de hectares cultivados com culturas verão, principalmente soja (*Glycine max*), arroz (*Oryza sativa*) e milho (*Zea mays*), no entanto, a superfície cultivada com lavouras de inverno é de aproximadamente 3 milhões de hectares, o que representa cerca de 1/5 do total das áreas cultivadas com anuais de verão (CONAB, 2015). Desta forma. Há um potencial de aptidão de utilização de 13 milhões hectares para adoção de SIPA, considerando que grande parte dessas áreas permanece improdutiva ou subutilizada durante o período de inverno, em pousio ou destinadas apenas a culturas de cobertura do solo. O estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil, tem a maior taxa de adoção de SIPA com 21% da área cultivada (EMBRAPA, 2016).

Pesquisadas desenvolvidas na região, ao longo de mais de 20 anos, têm demonstrado que o cultivo de pastagens de inverno precedendo culturas anuais de verões, não reduzem a produtividade dos cultivos de soja, milho e feijão comum, quando comparado a áreas não pastejadas (NICOLOSO et al., 2006; FLORES et al., 2007; LOPES et al., 2009; CARVALHO et al., 2010b; MORAES et al., 2014; KUNRATH et al., 2015).

Em uma revisão realizada por Moraes et al. (2014), e atualizada por Carvalho et al. (2018), foram analisados diversos estudos em SIPA no sul do Brasil, nos quais a presença de animais em pastejo durante o período de inverno, melhora o rendimento das culturas de verão, como soja (*Glycine max*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), arroz

(*Oryza sativa*) e milho (*Zea mays*) na ordem de 3,4%, 4,7%, 10,4% e 10,8%, respectivamente. Além disso, há a produção animal no período de inverno, que proporciona aos agricultores um importante incremento de renda (FRANZLUEBBERS e STUEDEMANN, 2007; OLIVEIRA et al., 2013) e mitigação de riscos, considerando a incerteza das flutuações de mercado e preços das *commodities* (BELL e MOORE, 2012; RYCHAWY et al., 2012).

2.3. Impacto do manejo das pastagens durante o ciclo de pastejo de inverno

O Sucesso do SIPA está diretamente relacionado a intensidade de pastejo empregada, pois ela é a responsável pela variação da estrutura do pasto (altura e densidade por exemplo), que por sua vez é a característica central e determinante na produtividade animal, eficiência e sustentabilidade do sistema de produção. O bom manejo da pastagem, representado por intensidades de pastejo adequadas, causa efeitos positivos sobre o sistema como um todo. Alturas de manejo de pastagens contrastantes resultam em diferentes áreas foliares, que são responsáveis pela captação energia solar e realizar fotossíntese (HODGSON, 1990). Assim o manejo do pasto em alturas adequadas de pastejo possibilita as plantas uma melhor performance.

O pastejo é um dos principais impulsionadores da estrutura do pasto e composição dos ecossistemas de pastagens, definindo os padrões espaciais das comunidades vegetais (DUMONT et al., 2012). A utilização da pastagem pelo animal implica em promover a heterogeneidade do ambiente via pastejo, fruto da seleção da dieta pelo animal, conforme e disponibilidade de forragem à qual está submetido. A herbivoria sadia estende o período vegetativo das plantas sem comprometer suas taxas de crescimento (CARVALHO et al., 2018; NUNES et al., 2019), enquanto pastos onde não ocorreu o pastejo tendem a apresentar alongamento precoce dos entrenós, floração e às vezes acamamento (BALLARÉ et al., 1991; ROCHA et al., 2004).

Em altas intensidades de manejo, os pastejos são prejudiciais ao desempenho individual dos animais, já o manejo em intensidades moderadas de pastejo maximiza a produção vegetal e animal (KUNRATH et al., 2020). O pastejo quando manejado incorretamente tem como consequência à deterioração do ecossistema, porém

quando bem conduzido pode melhorar a estrutura e produtividade do pasto (MILCHUNAS e LAUENROTH, 1993). O que evidencia a importância do uso de intensidades de pastejo adequadas para aumentar a eficiência da produção e essencial para a intensificação sustentável em sistemas complexos e resilientes, como em SIPA (GODFRAY et al., 2010; KIRSCHENMANN, 2007; TILLMAN et al., 2002).

2.4. Importância do Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) nos SIPA do sul do Brasil

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma *poacea* anual de ciclo hibernar, originária da região do Mediterrâneo, facilmente encontrada no estado do Rio Grande do Sul, destacando-se pela resistência a baixas temperaturas, qualidade nutricional e boa produção de matéria seca (FREITAS et al., 2003; NORO et al., 2003). Apresenta hábito de crescimento cespitoso, com prefoliação convoluta, folhagem verde-brilhante e folhas com aurículas desenvolvidas, possui espiguetas com mais de 10 antécitos e lemas com arista apical (BOLDRINI et al., 2005). Esta espécie não resiste ao calor de verão de climas tropicais, desenvolvendo-se do outono à primavera (GALLI et al., 2005). Devido à sua dormência e ao seu valor nutricional para o gado, o azevém anual é uma das gramíneas mais utilizadas no sul do Brasil em sistemas integrados de produção, principalmente com rotação com a cultura da soja, dispersando suas sementes antes da semeadura da soja, possibilitando uma ressemeadura natural e seu estabelecimento na próxima estação fria, o que resulta em uma das mais importantes espécies forrageiras de inverno, que atende à demanda alimentar de rebanhos de ruminantes. Na região sul do Brasil, pode ser utilizado tanto em cultivo exclusivo, como em consórcio com outras gramíneas e leguminosas, semeado em pastagens naturais para melhorá-las (DE CONTO et al., 2011; FLORES et al., 2008; PEREIRA et al., 2008).

Adaptando-se praticamente a todos os tipos de solo, preferindo os de textura média. Nos solos baixos e ligeiramente úmidos tem um melhor desenvolvimento do que em solos altos e secos. Apesar de tolerar umidade, não apresenta bom rendimento em áreas propensas a alagamento. A temperatura ótima para seu crescimento situa-se entre 18 e 20°C, paralisando o crescimento em temperaturas

menores que 5°C, devido a atividade fisiológica de crescimento do Azevém ocorrer à temperatura basal a partir de 6,4 °C, razão da redução do desenvolvimento durante o inverno, é sensível a geadas, mesmo mantendo as folhas verdes. É uma espécie vigorosa, perfilha em abundância, sendo considerada naturalizada em muitas regiões sul brasileiras. Produz forragem de elevado teor de proteína e digestibilidade durante as estações frias, período em que pastagens nativas, compostas predominantemente por espécies estivais, paralisam seu crescimento em função das baixas temperaturas (PEDROSO, 2002). As plantas florescem e frutificam em abundância no final da primavera (PIANA et al., 1986). Após a maturação fisiológica ocorre a abscisão das sementes, as quais, quando não são colhidas caem ao solo, permanecendo dormentes até o final do verão, quando iniciam a germinação.

O resíduo de forragem, pós-pastejo, afeta de maneira significativa a quantidade e qualidade da forragem produzida não devendo ser inferior a 6 cm (SALERMO e TCACENCO, 1986; MEDEIROS e NABINGER, 2001). O índice de área foliar (IAF) residual deve ser próximo de dois, onde permanecem cerca de duas folhas expandidas para o perfilho no resíduo da pastagem (CANDIDO et al., 2005).

O Azevém existe na natureza como planta diplóide ($2n = 2x = 14$ cromossomos), mas existem cultivares tetraplóides ($2n = 4x = 28$ cromossomos). Plantas de Azevém tetraplóide apresentam folhas mais largas e escuras, perfilhos menores, porém maiores, uma maior produção de massa total de forragem, ciclo vegetativo mais longo, menor teor de matéria seca e sementes maiores, podendo produzir sementes de melhor qualidade (FARINATTI et al., 2006; CARVALHO et al., 2010a).

2.5. Efeito da herbivoria no desempenho reprodutivo do Azevém

A desfolha em gramíneas, quando efetuada de forma controlada durante a etapa vegetativa e antes da iniciação floral, não afeta marcadamente os rendimentos de sementes (PARK et al., 1987). Além de produção de material forrageiro o Azevém poderá ser manejado para produção de sementes em uma mesma área em que foi pastejado. Entretanto, conforme mencionaram Medeiros e Nabinger (2001) as sementes que são produzidas neste sistema apresentam normalmente pouco rendimento médio e baixa qualidade fisiológica

Evidências de benefícios de desfolhas foram descritas, quando realizado um corte em pastagem de Azevém anual cv. Comum, estimulou a produção de sementes. Entretanto foi verificado que com dois cortes a produção de sementes sofre redução e com três cortes, as plantas não foram capazes de produzir sementes (MEDEIROS e NABINGER, 2001). A desfolha tanto efetuada por cortes ou pelo pastejo, no início do florescimento, prejudica a produção de sementes devido à redução da área foliar remanescente (FAVORETTO, 1993). Estudos sobre a morfologia de plantas forrageiras evidenciam que a recuperação de uma pastagem após o pastejo, é influenciada por suas características morfológicas intrínsecas, que são a área foliar remanescente, os teores de carboidratos não estruturais de reserva, bem como o número de pontos de crescimento capazes de promover a rebrota (WARD e BLESSER, 1961; GOMIDE, 1973; JACQUES, 1973; RODRIGUES e RODRIGUES, 1987).

A elevada frequência de desfolha, afeta negativamente a produção de sementes, reduz a pureza física, devido ao aumento da quantidade de sementes mal-formadas, menores do que um terço do tamanho normal, as quais são consideradas material inerte na análise de pureza. À medida que os ciclos de desfolha avançam no tempo, a probabilidade de remoção de pontos de crescimento se eleva em função deles ficarem cada vez mais próximos ao nível de desfolha. Os pastejos intensos geram desfolhas elevadas e frequentes, que reduzem o potencial fotossintetizante das plantas, reduzindo a produção de matéria seca e o rendimento de sementes (MEDEIROS e NABINGER, 2001).

No Rio Grande do Sul, a produção de sementes é normalmente obtida de áreas destinadas ao pastejo e posteriormente diferidas. Nesse sistema de manejo é possível obter rendimentos de sementes próximos de 500 kg ha⁻¹, embora em condições experimentais tenham sido registrados valores até 1200 kg ha⁻¹ (BAZZIGALUPI, 1982). Em estudos mais recentes foram relatados rendimentos médios entre 300 e 400 kg ha⁻¹ de produtividade (LUCCA FILHO et al., 1999).

A produção de sementes obtidas em áreas pastejas e posteriormente diferidas para a colheita de sementes, pode resultar em menor qualidade fisiológica das sementes. Fatores que podem estar relacionados ao rendimento e qualidade das sementes são o manejo de adubação, altura, número e época de desfolhas e época de colheita (maturação de espiguetas). Esses fatores afetam o PMS, a germinação e

o vigor, saúde e produtividade das sementes (MEDEIROS e NABINGER, 2001; TONETTO et al., 2011; PASLAUSKI et al., 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Espinilho, localizada em São Miguel das Missões no estado do Rio Grande do Sul (latitude 28°56'52" S, longitude 54°20'52" W e altitude de 465m). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, profundo, bem drenado, com uma textura argilosa da superfície da rocha basáltica (0,54 kg kg⁻¹ argila, 0,17 kg kg⁻¹ silte e 0,29 kg kg⁻¹ areia, na camada de 0 a 0,20 m) (CASSOL, 2003; KUNRATH et al., 2014). O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido) de acordo com o sistema de classificação climática Köppen, com uma precipitação média anual de 1850mm e uma temperatura média de 19°C (MARTINS et al., 2016). A vegetação original era composta de floresta de galeria e pastagens naturais formadas por gramíneas. A partir de 2001 foi conduzida por meio de um SIPA, sendo conduzido com cultivo de soja (*Glucine max (L.) Merrill*) durante o verão e pastagem de Azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) no inverno, manejado em diferentes intensidades de pastejo e sem pastejo.

3.2. Protocolo experimental

A área experimental é de aproximadamente 22ha e os tratamentos consistem em diferentes intensidades de pastejo, alta intensidade, manejados em 10 cm (T10), intensidade moderada, manejados em 20 cm (T20), intensidade moderada-leve, manejados em 30 cm (T30), baixa intensidade, manejados em 40 cm (T40) e sem pastejo (SP), conduzidos em pastejo contínuo por bovinos, distribuídas em um delineamento em blocos completamente casualizados, com três repetições.

3.3. Amostragens de forragem

As alturas de manejo preconizadas foram monitoradas a cada 21 dias pelo método do bastão graduado “*Sward stick*” (BARTHAM, 1986). A estimativa de massa de forragem (MF) foi realizada mensalmente, a cada 21 dias aproximadamente (subperíodo), utilizando a técnica de dupla amostragem (WILM et al., 1944), foram realizados cinco cortes aleatórios por unidade experimental (UE), em área delimitada por um quadro de dimensões 50 x 50 cm (0,25 m²), aferindo 5 pontos de alturas de pasto com o “*Sward stick*”, utilizados para o ajuste da massa de forragem (kg MS ha⁻¹). Foram realizados cortes dentro de gaiolas de exclusão, sendo três gaiolas por UE (KLINGMAN et al., 1943), aferindo 5 pontos de alturas de pasto com o “*Sward stick*”, para determinar a taxa de acúmulo de matéria seca (TxAc kg MS ha⁻¹ dia⁻¹), onde a diferença entre a massa dos cortes do início e do final de cada subperíodo, dividida pelo número de dias de intervalo entre os cortes determinou a TxAc de cada subperíodo. A TxAc média de todo o ciclo de pastejo foi obtida pela média das TxAc de cada subperíodo. A produção total de matéria seca (PTMS, kg MS ha⁻¹) foi obtida pelo somatório da MF inicial com a TxAc de cada subperíodo e ao final do ciclo de pastejo foi determinado o resíduo (kg MS ha⁻¹) de cada UE, seguindo a mesma metodologia das avaliações de MF. As amostras de pasto foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e então pesadas.

3.4. Manejo dos animais

A carga animal foi regulada na área experimental com objetivo de manter as alturas de manejo preconizadas. Um número variável de animais foi necessário para o controle e manejo das intensidades preconizadas pelos tratamentos, utilizando o método de “*put-and-take*” (MOTT e LUCAS, 1952) para determinar a entrada e saídas de animais das UE. Os animais experimentais eram bovinos machos com peso médio inicial de 200 kg de peso vivo.

3.5. Avaliações ao longo do ciclo de pastejo

3.5.1. Evolução e distribuição espacial

A frequência e evolução de perfilhos férteis ou espigas de Azevém (*Lolium multiflorum Lam.*), nos tratamentos foi monitorada a cada período de avaliação, em intervalos de 21 a 28 dias, durante o ciclo de pastejo, verificando de forma representativa 100 pontos de observação em cada unidade experimental (UE).

3.5.2. Componentes de rendimento

Durante o ciclo de pastejo foram realizadas amostragens para avaliar os componentes de rendimento de interesse, utilizando um quadro de 20 x 20 cm (0,04m²). Foram coletadas três amostras por UE, em cinco períodos de avaliação, com intervalos de 15 dias desde a entrada dos animais na área experimental, onde foram registrados o número de perfilhos por área, número de espigas por área, número de espiguetas por área, massa dos perfilhos e massa das espigas. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas antes de serem pesadas.

As espigas foram classificadas quanto a seu estágio fenológico utilizando uma escala cromatológica, separando-as entre espigas verdes e espigas verde-ouro. As espigas de coloração verde-ouro apresentam uma maior maturidade fisiológica, onde as sementes estão em estágio farináceo a semiduro e com 30 a 38% de teor de água (NAKAGAWA et al., 1999).

3.6. Avaliações no final do ciclo de pastejo

3.6.1. Amostragem e processamento

Próximo do final do ciclo de pastejo, no dia 20 de outubro de 2022, foram coletadas aproximadamente 825g de espigas em cada UE. As espigas foram trilhadas manualmente, após a trilhagem as sementes passaram por um processo de separação em peneiras, com seis níveis de seleção (2,25 x 22mm; 2 x 22mm; 1,75 x 22mm; 1,5 x 22mm; 1,25 x 22mm e 1 x 22mm), em seguida encaminhadas ao soprador de sementes para limpeza (com 2cm de ângulo de abertura).

As sementes selecionadas de cada UE foram encaminhadas para análises de peso de mil sementes (PMS) e germinação. Os testes seguiram os padrões

determinados para Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) definidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e difundido pelo Regras Para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

3.6.2. Componentes de rendimento específicos

Foram retiradas 3 amostras de 10 espigas de cada UE, as quais foram destinadas para análise de componentes de rendimento, onde foi determinado o comprimento de espiga, o número de espiguetas por espiga, massa de espiga e massa de espiguetas.

3.6.3. Peso de mil sementes (PMS)

Para realizar a estimativa do PMS, foram retiradas oito repetições de 100 sementes provenientes das amostras de cada UE, contadas ao acaso manualmente e depois foram pesadas as sementes de cada repetição em balança de precisão com quatro casa decimais. O cálculo para obtenção:

$$\text{Peso de mil sementes (PMS)} = \frac{\text{Peso da amostra} \times 1000}{\text{n}^\circ \text{ total de sementes}}$$

Expresso em gramas (g).

3.6.4. Teste de germinação

A germinação é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. Nos testes de laboratório a porcentagem de germinação de sementes corresponde à proporção no número de sementes que produzir plântulas classificadas como normais, em condições e períodos específicos.

O objetivo deste teste foi determinar o potencial máximo de germinação de cada lote de sementes. Os métodos de análise em laboratório foram efetuados em condições controladas de maneira a permitir uma germinação mais regular, uma vez

que a realização deste teste em condições de campo geralmente não é satisfatória, dada as variações das condições ambientais.

Para o Azevém (*Lolium multiflorum*) o teste foi conduzido a uma temperatura entre 15-25 °C, sobre papel, que foi o substrato utilizado. A primeira contagem foi realizada em 5 dias e a contagem final após 14 dias. O teste por repetições foi realizado com quatro repetições da subamostra, o ideal é que todas devem ter índices equivalentes.

3.7. Análise estatística

Para a análise de variância dos parâmetros dos dados coletados durante o ciclo de pastejo foi realizada por meio de modelos misto com medidas repetidas no tempo, considerando os efeitos fixos de tratamentos e sua interação. Enquanto para a análise de variância dos parâmetros dos dados coletados ao final do ciclo, foi realizada por meio de modelos mistos onde foram considerados os efeitos de tratamentos como fixos e os efeitos de bloco como aleatórios (Função lmer do pacote lme4 do programa estatístico R.v.4.1.1).

Os pressupostos de homogeneidade de variâncias e normalidade de resíduos foram verificados pelo teste de Shapiro-Wilk, prosseguindo com análise de variâncias (ANOVA), quando observado efeito significativo em nível de 5% ($P < 0,05$), o teste de Tukey para comparação médias e o teste.

4. RESULTADOS

4.1. Avaliações ao longo do ciclo de pastejo

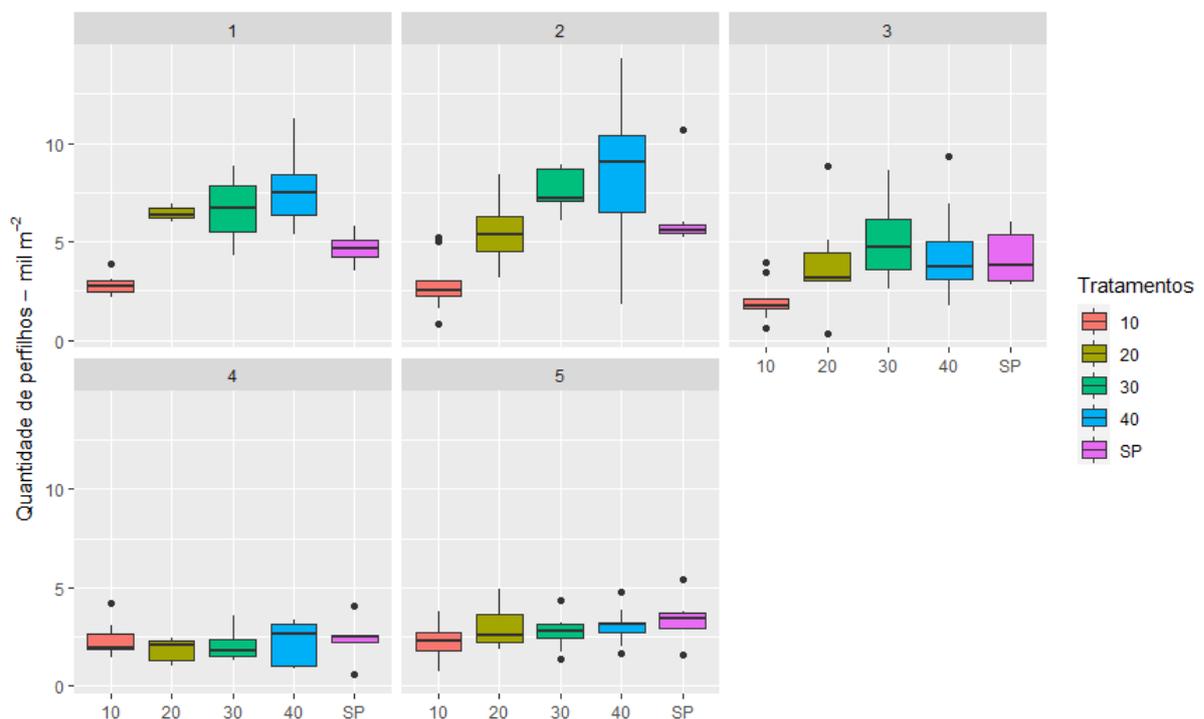
4.1.1. Contagem de perfilhos

Houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,01$) e os períodos de avaliação ($P < 0,001$), sendo significativa a interação entre esses dois fatores (tratamento x períodos de avaliação) ($P < 0,05$). Durante o início do ciclo de pastejo foi observado

maior quantidade de perfilhos, que foi reduzindo no decorrer do tempo, com exceção do tratamento T10 (Figura 1).

No início do estabelecimento somente o tratamento de alta de intensidade de pastejo (T10) apresentou menor quantidade de perfilhos em relação aos demais tratamentos, assim como para as avaliações 3 e 4. Neste tratamento (T0) a produção de perfilhos não variou ao longo do tempo. Como o número de perfilhos foi reduzindo ao longo do tempo entre os demais tratamentos, ao final do ciclo do azevém, não houve diferença estatística entre os tratamentos. O T10 apresentou valores modestos durante todo o ciclo, com valores médios que não ultrapassaram 2,85 Mil m^{-2} . Os demais tratamentos apresentaram um comportamento semelhante, com altos valores médios durante os dois primeiros períodos de avaliações, durante o estabelecimento da pastagem.

Figura 1. Perfilhamento durante o ciclo de pastejo (Mil m^{-2})



4.1.2. Contagem de espigas e espiguetas

Em ambas as contagens, de espigas e espiguetas, foi observada interação significativa entre os tratamentos e os períodos de avaliação ($P < 0,001$). A partir do

segundo período de avaliação foram encontradas espigas nos quadros amostrais. O T10 demonstrou diferença dos demais tratamentos ($P < 0,001$), com valores inferiores durante praticamente todo ciclo de avaliações, sendo que ao final, apresentou uma média de 0,6417 Mil espigas m^{-2} e 5,433 Mil espiguetas m^{-2} , muito abaixo dos demais tratamentos (Figura 2 e 3). Nessa fase, não houve diferença na produção de espigas e espiguetas entre as demais intensidades de pastejo T20, T30 e T40, com valor médio maior para o tratamento sem pastejo. Os maiores valores médios de número de espigas e espiguetas foram observados ao final do ciclo do Azevém.

O Peso de espiga é uma variável importante, que auxilia a determinar a qualidade de sementes de Azevém, correlacionado com o PMS. Foi observado uma interação significativa entre os tratamentos ($P < 0,001$). O T10 novamente apresentou valores baixos durante todos os períodos de avaliação (Figura 4). Observou-se uma tendência de aumento de peso de espiga a partir da terceira avaliação, com destaque para o tratamento sem pastejo. As intensidades de pastejo leve, moderada-leve e moderada (T40, T30 e T20, respectivamente) apresentaram valores intermediários para o peso médio de espiga.

Figura 2. Evolução e distribuição de espigas nos tratamentos durante o ciclo de pastejo (Mil m^{-2}).

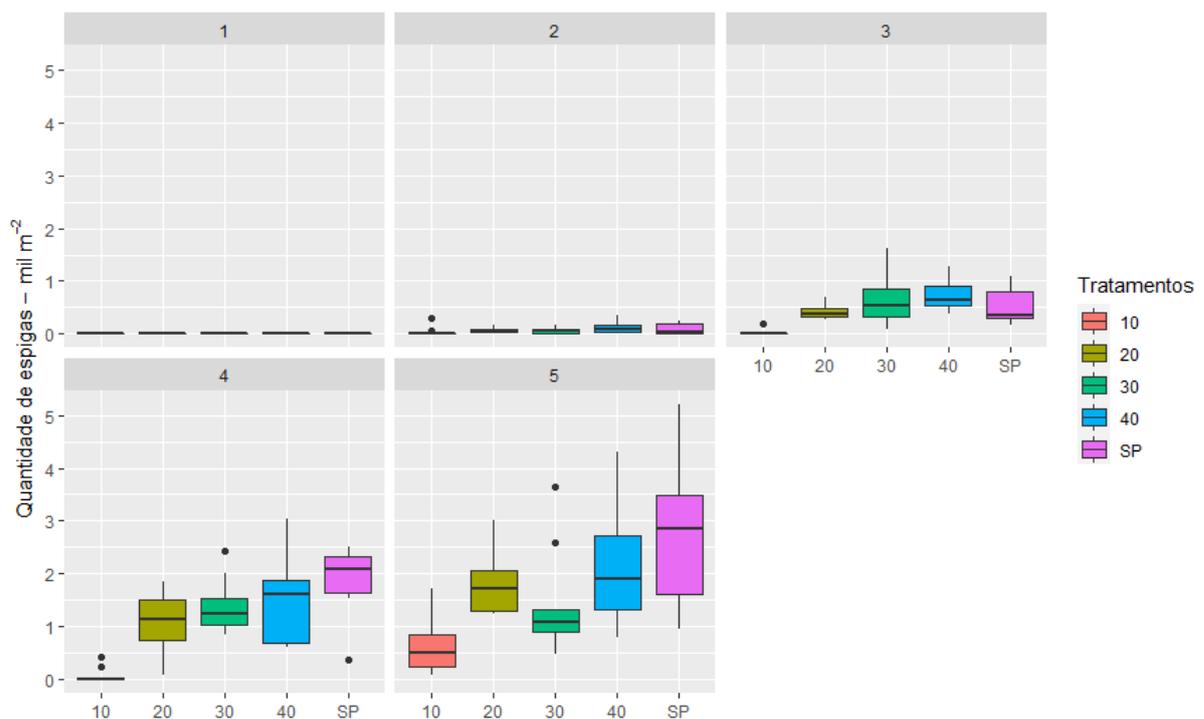


Figura 3. Evolução e distribuição de espiguetas nos tratamentos durante o ciclo de pastejo (Mil m^{-2}).

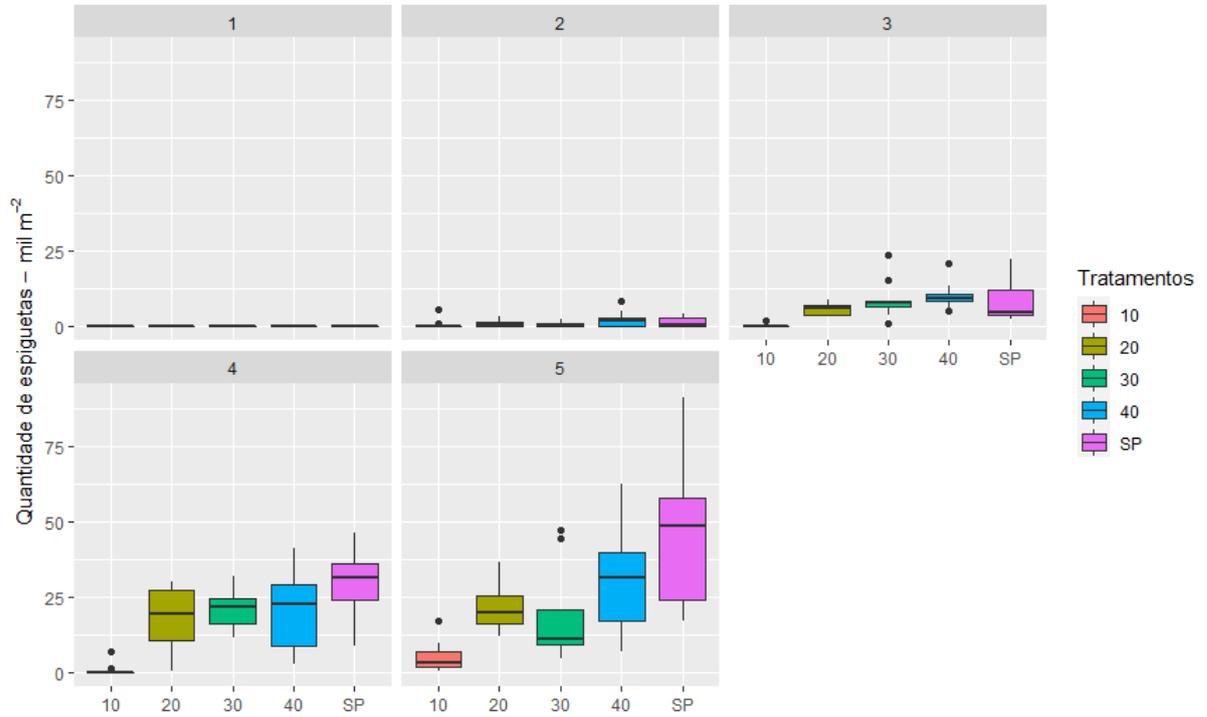
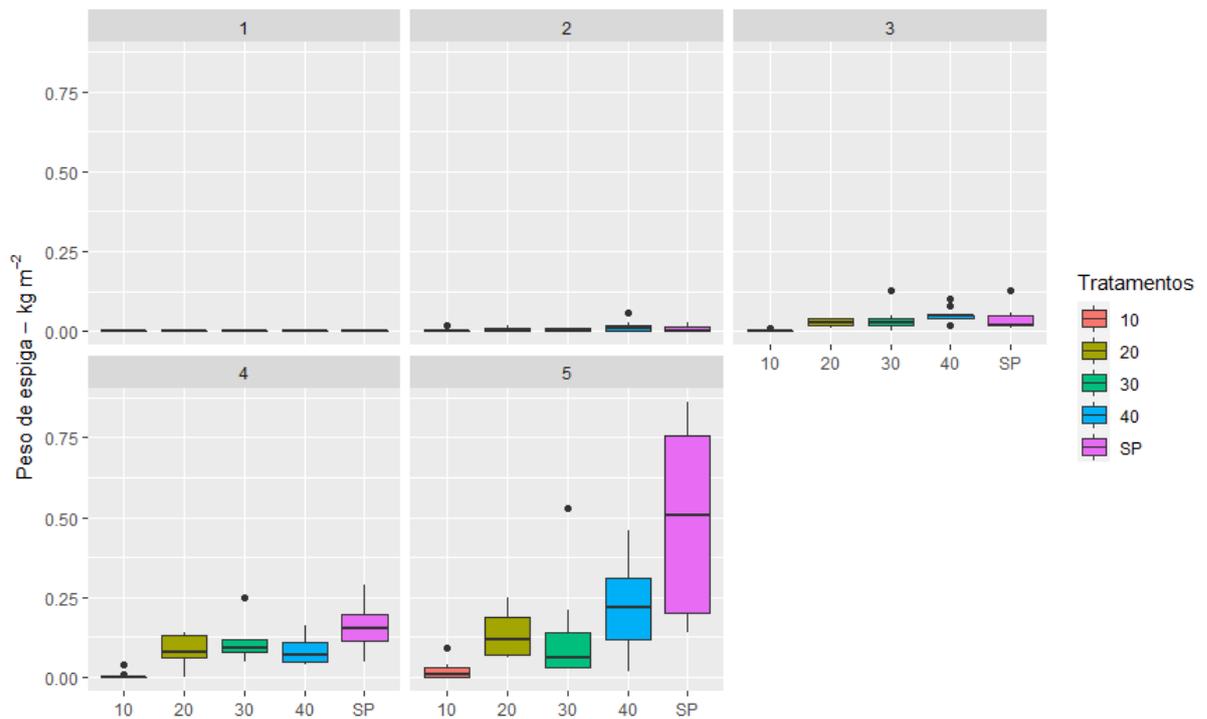


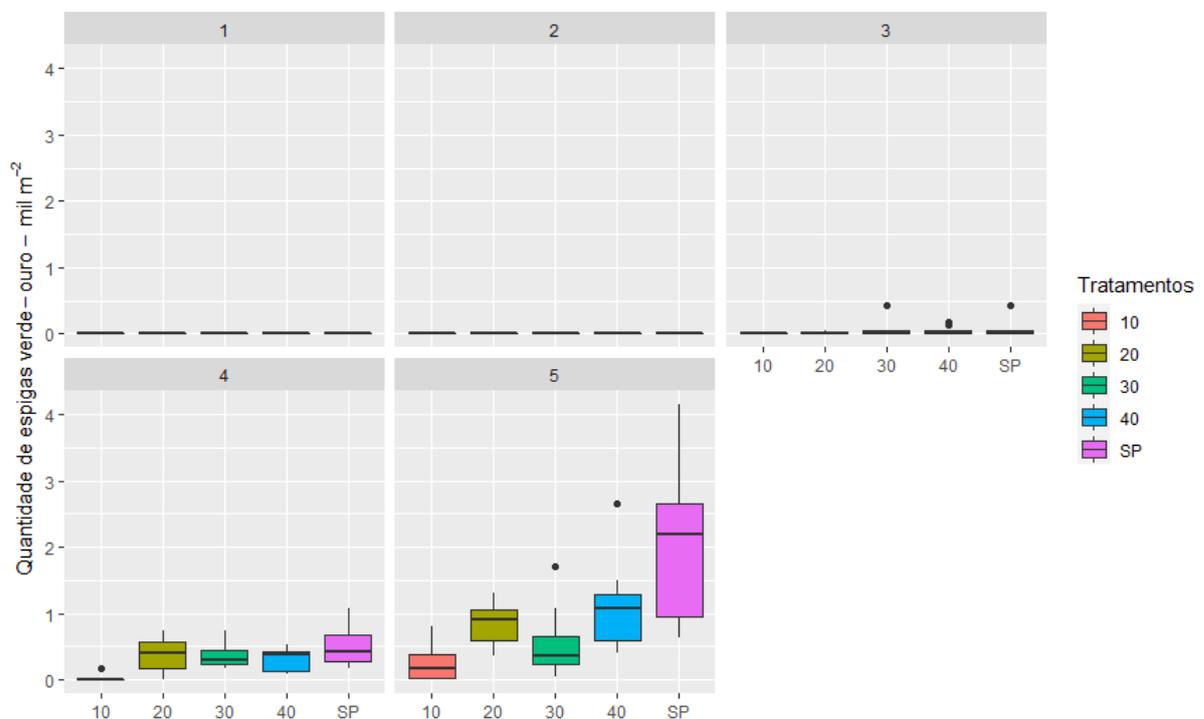
Figura 4. Peso de espiga de Azevém (kg m^{-2}).



4.1.3. Estágio fenológico de espigas de Azevém durante o ciclo de pastejo

A quantidade de espigas de coloração verde-ouro durante o período de avaliações demonstrou uma diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,001$), sendo também significativa a interação tratamento x períodos de avaliação ($P < 0,001$). Observou-se comportamento similar ao visto para a variável peso de espigas. O tratamento T10 teve a tendência de ser inferior aos demais ao longo do tempo (Figura 5), o que demonstra um atraso de maturidade fisiológica das espigas nestes tratamentos. O tratamento sem pastejo se destacou como aquele com maior proporção de espigas adiantadas ao fim do ciclo do Azevém, seguido pelo tratamento com intensidade de pastejo leve (T40), sendo observados valores intermediários para o tratamento T30 e T20.

Figura 5. Contagem de espigas verde-ouro durante o ciclo de pastejo (Mil m^{-2}).



4.2. Avaliações no final do ciclo de pastejo

Ao final do ciclo, foram coletadas espigas em estágio de maturidade fenológica avançado, e assim analisadas características de interesse, das quais, não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos somente para as variáveis comprimento de espiga e peso de espiga ($P < 0,05$). As demais variáveis apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$): número de espiguetas, peso de espiguetas, PMS e germinação, conforme Tabela 1.

O comprimento de espigas e o peso de espigas não diferiu entre os tratamentos, os valores médios apresentaram um comportamento padrão, com os menores valores vinculados ao T10, aumentando os valores médios conforme reduz as intensidades de pastejo. O número de espiguetas manteve o mesmo comportamento, T10 demonstrando tendência de valor médio inferior, o T20 e T30 apresentaram valores intermediários, e T40 e SP superiores dos demais. A variável peso da espiguetas foi observado a superioridade do SP, assim como na análise temporal, o T40 e T30 apresentaram valores intermediários e o T20 acompanhou o T10 com valores médios próximos entre as duas variáveis e abaixo dos demais. O PMS demonstrou um escalonamento nos valores, conforme a intensidade de pastejo reduz ocorre o aumento dos valores de PMS, foram observados valores médios inferiores no T10, com valores médios intermediários no T20 e T30 e com destaque para o T40 e SP, com valores superiores. A germinação observamos o desempenho negativo do T10 com germinação de 49,7% e o destaque do SP com germinação de 90,8%, acompanhado de perto do T30 e T40, que apresentaram valores médios de germinação acima dos 80%, o T20 demonstrou um desempenho intermediário, com valor médio de 66,8%.

Tabela 1. Características reprodutivas de pastagem de Azevém anual sob diferentes intensidades de pastejo (T10, alta intensidade de pastejo; T20, pastejo moderado; T30, pastejo moderado-leve; T40, pastejo leve; SP, sem pastejo) por bovinos de corte.

Variáveis	Tratamentos				
	T10	T20	T30	T40	SP
Comprimento Espiga	22,4 a	27,5 a	31,5 a	32,6 a	32,7 a
Peso Espiga	0,158 a	0,175 a	0,266 a	0,299 a	0,331 a
Nº Espiguetas	17,1 b	19,2 ab	22,7 ab	23,5 a	24,8 a
Peso Espiguetas	0,100 b	0,104 b	0,182 ab	0,201 ab	0,233 a
PMS	0,0887 b	0,1320 ab	0,1577 ab	0,1763 a	0,1914 a
Germinação	49,7 c	66,8 b	80,4 ab	81,4 ab	90,8 a

Comprimento de espiga (cm); peso de espiga (g); número de espiguetas (und); peso de espiguetas (g); PMS, peso de mil sementes (g); germinação (%).

Letras minúsculas distintas diferem na linha pelo teste de Tukey (alpha: 0,05).

5. DISCUSSÃO

A persistência das pastagens e os impactos do manejo do pastejo sobre o estabelecimento das pastagens por ressemeadura natural permaneceram mal documentados, apesar da importância do Azevém como pastagem de inverno nos SIPA, as informações sobre seu estabelecimento e estabilidade sob a ressemeadura natural são particularmente escassas. As diferentes práticas de manejo ou intensidade de pastejo que afetam o estabelecimento de pastagens de Azevém por ressemeadura natural, são praticamente desconhecidas. A intensidade do pastejo pode afetar fortemente capacidade reprodutiva do Azevém e conseqüentemente o sucesso do estabelecimento das pastagens no ciclo de pastejo do próximo ano.

O estabelecimento bem-sucedido do Azevém por ressemeadura natural depende da produção, ano após ano, de uma quantidade suficiente de sementes e do surgimento de um banco de sementes de solo em quantidade e viabilidade que permitam seu estabelecimento (BARTHOLOMEW e WILLIAMS, 2009). Em sistemas de plantio direto, as sementes permanecem na superfície do solo, o que as expõe à predação e perturbação e diminui sua longevidade (GHÉRSA e MARTÍNEZ-GHÉRSA, 2000; CHAUHAN et al., 2012). Em estudo Ichihara et al. (2009) observaram reduções

de 15% e 97% nos bancos de sementes de Azevém ao longo de 10 meses, quando as sementes foram enterradas a uma profundidade de 5 cm e mantidas na superfície do solo, respectivamente. Além disso, as sementes que permanecem na superfície do solo são expostas às altas temperaturas do verão, prejudicando sua viabilidade, e as oscilações de temperatura e umidade afetam a dormência, resultando em uma alta taxa de germinação durante o verão, reduzindo o armazenamento de sementes para germinação nos anos subsequentes e contribuiria para explicar a não persistência do banco de sementes do solo (MAIA et al., 2007).

O pastejo é um dos principais impulsionadores da estrutura do pasto e composição dos ecossistemas pastoris, definindo os padrões espaciais das comunidades vegetais (DUMONT et al., 2012). A seleção da dieta pelo animal, conforme a disponibilidade de forragem, confere à pastagem, dia após dia, sua complexidade e heterogeneidade, resultando em um sistema dinâmico e heterogêneo (SALTON e CARVALHO, 2007; NUNES et al 2019). Conforme Coughenour (1991), com o progresso da estação, os herbívoros tendem a selecionar os rebrotes vegetativos, fazendo com que haja uma distinção ainda maior entre áreas mais pastejadas e menos pastejadas, acentuando o caráter de mosaico do ambiente, o que foi demonstrando na mesma área experimental por Nunes et al. (2019), onde menores intensidades de pastejo resultam em uma maior heterogeneidade espacial e quando em altas intensidades resultam em áreas mais homogêneas e com pastos excessivamente pastejados, causa desfolhas severas. a intensidade de pastejo empregada determina a proporção entre áreas com diferentes graus de utilização, mesmo em pastagens cultivadas (CID e BRIZUELA, 1998).

Assim o manejo do pastejo em intensidades adequadas possibilita as plantas uma melhor performance, permitindo a herbívora sadia, que permite que se estenda o período vegetativo das plantas sem comprometer suas taxas de crescimento (CARVALHO et al., 2018; NUNES et al., 2019). Menores intensidades de pastejo possibilitam ao dossel expressar sua máxima variabilidade, seja em termos de altura superficial ou biomassa do pasto (BARTHAM et al.; 2005; DUMONT et al., 2012), oportunizando ao animal exercer a seletividade na escolha de seu alimento e criando padrões espaciais mais estáveis (WILLMS et al., 1988; CID e BRIZUELA, 1998).

O manejo do pastagens em intensidades de pastejo contrastantes resultam em diferentes áreas foliares, que são responsáveis pela captação energia solar e realizar fotossíntese (HODGSON, 1990), o índice de área foliar (IAF) do pasto, o qual está

diretamente relacionado com a massa de forragem (BIRCHAM e HODGSON, 1984). Portanto, considerando-se somente o IAF, a produção de fotoassimilados e o acúmulo de carbono tenderiam a ser maiores em pastagens manejadas em maiores alturas, com intensidades mais moderadas. A desfolha pode alterar a relação fonte/dreno na planta e prejudicar a qualidade e estabelecimento destes (PEREIRA et al., 2012). Para Bortolini et al. (2004) quando a área foliar é removida ocorre estresse para a planta, e o momento e a intensidade da desfolha afetará em maior ou menor grau a produção de matéria seca e sementes.

Quando conduzido em intensidades moderadas, os pastejo promove desfolhas menos severas, que permitem que a planta mantenha um IAF capaz de suprir suas necessidades, diferentemente do que ocorre em altas intensidades, quando ocorre uma desfolha mais severa. Em uma revisão dos processos fisiológicos causados pela desfolha. Gastal e Lemaire (2015) relataram que o uso da desfolha constitui um importante componente para auxiliar na compensação do tamanho e densidade dos perfilhos, onde forma como a desfolha é conduzida é um fator chave na manutenção de um SIPA. Perfilhos vegetativos em áreas pouco pastejadas rapidamente se diferenciam em perfilhos reprodutivos, o que aumenta a produção de sementes (HODGSON, 1990). Devemos priorizar o manejo do pastejo em intensidade onde a desfolha não prejudique a qualidade da semente produzida, pois plantas excessivamente pastejadas, onde ocorrem desfolhadas severas, tendem a acumular menos reservas para formação de sementes (CASSOL et al., 2011).

A produtividade de sementes está fortemente relacionada à dinâmica da população de perfilhos em função da intensidade da desfolha causada (HEINECK et al., 2020). Os benefícios de menores intensidades de pastejo foram verificados por Barth Neto et al. (2014) onde em intensidade adequadas o pastejo proporcionou maior densidade de perfilhos, condição provavelmente refletida em maior número de perfilhos reprodutivos. Para Medeiros & Nabinger (2001), em estudo realizado com diferentes quantidades de cortes de desfolha, o rendimento de sementes não foi influenciado pela realização de um corte em comparação com a testemunha sem corte, mas foram superiores aos resultados quando realizados dois cortes, o qual aumentou a população de perfilhos vegetativos e reduziu a de perfilhos férteis pela remoção dos meristemas apicais de crescimento.

Em nossos resultados, verificamos que existe uma diferença na densidade dos perfilhos entre as diferentes intensidades, onde o T40 e o T30 demonstram uma maior

densidade de perfilhos no início do ciclo (Figura 1), o T10 demonstrou um baixo desempenho durante todo o ciclo de pastejo, não ultrapassando 4,35 Mil perfilhos m^{-2} , sendo inferior aos demais tratamentos durante o período de estabelecimento da pastagem de Azevém. Aguinaga et al. (2008) e Carvalho et al. (2010), utilizando os mesmos tratamentos, observaram uma drástica mudança estrutural em pastos manejados a 30 e 40 cm no mês de setembro, devido à maior proporção de perfilhos florescidos e à acentuada redução da relação lâmina/colmo+bainha.

A quantidade e o peso de espigas e espiguetas encontradas na área de pastagem, são importantes para definir o sucesso da ressemeadura natural do Azevém. Uma vez que o sucesso da ressemeadura natural do Azevém é definido pela extensão em que as espigas estão presentes ou ausentes no ano anterior (BARTH NETO et al., 2014). Carambula (1981) afirmou que o número de espigas possui influência direta no rendimento das sementes concordando com Müller et al. (2012) que obtiveram correlações significativas e positivas entre rendimento de sementes e número de espigas. De acordo com Bartholomew & Williams (2009), densidades entre 885 e 5650 espigas de sementes m^{-2} são necessárias a cada ano para atingir uma taxa mínima de ressemeadura de 500 plântulas estabelecidas m^{-2} . Tal Situação foi observada em praticamente todos os tratamentos, com exceção do T10 (Figura 2), que durante todo o ciclo apresentou médias inferiores aos demais, quando o maior média foi de 641 espigas m^{-2} , encontrada no final do ciclo. Quanto ao peso de espigas, o T10 e T20 apresentaram índices inferiores (Figura 4). A desvantagem do T10, possivelmente devido ao início tardio do florescimento do Azevém (Aguinaga et al., 2008), algo pode ter afetado também o T20, em ambos os tratamentos a desuniformidade da maturação das espigas foi mais evidente. Essa desuniformidade de maturação das espigas em Azevém com ou sem manejo de corte foi constatada por Nakagawa et al. (1999) os quais atribuíram essa condição às diferenças entre plantas.

Os diferentes estágios fenológicos encontrados, com espigas em diferentes níveis de maturidade fisiológica, foram observados pela quantidade de espigas de coloração verde-ouro encontradas, esta coloração é um indicativo de maturidade fisiológica diretamente ligado ao PMS de sementes (PASLAUSKI et al., 2014). No final do ciclo de pastejo, que compreenderam a última quinzena de setembro e o mês de outubro, foi quando ocorreu a maior diferenciação de coloração de espigas, os tratamentos T10 e T20 apresentaram desempenho inferior aos demais, demonstrando

um atraso na maturidade fisiológica de suas espigas. A desfolha causada pelo pastejo, em plantas já em plena floração causa um forte distúrbio nas plantas, uma vez que a alocação de reservas e nutrientes nesta fase geralmente são voltadas para a formação de estruturas reprodutivas (FONTANELI, 2012).

O PMS é importante critério que ajuda a determinar o potencial de qualidade de sementes, a intensidade de pastejo no Azevém são fatores determinantes o estabelecimento desta espécie em ressemeadura natural. Bartholomew e Willians (2009) relataram que em cortes tardios causaram redução na produção de sementes, deposição de sementes, peso de 1000 sementes e eventual restabelecimento de mudas de Azevém. Maiores PMS são encontrados quando predominam as espigas verde-ouro (NAKAGAWA et al., 1999), o que ocorreu no presente trabalho, quando as espigas foram colhidas no final do ciclo, durante o período com maior incidência de espigas verde-ouro. Os tratamentos T40 e SP se destacaram positivamente, com PMS de 0,1763g e 0,1914g, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Ahrens e Oliveira (1997) onde o tratamento sem corte, equivalente ao SP, foi significativamente superior para o peso de 1000 sementes quando comparado ao tratamento de dois cortes ou mais. O T10, com PMS de 0,0887g, foi inferior aos demais.

Os resultados obtidos pelo teste germinação demonstraram que os tratamentos T30, T40 e SP possuem germinação acima de 80%, com valores de 80,4%, 81,4% e 90,8% respectivamente. Para sementes de Azevém (*Lolium multiflorum Lam.*), são propostos parâmetros mínimos de 70% de germinação, conforme as caracterizações detalhadas da Instrução Normativa nº25 (Brasil, 2005). Destas maneiras os tratamentos T20 e T10 ficaram abaixo do mínimo proposto, com valores de 66,8% e 49,7% de germinação respectivamente. Os resultados vão de encontro com Medeiros e Nabinger (2001) que verificaram que a qualidade das sementes diferiu em função da realização ou não de cortes.

O desempenho negativo da alta intensidade de pastejo demonstra o quanto as plantas de Azevém são afetadas pelo pastejo excessivo, com desfolhas severas. Cid & Brizuela (1998) verificaram que, quanto maior a densidade de animais na área, a porcentagem da superfície ocupada por áreas excessivamente pastejadas também aumentará, até chegar em um valor máximo, a partir do qual a seleção pelos animais limita-se à rejeição de locais com presença de fezes. O sobre pastejo acarretou em inúmeros pontos de solo descoberto ao longo da área experimental, decorrentes da

completa remoção ou morte dos perfilhos pelo excesso de pastejo ou intenso tráfego de animais nestas condições (BAGGIO et al., 2009). A maior ocorrência de solo exposto é fator preponderante para a infestação de plantas invasoras (Martins et al., 2015) e aumento de ervas daninhas (SCHUSTER et al., 2016). Em experimento, onde foi simulado uma alta intensidade, removendo todas as espigas de Azevém das áreas de controle, Barth Neto (2014) obteve como resultando um intervalo de um ano na produção de sementes, apesar de sete anos consecutivos de produção de sementes (2003–2010), um ano sem produção de sementes impediu o estabelecimento de pastagens e conseqüentemente, o estabelecimento do Azevém por ressemeadura natural depende da substituição anual do banco de sementes do solo.

6. CONCLUSÃO

O manejo em intensidade modera-leve (T30), garante um desempenho reprodutivo do Azevém que permite a produção de sementes que viabilizem uma ressemeadura natural no próximo ano produtivo. Menores intensidades de pastejo possibilitam que o Azevém expresse um maior potencial reprodutivo. À medida que se aumenta a intensidade de pastejo há uma redução gradativa deste potencial, ao ponto que em altas intensidades de pastejo o efeito sobre o potencial reprodutivo pode inviabilizar uma futura ressemeadura natural.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Informações complementares, tais como a perda por germinação fora de época e a predação de sementes durante o ciclo de verão, são importantes fatores a serem agregados nas informações para uma melhor compreensão dos diversos aspectos que interferem na ressemeadura natural do Azevém.

8. REFERÊNCIAS

- AGUINAGA, A. A. Q. *et al.* Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 1523–1530, 2008.
- AHRENS, D. C.; OLIVEIRA, J. C. Efeito do manejo do azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 41-47, 1997.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Tópicos em ciência do solo. *In*: ARAÚJO, A. P.; AVELAR, B. J. R. (ed.). Abordagem Sistêmica Do Solo Em Sistemas Integrados De Produção Agrícola E Pecuária No Subtrópico Brasileiro. 8. Ed. Viçosa: UFV, 2013. Cap. 8, p. 325-380.
- ATES, S. *et al.* Effect of ewe stocking rate in spring on subterranean clover persistence and lamb liveweight gain. *In*: NEW ZEALAND GRASSLAND ASSOCIATION, 68., 2006, Dunedin. **Proceedings of the [...]**.Dunedin: New Zealand Grassland Association, 2006. p. 95–99.
- BAGGIO, C. *et al.* Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 2, p. 215-222, 2009.
- BALBINO, C. L. *et al.* Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1-12, 2011.
- BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A. L.; SÁNCHEZ, R. A. Photocontrol of stem elongation in plant neighbourhoods: effects of photon fluence rate under natural conditions of radiation. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 14, n. 1, p. 57–65, 1991.
- BARTH NETO, A. *et al.* Italian ryegrass establishment by self-seeding in integrated crop-livestock systems: effects of grazing management and crop rotation strategies. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 53, p. 67–73, 2014.
- BARTHOLOMEW, P. W.; WILLIAMS, R. D. Establishment of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) by self-seeding as affected by cutting date and degree of herbage removal in spring in pastures of the southern Great Plains of the United States. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 64, p. 177–186, 2009.
- BARTHAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. *In*: **Biennial Report 1984–1985**. Penicuik: Hill Farming Research Organization, 1986. p. 29–30.
- BARTHAM, G. T. *et al.* Frequency distributions of sward height under sheep grazing. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 60, p. 4–16, 2005.

- BAZZIGALUPI, O. **Efeito da época de colheita sobre o rendimento e a qualidade de sementes de azevém anual *Lolium multiflorum* Lam. cv Comum-RS**. 1982. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1982.
- BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, Barking, v. 111, p. 1–12, 2012.
- BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The effects of changes in herbage mass on rates of herbage growth and senescence in mixed swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 39, p. 111–115, 1984.
- BOHN, A. *et al.* Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 6, [art.] e20190510, 2020.
- BOLDRINI, I. L.; LONGUI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. **Morfologia e taxionomia de gramíneas Sul-Rio-Grandenses**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 96 p.
- BORTOLINI, P. C. *et al.* Cereais de Inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005. Estabelece normas e padrões para produção, classificação e comercialização de sementes. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, p. 18-26, 20 dez. 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/SDA /ACS, 2009. 395 p.
- CANDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 406-415, 2005.
- CARAMBULA, M. **Produccion de semilla forrajera**. Montevideo: Hemisfério Sur, 1981. 463 p.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* O estado da arte em integração lavoura-pecuária. *In*: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Ulbra, 2005. p. 7-44.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, p. 1857–1865, 2010a.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 88, n. 2, p. 259–273, 2010b.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Integrating the pastoral component in agricultural systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 47, e20170001, 2018.

CASSOL, L. C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração**. 2003. 143 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CASSOL, L. C. *et al.* Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 4, p. 438-443, 2011.

CHAUHAN, B. S.; SINGH, R. G.; MAHAJAN, G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. **Crop Protection**, Guildford, v. 38, p. 57–65, 2012.

CID, M. S.; BRIZUELA, M. A. Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. **Journal of Range Management**, Denver, v. 51, p. 644–649, 1998.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - v.3 - Safra 2015/16 - Terceiro levantamento. Brasília: Conab, p. 1-152, dezembro 2015. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 25 abril 2022.

COUGHENOUR, M. B. Spatial components of plant-herbivore interactions in pastoral, ranching, and native ungulate ecosystems. **Journal of Range Management**, Denver, v. 44, p. 530–542, 1991.

CUNHA, R. P. *et al.* Relationship between the morphogenesis of Italian ryegrass cv. 'BRS Ponteio' with forage and seed production. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 1, p. 53-59, 2016.

DE CONTO, L. *et al.* Annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) – Ruminant relation. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, p. 41-54, 2011.

DORÉ, T. *et al.* Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 34, n. 4, p. 197–210, 2011.

DUMONT, B. *et al.* When does grazing generate stable vegetation patterns in temperate pastures? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 153, p. 50–56, 2012.

EVERS, G. W.; NELSON, L. R. Grazing termination date influence on annual ryegrass seed production. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 1724–1728, 2000.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **An international consultation on integrated crop livestock systems for**

development: the way forward for sustainable production intensification. Rome: FAO, 2011. 64 p. (Integrated Crop Management, v. 13).

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Building a common vision for sustainable food and agriculture:** principles and approaches. Rome: FAO, 2014.

FARINATTI, L. H. E. *et al.* Evaluation of different ryegrass cultivars on calf performance. Monte Bonito: Embrapa Clima Temperado, 2006. (Document, 166).

FAVORETTO, V. Adaptação de plantas forrageiras ao pastejo. *In:* SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DE PASTAGEM, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais.** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.130-165.

FLORES, J. P. C. *et al.* Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 771–780, 2007.

FLORES, R. *et al.* Forage production of annual ryegrass populations in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 1168-1175, 2008.

FOLEY, J. A. *et al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, London, v. 478, p. 337-342, 2011.

FONTANELI, R. S. Qualidade e valor nutritivo de forragem. *In:* FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (ed.). **Forrageiras para integração lavoura pecuária-floresta na região sul-brasileira.** Brasília, DF: Embrapa Trigo, 2012. cap. 1, p. 27-129.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Crop and cattle responses to tillage systems for integrated crop–livestock production in the Southern Piedmont, USA. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Greenbelt, v. 22, n. 3, p. 168-180, 2007.

FREITAS, F. A.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F. Análise multivariada de populações de azevém (*Lolium multiflorum* L.) em diferentes regimes de água. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 17-23, 2003.

GALLI, A. J. B. Ocorrência de *Lolium multiflorum* Lam. resistente a glyphosate no Brasil. *In:* SEMINARIO TALLER IBEROAMERICANO RESISTENCIA A HERBICIDAS Y CULTIVOS TRANSGENICOS, 2005, Colonia del Sacramento, Uruguay. [**Anales...**]. Colonia: INIA, FAO, Facultad de Agronomía Universidad de la República, 2005. p. 31-71.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, Basel, v. 5, n. 4, p. 1146-1171, 2015.

GHÉRSA, C. M.; MARTÍNEZ-GHÉRSA, M. A. Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 67, n. 2, p. 141–148, 2000.

GIBBS, H. *et al.* Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 107, p. 16732–16737, 2010.

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, Washington, DC, 327, 812–818, 2010.

GOMIDE, J. A. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 2, p. 17-26, 1973.

HEINECK, G. C. *et al.* Relationships and influence of yield components on spaced-plant and sward seed yield in perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 75, n. 4, p. 424-437, Dec. 2020.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. London: Longman, 1990. 200 p.

ICHIHARA, M. *et al.* Influence of after-ripening environments on the germination characteristics and seed fate of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Biology and Management**, Carlton, v. 9, n. 3, p. 217–224, 2009.

JACQUES, A. V. A. Fisiologia do crescimento de plantas forrageiras. *In*: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 1., 1973, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1973. p. 95-101.

KIRSCHENMANN, F. L. Potential for a new generation of biodiversity in agroecosystems of the future. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p. 373–376, 2007.

KLINGMAN, D. L. *et al.* The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Agronomy Journal**, Madison, v. 35, p. 739-746, 1943.

KUNRATH, T. R. *et al.* Management targets for continuously stocked mixed oat x annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 71–76, 2014.

KUNRATH, T. R. *et al.* Manejo do pastejo em sistemas integrados de produção agropecuária: desenvolvimento e rendimento de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, p. 645–653, 2015.

KUNRATH, T. R. *et al.* Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system. **Agricultural Systems**, Barking, v. 177, [art.] 102716, 2020.

LEMAIRE, G. *et al.* Integrated crop-livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 190, p. 4–8, 2014.

LEMAIRE, G.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for grassland science: managing research priorities. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 108, p. 99–108, 2005.

LIU, T. *et al.* Assessment of cattle impacts on soil characteristics in integrated crop-livestock systems. *In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS ANNUAL INTERNATIONAL MEETING*, 2012, Dallas, TX, United States. [**Proceedings of the ...**]. Dallas, TX: ASABE, 2012. p. 3514–3521.

LOPES, M. L. T. *et al.* Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1499–1506, 2009.

LUCCA FILHO, O. A.; PORTO, M. D. M.; MAIA, M. S. Fungos em sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum Lam.*) e seus efeitos no estabelecimento da pastagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 142-147, 1999.

MAIA, F. C. *et al.* *Lolium multiflorum* seeds in the soil: I. Soil seed bank, dynamics in a no till system. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, p. 100–110, 2007.

MARTINS, A. P. *et al.* **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 102 p. (Boletim técnico).

MARTINS, A. P. *et al.* Long-, medium- and short-term dynamics of soil acidity in an integrated crop–livestock system under different grazing intensities. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 104, p. 67–77, 2016.

MEDEIROS, R. B. Considerações sobre a integração lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul. *In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM*, 5., 1978, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 1978. p. 235–301.

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

MILCHUNAS, D. G.; LAUENROTH, W. K. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological Monographs**, Washington, DC, v. 63, p. 327–366, 1993.

MORAES, A. *et al.* Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 4–9, 2014.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct, and interpretation of grazing trials in cultivated and improved pastures. *In: WAGNER, R. E. et al. (ed.). Proceedings 6th International Grassland Congress, Pennsylvania, State College, PA, 17–23 August*. Washington, DC: [s. n.], 1952. p. 1380–1385.

MÜLLER, L. P. *et al.* Correlações de Pearson e canônica entre componentes da matéria seca da forragem e sementes de azevém. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 86-93, 2012.

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 40, p 784-790, 2011.

NAKAGAWA, J. *et al.* Maturação de sementes de azevém-anual (*Lolium multilorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 174-182, 1999.

NICOLOSO, R. D. S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 1799–1805, 2006.

NORO, G. *et al.* Gramíneas anuais de inverno para produção de forragem: avaliação preliminar de cultivares. **Agrociência**, Montevideo, v. 7, n. 1, p. 35-40, 2003.

NUNES, P. A. A. *et al.* Grazing intensity determines pasture spatial heterogeneity and productivity in an integrated crop-livestock system. **Grassland Science**, Tochigi, v. 65, n. 1, p. 49–59, 2019.

OLIVEIRA, J. C. P.; DUTRA, G. M.; MORAES, C. O. C. **Alternativas forrageiras para sistemas de produção pecuária**. Bagé: Embrapa CPPSul, 2001. (Circular Técnica, 19).

OLIVEIRA, C. A. *et al.* Comparison of an integrated crop–livestock system with soybean only: economic and production responses in southern Brazil. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Greenbelt, v. 28, p. 1–9, 2013.

OLIVEIRA, T. E. *et al.* Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: the reduction of natural grasslands. **Land Use Policy**, Guildford, v. 63, p. 394–400, 2017.

UN - United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. ESA/P/WP/248. 2017. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf>. Acesso em: 11 abril 2022.

PARK, B. H. *et al.* Seed production studies in italian ryegrass. III Effects of autumn and springs defoliation on seed yield of italian ryegrass. **Journal of the Korean Society of Grassland Science**, Suwon, v. 7, n. 1, p. 49-54, 1987.

PASLAUSKI, B. M. C. *et al.* Productions and physiological seeds quality of ryegrass submitted to cuts and harvest times. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, MA, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2014.

PEDROSO, C. E. S. **Desempenho e comportamento de ovinos em gestação e lactação nos diferentes estágios fenológicos de azevém anual sob pastejo**. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,

Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PEREIRA, M. J. R. *et al.* Morphoagronomic characteristics of maize in response to different levels of defoliation. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, n. 2, p. 200-205, mar. 2012.

PEREIRA, A. V. *et al.* Agronomic behaviour of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) populations for winter cropping in Southeast Region of Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 32, p. 567-572, 2008

PIANA, Z.; CRISPIM, J. E.; ZANINI NETO, J. A. Superação da dormência de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 8, n. 1, p. 67-71, 1986.

ROCHA, M. G. *et al.* Parâmetros produtivos de uma pastagem temperada submetida a alternativas de utilização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, p. 1386–1395, 2004.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. *In*: CASTRO, P. R. C. *et al.* (ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 203-230.

RUSSELLE, M. P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering integrated crop–livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 325-334, 2007.

RYSCHAWY, J. *et al.* Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, Cambridge, v. 6, p. 1722–1730, 2012.

SALERMO, A. R.; TCACENCO, F. A. **Características e técnicas de cultivo de forrageiras de estação fria no Vale do Itajaí e Litoral de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1986. 56 p.

SALTON, J. C.; CARVALHO, P. C. F. **Heterogeneidade da pastagem - causas e consequências**. Dourados: Embrapa, 2007. 41 p. (Documentos, 91).

SANTOS, S. F. O. M.; HATAKEYAMA, K. Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural. **Produção**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 309-321, 2012.

SCHUSTER, M. Z. *et al.* Grazing intensities affect weed seedling emergence and the seed bank in an integrated crop livestock system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 232, p. 232–239, 2016.

SEARCHINGER, T. *et al.* Creating a sustainable food future: a menu of solutions to sustainably feed more than 9 billion people by 2050. *In*: WORLD resources report 2013-14: interim findings. Washington, DC: World Resources Institute, 2018. 92 p.

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

STAVI, I.; BEL, G.; ZAADY, E. Soil functions and ecosystem services in conventional, conservation, and integrated agricultural systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, Les Ulis, v. 36, n. 32, 2016.

TILMAN, D. *et al.* Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, London, v. 418, p. 671-677, 2002.

TONETTO, C. J. *et al.* Production and bromatological composition of ryegrass diploid and tetraploid genotypes. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 29, p. 169-178, 2011.

WARD, C. Y; BLASER, R. E. Carbohydrate food reserves and leaf area in regrowth of orchardgrass. **Crop Science**, Madison, v. 1, p. 366-370, 1961.

WILLMS, W. D.; DORMAAR, J. F.; SCHAALJE, G. B. Stability of grazed patches on rough fescue grasslands. **Journal of Range Management**, Denver, v. 41, n. 6, p. 503–508, 1988.

WILM, H. G. *et al.* Estimating forage yield by the double sampling method. **Agronomy Journal**, Madison, v. 36, n. 3, p. 194-203, 1944.

9. VITA

Sylvio Solom Santana Mendina, filho de Maria Amália Santana Mendina e Sylvio Miguel Cademartori Mendina, nasceu no dia 30 de dezembro de 1986, em Santana do Livramento, no Rio Grande do Sul. Coursou o Ensino Fundamental na Escola Estadual Rivadavia Corrêa e o Ensino Médio na Escola Estadual General Neto, ambas em Santana do Livramento, onde concluiu os estudos no ano de 2006. Em 2008, ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde no ano de 2015 ingressou como bolsista voluntário no Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo (GPEP), sob orientação do professor Paulo César de Faccio Carvalho, permanecendo até final da graduação. Formou-se Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2017. Em abril de 2020 de início ao curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob orientação do Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho.