

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL – PPGPV**

LUCAS BOARETTO COMACHIO

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA PASTAGENS PERENES DE VERÃO DE
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA**

LAGES

2024

LUCAS BOARETTO COMACHIO

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA PASTAGENS PERENES DE VERÃO DE
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Mendes de Oliveira Neto

LAGES

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Comachio, Lucas Boaretto
Seletividade de herbicidas para pastagens perenes de verão de
propagação vegetativa / Lucas Boaretto Comachio. -- 2024.
120 p.

Orientador: Antonio Mendes de Oliveira Neto
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2024.

1. seletividade de herbicidas. 2. pastagens perenes. 3. Cynodon
sp.. 4. missioneira gigante. 5. sensoriamento remoto. I. Oliveira
Neto, Antonio Mendes de. II. Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

LUCAS BOARETTO COMACHIO

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA PASTAGENS PERENES DE VERÃO DE
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Mendes de Oliveira Neto

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Antonio Mendes de Oliveira Neto
CAV/UDESC

Membros:

Documento assinado digitalmente
 FABIANE PINTO LAMEGO
Data: 29/07/2024 21:51:48-0300
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof^a. Dra. Fabiane Pinto Lamego
EMBRAPA



Prof^a. Dra. Kellen Cristina Basso
UFSC - Curitibanos

Lages, 26 de julho de 2024.

Dedico este trabalho à minha família: meus pais Valtair e Margarete e meu irmão Pedro Henrique, que nunca deixaram de me apoiar e incentivar. Aos meus avós, Terezinha, Zenor, Emília e Gomercindo [*in memoriam*] que sempre demonstraram amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação de mestrado só foi possível graças ao apoio, à dedicação e ao carinho de muitas pessoas especiais.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha eterna gratidão aos meus pais, Valtair e Margarete. Obrigado por sempre acreditarem em mim, por me ensinarem valores fundamentais e por serem a base sólida que sustentou todas as minhas conquistas. Sem o amor e o incentivo de vocês, eu não teria chegado até aqui.

À minha querida namorada (logo esposa), Duda, não tenho palavras para expressar minha gratidão por todo o amor, compreensão e paciência durante este período de estudos intensos. Tua parceria, apoio emocional e sacrifícios foram fundamentais para que eu pudesse dedicar-me inteiramente a este projeto. Meu maior prazer é poder crescer acadêmica e pessoalmente ao teu lado.

Ao meu irmão, Pedro Henrique, agradeço o apoio constante e pelas palavras de encorajamento nos momentos de dificuldade. Sua presença ao longo desta jornada foi indispensável e causa de grande motivação para mim. Com certeza em breve seremos os dois “doutores”.

Ao meu orientador, Antonio Mendes de Oliveira Neto, deixo meus mais sinceros agradecimentos. Sua orientação precisa, paciência, e vasto conhecimento foram cruciais para o desenvolvimento desta dissertação. Sua dedicação à minha formação acadêmica e profissional é algo que levarei para sempre comigo.

Gostaria também de agradecer à Epagri, pela confiança depositada em mim e pela disponibilidade em estabelecer essa valiosa parceria. A colaboração e os recursos disponibilizados foram essenciais para a realização desta pesquisa. Ainda, agradeço à CAPES CNPQ e à FAPESC, pelo fomento à pesquisa e apoio financeiro.

Aos meus colegas de laboratório, agradeço por todo o apoio, troca de conhecimentos e pela convivência enriquecedora. A jornada foi mais leve e prazerosa graças à camaradagem e ao espírito de cooperação que compartilhamos. São poucos os que aceitam fazer *roguing* em mais de cinquenta parcelas experimentais manualmente, e estes são os verdadeiros amigos.

Finalmente, aos meus amigos, deixo meu agradecimento por estarem sempre ao meu lado, oferecendo apoio emocional e distrações bem-vindas nos momentos de estresse e cansaço.

A todos, meu muito obrigado.

“Good times become good memories, but
bad times become good lessons.” (Iroh, -
Avatar, The Last Airbender [2005])

RESUMO

As pastagens são de grande importância para a pecuária catarinense e capins como a missioneira-gigante e o tifton-85 são amplamente empregados nas propriedades rurais. O plantio por mudas destas plantas forrageiras representa período de grande risco para infestação por plantas daninhas. Essas são uma das principais causas de degradação de pastagens, porém há limitação de herbicidas recomendados para este manejo. O presente trabalho foi divido em três capítulos e objetivou-se: 1) entender a realidade das pastagens catarinenses, através de questionário aplicado a produtores; 2) determinar a seletividade de herbicidas aplicados no plantio de mudas de missioneira-gigante e tifton-85; e 3) avaliar o uso de sensoriamento remoto na aferição de fitointoxicação de herbicidas em pastagens. Através do questionário, pode-se perceber a importância do manejo das pastagens, uma vez que 35,5% dos entrevistados indicaram este como principal causador do aparecimento de plantas daninhas. Ainda, notou-se grande dependência dos produtores no uso de herbicidas e a capacitação sobre os manejos com controle químico foi o mais citado como necessidade. Em relação ao segundo capítulo, em experimento conduzido em casa de vegetação, testou-se de 18 herbicidas, onde os seis que apresentaram maior seletividade aos pastos foram selecionados e posteriormente avaliados em experimento à campo. Todos os herbicidas avaliados à campo foram seletivos aos capins testados, causando injúrias visuais leves, mas não reduções em crescimento ou produtividade. Por fim, ao avaliar-se o uso de sensoriamento remoto, concluiu-se que o NDVI não foi eficaz para detecção de fitointoxicação por herbicidas durante o estabelecimento do pasto, em função da baixa biomassa das plantas neste estádio de desenvolvimento.

Palavras-chave: Missioneira-gigante; Tifton 85; seletividade; pastagem; herbicida; sensoriamento remoto.

ABSTRACT

Pastures are of great importance for livestock farming in Santa Catarina, and grasses such as Missioneira-gigante and Tifton-85 are widely used in rural properties. The planting of these forage plants by cuttings represents a period of high risk for weed infestation. Weeds are one of the main causes of pasture degradation; however, there is a limitation of herbicides recommended for this management. This study was divided into three chapters with the following objectives: 1) to understand the reality of pastures in Santa Catarina through a questionnaire applied to producers; 2) to determine the selectivity of herbicides applied during the planting of Missioneira-gigante and Tifton-85 cuttings; and 3) to evaluate the use of remote sensing in the assessment of herbicide phytotoxicity in pastures. Through the questionnaire, the importance of pasture management was noted, as 35.5% of respondents indicated it as the main cause of weed emergence. Additionally, there was a high dependence on herbicides among producers, and training on chemical control management was the most frequently cited need. Regarding the second chapter, in a greenhouse experiment, 18 herbicides were tested, with the six that showed the greatest selectivity for the pastures being selected and subsequently evaluated in a field experiment. All herbicides evaluated in the field were selective for the tested grasses, causing mild visual injuries but no reductions in growth or productivity. Finally, when evaluating the use of remote sensing, it was concluded that NDVI was not effective for detecting herbicide phytotoxicity during pasture establishment due to the low biomass of the plants at this developmental stage.

Keywords: selectivity; pasture; herbicide; remote sensing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa do número de respostas recebidas por Mesorregião de Santa Catarina.....	34
Figura 2 - Climograma de Lages, SC para o período de condução do experimento à campo.....	61
Figura 3 - Mapa de localização e croqui do experimento	62
Figura 4 - Detalhe do aparelho Spectrum® FieldScout CM 1000 NDVI Meter (a), corte do dossel com tosquadeira adaptada (b), medição da altura de dossel utilizando <i>sward stick</i> (c), detalhe da medição da interceptação de radiação abaixo do dossel (d) e acima do dossel (e).....	65
Figura 5 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pré-emergência em missioneira-gigante.....	96
Figura 6 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pré-emergência em missioneira-gigante.....	97
Figura 7 - Mapa de NDVI na avaliação de 28 DAA dos herbicidas de pré-emergência em missioneira-gigante.....	98
Figura 8 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pós-emergência em missioneira-gigante.....	99
Figura 9 - Mapa de NDVI na avaliação de 14 DAA dos herbicidas de pós-emergência em missioneira-gigante.....	100
Figura 10 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pré-emergência em Tifton-85.....	102
Figura 11 - Mapa de NDVI na avaliação de 14 DAA dos herbicidas de pré-emergência em Tifton-85.....	103
Figura 12 - Mapa de NDVI na avaliação de 28 DAA dos herbicidas de pré-emergência em Tifton-85.....	104
Figura 13 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pós-emergência em Tifton-85.....	105
Figura 14 - Mapa de NDVI na avaliação de 14 DAA dos herbicidas de pós-emergência em Tifton-85.....	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - “Na sua opinião quais as principais causas para ocorrência de plantas daninhas nas pastagens?”.....	36
Gráfico 2 - “Na sua opinião quais as principais dificuldades para o controle de plantas daninhas nas pastagens?”.....	37
Gráfico 3 - “Com relação a implantação de pastagens qual o histórico de uso da área?”	38
Gráfico 4 - “São utilizados herbicidas dessecantes no preparo da área?” (a) e “Quais os principais ingredientes ativos utilizados como dessecantes?” (b).....	39
Gráfico 5 - “São utilizados herbicidas pré-emergentes no preparo da área?” (a) e “Quais os principais ingredientes ativos utilizados em pré-emergência?” (b)	40
Gráfico 6 - Mapa de calor das notas médias da importância das plantas daninhas na implementação de pastagens para cada mesorregião de Santa Catarina.	41
Gráfico 7 - Mapa de calor das notas médias da suscetibilidade das pastagens às infestações de plantas daninhas por mesorregião de Santa Catarina ...	42
Gráfico 8 - “Qual é a principal planta daninha que normalmente apresenta maiores problemas nas pastagens já implantadas?”	44
Gráfico 9 - “Quais os locais de maior ocorrência dessas plantas daninhas?”	45
Gráfico 10 - Boxplot da taxa de lotação de animais ($UA\ ha^{-1}$) nas mesorregiões de Santa Catarina.....	46
Gráfico 11 - “Com relação a prática de roçada das pastagens, qual o critério adotado para sua realização?”	49
Gráfico 12 - “Na sua opinião quais são as principais carências de conhecimento que necessitam ser aprofundados em uma capacitação?”	50
Gráfico 13 - Mapa de calor da correlação entre as variáveis analisadas no experimento em casa-de-vegetação com missioneira-gigante.	66
Gráfico 14 - Distribuição das variáveis (a) e dos tratamentos (b) na PCA, para o experimento em casa-de-vegetação com missioneira-gigante.	68
Gráfico 15 - Mapa de calor da correlação entre as variáveis analisadas no experimento com missioneira-gigante hexaploide.	69

Gráfico 16 - Distribuição das variáveis (a) e dos tratamentos (b) na PCA, para o experimento com missioneira-gigante hexaploide.....	71
Gráfico 17 - Mapa de calor da correlação entre as variáveis analisadas no experimento com Tifton-85.....	72
Gráfico 18 - Distribuição das variáveis (a) e dos tratamentos (b) na PCA, para o experimento com Tifton-85.....	73
Gráfico 19 - Correlação entre fitointoxicação e NDVI por sensoriamento remoto para todas as observações realizadas (a) e após remoção das testemunhas (b).	94
Gráfico 20 - Correlação entre fitointoxicação e NDVI para as observações em missioneira-gigante (a) e tifton-85 (b), excluindo-se as testemunhas....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos herbicidas, ingrediente ativo, modalidade de aplicação e dose dos tratamentos utilizados.....	59
Tabela 2 - Análise de solo da área na Estação Experimental da Epagri em Lages, SC.....	62
Tabela 3 - Tratamentos avaliados na etapa de experimento à campo com os capins Missioneira-gigante e Tifton 85.....	63
Tabela 4 - Dados climáticos no momento da aplicação dos herbicidas.....	64
Tabela 5 - Autovetores da PCA para o experimento com missioneira-gigante cv. Catarina Gigante SCS315.....	67
Tabela 6 - Autovetores da PCA para o experimento com missioneira-gigante hexaploide.....	70
Tabela 7 - Autovetores da PCA para o experimento com Tifton-85.....	73
Tabela 8 - Médias da fitointoxicação observada em missioneira-gigante, para cada tratamento aos 7, 14 e 28 DAA.....	75
Tabela 9 - Médias dos parâmetros de produtividade e qualidade da pastagem missioneira-gigante para cada tratamento.....	76
Tabela 10 - Médias das alturas de dossel em cada corte de missioneira-gigante, para cada tratamento.....	77
Tabela 11 - Médias dos valores de massa seca de plantas de missioneira-gigante para cada tratamento em diferentes momentos de rebrote.....	78
Tabela 12 - Médias da fitointoxicação observada em capim-tifton-85, para cada tratamento aos 7, 14 e 28 DAA.....	80
Tabela 13 - Médias dos parâmetros de produtividade e componentes fisiológicos da pastagem tifton-85 para cada tratamento.....	81
Tabela 14 - Médias das alturas de dossel em cada corte de tifton-85, para cada tratamento.....	82
Tabela 15 - Médias dos valores de massa de forragem (t de MS.ha ⁻¹)de capim-tifton-85 para cada tratamento em diferentes momentos de rebrote.....	83
Tabela 16 - Correlações entre NDVI proximal e fitointoxicação em missioneira-gigante	101
Tabela 17 - Correlações entre NDVI proximal e fitointoxicação em tifton-85	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALS	Acetolactato sintase
AP28	Altura de plantas aos 28 dias após aplicação
ARPs	Aeronave Remotamente Pilotada
ARS	<i>Agricultural Research Service</i>
B	Banda do espectro azul
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
CL14	Índice de Clorofila aos 14 dias após a aplicação
CL28	Índice de Clorofila aos 28 dias após a aplicação
CL7	Índice de Clorofila aos 7 dias após a aplicação
DAA	Dias após aplicação
DAE	Dias após emergência
DAT	Dias após transplante
DBC	Delineamento de blocos casualizados
DIVMO	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica
EEL	Estação experimental de Lages
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPSPS	5-enolpiruvil-shiquimato-3-fosfato sintase
FOM	Floresta Ombrófila Mista
FT14	Fitointoxicação aos 14 dias após aplicação
FT28	Fitointoxicação aos 28 dias após aplicação
FT7	Fitointoxicação aos 7 dias após aplicação
G	Banda do espectro verde
ha	Hectare
HRAC	<i>Herbicide Resistance Action Committee</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
iRFA	Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa
IV	Índice de Vegetação
IV14	Índice de Vegetação aos 14 dias após aplicação
IV28	Índice de Vegetação aos 28 dias após aplicação
IV7	Índice de Vegetação aos 7 dias após aplicação
MIPD	Manejo integrado de pragas e doenças

MS	Matéria seca
MS28	Matéria seca aos 28 dias após a aplicação
MSI	<i>Moisture stress index</i>
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index green</i>
NDVIp	<i>Normalized Difference Vegetation Index proximal</i>
NDVIsr	<i>Normalized Difference Vegetation Index por sensoriamento remoto</i>
NIR	Banda do espectro do infravermelho próximo
NP28	Número de perfilho aos 28 dias após a aplicação
PAI	Período anterior à interferência
PB	Proteína Bruta
PC1	Componente 1 da PCA
PC2	Componente 2 da PCA
PCA	<i>Principal Component Analisys</i>
PTPI	Período Total de Prevenção da Interferência
R	Banda do espectro do vermelho
Re	Banda do espectro da borda do vermelho
RVI	<i>Ratio vegetation index</i>
SIG	Sistema de informação Geográfica
SIGEN+	Sistema de gestão da defesa agropecuária catarinense
SNPC	Sistema Nacional de Proteção de Cultivares
UA	Unidade animal
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UF	Unidade de Federação
UR	Umidade relativa
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	PASTAGENS E PECUÁRIA.....	20
2.1.1	Missioneira-gigante.....	21
2.1.2	Tifton-85	23
2.1.3	Manejo das pastagens	24
2.2	INTERFERÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS.....	25
2.3	SELETIVIDADE DE HERBICIDAS	26
2.4	SENSORIAMENTO REMOTO	28
3	LEVANTAMENTO DE PLANTAS DANINHAS EM PASTAGENS DE SANTA CATARINA	30
3.1	RESUMO.....	30
3.2	INTRODUÇÃO	31
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.4.1	Plantas daninhas na implementação de pastagens	37
3.4.2	Plantas daninhas em pastagens já estabelecidas.....	43
3.4.3	Manejo das pastagens e plantas daninhas	45
3.5	CONCLUSÃO.....	50
3.6	REFERÊNCIAS	52
4	SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS NO TRANSPLANTE DE MUDAS DE PASTAGENS PERENES DE VERÃO	55
4.1	RESUMO.....	55
4.2	INTRODUÇÃO	56
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	57
4.3.1	Ensaio em casa de vegetação	57
4.3.2	Experimento à campo	60
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4.4.1	Ensaio em casa de vegetação	66
4.4.2	Experimento à campo	74
4.5	CONCLUSÃO.....	86
4.6	REFERÊNCIAS	87

5	AVALIAÇÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE PASTAGENS A PARTIR DE FERRAMENTAS DE SENSORIAMENTO REMOTO.....	89
5.1	RESUMO.....	89
5.2	INTRODUÇÃO	90
5.3	MATERIAL E MÉTODOS	92
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
5.5	CONCLUSÃO.....	108
5.6	REFERÊNCIAS	110
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
	REFERÊNCIAS.....	115

1 INTRODUÇÃO

Dentre os capins utilizados no estado de Santa Catarina, o Tifton 85 (*Cynodon spp.*) tem grande destaque e é amplamente difundido entre propriedades rurais catarinenses. Outro destaque é dado à cultivar SCS315 Catarina Gigante (*Axonopus catharinensis*), cultivar híbrida de grama missioneira (*Axonopus jesuiticus*) de origem catarinense, muito adaptada às condições edafoclimáticas do Estado e com grande potencial de rebrota após o inverno (Jochims et al., 2017).

Ambas são implantadas por propagação vegetativa, via mudas enraizadas ou pedaços de estolões no caso do Tifton 85. Por requerer um maior tempo de estabelecimento após o preparo da área, é comum que ocorra desenvolvimento concomitante de plantas daninhas, que irão competir com o pasto por recursos essenciais ao crescimento. Neste sentido, o controle de plantas daninhas torna-se fundamental no manejo da pastagem, diminuindo a competição e permitindo pleno desenvolvimento da cultivar. Contudo, infelizmente existe carência no número de herbicidas seletivos recomendados para este manejo, fazendo-se necessário o estudo do efeito da aplicação destes pesticidas sobre a cultura, avaliando a suscetibilidade da pastagem ao produto químico e o controle das plantas daninhas.

A seletividade de herbicidas baseia-se nas diferenças de metabolização dos produtos entre as plantas daninhas e as plantas cultivadas, e é amplamente utilizada na agricultura. Ao entrar na célula vegetal, a molécula interfere em diferentes processos bioquímicos vitais, dependendo do mecanismo de ação, resultando na morte do indivíduo. Plantas naturalmente tolerantes podem possuir um sítio de ação que não é afetado pelo herbicida ou utilizar recursos de forma eficiente para inativação, conjugação ou compartimentalização do ingrediente ativo (Cataneo; Carvalho, 2008).

O presente trabalho parte da hipótese de que herbicidas com ação predominantemente latifolicida, aplicados em pré-emergência das plantas daninhas, logo após o transplante das mudas, serão seletivos à missioneira-gigante cultivar SCS315 Catarina-Gigante, missioneira-gigante hexaploide e ao capim-tifton 85. Ainda, tem-se a hipótese de que o uso de ferramentas de

sensoriamento remoto pode auxiliar na avaliação de possíveis efeitos fitotóxicos de herbicidas sobre as pastagens de missioneira-gigante e Tifton 85.

Assim, os objetivos do trabalho foram de determinar a seletividade de herbicidas na implantação dos capins SCS315 Catarina Gigante, missioneira-gigante hexaploide e Tifton 85 e de avaliar o uso de sensoriamento remoto na determinação de fitointoxicação.

Esta dissertação é composta por três capítulos. No primeiro capítulo está o levantamento por questionário aplicado à produtores e técnicos extensionistas, acerca da infestação de plantas daninhas em pastagens catarinenses. No segundo capítulo estão descritos os experimentos em casa de vegetação e à campo, a respeito da seletividade de herbicidas aplicados em mudas de pastagens. Por fim, o terceiro capítulo traz os ensaios acerca do uso de índices de vegetação para avaliação de fitointoxicação de herbicidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PASTAGENS E PECUÁRIA

Segundo dados do IBGE (2022), o efetivo dos rebanhos nacional apresentou em 2022 um total de 275,7 milhões de cabeças, considerando-se bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos e equinos. O efetivo bovino representa 88,2% deste total, com 234,4 milhões de cabeças, valor 4,3% maior que o registrado em 2021. A produção leiteira nesse mesmo período alcançou a marca de 34,6 bilhões de litros. A região Sul lidera o segmento com 33,8% da produção nacional, seguido da região Sudeste, que participa de 33,6%.

A importância das pastagens para a criação animal brasileira é inegável. A área de pastagem abrange mais de 177 milhões hectares de norte a sul do país, com presença em todos os seis biomas, ocupando 20,87% do território nacional (LAPIG/UFG, 2022). As vantagens do país na pecuária estão relacionadas à ampla extensão territorial, e ao clima propícios ao crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras em grande parte do ano, que favorecem a exploração de pastagens como a principal fonte de alimentação para o gado (Pereira et al., 2022). A utilização de pastagens como base nutricional também está fortemente relacionada aos menores custos de produção envolvidos em comparação à sistemas “intensivos”, aumentando a competitividade de pequenos e médios produtores (Jochims et al., 2017).

Em Santa Catarina, o rebanho efetivo em 2022 contou com 4,98 milhões de cabeças, sendo 4,48 milhões de bovinos, 12,2 mil bubalinos, 38,9 mil caprinos, 348,1 mil ovinos e 101,5 mil equinos. Os municípios que se destacam na produção de bovinos de corte são Lages, São Joaquim, Concórdia, Água Doce e Campos Novos, com 90,5, 78,5, 70,5, 64,1 e 60,6 mil cabeças respectivamente (IBGE, 2023). A pecuária de corte em sistemas extensivos de baixa produção tem se transformado nos últimos anos, dando lugar a pastagens cultivadas com alto potencial produtivo. Ainda assim, segundo a EPAGRI (2022), a maioria das propriedades do Estado são consideradas de pequena escala.

As gramíneas perenes de verão do Gênero *Cynodon*, *Megathyrsus* (*Panicum*), *Cenchrus* (*Pennisetum*) e *Urochloa* (*Brachiaria*) quando manejadas

em condições ideais com desfolha leniente apresentam valores de proteína bruta PB variando de 10 a 16% e 60 a 70% de digestibilidade, independentemente da espécie ou cultivar (Silva, 2005). São níveis capazes de assegurar elevado desempenho animal (Maixner, 2006). A obtenção de alta produtividade animal em pastagens requer a necessidade de um equilíbrio harmônico entre as três fases do processo de produção, quais sejam: a) produção de grande quantidade de forragem de bom valor nutritivo (crescimento); b) elevada eficiência na colheita desse alimento pelo animal (utilização); e c) eficiência na transformação da forragem consumida em produto animal (conversão) (Silva, 2005).

Na região Oeste, por exemplo, de Santa Catarina as pastagens são com frequência formadas por mais de uma espécie forrageira por sistema. As espécies mais utilizadas são o Tifton 85 (*Cynodon spp.*), em 48,3% dos sistemas, seguido pela missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis*) em 37,9%, Jiggs (*Cynodon dactylon*) em 34,5%, Estrela-Africana (*Cynodon spp.*), em 31,1%, capim-pioneiro (*Cenchrus purpureus Schumach*), em 20,7%, braquiárias (*Urochloa spp.*), em 17,2%, capim-kurumi (*Cenchrus purpureus Schumach*), em 10,4% e outras espécies, como o capim-tangola (*U. mutica x U. arrecta*), em 20,6% (Kavalco; Jochims; Floss, 2019).

2.1.1 Missioneira-gigante

A grama missioneira-gigante cv. SCS315 Catarina Gigante é uma gramínea perene de ciclo estival de hábito estolonífero/cespitoso. Possui altura média de 50 cm, folhas eretas verde brilhante de 15 a 20 cm de largura e relação folha/colmo de 25. A resistência à cigarrinha das pastagens é considerada muito alta, assim como sua resistência a doenças e capacidade de rebrote. Dispõe ainda de alta resistência a seca, à baixas temperaturas e ao sombreamento moderado (Hanisch et al., 2022).

Teve sua origem no Vale do Itajaí, com a identificação de híbridos espontâneos entre a “grama missioneira” (*Axonopus jesuiticus*) e o “gramão” (*A. scoparius*). Clones destes híbridos foram coletados em 1985, e incorporados pelo banco de germoplasma da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Empasc), que futuramente se tornaria a Epagri (Valls; Peñalosa, 2004).

Os clones foram submetidos à caracterizações morfofisiológicas e confirmações de uniformidade e homogeneidade de produção por diversos ciclos (Lajús et al., 2011). Um destes acessos apresentou excelente performance vindo a ser classificado como *Axonopus catharinensis* Valls (Valls et al., 2000). Em 2002 o material foi lançado com a denominação “grama missioneira-gigante” e, em 2014, foi registrado pela Epagri junto ao Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), identificado como cv. SCS315 (Hanisch et al., 2022).

Ensaios regionais de avaliação de gramíneas perenes de verão desenvolvidos nas Estações Experimentais da Epagri têm demonstrado que a missioneira-gigante possui adaptação às mais diversas regiões do estado. Na Estação Experimental de Canoinhas a forrageira alcançou produção média anual de 12 t ha⁻¹ de MS (matéria seca) com níveis de 9% de proteína bruta (PB) e 72% de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO).

Em Lages, a espécie produziu em torno de 9 t ha⁻¹ de MS ao ano e foi a mais produtiva em comparação à Tifton-85, *Hemarthria altissima* “Empasc 302” e a dois cultivares de *Paspalum notatum*, sendo, dentre as avaliadas, a gramínea perene de verão que começa a produzir mais cedo na primavera. Em relação ao valor nutritivo, apresentaram média de 13% de PB e 73% de DIVMO, sendo que no primeiro corte, em outubro, esses valores foram de 19% e 74% respectivamente, confirmando a excelente qualidade dessa forrageira (comunicação pessoal, novembro de 2022). Em Chapecó, em Clima subtropical úmido (Cfa), a missioneira-gigante apresentou produção anual de 14 e 17 t ha⁻¹ de MS com e sem corte de uniformização. Também em clima Cfa, no município de Ituporanga, Flarezzo et al. (2001) obtiveram na média de três anos de avaliação produção de MS de 18 t ha⁻¹, e teores de 12% de PB e 61% de DIVMO. Em Urussanga não foram constatadas diferenças entre a missioneira-gigante e tifton 85, cujo rendimento foi em torno de 15 t ha⁻¹ de MS (Vieira et al., 1999). Também em Urussanga, Dufloth; Vieira (2013) constataram que a missioneira-gigante possui composição nutricional adequada para ganho de peso em novilhos, além de alta produção de massa seca entre outubro e abril, com queda pouca acentuada durante o outono, característica muito desejável por evitar, ou diminuir, os problemas com o “vazio forrageiro outonal”.

2.1.2 Tifton-85

Gramíneas de ciclo fotossintético C4, como o Tifton 85 (*Cynodon* spp.), caracterizam-se por produzirem altas quantidades de matéria seca digestível por área e por permitirem altos níveis de ganho de peso por bovinos, tanto por animal como por área (Sollenberger; Jones, 1989; Mandebvu et al., 1999; Silva, 2005).

O capim-tifton85 possui rizomas e estolões grandes, porém em pequeno número. Suas folhas são finas e lisas, e as hastes delgadas (Pires et al., 2022). É uma planta perene, estolonífera e rizomatosa, adequando-se principalmente a sistemas altamente intensivos irrigados (da Silva et al., 2017).

Esta grama bermuda foi desenvolvida pela *Agricultural Research Service* do *U.S. Department of Agriculture* (USDA/ARS) em parceria com a *Univevrsity of Georgia*. É o resultado da hibridação entre “PI 290884”, originária da África do Sul, e o “Tifton 68”, resultando em uma cultivar estéril pentaploide ($2n = 5x = 45$) (Burton; Gates; Hill, 1993). Seu potencial produtivo pode variar de 1,86 a 11,15 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de MS, dependendo do tempo de rebrote, com teor dePB entre 7 e 15% (Ottoni et al., 2021). Em Campo Erê, SC, a forrageira alcançou produção de 25,4 t de MS.ha⁻¹.ano⁻¹, tendo 71% destes, acumulados durante o período estival, nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, e março (Silva A.W.L. da et al., 2021). Comportamento similar foi observado por Jochims, (2023), que avaliou a curva produtiva do capim tifton-85 durante 4 anos no município de Chapecó, SC. As maiores produções foram observadas durante os meses mais quentes, entre novembro e fevereiro. A partir de março, com a redução da temperatura, a forrageira responde com a diminuição da produção de biomassa, atingindo os menores valores entre julho e agosto. A produção média anual observada foi de 22,8 ton de MS ha⁻¹ ano⁻¹.

Em Curitibanos, SC, Seeber et al. (2023) observou produção acumulada de tifton-85 de 11,06 ton de MS ha⁻¹ após realização de dois cortes nos meses de fevereiro e março de 2023, em áreas com adubação nitrogenada (150 Kg ha⁻¹). Nestas mesmas áreas, foram observadas densidade de perfilhos de 5756,8 perfilhos m⁻², massa de folhas de 5252,93 Kg de MS de folhas ha⁻¹ e massa de colmos de 3853,77 Kg de MS de colmos ha⁻¹.

2.1.3 Manejo das pastagens

O manejo das pastagens também tem grande influência no potencial de produção e na longevidade do pasto cultivado. A taxa de lotação e o período de descanso devem considerar o ritmo de crescimento e rebrote das plantas, pois pastos mal manejados podem sofrer rápida degradação (Dias-Filho, 2012).

A principal forma de avaliar se uma pastagem está se degradando é acompanhar sua capacidade de suporte, este conceito é fundamental no manejo de pastagens, referindo-se ao número máximo de animais que uma determinada área de pastagem pode sustentar sem, ao longo do tempo, causar degradação ao ecossistema (Dyksterhuis, 1949), sendo crucial para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, evitando o superpastejo e o subpastejo. O enfoque na diversidade de espécies forrageiras e na resiliência dos ecossistemas de pastagem tem sido ressaltado como estratégia para aumentar a capacidade de suporte de maneira sustentável (Briske et al., 2011).

Um dos principais indícios da degradação de pastagens é o crescimento da infestação de plantas daninhas, como consequência da presença de áreas de solo descoberto e em função de manejos inadequados. O aumento excessivo de plantas daninhas em pastagens configura-se como “degradação agrícola”, caracterizada pela diminuição ou inviabilização da capacidade produtiva do pasto, e reduções da produção de forragem e da eficiência de uso da pastagem pelos animais, em função da competição (Dias-filho, 2017a). Outras importantes causas de degradação de pastagens encontradas no Brasil são, falhas no estabelecimento, problemas bióticos, como pragas e a ausência de adubações periódicas (Dias-filho, 2014). Estudos demonstraram que a adubação nitrogenada, por exemplo, acelera o crescimento e acúmulo de biomassa de forragens, tanto na formação quanto na rebrota após o primeiro pastejo do capim (Dos Santos et al. 2016).

De acordo com Dias-Filho (2017b), o manejo das pastagens deve ser eficiente e sustentável, devendo-se modernizar o monitoramento, aumentando sua precisão e intensificando a produção à pasto. Nesse sentido, o sensoriamento remoto pode ser uma excelente ferramenta para monitoramento e suporte do manejo de pastagens.

2.2 INTERFERÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS

A interferência com plantas daninhas afeta o potencial produtivo das pastagens prejudicando o desenvolvimento da planta forrageira, limita a colheita do pasto pelos animais em pastejo e pode ser considerada um dos principais fatores responsáveis pela redução da produtividade de diversas culturas. Ainda, pode ser responsável por danos aos ruminantes, tais como intoxicação ou ferimentos (Silva et al., 2004; Carvalho et al., 2016). De forma geral, trata-se a interferência de plantas daninhas como um conjunto de ações realizadas sobre uma cultura em função da presença de uma comunidade infestante (Pitelli, 2014).

Pode-se considerar interferência, de forma específica, como o efeito prejudicial de uma planta sobre o crescimento e desenvolvimento de outras plantas próximas, e que se relaciona à aspectos ligados à cultura, às plantas daninhas, ao meio ambiente e ao manejo empregado. A interferência pode ser direta, devido à pressão ambiental, como a competição por recursos (luz, água, nutrientes, espaço etc.) e presença de aleloquímicos; ou indireta, servindo como hospedeira de pragas e doenças ou fonte de intoxicação para animais, além de dificultar tratos culturais (Silva A. F. M. et al., 2021). Pitelli (2014) afirma que, além da disputa por recursos essenciais, conceitua-se a competição como a capacidade que uma população vegetal manifesta em se estabelecer e povoar determinado local.

Além disso, segundo Caceres, (2021), o primeiro impacto causado pelas plantas daninhas em pastagens já implantadas, com animais em pastejo, se refere ao acesso a forragem, o capim pode estar presente, porém inacessível ao pastejo dos animais, o que ocorre não somente com espécies daninhas que possuem espinhos, pois a simples presença delas já limita a colheita de forragem pelos animais.

Em pastagens perenes, o crescimento lento nas fases iniciais do estabelecimento configura período de elevada competição, agravada pelo preparo do solo para plantio das mudas, que revolve o solo e estimula a germinação do banco de sementes. Assim, para um bom desenvolvimento das pastagens, faz-se necessário o controle das plantas daninhas, em especial nas

fases iniciais do estabelecimento (Pitelli, 2014). O grau de interferência será afetado principalmente pela época e extensão do período de convivência entre a culturas e as plantas daninhas (Hijano et al., 2021).

Em estudo conduzido por Marques et al. (2019), avaliou-se o período de convivência de plantas daninhas com capim-vaquero (*Cynodon dactylon* cv. Vaquero). Constatou-se redução em todos os parâmetros produtivos (altura do dossel, número de perfilhos, matéria seca de folha verde, matéria seca de colmo verde e matéria seca total) a partir de 15 dias de convivência, acentuada a partir de 30 dias. A relação entre matéria seca de folha e colmo apresentou diminuição linear ao longo do período de convivência, indicando estiolamento e decréscimo na qualidade nutricional da forrageira. Por fim, considerando-se perda aceitável de 5%, definiu-se período anterior à interferência (PAI) de apenas 3 dias após o plantio, período a partir do qual faz-se necessário o controle das plantas daninhas. De forma similar, Pereira et al., (2019), avaliaram o período de convivência de plantas daninhas em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, observando PAI de 8 dias após a emergência (DAE), e período total de prevenção à interferência (PTPI) até os 34 DAE, para perdas aceitáveis de até 5%.

2.3 SELETIVIDADE DE HERBICIDAS

O controle químico de plantas daninhas é um método que visa eliminar espécies de plantas não desejadas em uma lavoura (Machado et al., 2013). A seletividade de herbicidas é explorada amplamente nesse método de controle, em função das diferenças de metabolização entre plantas daninhas e as plantas cultivadas (Cataneo; Carvalho, 2008). Porém, a seletividade de um herbicida aplicado sobre uma cultura ocorre dentro de certos limites, determinados por uma complexa interação entre a planta, o herbicida e o meio ambiente. Assim, a seletividade pode ser alcançada através de aspectos que envolvam o metabolismo, posicionamento do herbicida, resistência no local de ação ou o uso de protetores (*safeners*) na cultura (Mendes; Da silva; Mielke, 2022).

Um exemplo de seletividade em função do metabolismo está relacionado à ação de enzimas da família P450. Em plantas de trigo, essa enzima é

responsável pela hidroxilação do anel aromático do herbicida *diclofop-methyl*, permitindo posterior conjugação com glicose, e consequentemente a desativação da molécula. Além do trigo, a ação da P450 na seletividade já foi confirmada também para diversas moléculas herbicidas, em diferentes culturas como milho, arroz e sorgo (Dimaano; Iwakami, 2021).

Fatores genéticos também podem influenciar na seletividade. Algumas culturas podem apresentar tolerância natural a herbicidas, como a seletividade da cultura do milho à Triazinas. Ainda, a seletividade pode ser inserida geneticamente, tal qual a seletividade ao glyphosate em culturas transgênicas, que possuem modificações em genes capazes de sinalizar a sintetização de enzimas EPSPS que não são inibidas pelo herbicida (Nandula et al., 2019). O posicionamento temporal do herbicida também pode influenciar na seletividade. Em experimento conduzido por Martini et al., (2023), ao avaliarem o efeito da época de semeadura na seletividade de herbicidas em arroz irrigado, constataram que em semeaduras precoces, as menores temperaturas durante a aplicação de inibidores da ALS aumentaram as injúrias na cultura, apesar de não levarem a perdas de produtividade.

Se aplicada de forma indiscriminada, a molécula herbicida poderá causar atraso no desenvolvimento ou até mesmo a morte da cultura. A idade das plantas pode afetar a seletividade, sendo que em plantas mais jovens a ação do herbicida é mais rápida, aumentando sua toxicidade. Além disso, a estrutura química das diferentes moléculas utilizadas poderá afetar a seletividade dos produtos (Azania; Azania, 2014).

Dificuldades no estabelecimento e manutenção das pastagens ainda são um risco para a forragicultura, em especial quanto à competição com plantas daninhas. Há uma alta demanda técnica para a recomendação de herbicidas seletivos para uso em pastagens, que minimizem a interferência de plantas daninhas e evitem efeitos fitotóxicos nas plantas cultivadas (Brighenti et al., 2020). Apesar da importância do uso, não há registro de herbicidas seletivos para o controle químico de plantas daninhas no estabelecimento de pastagens registrados no SIGEN+ (CIDASC, 2022). Em pesquisa ao AGROFIT (MAPA), em 2024, havia 20 ingredientes ativos recomendados para pastagens, porém não há definição de espécies de pastagem ou momento de aplicação. A falta de

ingredientes ativos seletivos afeta a implantação das pastagens no momento do estabelecimento, uma vez que o crescimento lento das mudas em comparação à comunidade infestante pode comprometer o estande inicial, o potencial produtivo e a longevidade das pastagens.

2.4 SENSORIAMENTO REMOTO

O sensoriamento remoto pode ser definido como a aquisição de dados sobre um alvo na superfície terrestre, sem tocá-lo, através da obtenção de registros da energia refletida ou emitida por ele (Florenzano, 2011). A coleta dessas informações é baseada na detecção e medida de mudanças que o objeto impõe sobre o meio circundante, seja ele acústico, potencial ou, mais costumeiramente, eletromagnético (Lorenzetti, 2015). Diferentes aferições podem ser realizadas a partir comportamento distinto de reflectância dos alvos em diferentes regiões do espectro eletromagnético, desde os raios gama, raios X, ultravioletas (UV), luz visível até o infravermelho (IV). Em culturas agrícolas, essa interação está compreendida na faixa entre o visível, e o infravermelho de ondas curtas (entre 400 nm e 2.500 nm) (Formaggio; Sanches, 2017).

As plataformas disponíveis para operação dos sensores ópticos são classificados em orbitais, aéreos (suborbital) e terrestres. Destes, o sensoriamento remoto aéreo, com a utilização de aeronaves remotamente pilotadas (ARPs), apresentam vantagens como a rápida coleta e alta resolução das imagens. Em função do comportamento espectral próprio de cada alvo, é possível realizar diversas inferências com base na refletância em comprimentos de onda específicos (Molin; Do Amaral; Colaço, 2015). Como exemplos de inferências, pode-se citar a distinção entre planta, solo e corpos de água; monitoramento do desenvolvimento de culturas; análises de uso da terra, acompanhamento de doenças ou infestações de pragas; previsão de colheita e produtividade (Menon, 2012; Shanmugapriya et al., 2019).

Diferentes algoritmos têm sido propostos, os quais utilizam razões e combinações entre bandas espetrais para a estimativa de parâmetros bioquímicos, como conteúdo de clorofila, nitrogênio e água nas plantas

(Formaggio; Sanches, 2017). A aplicação de diferentes índices se dá em função das bandas captadas pelo sensor disponível.

O emprego do sensoriamento remoto na agricultura vem crescendo cada vez mais, e atividades antes realizadas manualmente são aos poucos substituídas por observações remotas. Avaliações visuais, como a de fitotoxicidade ou controle, podem ser subjetivas ao avaliador, inserido certo erro ou variações às observações. É comum a utilização de notas em escala de 0 a 100%, onde 0 representa a planta sem nenhum sintoma da aplicação, e 100, a morte total da planta (Kuva et al., 2016). Determinações como a da altura de plantas, números de perfilhos ou produção de biomassa demandam coleta de dados e materiais à campo, ou até mesmo análises laboratoriais, demandando mão-de-obra especializada, tempo e recursos. Novos métodos para a avaliação da seletividade ou controle de herbicidas, bem como de parâmetros produtivos, têm sido pesquisados, em especial com o uso do sensoriamento remoto.

3 LEVANTAMENTO DE PLANTAS DANINHAS EM PASTAGENS DE SANTA CATARINA

3.1 RESUMO

Acredita-se que quase metade da área de pastagens do Brasil apresente algum grau de degradação, caracterizada pela diminuição da capacidade produtiva do pasto e da sua eficiência de uso pelos animais, em função de problemas de manejo. Níveis elevados de degradação são marcados pela infestação por plantas daninhas, que competem com o pasto por recursos e prejudicam seu desenvolvimento. Com o objetivo de se entender melhor a situação das pastagens catarinenses quanto à presença de plantas daninhas, elaborou-se levantamento em forma de questionário, aplicado a produtores e extensionistas rurais. Foram recebidas 154 respostas de toda Santa Catarina, destas 97% dos entrevistados indicaram que têm problemas com plantas daninhas, sobretudo na fase de implementação da pastagem. A principal causa para a ocorrência está relacionada ao manejo da pastagem, enquanto a principal dificuldade para controle está na falta de herbicidas recomendados. Para implementação 84,4% afirmaram utilizar herbicidas dessecantes, porém apenas 39% utilizam herbicidas em pré-emergência. Plantas dos gêneros *Cyperus* e *Axonopus* destacaram-se como principais problemas, tanto nesta fase inicial, quanto em pastagens já estabelecidas. Quanto ao manejo, 66% informaram que usam mais de um piquete, respeitando a altura ideal de entrada dos animais, porém apenas 40% respeitam a altura de saída, utilizando dias fixos de ocupação dos animais nos piquetes. Sobre roçadas, quase 67% afirmam utilizar quando do excesso de resíduos senescentes. Dentre as carências que necessitam capacitações, destacou-se o controle de plantas daninhas, o manejo e o controle químico. Pode-se perceber que a presença de daninhas em pastagens está muito relacionada com o manejo do pasto, e que ainda depende do uso de herbicidas para controle. O manejo deve incluir práticas integradas, desenvolvimento de novas tecnologias e, principalmente, a capacitação dos produtores.

Palavras-chave: levantamento; plantas daninhas; pastagens; questionário.

3.2 INTRODUÇÃO

A área de pastagens no Brasil atingiu em 2022 a marca de 177 milhões de hectares, ocupando 20,8% do território nacional. Destes, 41% apresentam vigor vegetativo médio, com sinais de degradação, e outros 21% apresentam baixo vigor vegetativo, considerado como degradação severa. Em relação ao Estado de Santa Catarina, as áreas de pastagens representam 15,76% da área total da UF, somando 1,5 milhão de hectares. As áreas de pastagens consideradas em degradação totalizam 830 mil ha, sendo 37,7% em degradação intermediária e 17,54% em degradação severa (LAPIG/UFG, 2022).

A degradação agrícola é caracterizada pela diminuição ou inviabilização da capacidade produtiva do pasto, e pelas reduções da produção de forragem e da eficiência de uso da pastagem pelos animais. Está relacionada com aumento excessivo de plantas daninhas em pastagens (Dias-filho, 2017a). A ausência de adubações periódicas, falhas no estabelecimento e problemas bióticos, como a presença de pragas, também são agentes importantes de degradação de pastagens no Brasil (Dias-filho, 2014).

A interferência de plantas daninhas afeta o potencial produtivo das pastagens, prejudica o desenvolvimento da planta forrageira e limita a colheita do pasto pelos animais em pastejo. A presença de daninhas pode também ocasionar danos diretos à criação animal, já que apresentam potencial de gerar intoxicação ou ferimentos (Silva et al. 2004; Carvalho et al., 2016).

Dias-Filho (2017b) afirma que para a modernização e intensificação da pecuária a pasto brasileira, deve-se melhorar as condições das pastagens improdutivas ou subutilizadas, e aplicar, de forma criteriosa, técnicas de manejo para manutenção das pastagens em produção. O manejo das pastagens tem grande influência no potencial de produção e na longevidade do pasto cultivado. A taxa de lotação e o período de descanso devem considerar o ritmo de crescimento e rebrote das plantas, pois pastos mal manejados podem sofrer rápida degradação (Dias-Filho, 2012).

Em relação à pecuária catarinense, em 2023 o rebanho bovino catarinense atingiu a marca de 4,43 milhões de cabeças, presentes nos 295 municípios da UF. O contingente estadual conta com 167 mil produtores, dos

quais 29,9 mil destinaram animais para abate. Destes, 76% destinaram até 10 animais, evidenciando que a maioria é composta de pequenas propriedades. Os produtores que enviaram mais de 100 animais para abate representam 3,3% do total, porém foram responsáveis por 58,1% dos abates, apontando que a produção de carne bovina em Santa Catarina se concentra em um pequeno número de estabelecimentos. Por outro lado, ao se observar a composição do rebanho do estado, fêmeas com mais de 36 meses representam 45,3% do plantel, estrutura que salienta a importância da pecuária leiteira. Em 2022, a produção de leite catarinense foi de 3,153 bilhões de litros. O destaque de produção é da mesorregião do Oeste Catarinense, responsável por 75,4% do total, seguido das mesorregiões Sul, Vale do Itajaí, Serrana, Norte e Grande Florianópolis, com 8,7; 7,4; 3,5; 3,0 e 1,9% respectivamente (Epagri/Cepa 2024; Cunha e Espíndola, 2022).

Em relação à caracterização das propriedades leiteiras de Santa Catarina, na mesorregião do Oeste Catarinense o tamanho médio das propriedades gira em torno de 16,1 hectares (Jochims; da Silva, 2019). Na região Sul, o tamanho médio e desvio padrão é de 30 ± 20 ha, variando de 3,7 a 90 ha (Werncke et al., 2016) e de $30,2 \pm 29,3$, variando entre 3 a 216 ha na região do Alto Vale do Itajaí, sendo que 70% das propriedades apresentam menos de 30 ha (Winck; Thaler Neto, 2012). O sistema de produção predominante é baseado em pastagens com lotação rotacionada e trocas diárias de piquetes, majoritariamente com pastagens perenes (*Axonopus compressus*, *Urochloa decumbens*, *Eriochloa polystachya*) e suplementação com concentrados e silagem. A mão de obra é essencialmente familiar (Jochims; Da Silva, 2019; Werncke et al., 2016).

Partindo-se da significância das pastagens para a agropecuária catarinense, e da necessidade de entender-se melhor a situação do manejo destas áreas em especial da ocorrência e manejo de plantas daninhas, elaborou-se uma pesquisa com questionário contendo perguntas sobre plantas daninhas em pastagens, uso de herbicidas e manejos culturais dos pastos.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O questionário foi formulado e disponibilizado através da ferramenta *Google forms*, e encaminhada por e-mail para técnicos e extensionistas da Epagri, tendo sido disponibilizado durante o período de junho a outubro de 2023. Em alguns casos, o questionário foi aplicado diretamente à produtores assistidos, ou então, respondido pelo próprio extensionista, considerando o conhecimento da sua região de assistência.

As perguntas foram formuladas em parceria com pesquisadores da Epagri, e envolveram questões quanto a localização e região de atuação do respondente, a presença de plantas daninhas no estabelecimento de pastagens e em pastagens já estabelecidas, e as principais dificuldades e carências encontradas pelos produtores no manejo de plantas daninhas. Ainda, questionou-se sobre as práticas de manejo de pasto, como taxas de lotação, uso de piquetes e alturas de entrada ou saída de animais.

Parte das perguntas elaboradas permitiam a escolha objetiva de uma ou mais alternativas, enquanto outras permitiam respostas abertas. Após recebidas, as respostas abertas foram analisadas e categorizadas, a fim de se facilitar a interpretação dos resultados. Em função da escolha de múltiplas opções, certas perguntas somaram valor maior de respostas do que o de entrevistados.

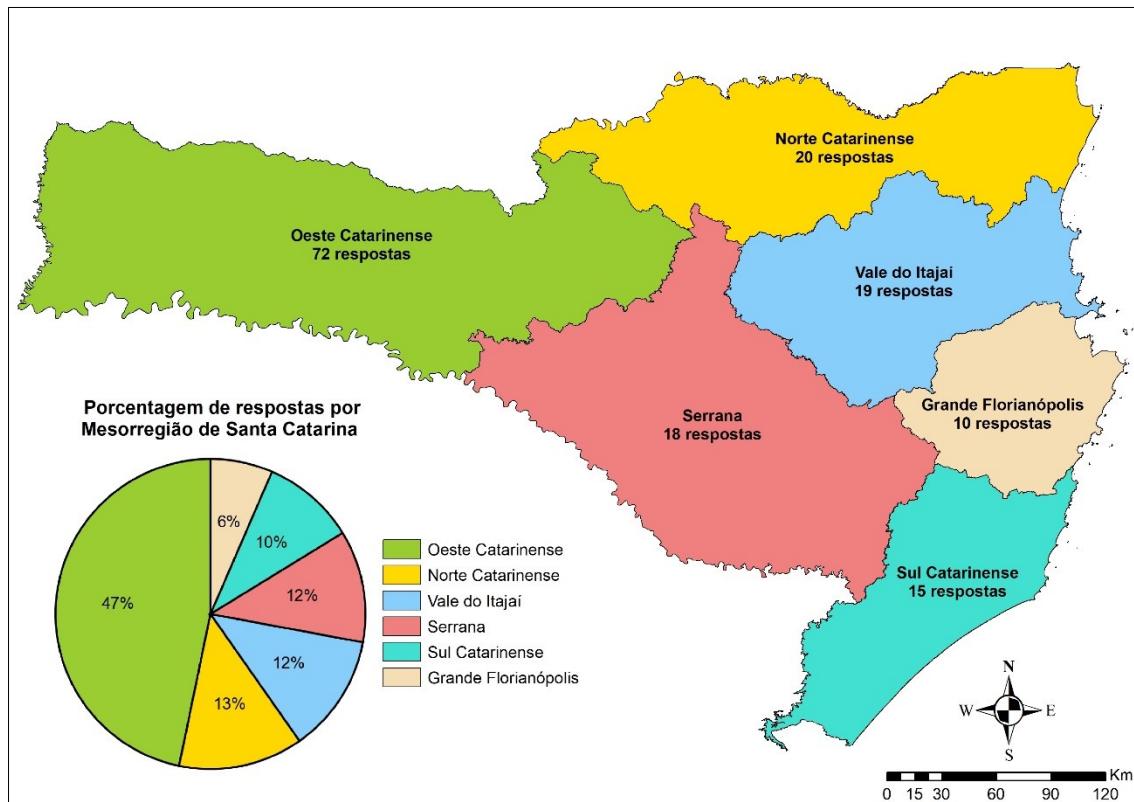
Durante o período em que ficou disponível, recebeu-se 154 respostas. Os dados recebidos foram agrupados em uma planilha Microsoft Excel® e, com auxílio do software Jupyter Notebook, analisou-se as respostas e realizou-se a plotagem dos gráficos.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram recebidas 154 respostas de produtores e extensionistas distribuídos por todo o Estado de Santa Catarina. A partir das respostas, agrupou-se os dados a partir da região indicada. A maioria foram obtidas na Mesorregião Oeste Catarinense, seguida das Mesorregiões Norte Catarinense, Vale do Itajaí e Serrana (Figura 1). O destaque no número de respostas da região Oeste pode ser explicado pela maior participação de produtores desta região no

levantamento. O Oeste de Santa Catarina tem grande destaque na produção leiteira, atividade que migrou para a região nos anos 90 e se voltava a subsistência de pequenos produtores familiares, e que continua a crescer significativamente até atualmente (Jochims; da Silva, 2019).

Figura 1 - Mapa do número de respostas recebidas por Mesorregião de Santa Catarina.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Quando questionados se a presença de plantas daninhas em pastagens é um problema em sua região, 59% dos participantes responderam que sim, principalmente durante as fases de implementação e estabelecimento da pastagem, 25% dos entrevistados responderam que sim, mas apenas na fase de implementação, e 13% responderam que sim, apenas após o estabelecimento da pastagem. Apenas 3% indicaram que plantas daninhas não são problemas nas pastagens da região.

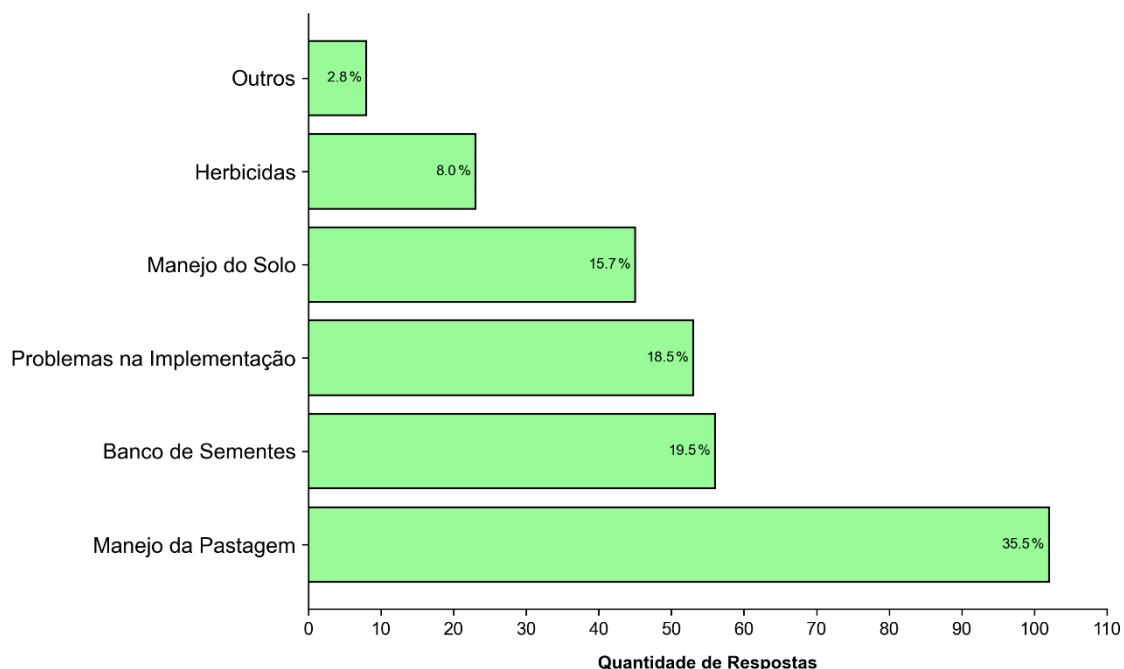
Em estudos conduzidos por Pereira et al., (2019) e Jakelaitis et al., (2010), que avaliaram os períodos críticos de interferência de plantas daninhas em pastagens de *U. brizantha*, foram observados PAIs de 9 e 8 dias

respectivamente, onde a presença de daninhas a partir deste período, causou perdas qualitativas e quantitativas na pastagem. Estes dados alertam para a importância da presença de plantas daninhas durante a implementação e estabelecimento de pastagens, indicado como o momento com maiores problemas em pastos catarinenses.

Em relação às principais causas para a ocorrência de plantas daninhas em pastagens (Gráfico 1), 35,5% indicaram o manejo da pastagem como motivo da presença das daninhas. Considerou-se “manejo da pastagem” respostas que citavam o controle das alturas de entrada e saída do gado no pasto, superpastejo ou subpastejo, lotação animal, realização de roçadas ou simplesmente “erros no manejo”. Em 19,5% das respostas foi apontado o banco de sementes como um dos principais motivos da presença de plantas daninhas em pastagens, indicando que este problema pode perdurar ao longo diferentes cultivos. Ainda, 18,5% apontaram problemas na implementação das pastagens como causa do aparecimento de plantas daninhas. Considerou-se “problemas na implementação”, as respostas que citavam erros no preparo e adubação do solo, falhas no controle de plantas daninhas na implementação, manejos falhos durante a implementação ou erros quanto à escolha da espécie para forragem.

O destaque do “manejo da pastagem” dentre as respostas pode indicar que há falhas na aplicação dos sistemas produtivos atuais, em que erros, manejos incorretos ou dificuldades na implementação destes estão afetando os pastos catarinenses. Outro indicativo para esta adversidade é a atribuição também à “problemas de implementação”, que recaem sobre os manejos exercidos sobre o pasto.

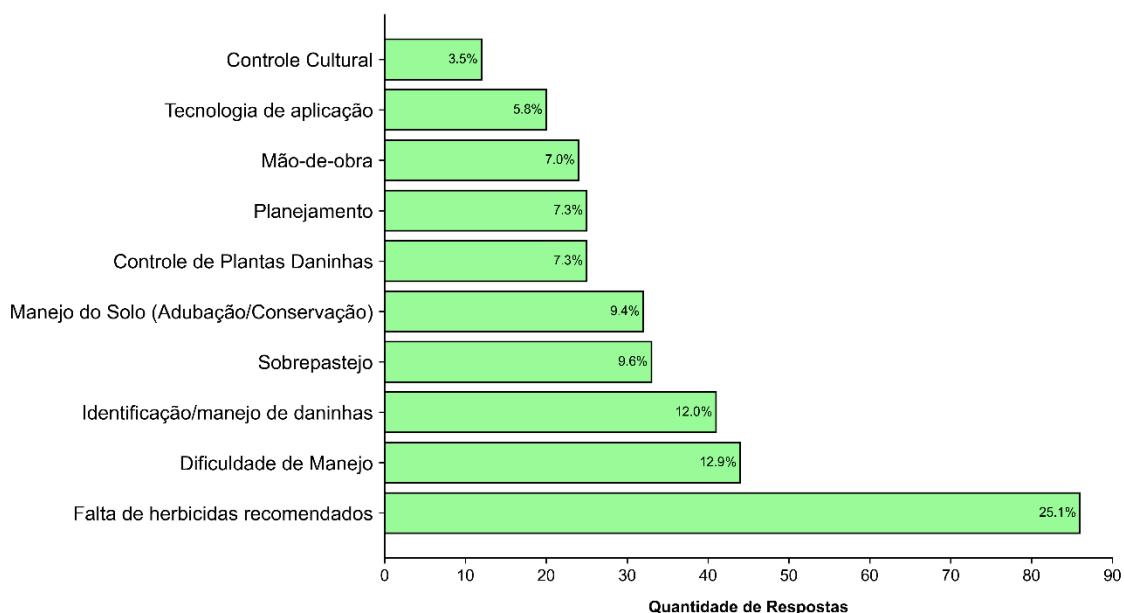
Gráfico 1 - “Na sua opinião quais as principais causas para ocorrência de plantas daninhas nas pastagens?”



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

No tocante às dificuldades encontradas no controle de plantas daninhas em pastagens (Gráfico 2), a resposta mais obtida foi a “falta de herbicidas recomendados”, que apareceu 86 vezes, ou seja, 25,1%. Pode-se destacar também a “dificuldade do manejo” (12,9%) e a “falta de conhecimento sobre plantas daninhas” (12%), que envolve a identificação e o correto controle, como dificuldades frequentemente relatadas pelos entrevistados.

Gráfico 2 - “Na sua opinião quais as principais dificuldades para o controle plantas daninhas nas pastagens?”



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O manejo integrado de pragas (MIPD) deve considerar um contexto agronômico holístico e de sustentabilidade dos sistemas produtivos. A prevenção e erradicação somados aos controles culturais, mecânicos, físicos, biológicos e químico, de forma interdependentes, compõem o MIPD e devem ser adotados de acordo com as condições do sistema produtivo (Albrecht et al., 2021). O fato de a opção “falta de herbicidas” ter recebido o dobro de respostas em relação à segunda resposta mais apontada, indica uma forte dependência dos produtores na utilização de métodos de controle químico no manejo de plantas daninhas. Em levantamento realizado por Jochims e da Silva (2019), na macrorregião Oeste, 52,2% dos técnicos de extensão rural da Epagri entrevistados afirmaram que são utilizados métodos de controle químico de pragas e daninhas nas propriedades assistidas; e 17% informaram o uso de controle manual de pragas (arranquio).

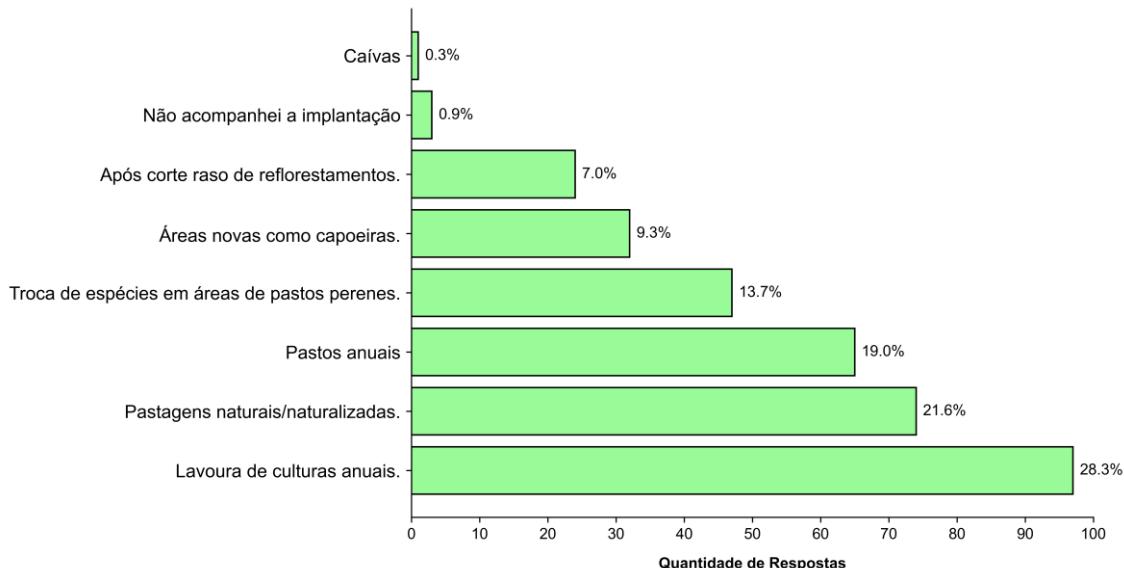
3.4.1 Plantas daninhas na implementação de pastagens

O estabelecimento das pastagens pode ser um momento chave no controle e manejo das plantas daninhas, conforme indicado nas respostas

obtidas acima. Nesse contexto, questionou-se sobre as condições e práticas utilizadas durante o processo de implementação.

Em relação ao tipo de área utilizada (Gráfico 3), destacou-se as lavouras de culturas anuais, com 28,3% das respostas, a implementação em pastagens naturais aparece em segundo lugar, com 21,6%. Sistemas de cultivo com baixo revolvimento, como o plantio direto ou áreas de pastagem natural, contribuem com a formação do banco de sementes a médio prazo (de Oliveira et al., 2018) podendo levar à uma alta infestação de daninhas após o preparo da área para implementação da pastagem. A implementação em pastos anuais representou 19% das respostas. Em 13,7%, observou-se a troca de espécies em pastos perenes, seguido de áreas novas (9,3%) e áreas de reflorestamento após corte raso (7%). Três entrevistados responderam que não acompanharam a implementação do pasto, e 1 indicou a implementação em área de caíva, que são áreas remanescentes de Floresta Ombrófila Mista (FOM).

Gráfico 3 - “Com relação a implantação de pastagens qual o histórico de uso da área?”

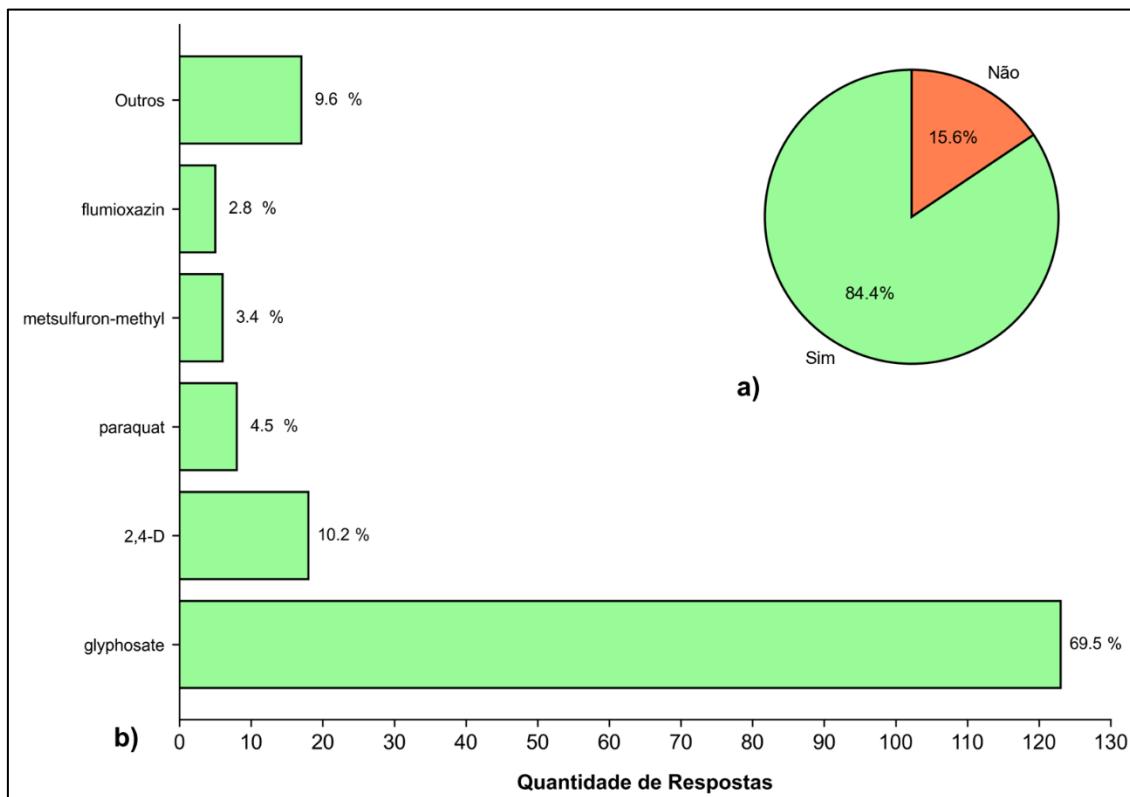


Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A respeito do uso de herbicidas de dessecação para o preparo das áreas, 84,4% dos entrevistados responderam que sim utilizam herbicidas dessecantes, enquanto 15,6% responderam que não usam (Gráfico 4a). Dos ingredientes ativos aplicados em dessecação, grande destaque é dado ao glyphosate, que foi

citado 123 vezes (69,49%). O 2,4-D e paraquat aparecem em seguida, com 10,2% e 4,5%, conforme gráfico 4b. A alternativa ‘Outros’ é composta por dez moléculas citadas menos de cinco vezes.

Gráfico 4 - “São utilizados herbicidas dessecantes no preparo da área?” (a) e “Quais os principais ingredientes ativos utilizados como dessecantes?” (b).

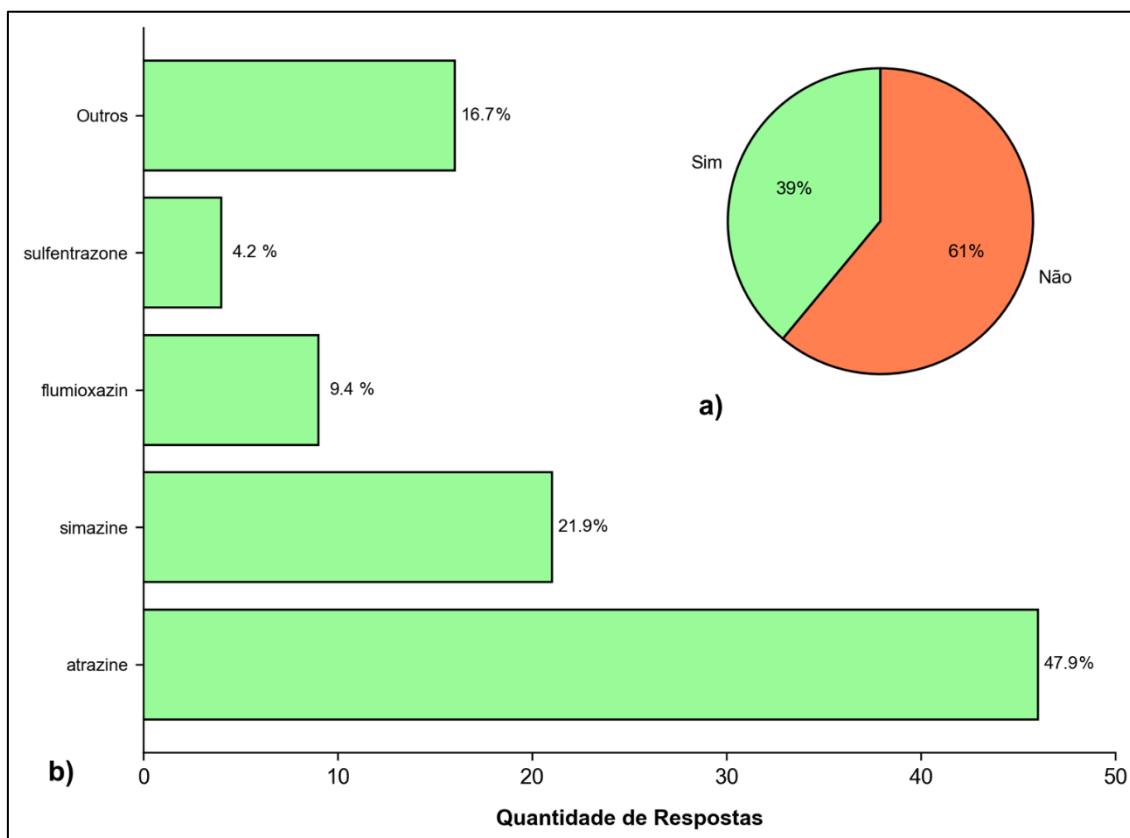


Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Quanto ao uso de herbicidas em pré-emergência (Gráfico 5a), 61% dos interrogados afirmaram que não os utilizam no preparo das áreas. Os 39% restantes, que responderam que usam herbicidas de pré-emergência, indicaram o uso de atrazine em 47,9% das respostas (Gráfico 5b), seguidos de simazine, flumioxazin e sulfentrazone, com 21,9; 9,4 e 4,2% das respostas. Os 16,7% restantes são compostos por nove moléculas que receberam três citações ou menos.

A combinação dos herbicidas atrazine+simazine e ainda a combinação atrazine+simazine e glyphosate foram avaliadas no controle de plantas daninhas na implementação de pastagens de tifton-85, atingindo resultados satisfatórios de controle sem afetar o desenvolvimento das plantas (Unamuzaga et al., 2024).

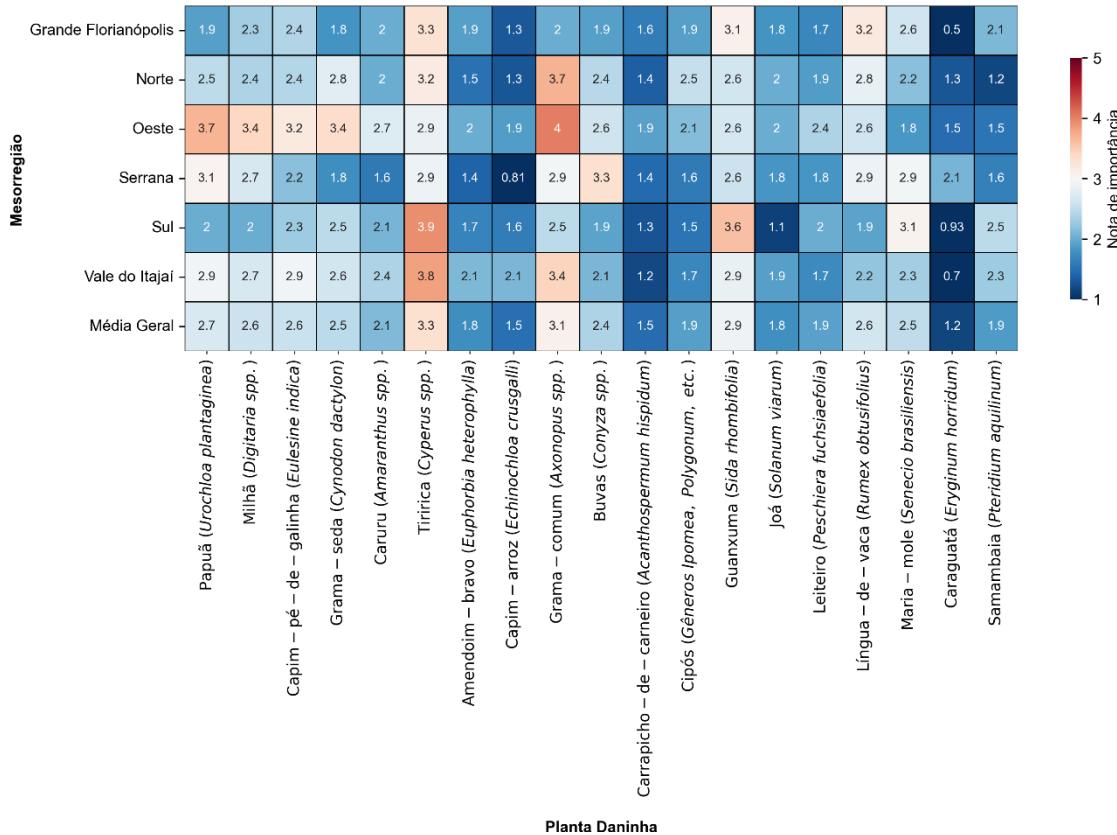
Gráfico 5 - “São utilizados herbicidas pré-emergentes no preparo da área?” (a) e “Quais os principais ingredientes ativos utilizados em pré-emergência?” (b)



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Com o objetivo de avaliar a relevância das plantas daninhas na implementação das pastagens em cada uma das mesorregiões, solicitou-se aos entrevistados que classificassem diferentes espécies daninhas de acordo com a sua importância na região, ao considerar tamanho da infestação, frequência de aparecimento de infestações e dificuldades no controle. A avaliação foi realizada por meio de notas variando de 0 a 5, onde 0 significa planta daninha ausente ou sem importância, e 5 significa planta daninha extremamente importante. As notas médias de cada planta daninha em cada mesorregião de Santa Catarina estão representadas em forma de mapa de calor (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Mapa de calor das notas médias da importância das plantas daninhas na implementação de pastagens para cada mesorregião de Santa Catarina.



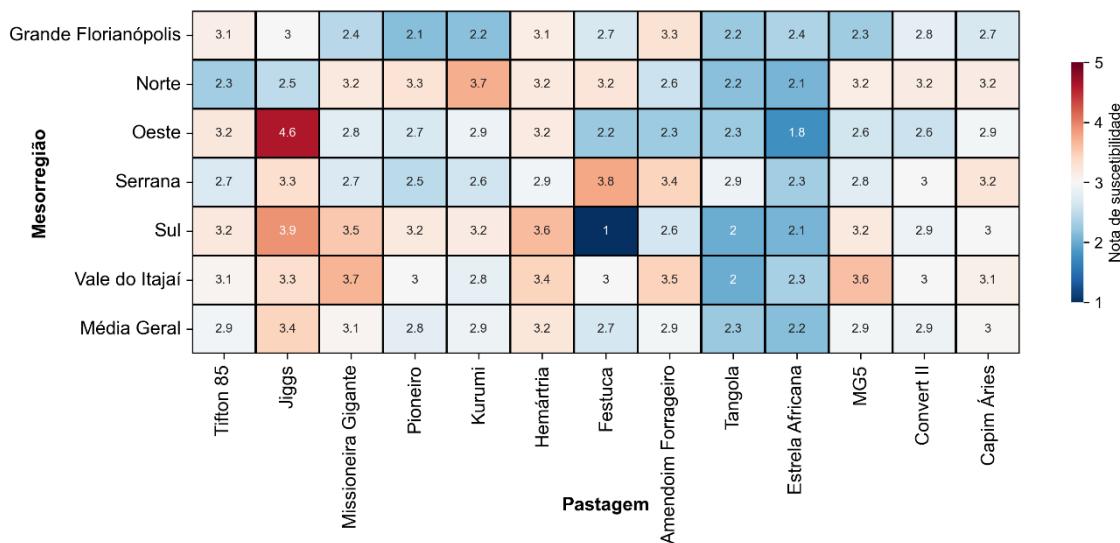
Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O gênero *Cyperus*, composto pelas tiriricas, destacou-se com maior nota média geral no Estado, seguido pelos gêneros *Axonopus* (grama-comum) e *Sida* (guanxumas), com notas 3,3, 3,1 e 2,9 respectivamente. A mesorregião do Oeste catarinense apresentou maior número de daninhas com notas acima de 3: *Urochloa plantaginea* (papuã), *Digitaria spp.* (milhã), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Cynodon dactylon* (grama-seda), e *Axonopus sp.* (grama-comum), esta última atingindo nota de importância igual a 4. Na região Norte os principais destaques ficam novamente com as tiriricas e a grama-comum. A região Serrana apontou o papuã e o complexo de buva (*Conyza spp.*) como de maior relevância, com notas 3,1 e 3,3 respectivamente. Na região Sul, mais uma vez as tiriricas e as guanxumas aparecem em destaque com notas acima de 3. As tiriricas também aparecem em destaque nas regiões do Vale do Itajaí e Grande Florianópolis juntamente com a grama-comum, com notas 3,8 e 3,4 na primeira

região, e 3,3 e 3,1 na segunda. Na Grande Florianópolis também se destacou a língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*), que atingiu a nota 3,2.

Devido às características inatas de cada gênero ou espécie de pastagens perenes, diferentes forrageiras podem ser mais ou menos suscetíveis a incidência de plantas daninhas. Fatores ambientais de cada região podem também influenciar na suscetibilidade do pasto. Assim, solicitou-se que cada entrevistado avaliasse a suscetibilidade de diferentes pastagens perenes às infestações de plantas daninhas, a partir de notas variando de 1 (menos suscetível) a 5 (mais suscetíveis). As notas médias de cada pastagem foram agrupadas por mesorregião, conforme o gráfico 7. No questionário, afim de se evitar confusão, foram descritos diferentes nomes comuns dos quais os pastos conhecidos.

Gráfico 7 - Mapa de calor das notas médias da suscetibilidade das pastagens às infestações de plantas daninhas por mesorregião de Santa Catarina.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Observou-se que o capim-jiggs (*Cynodon dactylon* cv Jiggs), apresentou a maior média geral de suscetibilidade com valor de 3,4, e destacou-se principalmente na região Oeste, em que sua nota foi de 4,6 indicando grande suscetibilidade à comunidade infestante, pela percepção dos entrevistados. A menor média geral foi observada com o capim-estrela-africana, também do gênero *Cynodon*, com a nota de 2,2. Na Grande Florianópolis, Tifton-85 e Jiggs,

ambos do gênero *Cynodon*, a *Hermathria altíssima* e o amendoim-forrageiro (*Arachis spp.*) atingiram notas superiores a 3, sendo as mais suscetíveis na região. Na região Norte o destaque ficou com o capim-kurumi (*Cenchrus purpureus* cv BRS Kurumi) com nota 3,7, seguido do capim-pioneiro (*C. purpureus* cv. Pioneiro) com nota 3,3. *Festuca* (*Festuca arundinacea*), Jiggs e amendoim-forrageiro apresentaram as maiores notas de importância na região Serrana com notas 3,3, 3,8 e 3,4 respectivamente. O capim-jiggs também se destacou na região Sul, juntamente com a missioneira-gigante e *Hermathria*. Na região do Vale do Itajaí, a missioneira-gigante obteve a maior nota de importância da região, seguido por MG5 e Amendoim-forrageiro.

3.4.2 Plantas daninhas em pastagens já estabelecidas

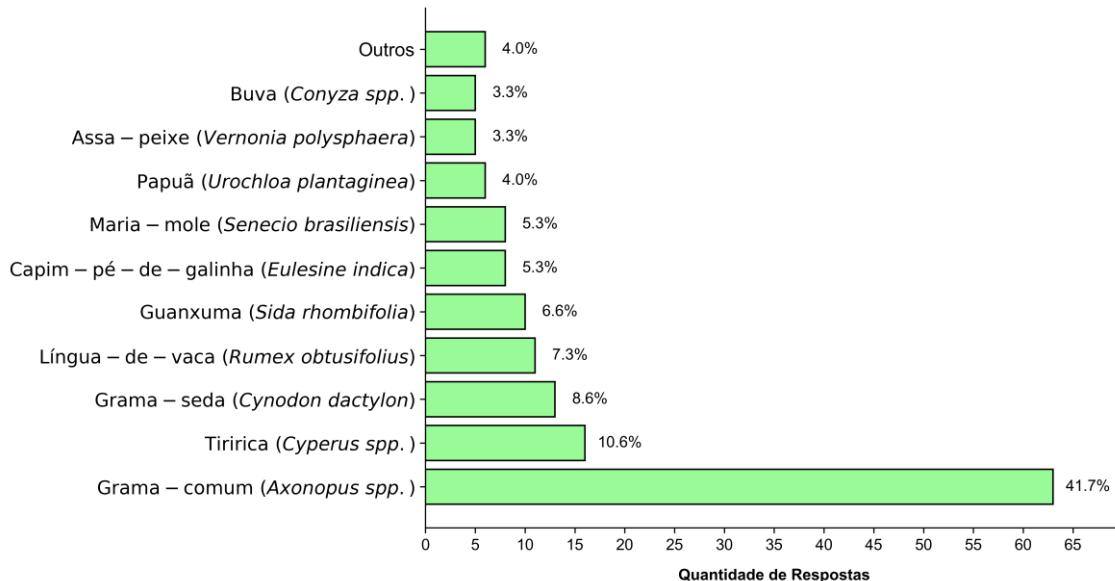
Mesmo após o pleno estabelecimento das pastagens, em que o pasto já está exercendo controle cultural sobre as plantas daninhas, é possível observar a presença de plantas indesejáveis. Com o objetivo de entender as principais dificuldades e desafios encontrados, questionou-se sobre as infestações de plantas daninhas em pastagens perenes já estabelecidas, e os manejos aplicados sobre elas.

Questionados sobre qual a principal planta daninha que normalmente apresenta maiores problemas nas pastagens já implantadas (Gráfico 8), 41,72% das respostas indicaram a grama-comum (*Axonopus sp.*), seguido das tiriricas (*Cyperus sp.*) com 10,6% e a grama-seda (*Cynodon dactylon*) com 8,61%. Estas mesmas plantas daninhas se destacaram como os principais problemas no estabelecimento das pastagens, indicando que a presença delas em pastagens estabelecidas pode estar relacionado às dificuldades encontradas no controle destas durante o estabelecimento.

Em relação à prevenção de plantas daninhas em pastagens, Dias-filho (2017b) destaca como principais práticas de manejo, o uso de taxas de semeadura adequadas, evitar da formação e dispersão de sementes, especialmente por zoocoria, e a adequação do manejo do pastejo evitando a degradação. Essas técnicas visam beneficiar o crescimento e produção de biomassa, favorecendo o controle cultural das plantas daninhas. Estas

informações vão de encontro às respostas recebidas, que indicam os problemas no estabelecimento e manejo como principais causas da infestação por daninhas.

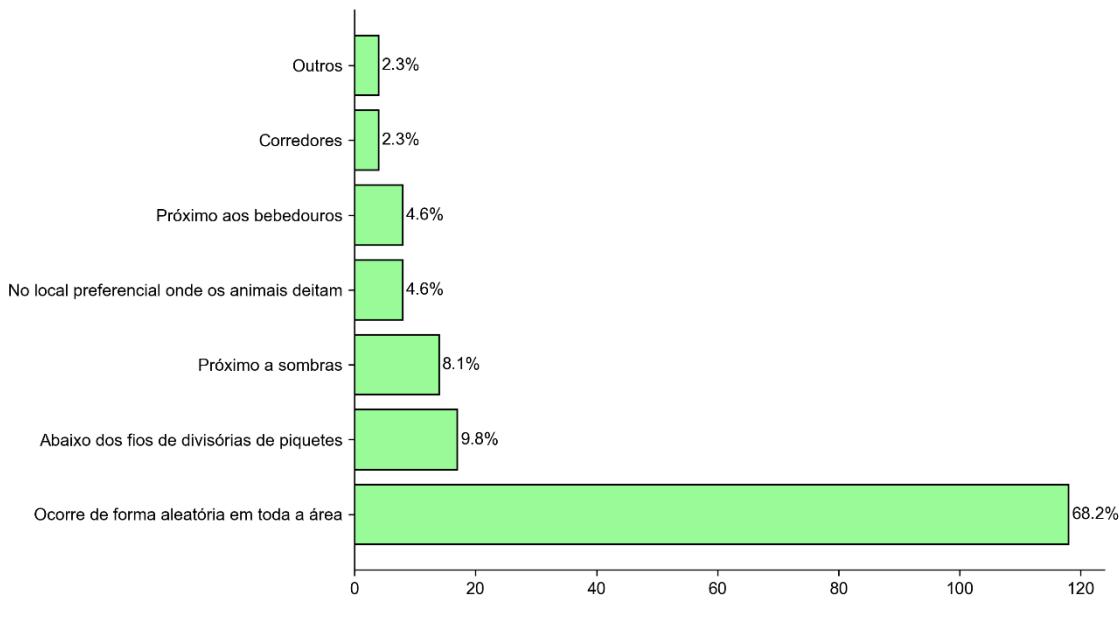
Gráfico 8 - “Qual é a principal planta daninha que normalmente apresenta maiores problemas nas pastagens já implantadas?”



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

No que se diz respeito à área de infestação ocupada por daninhas, 57 entrevistados informaram que elas ocupam área inferior à 10% da área total de pastagem, 49 responderam que de 11 a 20% da área total cultivada está infestada com plantas daninhas, enquanto 32 responderam que a infestação ocupa de 21 a 30% de sua área total. Apenas 6 responderam que mais de 30% da área total está infestada, e 7 responderam que não consideraram ou não sabiam a área ocupada por plantas daninhas. Ainda, 68,2% das respostas afirmaram que a infestação ocorre de forma aleatória por toda a área. As infestações preferencialmente abaixo de fios e divisórias de piquetes foram indicadas por 9,8, e outros 8,1% próximo a sombras, conforme Gráfico 9.

Gráfico 9 - “Quais os locais de maior ocorrência dessas plantas daninhas?”



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

3.4.3 Manejo das pastagens e plantas daninhas

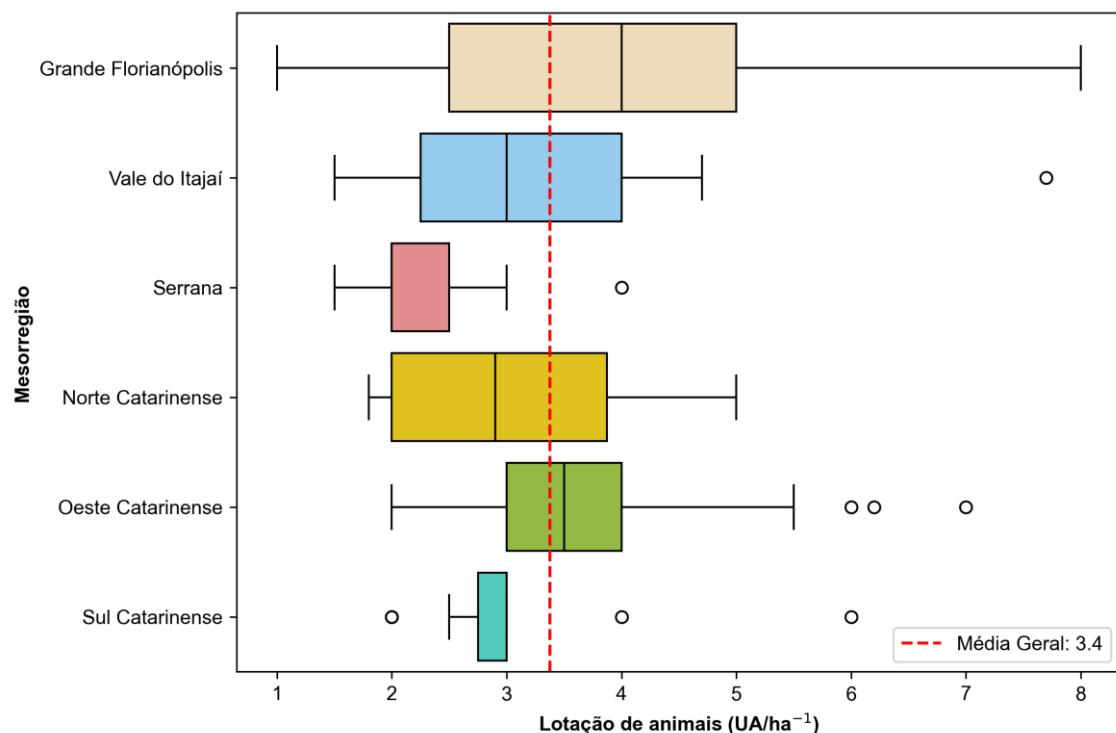
Diferenças no manejo empregado nas pastagens podem ocasionar infestações de plantas daninhas, pois alteram a dinâmica do controle cultural. Nesse sentido, questionou-se sobre as práticas de manejo empregados nos pastos perenes em Santa Catarina.

A capacidade de suporte do pasto é composta pela eficiência de pastejo e do acúmulo de forragem, e define a taxa de lotação suportada sem que haja degradação da pastagem. Manejos adequados proporcionam taxas de lotação acima de uma unidade animal (UA), que equivale a 450Kg por ha (Barbero et al., 2021).

Nas respostas obtidas quanto à lotação média de animais ($UA\ ha^{-1}$), observou-se o valor máximo de $8\ UA\ ha^{-1}$, indicado por um único entrevistado da mesorregião da Grande Florianópolis. Esta mesma região também, indicou o menor valor de ocupação, de $1\ UA\ ha^{-1}$. A média registrada no Estado foi de $3,4\ UA\ ha^{-1}$, indicando que a grande maioria dos entrevistados utilizam sistemas intensivos de produção. Em levantamento realizado pela Inttegra (2023) em mais de 800 propriedades, as médias das taxas de lotação foram de $1,56\ UA\ ha^{-1}$ em propriedades de ciclo completo, $1,56$ em propriedades de cria, e de $2,0$ em

propriedades de recria e engorda. Cabe destacar que não houve separação, no questionário, de produtores de gado de leite e gado de corte, o que pode influenciar na média observada. As distribuições das respostas para cada mesorregião estão indicadas no gráfico 10:

Gráfico 10 - Boxplot da taxa de lotação de animais ($UA\ ha^{-1}$) nas mesorregiões de Santa Catarina.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A taxa de lotação média está intimamente relacionada com a capacidade de suporte dos pastos, geralmente, espécies mais produtivas irão proporcionar uma maior pressão de pastejo, desde que o manejo dessas plantas seja respeitado.

O uso do método de lotação intermitente ou rotativa consiste dividir a área em várias subdivisões (piquetes) e colocar e retirar os animais de cada piquete de acordo com a altura de manejo indicada para cada espécies de planta forrageira, enquanto as áreas restantes permanecem em descanso. O piqueteamento permite que o produtor controlar de maneira mais eficiente a colheita do pasto pelos animais e proporciona um tempo adequado de descanso e utilização da pastagem. Isso garante que os animais consumam o pasto de

melhor qualidade no momento ideal (Carvalho et al., 2017). O tempo de descanso é essencial para a recuperação da planta e varia conforme a espécie forrageira, a intensidade do pastejo e as condições edafoclimáticas (Kavana et al., 2021; Mendes et al., 2022).

No tocante ao número médio de piquetes utilizados em 24 horas, 53% dos entrevistados afirmaram utilizar 2 piquetes, e 34% afirmaram que utilizam apenas 1 piquete a cada 24 horas. O uso de 3 ou mais piquetes foi informado por 8% dos entrevistados, sendo que o valor máximo observado foi o de 5 piquetes a cada 24 horas. Os 5% restantes informaram que não utilizam piquetes em suas propriedades.

O período de descanso e de ocupação dos piquetes deve ser ajustado de acordo com o crescimento da planta forrageira. Porém, normalmente, observa-se cronogramas rígidos de rotação, quem podem reduzir os benefícios desta prática. O uso da altura da pastagem para entrada e saída dos animais permite estimativa da capacidade do pasto em manter a alimentação animal sem perder qualidade bromatológica ou capacidade de rebrote e produção de massa seca (Undersander et al., 2014).

O comportamento de pastejo dos animais tem grande dependência da altura do dossel dos pastos, sendo que a estrutura dos mesmos é determinada pelos processos de senescênci a e desfolha. O emprego de técnicas de manutenção, como alturas de entrada e saída, tende a otimizar a produção de forragem, sem comprometer a fotossíntese pela remoção do tecido foliar (Zanini et al., 2012). Nesse sentido, quando questionados sobre o monitoramento da altura dos pastos para entrada do gado, 66,3% dos entrevistados afirmaram que respeitam a altura ideal de manejo de cada pasto, enquanto apenas 13,6% afirmam que mantêm um tempo de descanso fixo. Ainda, 8,3% responderam que colocam os animais quando há a necessidade de raspar o pasto e consumir toda a forragem, e 7,7% responderam que ajustam a carga animal de acordo com a oferta de pastagem. Dentre os 4,1% que responderam “Outros”, observou-se respostas como: “produtor não consegue fazer o manejo ideal” e “entrada sem critério definido”.

A respeito do momento de saída do gado do pasto, 41,6% responderam que respeitam a altura ideal de pós-pastejo de cada pasto, enquanto 34,1%

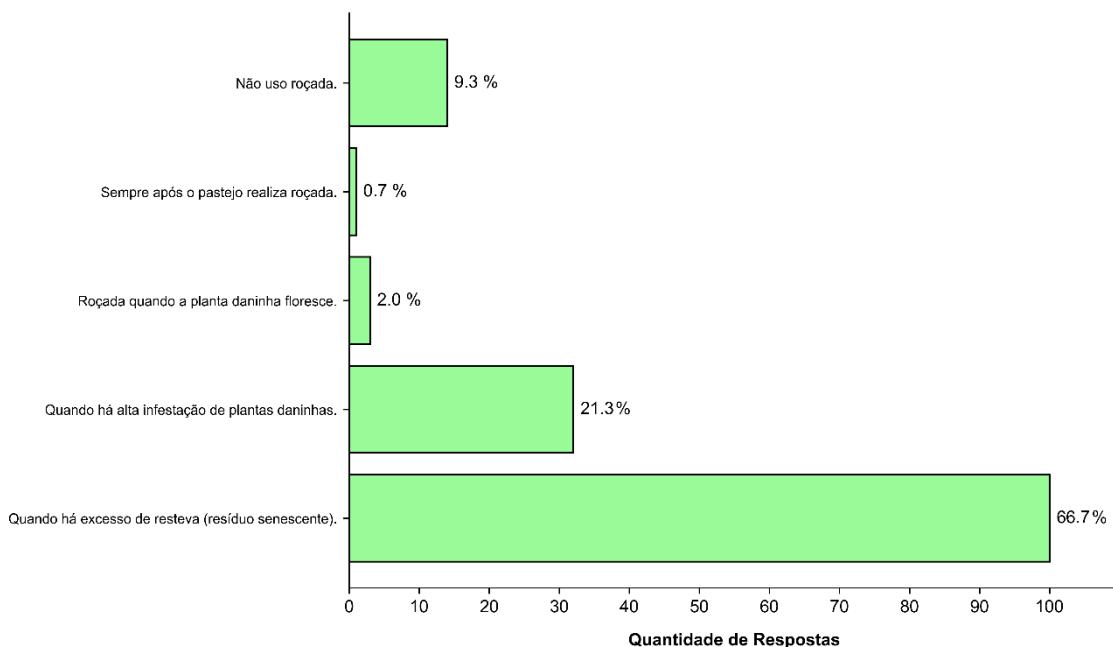
disseram que mantêm um tempo fixo de pastejo. Outros 13,9% informaram que buscam aproveitar ao máximo o pasto, mantendo o gado até consumo total da matéria verde, e 8,1% declararam ajustar a carga animal de acordo com a oferta de forragem. Apenas 2,3% afirmaram não utilizar nenhum critério para a saída do gado do pasto.

A altura do pasto é um parâmetro fácil e prático para acompanhar o momento correto de entrada e saída dos animais, pois reflete a quantidade de forragem presente no ambiente de pastejo . As alturas ideais de entrada e saída dos animais, em centímetros, para os principais pastos utilizados em Santa Catarina são: missioneira-gigante: entrada de 28 a 30 e saída: 12 a 14; tifton-85 - entrada de 26 a 28 e saída de 12 a 14; Azevém (*Lolium multiflorum*) entrada de 22 a 24 e saída de 10 a 12; e Braquiárias entrada de 37 a 47 e saída de 17 a 24 (Jochims, Silva e Portes, 2018).

No que tange aos demais processos ou manejos nas áreas de pastagens, práticas como o melhoramento com sobressemeadura de espécies de inverno, ou a realização de roçadas podem auxiliar na manutenção da planta forrageira, conciliando disponibilidade para o animal e controle cultural de daninhos. Nesse sentido, 90,4% dos entrevistados disseram realizar práticas de sobressemeadura.

Em levantamento realizado por Jochims; da Silva (2019), na mesorregião Oeste Catarinense, apenas 40,8% dos entrevistados afirmaram realizar sobressemeadura com forrageiras hibernais, e 12,6% afirmaram utilizar consórcio de gramíneas e leguminosas. Em relação à realização de roçadas, observou-se as respostas conforme o gráfico 11. No estudo citado anteriormente, o uso de roçada para controle de fitomassa foi referido por 46,7% dos entrevistados.

Gráfico 11 - “Com relação a prática de roçada das pastagens, qual o critério adotado para sua realização?”



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

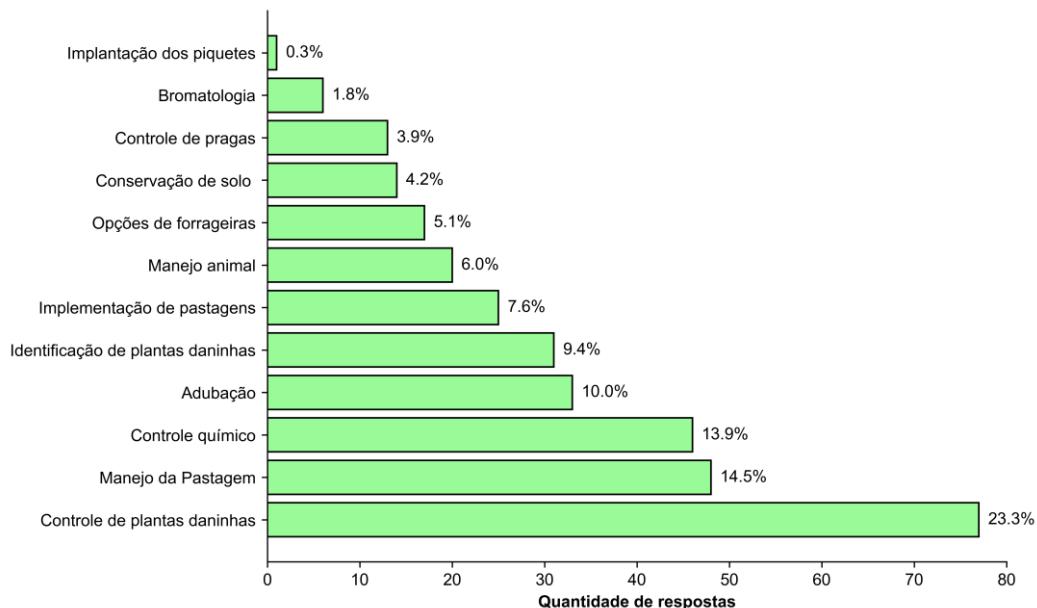
A grande maioria dos entrevistados (66,7%) afirmaram que realizam as roçadas quando há excesso de resteva, ou seja, quando há resíduos senescentes das pastagens. A roçada é realizada quando há alta infestação de plantas daninhas por 22,3%, enquanto outros 2,0% a realizam quando identificam o florescimento das plantas daninhas e 9,3% dos entrevistados afirmaram que não realizam nenhuma roçada. O número de roçadas em um ano também varia, conforme as respostas recebidas: 68,6% afirmaram realizar até 2 roçadas por ano e 29,9% realizam de 3 a 5 roçadas. Apenas 1,5% responderam realizar entre 6 e 9 roçadas.

O uso de roçadas pode ser de forma a compor um sistema de manejo integrado de plantas daninhas, juntamente com métodos químicos e culturais (Ghanizadeh e Harrington, 2019). A realização de roçadas pode reduzir tanto a produção da biomassa de plantas daninhas quanto a produção de sementes e consequentemente a alimentação do banco de sementes (Butler et al., 2013). Ainda, estudos demonstraram aumento da biomassa das gramíneas após a realização de roçadas (Zhao et al., 2022), desde que realizadas no período de maior retorno do crescimento da planta forrageira, como na primavera, onde as

temperaturas, precipitação e intensidade luminosa favorecem a rebrota da gramínea perene de verão.

Por fim, questionou-se sobre as principais carências de conhecimento que necessitam ser abordadas ou aprofundadas em capacitações. As respostas encontram-se no Gráfico 12. A maioria dos entrevistados apontou o controle de plantas daninhas como principal carência. Em segundo lugar destacou-se o manejo de pastagem, seguido do controle químico, mais uma vez evidenciado a dependência do uso de herbicidas por parte dos produtores.

Gráfico 12 - “Na sua opinião quais são as principais carências de conhecimento que necessitam ser aprofundados em uma capacitação?”



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

3.5 CONCLUSÃO

A partir das respostas obtidas no questionário, pode-se observar que uma grande diversidade de espécies daninhas afeta as pastagens catarinenses, evidenciando a complexidade de manejo das áreas. A ocorrência das plantas daninhas está diretamente associada a práticas inadequadas de manejo das pastagens, a deficiências quanto a disponibilidades de métodos de controle e a carência de conhecimentos técnicos específicos por parte dos produtores. A ausência de herbicidas seletivos registrados agrava a situação tornando

indispensável a pesquisa e o desenvolvimento de soluções para a prevenção e o manejo de plantas daninhas em pastagens.

Este estudo destaca a importância de uma abordagem multidisciplinar e integrada no manejo de plantas daninhas em pastagens, envolvendo a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, mas principalmente a capacitação dos produtores. A implementação destas práticas poderá contribuir significativamente para a produtividade e sustentabilidade das pastagens catarinenses.

3.6 REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P. et al. Métodos de Controle em Plantas Daninhas. Em: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (Eds.). **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. 1. ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. v. 1p. 145–169.
- BALDISSERA, T. C. et al. Sward structure and relationship between canopy height and light interception for tropical C4 grasses growing under trees. **Crop and Pasture Science**, v. 67, n. 11, p. 1199–1207, 2016.
- BARBERO, R. P. et al. Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2021.
- BUTLER, R. A. et al. Response of Four Summer Annual Weed Species to Mowing Frequency and Height. **Weed Technology**, v. 27, n. 4, p. 798–802, dez. 2013.
- CARVALHO, A., et al. Production and quality of Mombaça grass forage under different residual heights. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.39, n.2, p.143-148, Abril-Junho, 2017.
- CARVALHO, R. M. et al. Caracterização de perfilhos em relação à planta daninha no pasto de capim-braquiária. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 2, p. 103–110, 2016.
- CUNHA, R. C. C.; ESPÍNDOLA, C. J. Eficiência produtiva da agropecuária do estado de Santa Catarina e seu novo espraiamento territorial pós-2003. **Geografia Ensino & Pesquisa**, p. e38, 12 jan. 2022.
- DE OLIVEIRA, M. F. et al. **Banco de Sementes de Plantas Daninhas em Distintos Sistemas de Manejo do Solo após 12 anos**. Embrapa Sorgo e Milho: Sete Lagoas. Circular Técnica 244. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publica%C3%A7%C3%B5es>>. Acesso em: 8 jul. 2024.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. 1 ed. Embrapa Amazônia Oriental: Belém, 2017a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1070416/degradacao-de-pastagens-o-que-e-e-como-evitar>>. Acesso em: 24 maio. 2024.
- DIAS-FILHO, M. B. **Formação e manejo de pastagens**. Comunicado Técnico / Embrapa Amazônia Oriental, v. 235, p. 9, 2012.
- DIAS-FILHO, M. B. **Manejo Profissional da Pastagem: Fundamento para uma Pecuária Empresarial**. Embrapa Amazônia Oriental, p. 32, 2017b.
- EPAGRI/CEPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão rural de Santa Catarina / Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Síntese anual**

da Agricultura de Santa Catarina 2022-2023. Florianópolis. 2024. Disponível em <<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/publicacoes/sintese-anual-da-agricultura/>> Acesso em 09 de jul. 2024.

GHANIZADEH, H.; HARRINGTON, K. C. **Weed management in New Zealand pastures. Agronomy.** MDPI AG, 13 ago. 2019.

INTTEGRA - Instituto de Métricas Agropecuárias. **Benchmarkin Inttegra 2022-2023.** 2023. Disponível em <<https://materiais.inttegra.com/benchmarking-2022-2023>> Acesso em 27 de jun. 2024.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 8–14, 2010.

JOCHIMS, F.; DA SILVA, A. W. L. Adoção de tecnologias e práticas produtivas em propriedades leiteiras atendidas pela Epagri na macrorregião Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 1, p. 16–18, 2019.

JOCHIMS, F.; DA SILVA, P. A. P.; PORTES, V. M. Utilizando a altura do pasto como ferramenta de manejo de pastagens. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 2, p. 42–44, 2018.

KAVANA, P. Y. et al. How does agro-pastoralism affect forage and soil properties in western Serengeti, Tanzania. **Tropical grasslands-forrajes tropicales**, v.9, n.1, p.120-133, 2021

LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento / UFG - Universidade Federal de Goiás. **Atlas das Pastagens.** 2022. Disponível em<<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>> Acesso em 27 jun. 2024.

MENDES, L. G. R. et al. Manejo de pastagem rotacionado na pecuária de corte com ênfase no bem-estar do animal. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e42311730159, 30 maio 2022.

PEREIRA, L. S. et al. Interferência de plantas daninhas em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas**, v. 28, n. 1, p. 29–41, 25 abr. 2019.

SILVA, W., et al. **Potenciais herbicidas para a cultura de alfafa.** Juiz de Fora: EMBRAPA, Circular técnica 77, ISSN 1517-4816, 2004. 16p.

UNAMUZAGA, L. V. G. et al. Estratégias de controle de daninhas em pré-emergência e fitossociologia na implantação do Tifton 85. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e70037, 29 maio 2024.

UNDERSANDER, D. et al. **Pastures for profit: A guide to rotational grazing.** University of Wisconsin: Madison, 2014. Disponível em: <<https://learningstore.extension.wisc.edu/products/pastures-for-profit-a-guide-to-rotational-grazing-p96>>. Acesso em: 24 maio. 2024.

WERNCKE, D. et al. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: Abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 506–516, 2016.

WINCK, C. A.; THALER NETO, A. Perfil de propriedades leiteiras de Santa Catarina em relação à Instrução Normativa 51. **Rev. Bras. Saúde Animal**, v. 13, n. 2, p. 296–305, jun. 2012.

ZANINI, G. D. et al. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. **Rev. Brasileira de Zootecnia**. v. 41, n. 4 p. 905–913, 2012.

ZHAO, C. et al. Effects of Mowing Frequency on Biomass Allocation and Yield of *Leymus chinensis*. **Rangeland Ecology and Management**, v. 83, p. 102–111, 1 jul. 2022.

4 SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS NO TRANSPLANTE DE MUDAS DE PASTAGENS PERENES DE VERÃO

4.1 RESUMO

Dentre as cultivares de gramíneas forrageiras em destaque, podemos citar a missioneira-gigante, muito adaptada às condições climáticas de Santa Catarina, e o tifon-85, cultivar mais implantada do gênero *Cynodon* no Brasil. Ambas híbridas, não produzem sementes viáveis e tem sua propagação por meio de estolões ou mudas. Nessa forma de plantio, é comum o desenvolvimento concomitante de plantas daninhas, que irão competir com o pasto por recursos sendo indispensável o controle no período de estabelecimento da cultura. Infelizmente não há herbicidas recomendados para tal finalidade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade de diferentes herbicidas aplicados no plantio de mudas de missioneira-gigante e tifon-85. Realizou-se *screening* reducionista em casa-de-vegetação, com 18 moléculas herbicidas de uso pré e pós emergência. Foram avaliadas a fitointoxicação, aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação, índice NDVI proximal, índice de clorofila, altura de plantas, número de perfilhos e produção de forragem. As médias dos tratamentos foram avaliadas a partir de análise de componentes principais, e selecionou-se os seis tratamentos com comportamento similar à testemunha sem aplicação para experimentação à campo. O experimento à campo contou com delineamento experimental de blocos casualizados com os seis tratamentos selecionados mais uma testemunha sem aplicação, e quatro repetições. Repetiu-se as avaliações de fitointoxicação aos 7, 14 e 28 DAA, além de avaliações de índice de vegetação, altura de plantas, número de perfilhos, interceptação da radiação solar, altura e massa de forragem após os cortes, simulando o pastejo. As médias foram comparadas com a testemunha através do teste Dunnet ($\alpha = 0,05$). Tanto para missioneira-gigante quanto para a tifon-85, nenhum dos tratamentos causou reduções nos parâmetros produtivos, mesmo causando fitointoxicação nas plantas. Assim, conclui-se que os herbicidas testados foram seletivos para as pastagens em questão, missioneira-gigante e tifon-85.

Palavras-chave: pastagens; tifon-85; missioneira-gigante; pré-emergentes.

4.2 INTRODUÇÃO

A ampla extensão territorial e o clima propício ao crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras durante todo o ano favorecem o Brasil em relação à produção pecuária. A exploração das pastagens como principal fonte nutricional está relacionada à menores custos de produção em comparação à sistemas “intensivos”, aumentando a competitividade de pequenos e médios pecuaristas (Pereira et al. 2022). Em 2022, o Brasil registrou quase 159 milhões de hectares de pastagens, dos quais, Santa Catarina contribui com cerca de 1,4 milhões. Dos municípios catarinenses, Lages se apresenta como primeiro colocado em área de pastagens, com 114,5 mil hectares (LAPIG/UFG 2022).

Dentre as espécies forrageiras de destaque em Santa Catarina, pode-se citar o capim Catarina-gigante cv. SCS315 (missioneira-gigante, *Axonopus catharinensis*). Originária do Vale do Itajaí, teve sua descoberta através da identificação de híbridos espontâneos entre a grama-missioneira (*A. jesuiticus*) e o gramão (*A. scoparius*), por produtores da região (Valls; Peñaloza, 2004). Essa cultivar é muito adaptada às condições edafoclimáticas, apresenta alta resistência à cigarrinha das pastagens, às pragas e doenças e à seca, bem como ao sombreamento moderado e a baixas temperaturas. É de fácil manejo e alta aceitabilidade pelos animais (Jochims 2017; Hanisch et al., 2022).

O Tifton-85 (*Cynodon* spp.) também apresenta grande destaque no cenário brasileiro, sendo a cultivar mais utilizada do gênero *Cynodon*. É uma forrageira perene, estolonífera e rizomatosa com grande potencial de produção com alta qualidade (da Silva et al., 2017). É uma grama bermuda desenvolvida nos EUA, sendo o resultado da hibridação entre o acesso “PI 290884”, originário da África do Sul e o Tifton-68 (Burton; Gates; Hill, 1993). Possui potencial produtivo entre 1,9 e 25,4 toneladas de massa seca por hectare, em função da época de cultivo e do tempo de rebrote, com conteúdo de proteína bruta variando entre 7 e 15% (Ottoni et al., 2021; Silva A.W.L. da et al., 2021).

Por se tratar de cultivares híbridas, sem produção de sementes, a implantação destas pastagens é predominantemente por propagação vegetativa, via estolões ou mudas enraizadas. Nessa modalidade, é comum observar o desenvolvimento concomitante de plantas daninhas, após o preparo da área, em

função do maior tempo de estabelecimento da cultura. O controle de plantas daninhas nesses casos é fundamental para o manejo da pastagem, diminuindo a competição e permitindo pleno desenvolvimento cultural (Dias-Filho, 2012). Infelizmente, não há herbicidas seletivos recomendados para esse manejo.

A seletividade de um herbicida se baseia na diferença de resposta entre as diversas espécies de plantas, e é a base para o sucesso do controle químico de daninhas. Um herbicida é seletivo para uma cultura dentro de limites, impostos pela complexa interação entre o herbicida, o meio ambiente e a planta (Mendes; Da Silva; Mielke, 2022). Em plantas jovens, a ação do herbicida é mais rápida e a toxicidade do herbicida pode ser maior (Azania; Azania, 2014). Há uma alta demanda técnica para a recomendação de herbicidas seletivos em pastagens, que minimizem a interferência de plantas daninhas e não causem efeitos fitotóxicos na cultura de interesse (Brighenti et al. 2020). Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar a seletividade de diferentes herbicidas aplicados em mudas de Catarina-gigante cv. SCS315 e de Tifton-85, através da investigação do efeito fitotóxico na produção de forragem e no perfilhamento dos capins.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Ensaio em casa de vegetação

Os ensaios foram conduzidos em casa-de-vegetação, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), localizado no município de Lages, SC ($27^{\circ}47'34''$ de latitude Sul, $50^{\circ}18'05''$ de longitude Oeste e 904 m de altitude). Cada forrageira compôs um experimento individual. As mudas de missioneira-gigante Catarina Gigante cv. SCS 315 e Catarina-gigante hexaploide, bem como os estolões de Tifton-85 foram obtidos através de doação da Epagri, Estação Experimental de Lages. O transplante das mudas e posterior condução do experimento ocorreram em agosto de 2022, novembro de 2022 e fevereiro de 2023, para cada pasto, respectivamente.

Utilizou-se no experimento, vasos de 8 litros contendo solo identificado como Cambissolo Húmico alumínico, representativo da região (Santos et al., 2018), que, após análise química, foi corrigido de acordo com as recomendações agronômicas para alta produtividade de pastos. Transplantou-se duas mudas por vaso, iniciando-se o experimento após o estabelecimento destas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 19 tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por 18 herbicidas com potencial uso seletivo em gramíneas, mais uma testemunha sem aplicação. Os experimentos não tiveram repetição temporal.

Tabela 1 - Descrição dos herbicidas, ingrediente ativo, modalidade de aplicação e dose dos tratamentos utilizados.

Comercial	Ingrediente ativo	Modalidade de Aplicação	Dose i.a. (ha)
1) Testemunha	-	-	-
2) Dual Gold®	s-metolachlor	Pré ¹	1728 g
3) Prowl®	pendimethalin	Pré	1365 g
4) Gamit®	clomazone	Pré	720 g
5) Flumyzin®	flumioxazin	Pré	75 g
6) Yamato®	pyroxasulfone	Pré	200 g
7) Kyojin®	pyroxasulfone + flumioxazin	Pré	120 g + 80 g
8) Primóleo®	atrazine	Pós ²	2000 g
9) Soberan®	tembotrione	Pós	100, 8 g
10) Calaris®	atrazine + mesotrione*	Pós	1000 g + 100 g
11) Basagran®	bentazon	Pós	720 g
12) Heat®	saflufenacil	Pós	49 g
13) Volcane®	msma	Pós	1975 g
14) Ally®	metsulfuron-methyl	Pós	3,6 g
15) DMA®	2,4-d	Pós	670 g
16) Triclon®	triclopyr	Pós	1360 g
17) Tordon®	2,4-d + picloram	Pós	720 g + 192 g
18) Jaguar®	aminopyralid + 2,4-d	Pós	80 g + 640 g
19) Trueno®	aminopyralid + fluroxypyr	Pós	80 g + 160 g

*atrazine + tembotrione (1250 g + 75,6 g i.a. ha⁻¹) no experimento com missioneira-gigante hexaploide. ¹ Herbicidas de uso em pré-emergência. ² Herbicidas de uso em pós-emergência.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

As aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador costal pressurizado à CO₂, munido de quatro pontas jato leque plano com indução de ar modelo AIXR110.015, à pressão constante de 208 kPa, velocidade de deslocamento de 1,0 m s⁻¹ e em taxa equivalente a 150 L ha⁻¹. As condições climáticas no momento da aplicação foram registradas através de termo-higro-anemômetro digital, e marcaram: 15,6 °C, UR de 68%, e velocidade do vento de 5,6 km h⁻¹ para a Missioneira-gigante; 26 °C, UR de 55% e vento de 1,4 Km h⁻¹ para missioneira-gigante hexaploide; e 24 °C, UR de 61,5% e vento de 2,5 Km

h⁻¹ para a Tifton-85. Após aplicação, os vasos foram mantidos em ambiente controlado, em casa de vegetação, e realizou-se, sempre que necessário, arranque manual de plantas daninhas. As aplicações dos herbicidas de pré-emergência foram realizados no mesmo dia do transplante das mudas, enquanto a aplicação dos herbicidas de pós-emergência ocorreram sete dias após o transplante.

As avaliações de fitointoxicação foram realizadas utilizando escala visual de notas variando 0 a 100%, em que 0 representa a ausência de fitointoxicação, e 100 significa a morte total da planta (Kuva et. al., 2016), aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA - FT7, FT14 e FT28). Aos 28 DAA mensurou-se os parâmetros produtivos da cultura, através das variáveis: altura de plantas (AP28), mensurada com auxílio de régua graduada, medindo-se da base ao ápice das folhas estendidas; número de perfilhos (NP28); e massa seca da parte aérea (MS28), obtida através do corte das plantas, rente ao solo, e coleta para asecagem em estufa a 60 °C por 72 horas, e posteriormente pesagem. Nos experimentos com a missioneira-gigante hexaploide e Tifton-85, adicionou-se avaliações, aos 7, 14 e 28 DAA, de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI - IV7, IV14 e IV28), utilizando o aparelho portátil Spectrum® FieldScout CM 1000 NDVI Meter, e o índice SPAD de clorofila (CL7, CL14 e CL28), utilizando o aparelho Konica Minolta® SPAD-502 Plus.

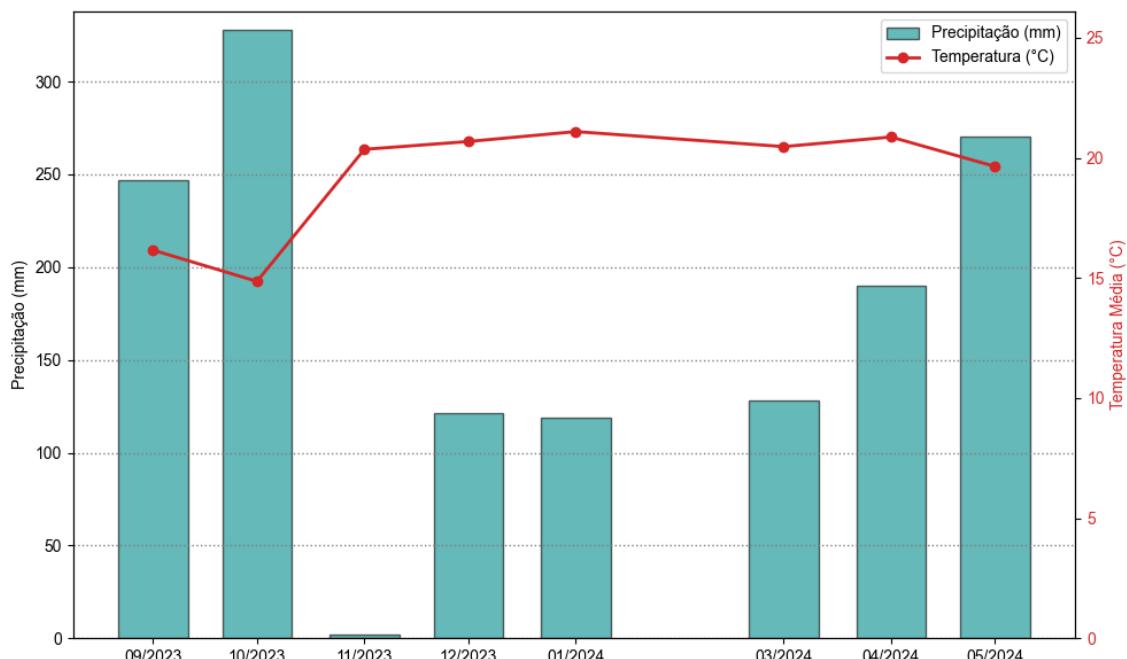
Os dados foram submetidos à análise de variância e de correlação. Posteriormente, foram analisados através de Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis - PCA*) a 5% de confiança, programada em linguagem Python utilizando o programa *Jupyter Notebook*.

4.3.2 Experimento à campo

O experimento à campo foi implementado em área experimental pertencente à Epagri - Estação Experimental de Lages, SC (27°47' 52" latitude Sul, 50°19' 31" de longitude Oeste e 905 metros de altitude). O preparo da área, que estava em pousio, foi realizado no dia 01 de setembro de 2023, com a utilização de arado e posterior gradagem. Sequencialmente, realizou-se duas aplicações de herbicidas, a fim de eliminar plantas daninhas e diminuir o banco

de sementes presentes. Na primeira dessecação, realizada no dia 25 de outubro de 2023, utilizou-se glyphosate (1550 g ha⁻¹), e na segunda, realizada no dia 19 de novembro de 2023, aplicou-se diquat (500 g ha⁻¹). As temperaturas médias mensais (°C) e a precipitação acumulada (mm) durante o período de condução do experimento, de novembro de 2023 a maio de 2024, estão representadas no climograma abaixo (Figura 2).

Figura 2 - Climograma de Lages, SC para o período de condução do experimento à campo.



A ausência de dados referentes aos meses de 11/2023 e 02/2024 se dá em função problemas na coleta, como avarias em equipamentos ou dados inconsistentes.

Fonte: dados cedidos pela Epagri EEL. Elaborado pelo autor (2024)

Também se realizou a análise físico-química do solo da área, cujos resultados (Tabela 2) serviram de base para a adubação. Utilizou-se como referência para formulação do adubo, as recomendações agronômicas para alta produtividade de pastos. Realizou-se adubação de cobertura, logo após o transplante das mudas.

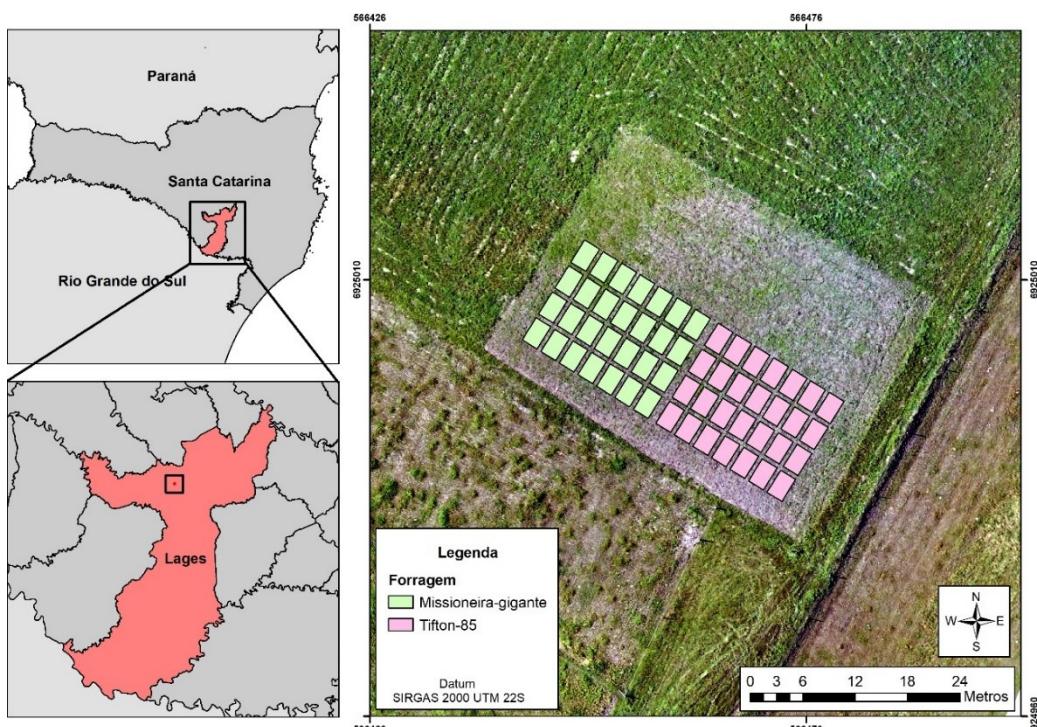
Tabela 2 - Análise de solo da área na Estação Experimental da Epagri em Lages, SC.

p. (cm)	Argila (%)	pH - Água (1:1)	P (mg dm ⁻³)	K (cmolc dm ⁻³)	AI	Ca	Mg	V%
0-10	30	5,4	6,8	64,0	0,0	12,1	3,8	81,2
10-20	25	5,4	5,1	52,0	0,0	13,9	3,6	76,3

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O plantio das mudas de Tifton-85 foi realizado no dia 21 de novembro de 2023, enquanto as mudas de Catarina-gigante SCS315 foram transplantadas no dia 22 de novembro de 2023. Optou-se por não levar à campo a pastagem missioneira-gigante hexaploide, em função da indisponibilidade de mudas. Utilizou-se no plantio, espaçamento entre as mudas de 0,15 x 0,15 m, objetivando o rápido fechamento do dossel e consequente supressão de plantas daninhas. As parcelas empregadas possuíam dimensões de 2 x 3 m, conforme croqui dos experimentos demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Mapa de localização e croqui do experimento



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O delineamento experimental utilizado foi de Blocos Casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro blocos. Cada capim configurou um experimento único, com tratamentos (Tabela 3) escolhidos a partir do ensaio em casa-de-vegetação.

Tabela 3 - Tratamentos avaliados na etapa de experimento à campo com os capins Missioneira-gigante e Tifton 85.

Missioneira-gigante				
Comercial	Ingrediente ativo	Aplicação	Dose i.a. (ha)	
1) Testemunha	-	-	-	-
2) Prowl	pendimethalin	pré	1365 g	
3) Calaris	atrazine + mesotrione	pós	1000g + 100g	
4) Jaguar	aminopyralid + 2,4-D	pós	80 g + 640 g	
5) Basagran	bentazon	pós	720 g	
6) Heat	saflufenacil	pós	49 g	
7) Trueno	aminopyralid + fluroxypyr	pós	80 g + 160 g	
Tifton-85				
1) Testemunha	-	-	-	-
2) Prowl	pendimethalin	Pré	1365 g	
3) Dual Gold	s-metolachlor	Pré	1728 g	
4) Yamato	pyroxasulfone	Pré	200 g	
5) Basagran	bentazon	Pós	720 g	
6) Ally	metsulfuron-methyl	Pós	3,6 g	
7) Aminol	2,4-D	Pós	670 g	

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A aplicação dos herbicidas foi realizada com auxílio de pulverizador costal munido de quatro pontas jato leque plano com indução de ar modelo TT110.015, à pressão constante de 208 kPa, velocidade de deslocamento de 1,0 m s⁻¹ e em taxa equivalente a 150 L ha⁻¹. A aplicação dos herbicidas em pré-emergência foi realizada imediatamente após o plantio das mudas, enquanto os herbicidas de pós-emergência foram aplicados após o pleno estabelecimento das mudas, cerca de 14 dias após o transplante. As datas, bem como as condições climáticas

no momento das aplicações (medidas com termo-higro-anemômetro) estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados climáticos no momento da aplicação dos herbicidas.

Parâmetros	Tifton-85		Catarina-gigante	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Data	21/11/2023	08/12/2023	24/11/2023	08/12/2023
Temperatura	31,2 °C	24 °C	20,2 °C	24 °C
UR (%)	37%	63%	50,2%	63%
Vento	2,0 km h ⁻¹	1,8 km h ⁻¹	1,4 km h ⁻¹	1,8 km h ⁻¹

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

As avaliações de fitointoxicação seguiram escala proposta por Kuva et al., (2016) variando de 0 a 100%, onde zero representa nenhum sintoma visual, e 100% representam a morte das plantas, e foi realizada aos 7, 14 e 28 DAA. Concomitantemente, realizou-se a avaliação do NDVI proximal com aparelho portátil Spectrum® FieldScout CM 1000 NDVI Meter (Figura 4a).

As avaliações de altura de dossel se iniciaram 28 DAA (50 dias após o transplante - DAT), com auxílio de *Sward Stick* (Figura 4c), e a altura do pasto em cada parcela foi determinada pela média de 10 pontos coletados aleatoriamente. Ainda, avaliou-se a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa (iRFA) do dossel, dada pela diferença na quantidade de radiação que chega acima e abaixo do dossel, aos 28 DAA, com auxílio do aparelho ceptômetro LP-80 ACCUPAR (Figuras 4d/e).

A avaliação da massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹) se deu através do corte das plantas, rente ao solo, com auxílio de tosquiadeira elétrica adaptada (Figura 4b), em uma área de 0,5 x 0,5 m, demarcada com gabinete, representativa da altura média da parcela. As amostras foram então secas em estufas à 65 °C, por três dias, e pesadas em balança digital. Logo após a coleta, toda parcela foi rebaixada a 12,5 cm, para simular a altura de saída (pós-pastejo) dos animais na lotação intermitente. O mesmo procedimento foi realizado sempre que os pastos atingiam a altura de 20 cm ou mais, simulando a meta de pastejo em

Iotação intermitente para os capins avaliados, sendo realizadas três cortes e coletas de forragem.

Para a avaliação de números de perfilhos, realizou-se a contagem do número de perfilhos contidos em quadro de 0,25 x 0,25 cm. A contagem foi realizada em 3 pontos aleatórios da parcela, sendo o valor final composto da média dos quadros. Os valores foram posteriormente transformados em densidade de perfilhos por m².

Figura 4 - Detalhe do aparelho Spectrum® FieldScout CM 1000 NDVI Meter (a), corte do dossel com tosquiadeira adaptada (b), medição da altura de dossel utilizando *sward stick* (c), detalhe da medição da interceptação de radiação abaixo do dossel (d) e acima do dossel (e).



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Os dados foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e, em caso de não normalidade, transformados por $\sqrt{(x + 0.5)}$.

Em seguida, realizou-se análise de variância, e as médias foram comparadas com a testemunha através do teste Dunnet ($\alpha = 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SAS® online.

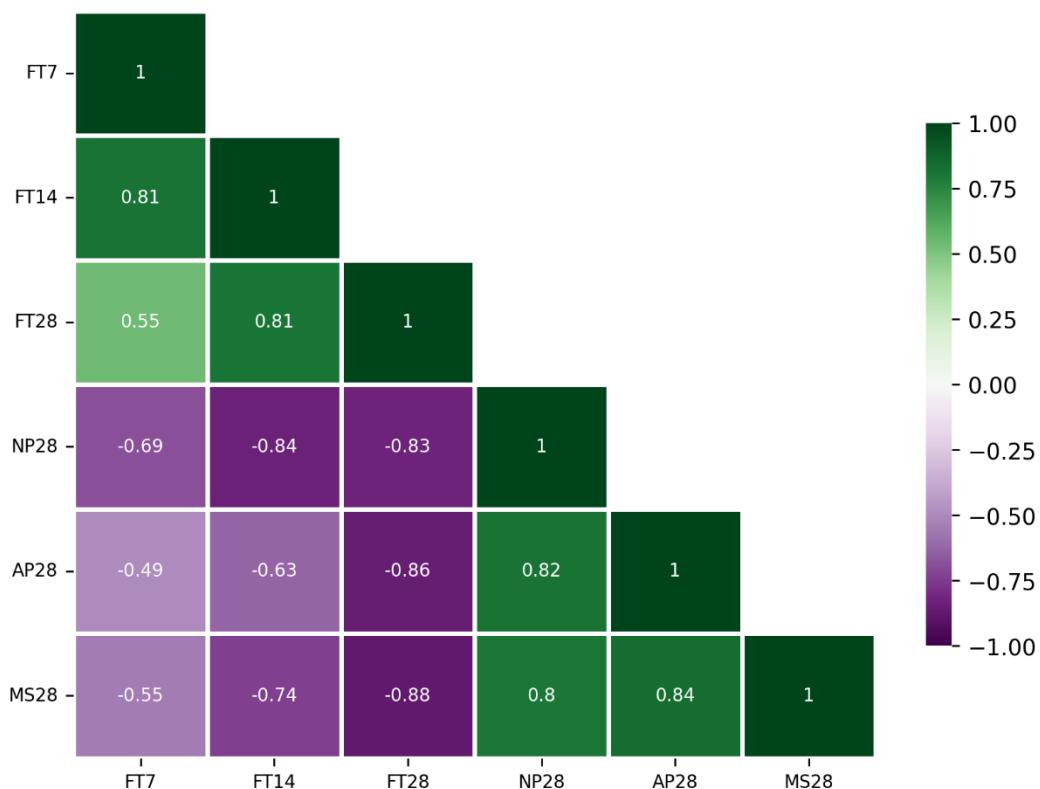
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1 Ensaio em casa de vegetação

4.4.1.1 *Missioneira-gigante*

As correlações entre as variáveis observadas no experimento com missioneira-gigante estão representadas no Gráfico 13. Observou-se elevada correlação positiva ($>0,80$) entre os parâmetros produtivos (massa seca - MS28, altura de perfilhos - AP28 e número de perfilhos - NP28). A fitointoxicação aos 28 DAA (FT28) apresentou elevada correlação negativa ($< -0,83$) com os parâmetros produtivos, demonstrando relação inversa entre produtividade e fitointoxicação.

Gráfico 13 - Mapa de calor da correlação entre as variáveis analisadas no experimento em casa-de-vegetação com missioneira-gigante.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Os componentes principais 1 e 2 (PC1, PC2) da PCA apresentaram autovalores de 4,99 e 0,75, sendo responsáveis por 78,9 e 11,8% da variância dos dados, respectivamente. Os dois componentes somados explicaram 90,7% da variância experimental. Como pode ser observado na Tabela 5, todas as variáveis obtiveram autovetores no componente 1 próximas a 0,4, tendo os parâmetros produtivos apresentado relação negativa. O componente 2 é explicado majoritariamente pela fitointoxicação aos 7 DAA (FT7), com autovetor próximo a 0,72.

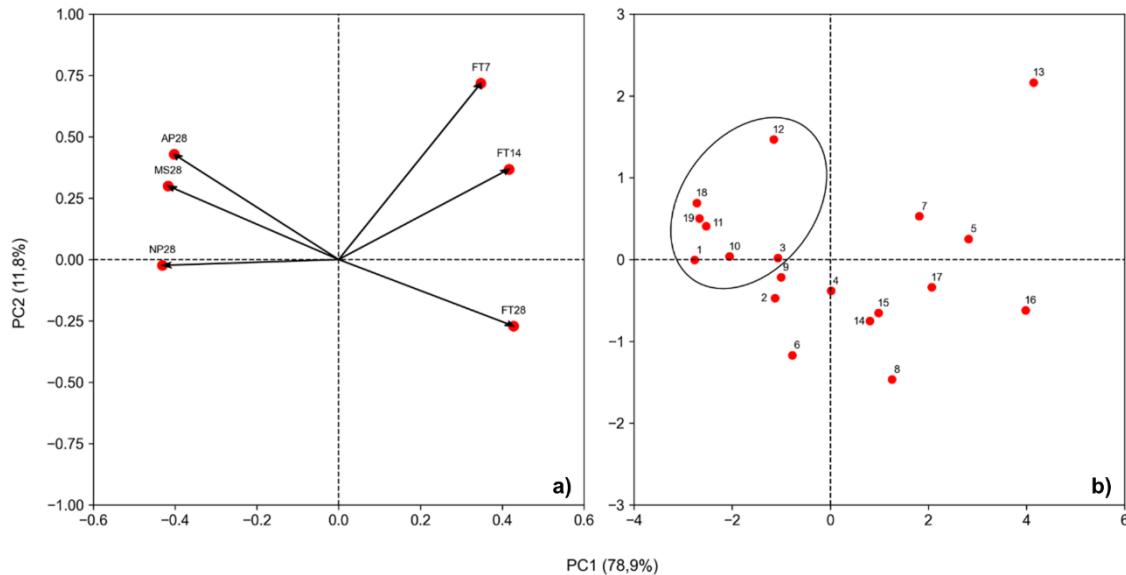
Tabela 5 - Autovetores da PCA para o experimento com missioneira-gigante cv. Catarina Gigante SCS315.

Variável	PC1	PC2
Fitointoxicação 7 DAA	0,348	0,719
Fitointoxicação 14 DAA	0,417	0,368
Fitointoxicação 28 DAA	0,428	-0,271
Número de Perfilhos	-0,431	-0,024
Altura de Plantas	-0,403	0,429
Massa Seca da Parte Aérea	-0,417	0,300

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A seleção de herbicidas seletivos foi realizada a partir da observação do comportamento dos tratamentos na PCA (Gráfico 14), buscando-se aqueles que apresentaram comportamento similar à testemunha, ou seja, baixa ou nenhuma fitointoxicação e massa de forragem.

Gráfico 14 - Distribuição das variáveis (a) e dos tratamentos (b) na PCA, para o experimento em casa-de-vegetação com missioneira-gigante.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

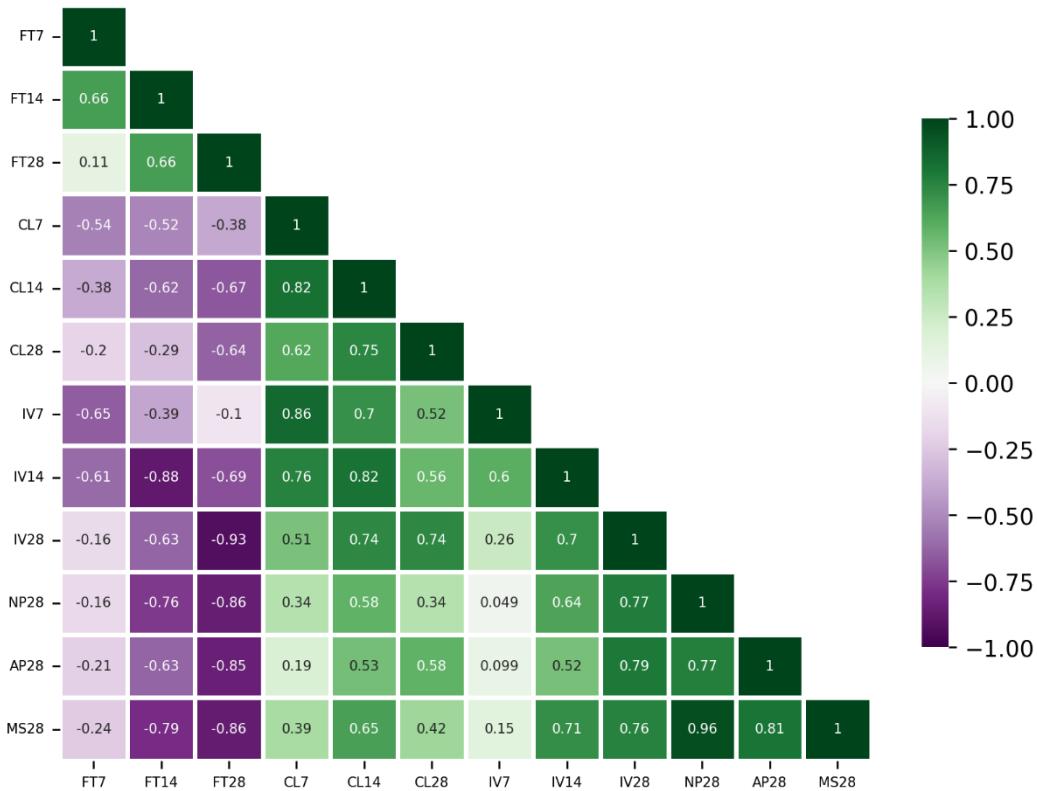
Apesar dos tratamentos não terem formado *clusters* bem definidos, a distribuição das variáveis na PCA, e do comportamento da testemunha apontam para os tratamentos destacados no gráfico: T3 - pendimethalin, T10 - mesotrione + atrazine, T11 - bentazon, T12 - saflufenacil, T18 - aminopyralid + 2,4-D e T19 - aminopyralid + fluroxypyr, com potencial de uso seletivo na implementação de pastagem missioneira-gigante cv. Catarina Gigante SCS315.

4.4.1.2 Missioneira-gigante hexaploide

No experimento com a missioneira-gigante, foram adicionadas avaliações de índice de vegetação e índice de clorofila. Aos 28 DAA, a variável CL28 (índice de clorofila aos 28 DAA) apresentou correlação inversa de -0,64 com a fitointoxicação, enquanto o índice de vegetação (IV28) apresentou valor de -0,93 (Gráfico 15). Quanto às métricas produtivas, a massa de forragem (MS28) apresentou elevada correlação com o número de perfilhos (NP28 - 0,96) e altura de plantas (AP28 - 0,81), bem como com o IV28 - 0,76. A correlação da massa seca com o índice de clorofila foi menor, atingido valores iguais a 0,65 e 0,42 aos 14 e 28 DAA respectivamente.

Como esperado, a fitointoxicação aos 28 DAA (FT28) apresentou elevada correlação negativa com todos os parâmetros produtivos avaliados: MS28 = -0,86; AP28 = -0,85; NP28 = -0,86; IV28 = -0,93 e CL28 = -0,64.

Gráfico 15 - Mapa de calor da correlação entre as variáveis analisadas no experimento com missioneira-gigante hexaploide.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A análise de componentes principais apresentou autovalor no componente 1 (PC1) igual a 7,77, enquanto o autovalor no componente 2 (PC2) foi igual a 2,43. Estes componentes explicaram 80,6 % da variância dos dados sendo PC1 responsável por 61,4 % e o PC2 por 19,2%. Os autovetores para cada variável estão representados na Tabela 6. No componente 1, as variáveis apresentaram autovetores próximos a -0,3, para parâmetros produtivos, e 0,3 para a fitointoxicação, com exceção das avaliações aos 7 DAA, cujos autovetores foram iguais a -0,263 para CL7, -0,194 para IV7 e 0,177 para FT7. Por outro lado, o comportamento destas variáveis foi explicado pelo componente 2, cujos autovalores observados foram -0,394, -0,529 e 0,384, respectivamente.

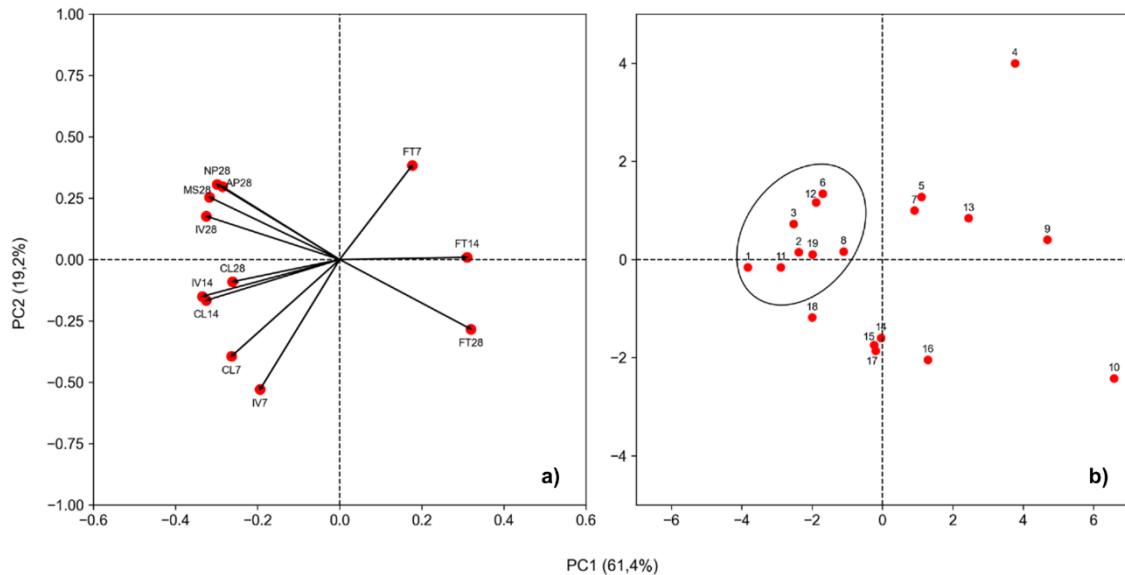
Tabela 6 - Autovetores da PCA para o experimento com missioneira-gigante hexaploide.

Variável	PC1	PC2
Fitointoxicação 7 DAA	0,177	0,384
Fitointoxicação 14 DAA	0,310	0,009
Fitointoxicação 28 DAA	0,320	-0,284
Índice de Clorofila 7 DAA	-0,263	-0,394
Índice de Clorofila 14 DAA	-0,325	-0,167
Índice de Clorofila 28 DAA	-0,261	-0,091
Índice de Vegetação 7 DAA	-0,194	-0,529
Índice de Vegetação 14 DAA	-0,334	-0,150
Índice de Vegetação 28 DAA	-0,325	0,177
Número de Perfilhos	-0,299	0,307
Altura de Plantas	-0,286	0,297
Massa Seca da Parte Aérea	-0,317	0,254

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Buscou-se na representação gráfica (Gráfico 16), agrupamentos cujo comportamento fosse explicado pela massa seca de plantas e de forma inversamente proporcional à fitointoxicação, e que se assemelhassem ao comportamento da testemunha. Assim, foram selecionados os herbicidas: T2 - s-metolachlor, T3 - pendimethalin, T6 - pyroxasulfone, T8 - atrazine, T11 - bentazon, T12 - saflufenacil e T19 - aminopiralyd + fluroxypyr.

Gráfico 16 - Distribuição das variáveis (a) e dos tratamentos (b) na PCA, para o experimento com missioneira-gigante hexaploide.

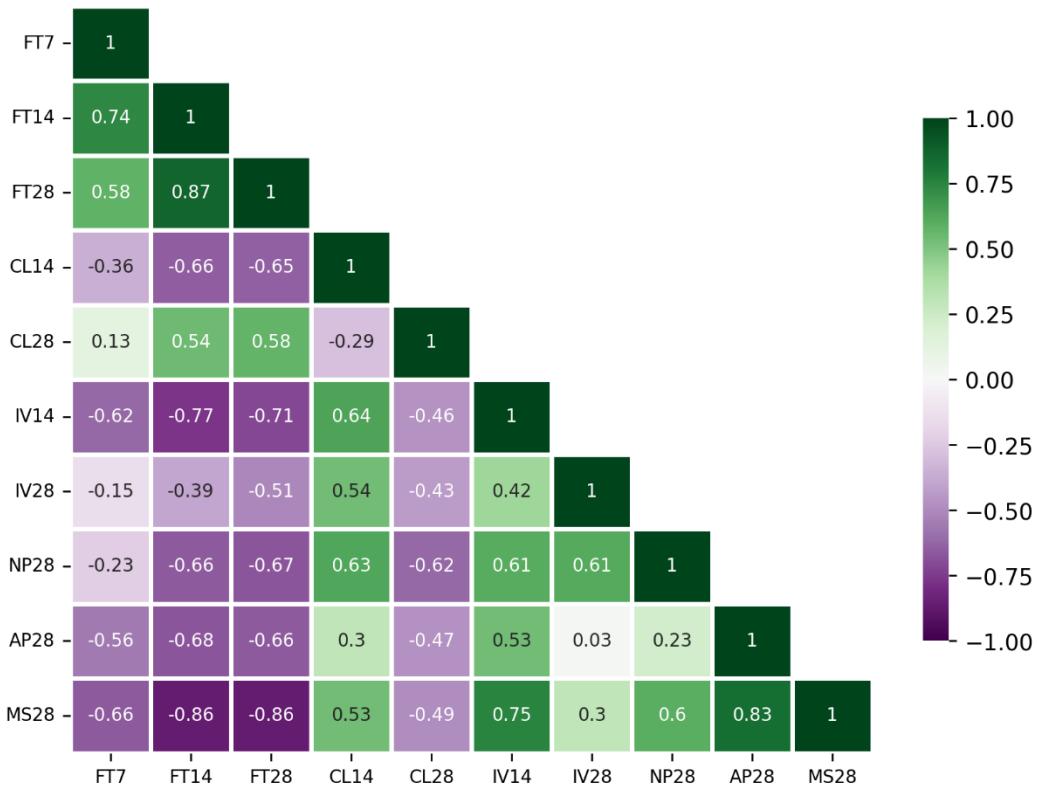


Fonte: elaborado pelo autor (2024)

4.4.1.3 Tifton-85

A análise de correlação entre as variáveis avaliadas no experimento com Tifton-85 (Gráfico 17), demonstrou elevada correlação da massa seca de plantas (MS28) com os demais parâmetros de crescimento, em especial a altura de plantas (AP28), com valor igual a 0,83. A fitointoxicação aos 14 e 28 DAA apresentaram correlação negativa com as variáveis biométricas.

Gráfico 17 - Mapa de calor da correlação entre as variáveis analisadas no experimento com Tifton-85.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A Análise de Componentes Principais, através dos componentes 1 (PC1) e 2 (PC2), explicaram 75,4% da variância dos dados, sendo cada um responsável por 60,4 e 15 % respectivamente. Os autovalores (Tabela 7) no componente 1 variaram entre 0,27 e 0,38 para as variáveis de fitointoxicação e entre -0,37 a -0,22, para variáveis de produtividade. A maior variância no componente 2 foi explicada pela variável Índice de Vegetação aos 28 DAA (IV28), com autovetor igual a 0,549.

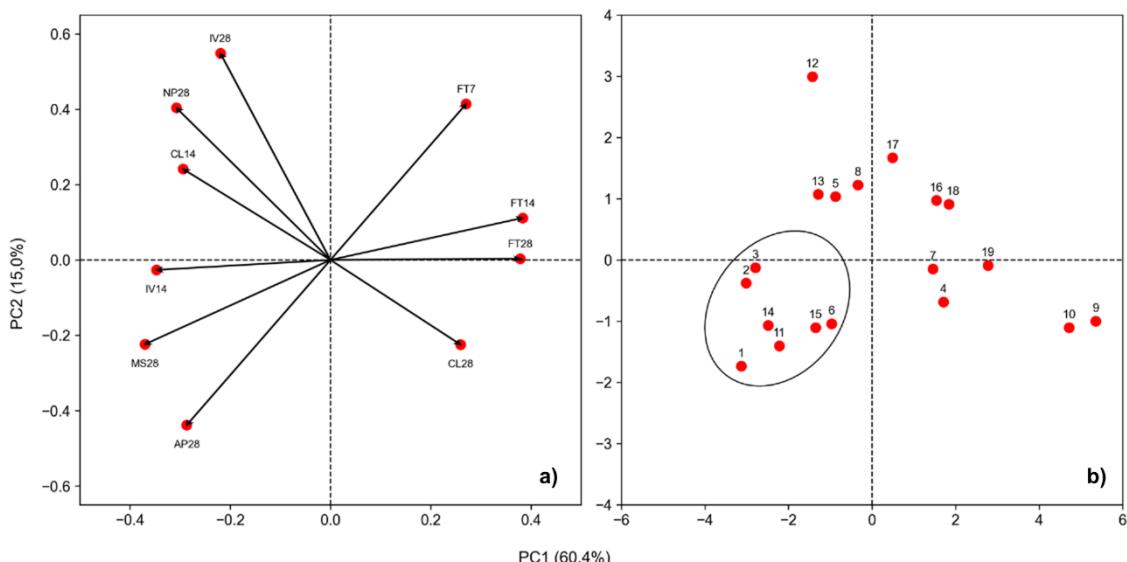
Tabela 7 - Autovetores da PCA para o experimento com Tifton-85.

Variável	PC1	PC2
Fitointoxicação 7 DAA	0,271	0,414
Fitointoxicação 14 DAA	0,384	0,112
Fitointoxicação 28 DAA	0,378	0,003
Índice de Clorofila 14 DAA	-0,294	0,241
Índice de Clorofila 28 DAA	0,259	-0,225
Índice de Vegetação 14 DAA	-0,347	-0,027
Índice de Vegetação 28 DAA	-0,220	0,549
Número de Perfilhos	-0,308	0,404
Altura de Plantas	-0,287	-0,439
Massa Seca da Parte Aérea	-0,370	-0,224

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

No Gráfico 18 está representada a distribuição das variáveis e dos tratamentos na PCA. O agrupamento indicado na imagem aponta os tratamentos que apresentaram potencial uso seletivo na implementação de pastagem Tifton-85. Foram selecionados: T2 - s-metolachlor, T3 - pendimenthalin, T6 - pyroxasulfone, T11 - bentazon, T14 - metsulfuron-methyl e T15 - 2,4-D.

Gráfico 18 - Distribuição das variáveis (a) e dos tratamentos (b) na PCA, para o experimento com Tifton-85.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Nos três experimentos, observou-se elevada correlação entre o número de perfilhos e a massa seca de plantas, que atingiram valores 0,80, 0,84 e 0,60, para missioneira-gigante, missioneira-gigante hexaploide e tifton-85 respectivamente. O perfilhamento é fundamental para as gramíneas, pois auxilia no estabelecimento de plantas jovens possibilitando produção de área foliar para interceptação da radiação, tendo sido demonstrado que a densidade e peso dos perfilhos são os únicos fatores que efetivamente determinam alterações na produção da planta forrageira (Pedreira, Mello e Otani, 2001).

4.4.2 Experimento à campo

4.4.2.1 Missioneira-gigante

As notas de fitointoxicação no experimento com missioneira-gigante estão apresentados na Tabela 8. Aos 7 DAA, todos os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha. A maior fitointoxicação observada foi do tratamento com aminopyralid + 2,4-D, que atingiu 16,25%, enquanto a menor fitointoxicação foi para o tratamento bentazon, com 7,5%. O tratamento com pendimethalin foi o único a apresentar diminuição da fitointoxicação aos 14 DAA e, juntamente com bentazon, os únicos a não diferirem da testemunha. Aos 28 DAA, todos os tratamentos voltaram a apresentar fitointoxicação estatisticamente diferentes da testemunha. O tratamento com aminopyralid + 2,4-D manteve seu comportamento e registrou a maior fitointoxicação aos 14 e 28 DAA, com notas 30,25 e 25,50% respectivamente.

Tabela 8 - Médias da fitointoxicação observada em missioneira-gigante, para cada tratamento aos 7, 14 e 28 DAA.

Tratamento	Fitointoxicação (%)				
	7 DAA		14 DAA	28 DAA	
	original	$\sqrt{x} + 0,5$		original	$\sqrt{x} + 0,5$
Testemunha	0,00	0,71	0,00	0,00	0,71
pendimethalin	11,75	3,48*	8,00 ^{ns}	8,50	2,97*
atrazine + mesotrione	11,75	3,44*	28,25*	15,50	3,86*
aminopyralid + 2,4-D	16,25	4,08*	30,25*	25,50	5,05*
bentazon	7,50	2,83*	10,25 ^{ns}	7,25	2,74*
saflufenacil	15,00	3,94*	20,25*	13,50	3,60*
aminopyralid + fluroxypyr	10,50	3,25*	22,50*	15,75	4,01*
DMS Dunnott	0,88		11,94	1,45	
CV (%)	14,25		35,0	22,1	

Médias seguidas de * diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Aos 28 DAA realizaram-se avaliações quanto à produtividade e qualidade da pastagem, cujos resultados estão apresentados na Tabela 9. Nenhum tratamento apresentou diferença estatística da testemunha nas avaliações de NDVI proximal e na densidade de perfilhos.

Na avaliação da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, o tratamento com aminopyralid + 2,4-D diferiu da testemunha, atingindo interceptação de 61,4% da radiação incidente. Este resultado, aliado à maior fitointoxicação observada, indica que o tratamento causou redução na área foliar da missioneira-gigante e retardou o fechamento do dossel. Apesar disso, o número de perfilhos e a saúde da vegetação, indicada pelo NDVI, não foram afetados. Baldissara et al., (2016), demonstraram relação linear significativa entre altura de dossel e interceptação de luz em gramíneas C4, incluindo a missioneira-gigante. Isso pode indicar que maiores alturas de dossel independem dos níveis de interceptação de luz, comportamento observado no

presente trabalho, para pastos em formação onde as plantas ainda estão em desenvolvimento.

Tabela 9 - Médias dos parâmetros de produtividade e qualidade da pastagem missioneira-gigante para cada tratamento.

Tratamento	NDVI		iRFA		Densidade de Perfilhos¹
	original	$\sqrt{x} + 0,5$	original	$\sqrt{x} + 0,5$	
Testemunha	0,90	1,18	84,5	9,21	851,9
pendimethalin	0,91	1,19	88,2	9,40 ^{ns}	870,4
atrazine + mesotrione	0,90	1,18	80,4	8,99 ^{ns}	722,2
aminopyralid + 2,4-D	0,89	1,18	61,4	7,81*	707,4
bentazon	0,90	1,18	81,0	9,01 ^{ns}	740,7
saflufenacil	0,91	1,19	82,4	9,10 ^{ns}	655,6
aminopyralid + fluroxypyr	0,91	1,19	78,8	8,90 ^{ns}	903,7
DMS Dunnott	0,016 ^{ns}		1,06		226,48 ^{ns}
CV (%)	0,86		12,5		14,5

Médias seguidas de * diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnott ($\alpha = 0,05$).
^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente da pelo teste de Dunnott ($\alpha = 0,05$). ¹ Número de perfilhos por m².

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Também aos 28 DAA (50 dias após o transplante - DAT), iniciou-se as avaliações de altura do dossel (Tabela 10) e da massa seca de plantas (Tabela 11). A partir de 90 DAT, a cada avaliação da altura, realizou-se coleta de massa seca (quadro 0,5 x 0,5 metros) e rebaixe ou uniformização das parcelas à uma altura de 12,5 cm, conforme simulação de pastejo.

Não foram observadas diferenças estatísticas na altura do dossel entre os tratamentos. A massa verde amostrada foi seca em estufa, pesada e os valores transformados em estimativa de produtividade em t ha⁻¹. Da mesma forma, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos, na massa seca dos três cortes realizados. Estes resultados indicam que, apesar de alguns tratamentos apresentarem maior fitointoxicação, e possível diminuição ou atraso no fechamento do dossel, todos possibilitaram crescimento e massa de forragem

condizentes com a testemunha sem aplicação, sendo seletivos à forrageira Missioneira-gigante.

Tabela 10 - Médias das alturas de dossel em cada corte de missioneira-gigante, para cada tratamento.

Tratamento	Altura (cm)			
	50 DAT¹	90 DAT	110 DAT	140 DAT
Testemunha	18,55	20,28	23,50	20,75
pendimethalin	14,95	22,05	22,35	22,85
atrazine + mesotrione	13,90	20,18	23,35	24,95
aminopyralid + 2,4-D	14,60	19,30	22,73	22,35
bentazon	14,70	21,25	22,90	22,35
saflufenacil	13,90	22,35	24,18	23,35
aminopyralid + fluroxypyr	17,55	23,55	23,78	23,25
DMS Dunnett	5,02 ^{ns}	4,49 ^{ns}	2,19 ^{ns}	4,24 ^{ns}
CV (%)	16,2	10,6	4,7	9,3

^{ns} nenhum tratamento diferiu significativamente da pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$). ¹ Dias após o transplante.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Tabela 11 - Médias dos valores de massa seca de plantas de missioneira-gigante para cada tratamento em diferentes momentos de rebrote.

Tratamento	Massa de forragem (t de MS ha ⁻¹)			
	90 DAT	110 DAT	140 DAT	Total
Testemunha	2,89	2,64	3,46	9,00
pendimethalin	3,18	2,94	3,63	9,75
atrazine + mesotrione	2,76	2,44	4,08	9,28
aminopyralid + 2,4-D	2,49	2,55	3,66	8,70
bentazon	2,98	2,18	3,39	8,54
saflufenacil	2,75	3,23	3,49	9,46
aminopyralid + fluroxypyr	3,37	2,98	3,58	9,93
DMS Dunnett	1,31 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,50 ^{ns}	2,57 ^{ns}
CV (%)	22,44	25,30	20,71	13,9

^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente da pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Monquero et al. (2012) avaliaram o uso de herbicidas em pré e pós-plantio de gramas ornamentais, incluindo a grama São Carlos (*Axonopus compressus*), pertencente ao mesmo gênero botânico da missioneira-gigante. Os herbicidas atrazine (2000 g ha⁻¹), sulfentrazone (800 g ha⁻¹) e s-metolachlor (1440 g ha⁻¹) foram seletivos quando aplicados um dia antes do transplante das mudas. No experimento em casa-de-vegetação, a aplicação de atrazine e s-metolachlor em pós-inicial, logo após o transplante das mudas, causou injúrias na missioneira-gigante, alterando o comportamento das variáveis de produtividade, que foram inferiores à testemunha sem aplicação. Em relação aos herbicidas aplicados em pós-plantio, 15 DAT, bentazon (0,72 g ha⁻¹) causou maior injúria na grama São Carlos aos 14 DAA, que se recuperou totalmente aos 21 DAA. Comportamento similar foi observado no experimento à campo com a aplicação de bentazon, onde a maior injúria causada pelo herbicida ocorreu aos 14 DAA. A aplicação de 2,4-D na grama São Carlos causou fitointoxicação de 35% aos 14 DAA, similar à observada para o tratamento com aminopyralid + 2,4-D em missioneira-gigante.

A seletividade de atrazine (1250 g ha⁻¹) e bentazon (600 g ha⁻¹) também foi confirmada em *A. compressus* por Dias (2018) que constatou que estes

herbicidas não causaram injúrias nem interferiram na taxa de cobertura verde da grama. Este mesmo autor observou também que a aplicação de flumioxazin (30 g ha^{-1}) causou fitointoxicação na gramínea, caracterizada por injúrias cloróticas severas ($> 20\%$), resultado condizendo com os observados no *screening* inicial.

4.4.2.2 *Tifton-85*

Em relação a fitointoxicação causada pelos tratamentos no capim-tifton 85 (Tabela 12), apenas o tratamento com bentazon não diferiu da testemunha aos 7 DAA, com nota média de 4,25%. Destaca-se, os tratamentos s-metolachlor e pyroxasulfone, que apresentaram as maiores fitointoxicações, com notas de 16,25 e 16,75%, respectivamente. Na avaliação aos 14 DAA, todos os tratamentos diferiram da testemunha. O tratamento com bentazon seguiu com a menor média (9,25%), enquanto a maior foi registrada para o tratamento pyroxasulfone (22%). Aos 28 DAA, observou-se diminuição da fitointoxicação do tratamento 2,4-D, que diminui de 13% aos 14 DAA para 4,25%. Bentazon e metsulfuron-methyl também apresentaram notas baixas, 5,75 e 5% respectivamente, apesar de terem diferido estatisticamente da testemunha. O tratamento que causou maiores sintomas de fitointoxicação no Tifton-85 foi o pyroxasulfone, com nota média aos 28 DAA igual a 36%.

Tabela 12 - Médias da fitointoxicação observada em capim-tifton-85, para cada tratamento aos 7, 14 e 28 DAA.

Tratamento	Fitointoxicação (%)			
	7 DAA	14 DAA	28 DAA	
			original	$\sqrt{x} + 0,5$
Testemunha	0	0	0	0,71
pendimethalin	11,25*	10,25*	11,25	3,40*
s-metolachlor	16,25*	15,5*	19,00	4,39*
pyroxasulfone	16,75*	22,00*	36,00	6,03*
bentazon	4,25 ^{ns}	9,25*	5,75	2,48*
metsulfuron-methyl	7,75*	11,75*	5,00	2,31*
2,4-D	12,50*	13,00*	4,25	2,16*
DMS Dunnett	5,30	5,60		0,77
CV (%)	26,9	23,9		12,5

Médias seguidas de * diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Em relação aos parâmetros de produtividade e componentes fisiológicos do Tifton-85, nenhum tratamento diferiu significativamente da testemunha, para as variáveis NDVI proximal, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e densidade de perfilhos, conforme Tabela 13. Estes resultados indicam que, mesmo com os tratamentos apresentando alguma fitointoxicação visual até os 28 DAA, esta não foi suficiente para causar perdas na qualidade ou crescimento da forrageira.

Tabela 13 - Médias dos parâmetros de produtividade e componentes fisiológicos da pastagem tifton-85 para cada tratamento.

Tratamento	NDVI		RFA (%)		Densidade de Perfilhos¹
	original	$\sqrt{x} + 0,5$	original	$\sqrt{x} + 0,5$	
Testemunha	0,89	1,18	90,1	9,52	1066,7
pendimethalin	0,90	1,18	89,6	9,48	1181,5
s-metolachlor	0,89	1,18	90,5	9,54	1200
pyroxasulfone	0,89	1,18	84,0	9,19	1037,
bentazon	0,90	1,18	91,7	9,60	1066,7
metsulfuron-methyl	0,90	1,18	78,7	8,71	1225,9
2,4-D	0,91	1,19	94,2	9,73	948,1
DMS Dunnett	0,011 ^{ns}		1,72 ^{ns}		355,63 ^{ns}
CV (%)	0,48		9,17		16,1

^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente da pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$). ¹ Número de perfilhos por m².

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Comportamento similar pôde ser observado nas avaliações de altura do dossel (Tabela 14) e massa seca de plantas (Tabela 15), em que nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha. Resultados como estes indicam que, apesar dos sintomas visuais observados em função dos herbicidas, estes não foram suficientes para promover reduções na produção de forragem dos capins, que atingiram parâmetros produtivos similares aos da testemunha sem aplicação.

Tabela 14 - Médias das alturas de dossel em cada corte de tifton-85, para cada tratamento.

Tratamento	Altura (cm)				
	50 DAT	70 DAT	90 DAT	110 DAT	
			original	$\sqrt{x} + 0,5$	
Testemunha	19,40	36,25	23,83	21,40	4,68
pendimethalin	21,55	35,53	23,85	21,58	4,70
s-metolachlor	19,10	34,58	24,18	21,60	4,70
pyroxasulfone	17,90	31,82	24,40	21,85	4,73
bentazon	21,10	35,33	24,63	20,07	4,53
metsulfuron-methyl	21,85	36,28	24,87	21,45	4,68
2,4-D	19,95	37,85	25,12	21,40	4,68
DMS Dunnett	5,21 ^{ns}	4,58 ^{ns}	3,14 ^{ns}	0,21 ^{ns}	
CV (%)	12,9	6,5	6,4	2,2	

^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente da pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Apesar da definição da altura de corte de 20 cm, na primeira avaliação aos 50 DAT, parte das parcelas ainda não haviam alcançado essa altura definida. Os valores elevados de altura observados aos 70 DAT são reflexo do maior período sem rebaixe do pasto. Da mesma forma, em função do maior período de crescimento, observou-se maior acúmulo de massa seca no primeiro corte, aos 70 DAT, conforme observado na Tabela 15.

Tabela 15 - Médias dos valores de massa de forragem (t de MS.ha⁻¹) de capim-tifton-85 para cada tratamento em diferentes momentos de rebrote.

Tratamento	Massa de forragem (t de MS.ha ⁻¹)			
	70 DAT	90 DAT	110 DAT	Total
Testemunha	4,30	2,61	2,73	9,65
pendimethalin	3,89	2,31	2,76	8,95
s-metolachlor	3,94	1,90	2,72	8,56
pyroxasulfone	3,56	1,95	3,00	8,51
bentazon	4,24	1,97	2,72	8,93
metsulfuron-methyl	4,72	2,53	2,93	10,17
2,4-D	4,43	2,81	3,34	10,57
DMS Dunnett	1,25 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,89 ^{ns}
CV (%)	15,0	17,8	22,8	10,1

^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente da pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Brighenti, Souza e Benites, (2020) compararam a resposta de Tifton-85 à diferentes herbicidas. Enquanto bentazon, imazapyr e MSMA foram os mais seletivos, o uso de fluroxypyr + aminopyralid, fluroxypyr + triclopyr e glyphosate causaram maior fitotoxicidade e redução no conteúdo de matéria seca. Estes dados corroboram em parte com os apresentados neste trabalho. No *screening* em casa de vegetação, o uso de MSMA causou fitointoxicação, diminuição na altura e na massa seca das plantas de Tifton-85. Esta diferença pode ter se dado em função do momento de aplicação dos herbicidas, que no trabalho de Brighenti et al. (2020) foi realizado em pastagem plenamente estabelecida e não no momento do transplante das mudas. Por outro lado, o uso de bentazon mostrou-se seletivo ao Tifton-85 em ambos os trabalhos, confirmando a seletividade desde na pós-inicial ou após pleno estabelecimento do pasto.

Tratamentos com triclopyr (800 g ha⁻¹), triclopyr + metsulfuron-methyl (900 g ha⁻¹ + 300 g ha⁻¹) e triclopyr + fluroxypyr (0,25% v/v + 0,09% v/v) causaram redução do crescimento de Tifton-85, avaliado cinco semanas após a aplicação (Janak et al., 2015). Da mesma forma, no experimento em casa de vegetação, o

uso de triclopyr não foi seletivo ao tifton-85, causando reduções na biomassa das plantas.

No ensaio conduzido por Brighenti et al. (2019), a aplicação de fluroxypyrr + amininopyralid, fluroxypyrr + triclopyr e atrazine + tembotrione causaram fitotoxicidade em plantas de capim-estrela-africana (*Cynodon nlemfuensis Vanderyst*), enquanto o uso de 2,4-D, 2,4-D + picloram, bentazon, imazapyr, MSMA e atrazine + S-metolachlor não provocaram redução na produção de matéria seca das plantas. Corroborando com o presente trabalho, 2,4-D e bentazon também se mostraram seletivos às plantas do gênero *Cynodon*, ainda que aplicados em estágios diferentes das pastagens. O uso de fluroxypyrr + aminopyralid também apresentou sintomas em Tifton-85 no experimento em casa-de-vegetação.

Ao avaliar o comportamento de sulfonilureias em capim estrela-africana, Brighenti et al., (2020) observaram que, apesar dos tratamentos com metsulfuron-methyl (7,8 e 15,6 g ha⁻¹) causarem clorose nas folhas aos 7 dias após a aplicação, as injúrias foram baixas (> 2,5%) e desapareceram na avaliação de 14 DAA.

Pode-se observar que tanto herbicidas de uso em pré-emergência, quanto em pós-emergência inicial avaliados, foram seletivos para o capim tifton-85, podendo-se compor protocolos completos para controle de plantas daninhas. Dyer et al., (2024) avaliaram o controle de capim-rabo-de-raposa (*Setaria parviflora*) com e sem a aplicação de pré emergentes (indazimflan e pendimentalin) na estação seguinte à aplicação de herbicidas de pós-emergência (glyphosate, nicosulfuron+metsulfuron e hexazinone). O uso do pendimentalin diminuiu a biomassa de capim-rabo-de-raposa permitindo melhor resposta do capim à competição. O uso dos pré-emergentes em combinação com pós-emergentes aumentou a produção de biomassa total do pasto.

Ainda, Begitschke et al., (2018) avaliaram o uso de herbicidas de pré-emergência em grama bermuda (*Cynodon spp.*). Foi observado que prodiamine (0,59 kg ha⁻¹), dithiopyr (0,56 kg ha⁻¹), atrazine + s-metolachlor (1,12 + 0,86 kg ha⁻¹), simazine (2,24 kg ha⁻¹), s-metolachlor (2,78 kg ha⁻¹), flumioxazin (0,29 kg ha⁻¹) e indaziflam (0,03 kg ha⁻¹) afetaram o tempo para atingir 50% do

estabelecimento, avaliados através da cobertura da área, NDVI e conteúdo de clorofila.

A avaliação de protocolo com aplicação de herbicidas de pré e pós emergência, simultaneamente, para controle de plantas daninhas na implementação de tifton-85 foi realizada por Unamuzaga et al., (2024). No estudo, comparou-se a aplicação de atrazine + simazine e da combinação de atrazine+simazine e glyphosate para controle da comunidade infestante. A aplicação dos herbicidas foi capaz de diminuir o índice de valor de importância da maioria das daninhas na comunidade infestante para valores abaixo de 20%. Ainda assim, *Echinochloa colona*, *Cyperus odoratus* e *Eragrostis plana* permaneceram com valores considerados altos mesmo após a aplicação da combinação de pré e pós emergentes. Estes dados realçam a importância da seleção de herbicidas de uso seletivo para a implementação de pastagens, uma vez que há um desafio no controle da comunidade infestante.

4.5 CONCLUSÃO

Os herbicidas selecionados no experimento em casa de vegetação, pendimenthalin, mesotriione + atrazine, bentazon, saflufenacil, aminopiralide + 2,4-D e aminopiralide + fluroxipir possuem potencial para uso na implementação e estabelecimento inicial de pastagem Catarina-gigante cv. SCS315 (*A. catharinensis*), tendo a sua seletividade confirmada também a campo.

O mesmo pode ser dito dos herbicidas selecionados para uso na implementação de tifton-85, pendimethalin, s-metolachlor, pyroxasulfone, bentazon, metsulfuron-methyl e 2,4-D, que foram seletivos à pastagem no screening e confirmaram a seletividade à campo.

Vale ressaltar que, em ambos os experimentos, e para as duas forrageiras, os herbicidas avaliados causaram injúrias visuais, mas estas foram leves e reduziram com a evolução e estabelecimento das forrageiras. Apesar dos sintomas observados, estes não foram suficientes para causar reduções na produtividade, avaliada através da emissão de perfilhos, na capacidade de rebrote ou produção de massa seca.

Como observado no experimento inicial reducionista, herbicidas de um mesmo grupo podem apresentar efeitos diferenciais sobre a cultura de interesse. Experimentos para confirmação da seletividade, em diferentes estádios de desenvolvimento da forrageira são essenciais para garantir o uso seguro dos herbicidas. Novos estudos devem ser realizados no futuro, buscando os melhores protocolos de uso para os herbicidas seletivos.

4.6 REFERÊNCIAS

- AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de herbicidas. Em: MONQUERO, P. A. (Ed.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: RiMa, 2014. p. 217–234.
- BEGITSCHKE, E. G. et al. Pre-emergence herbicide effects on establishment and tensile strength of sprigged hybrid bermudagrass. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 6, p. 2243–2249, 1 nov. 2018.
- BRIGHENTI, A. M. et al. Behavior of Five Sulfonylurea Herbicides and a Low-Dose Glyphosate on *Cynodon nemfuensis* Pasture. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, n. 2, p. 160, 15 jan. 2020.
- BRIGHENTI, A. M.; BENITES, F. R. G.; SOUZA SOBRINHO, F. **African star grass response to postemergence herbicides**. Ciência e Agrotecnologia, v. 43, 2019. DOI: 10.1590/1413-7054201943026918
- BRIGHENTI, A. M.; SOUZA SOBRINHO, F.; BENITES, F. R. G. Differential tolerance and selectivity of herbicides in forages of the genus *Cynodon*. **Grassland Science**, v. 66, n. 2, p. 88–94, 14 abr. 2020.
- BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. Registration of ‘Tifton 85’ Bermudagrass. **Crop Science**, v. 33, n. 3, p. 644–645, maio 1993.
- DA SILVA, A. C. C. et al. Tifton 85 production under deficit irrigation. **FCA UNCUYO**. v. 49 n.2, p. 117–126, 2017.
- DIAS, R. DE C. **Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em espécies de grama**. Dissertação - Botucatu: UNESP, 2018.
- DYER, L. M. et al. Evaluation of herbicide programs for the control of knotroot foxtail [*Setaria parviflora* (Poir.) Kerguélen] in bermudagrass pasture. **Weed Technology**, v. 38, 12 jan. 2024.
- HANISCH, A. L. et al. SCS315 Catarina-gigante: cultivar de gramínea perene de verão produtiva e adaptada às condições de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 2, p. 74–77, 31 ago. 2022.
- JOCHIMS, Felipe et. al. Espécies forrageiras mais utilizadas em pastagens na Região Oeste de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 30 n. 3, p. 15 – 18, set./dez. 2017.
- KUVA, M.A.; SALGADO, T.P.; REVOREDO, T.T.O. Experimentos de eficiência e praticabilidade agronômica com herbicidas. In: Monquero, P.A. **Experimentação com herbicidas**. São Carlos: Rima, 2016. p. 75-98.
- LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento / UFG - Universidade Federal de Goiás. **Atlas das Pastagens**. 2022. Disponível em<<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>> Acesso em 27 jun. 2024.

MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A.; MIELKE, K. C. Classificação, seletividade e mecanismos de ação de herbicidas. Em: MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A. (Eds.). **Plantas daninhas: herbicidas**. 1. ed. São Paulo: Oficina do Texto, 2022. v. 2p. 7–56.

MONQUERO, P. A. et al. Seletividade de herbicidas em espécies de gramas ornamentais. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 3, p. 296, 10 dez. 2012.

OTTONI, D. et al. Optimization tifton-85 grass cutting for productivity and nutrient value. **Bioscience Journal**, v. 37, p. 1–7, 2021.

PEDREIRA, C. G. S., MELLO, A C L de e OTANI, L. **O processo de produção de forragem em pastagens**. A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: FEALQ, 2001. Acesso em: 18 set. 2024.

PEREIRA, A. V. et. al. Pastagens impulsionam a pecuária de leite no Brasil. In: DA ROCHA, D. T. et. al. **Anuário do Leite 2022**: Pecuária Leiteira de Precisão. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2022 p. 90-94.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, A. W. L. DA et al. Acúmulo mensal de forragem em pastagem de Tifton 85 no Oeste Catarinense. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7233–7249, 2021.

UNAMUZAGA, L. V. G. et al. Estratégias de controle de daninhas em pré-emergência e fitossociologia na implantação do Tifton 85. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e70037, 29 maio 2024.

VALLS, J.F.M; PEÑALOZA, A.P.S. Recursos genéticos de gramíneas forrageiras para a pecuária. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande, MS. **Anais[...]** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

5 AVALIAÇÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE PASTAGENS A PARTIR DE FERRAMENTAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

5.1 RESUMO

O uso seguro de um herbicida em uma cultura parte do princípio da seletividade, que depende da uma complexa interação entre planta, molécula e ambiente. A experimentação com herbicidas busca avaliar os efeitos fitotóxicos através das injúrias visuais e detrimenos no desenvolvimento da planta. Atualmente, as avaliações são feitas utilizando escala visual, que pode ser subjetiva do avaliador e requerer elevada *expertise* e mão de obra. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o uso de NDVI para avaliação de fitointoxicação por herbicidas na implementação de pastagens de missioneira-gigante e tifton-85. Realizou-se voos com aeronave remotamente pilotada (ARP) para aquisição de imagens multiespectrais e confecção de índice NDVI de parcelas experimentais após a aplicação de seis diferentes herbicidas em pré e pós-emergência durante a implementação das pastagens. Avaliações de NDVI proximal e fitointoxicação a partir de escala visual de 0 a 100%, onde 0 significa a ausência de sintomas e 100, a morte completa da planta, foram realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação, concomitantes aos voos. Utilizou-se delineamento experimental de blocos completamente casualizados, com 7 tratamentos (seis herbicidas + testemunha sem aplicação) e quatro blocos. As médias de NDVI de cada parcela foram extraídas em ambiente SIG com auxílio do software ArcGIS ArcMap®, e comparadas com a fitointoxicação por correlação de Pearson. A correlação entre as variáveis foi significativa apenas na avaliação aos 28 DAA, quando a pastagem já apresentava elevada produção de biomassa e maior intensidade de injúrias. Para as demais datas de avaliação, a correlação não foi significativa. O uso de NDVI para avaliação de fitointoxicação no estabelecimento de pastagens não é uma ferramenta eficaz, porém apresenta uso potencial em pastagens já estabelecidas.

Palavras-chave: NDVI, *Axonopus catharinensis*, *Cynodon spp.*, herbicidas

5.2 INTRODUÇÃO

Após mais um ano de crescimento, o efetivo bovino no Brasil atingiu em 2022 a marca de 234,4 milhões de cabeças, valor 4,3% acima do registrado no ano anterior (IBGE, 2023). Parte do sucesso pode ser atribuído à grande extensão das pastagens no país, que representam quase 21% do território nacional. Acredita-se, infelizmente, que destes, mais da metade apresente algum nível de degradação (LAPIG/UFG, 2022).

A degradação dos pastos é atualmente um dos principais problemas da pecuária no Brasil. Altos níveis de ocupação animal e falta de reposição dos nutrientes do solo favorecem o processo de redução da biomassa levando à infestação por plantas daninhas (Marchi et al., 2022).

No estabelecimento de pastagens, a presença de plantas daninhas é agravada pelo preparo do solo para plantio das mudas, e pode aumentar o tempo de formação, constituindo períodos de elevada competição (Marchi et al., 2019; Pitelli, 2014) A competição por recursos pode proporcionar mudanças na estrutura dos pastos, diminuição da relação folha/colmo, da densidade volumétrica das folhas e o valor nutritivo do pasto (Bellé et al., 2018).

Nestes casos, o controle das plantas daninhas é indispensável para o correto desenvolvimento e estabelecimento dos pastos. Infelizmente, não há herbicidas recomendados para uso no transplante de mudas de pastagens, fazendo-se necessária a pesquisa com ingredientes ativos de uso seguro para esta finalidade. A seletividade de um herbicida irá depender de uma complexa interação entre a planta, a molécula e o meio ambiente (Mendes; Da Silva; Mielke, 2022). Na experimentação agrícola com herbicidas, utiliza-se costumeiramente avaliações de fitointoxicação baseadas em escalas visuais variando de 0 a 100%, em que 0% significa ausência completa de sintomas e 100% a morte da planta (Kuva et al 2016). Este tipo de avaliação pode ser subjetiva, e variar de acordo com o entendimento do avaliador, sendo ideal observação por múltiplas pessoas, aumentando a complexidade e a necessidade de mão de obra treinada. Em função da baixa rentabilidade da pecuária extensiva praticada atualmente, é crucial a busca de novas tecnologias que garantam o desenvolvimento de sistemas pecuários intensivos, com

modernização do monitoramento, de forma a proporcionar maiores rentabilidade por área (Dias-Filho, 2017; Glória et al., 2017).

O sensoriamento remoto pode ser definido como a obtenção de informações sobre alguma propriedade de um objeto ou fenômeno alvo, sem contato físico com ele (Lorenzetti, 2015). Ainda, refere-se à tecnologia que permite obter imagens por meio da captação do registro da energia refletida ou emitida pela superfície, por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas ou orbitais (Florenzano, 2011). O princípio básico do sensoriamento remoto parte da diferença de comportamentos de reflectância de cada alvo em distintas regiões do espectro eletromagnético. Neste sentido, os índices de vegetação (IVs) desempenham papel chave na caracterização da dinâmica temporal e vigor da vegetação agrícola, podendo-se dizer que os IVs buscam destacar informações sobre a fitomassa verde contidas em dados de reflectância espectral. Dentre os índices mais conhecidos e empregados na agricultura, pode-se destacar o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que possui excelente responsividade às variações de vigor da vegetação (Formaggio e Sanches 2017).

O índice NDVI utiliza valores de reflectância nas regiões do vermelho (R), altamente absorvida pela planta, e infravermelho próximo (NIR), altamente refletida, para prover informações como crescimento, vigor e fotossíntese através de valores que variam de -1 a 1. Valores positivos indicam maior verdor, índice de área foliar e vigor, enquanto valores negativos indicam superfícies não vegetadas, áreas urbanas, solo descoberto, corpos d'água ou vegetação pouco saudável (Sishodia; Ray; Singh, 2020).

Na agricultura, o NDVI tem sido aplicado com diversas finalidades, tais como o monitoramento do crescimento e desenvolvimento de culturas (Mohidem; Jaafar; Che'ya, 2024), definição do índice de área foliar e cobertura vegetativa (Carlson; Riziley, 1997), densidade e sanidade de plantas (Xuee et al., 2024) e a avaliação de fitointoxicação por deriva de herbicidas (Thomasi et al., 2021).

Tendo em vista a necessidade de modernização dos métodos de avaliação e manejo de pastagens, e a hipótese de que índices de vegetação podem ser ferramentas mais eficientes e precisas para determinação de

fitointoxicação de plantas por herbicidas, objetivou-se com este trabalho avaliar o emprego do índice de vegetação NDVI, obtido de forma proximal a campo, e por sensoriamento remoto através de imageamento aéreo, para a avaliação de fitointoxicação de herbicidas aplicados no transplante de mudas de pastagens perenes de verão.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implementado em área experimental pertencente à Epagri - Estação Experimental de Lages, SC ($27^{\circ}47' 52''$ latitude Sul, $50^{\circ}19' 31''$ de longitude Oeste e 905 metros de altitude). As pastagens perenes de verão Missioneira-gigante cv. SCS315 Catarina Gigante (*Axonopus catharinensis*) e Tifton-85 (*Cynodon nemfuensis* x *Cynodon dactylon*) foram transplantadas em parcelas de 2 x 3 metros, em delineamento experimental de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro blocos, sendo cada gramínea integrante de um experimento único. Os tratamentos consistiram na aplicação de herbicidas de pré e pós emergência nas mudas transplantadas, seguido das avaliações convencionais de fitointoxicação por escala visual proposta por Kuva et al., (2016), aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA), conforme metodologia descrita no capítulo anterior.

Concomitantemente às avaliações visuais convencionais, realizou-se voos para coleta de imagens aéreas, utilizando Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), modelo *DJI Phantom Multiespectral*, munido com seis sensores CMOS 1/2.9 com 2,1 Megapixels, sendo um sensor RGB para imagens de luz visível, e cinco sensores monocromáticos para imagens multiespectrais: *Blue* (B), *Green* (G), *Red* (R), *Red Edge* (Re) e *Near Infrared* (NIR). Para a captura das imagens, utilizou-se sobreposição lateral e frontal 70%. O processamento das imagens foi realizado no programa *Agisoft Metashape Professional®*, e resultou em ortomosaicos com GSD de 3 cm. Os rasters foram exportados para ambiente SIG, utilizando o software *ArcGis Arcmap®*. A partir das bandas monocromáticas, foram gerados o índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (Rouse et al., 1973), para os diferentes voos, a partir da equação (1):

$$NDVI = (NIR - R)/(NIR + R) \quad (1)$$

onde, *NIR* é o valor do pixel para a banda do infravermelho próximo (*Near infrared*) e *R* é o valor do pixel para a banda do vermelho (*Red*). Ainda, aferiu-se quanto ao índice NDVI de forma proximal, com auxílio do equipamento Spectrum® FieldScout CM 1000 NDVI Meter, em cinco pontos aleatórios, com presença de plantas, em cada parcela. O valor final para cada parcela foi obtido através da média das subamostras.

As médias de NDVI por sensoriamento remoto para cada parcela foram extraídas em ambiente SIG através do software ArcGIS ArcMap, submetidas à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e, em caso de não normalidade, transformadas por $\sqrt{(x + 0.5)}$. As médias para as variáveis NDVI_p (NDVI proximal), NDVI_{sr} (NDVI por sensoriamento remoto) foram correlacionadas com a fitointoxicação observada através do coeficiente de correlação de Pearson. Da mesma forma, correlacionou-se as métricas de produtividade com os índices observados no momento da avaliação.

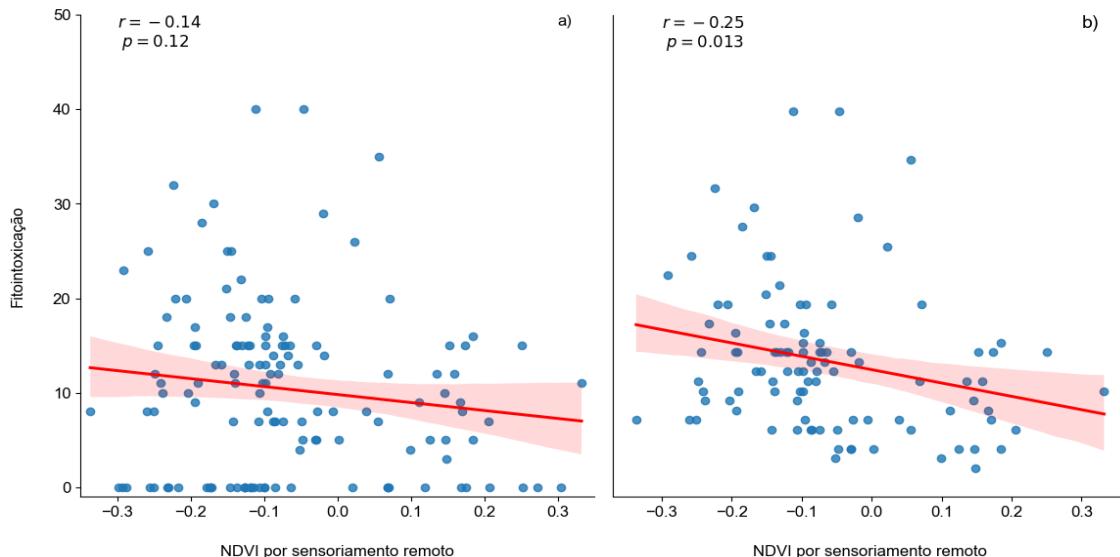
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, correlacionou-se todas as observações de NDVI e fitointoxicação, obtidas nos três momentos de avaliação (7, 14 e 28 DAA), para os dois experimentos. Conforme observado no Gráfico 18a, o coeficiente de correlação foi $r = -0,14$ e $p\text{-valor} = 0,12$. Apesar de indicar correlação negativa, conforme esperado, uma vez que maiores fitointoxicações tendem a diminuir o NDVI, a correlação foi baixa e não significativa. A baixa correlação observada pode estar relacionada aos valores também baixos de fitointoxicação, que tornam mais difícil a observação dos padrões entre o índice de vegetação e as injúrias visuais. Para efeito de comparação, realizou-se a remoção das testemunhas (fitointoxicação = 0) para correlação dos dados, cujos resultados estão representados no Gráfico 18b. Com a remoção das testemunhas, a correlação subiu para $r = -0,25$ e o $p\text{-valor}$ observado foi de 0,013, indicando que,

apesar de ainda ser baixa a correlação entre as variáveis, esta é decorrente dos dados, e significativa.

Gráfico 19 - Correlação entre fitointoxicação e NDVI por sensoriamento remoto para todas as observações realizadas (a) e após remoção das testemunhas

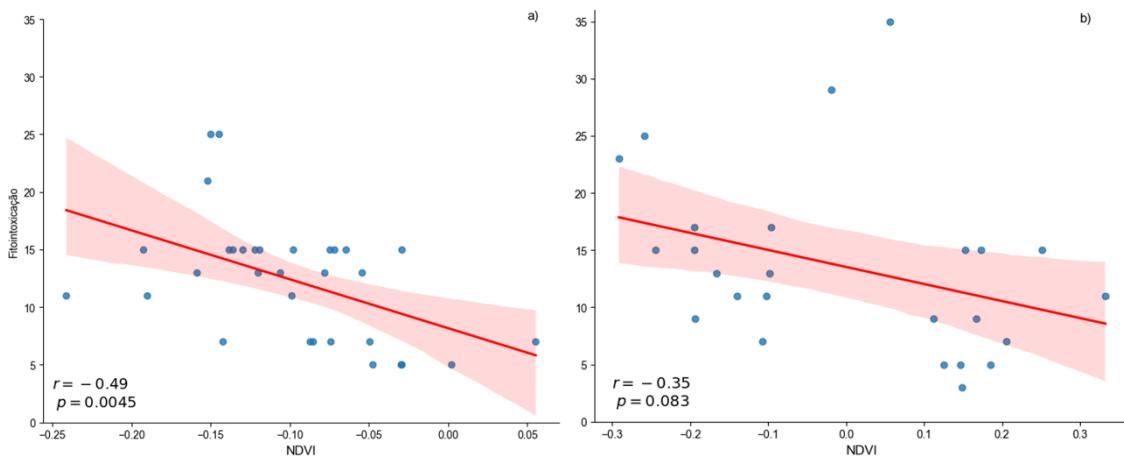
(b).



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Da mesma forma, realizou-se a análise de correlação entre a fitointoxicação e o índice de vegetação NDVI para cada forrageira de modo independente, estando os dados referentes à missioneira-gigante representados no Gráfico 19a e do Tifton-85 no Gráfico 19b.

Gráfico 20 - Correlação entre fitointoxicação e NDVI para as observações em missioneira-gigante (a) e tifton-85 (b), excluindo-se as testemunhas.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

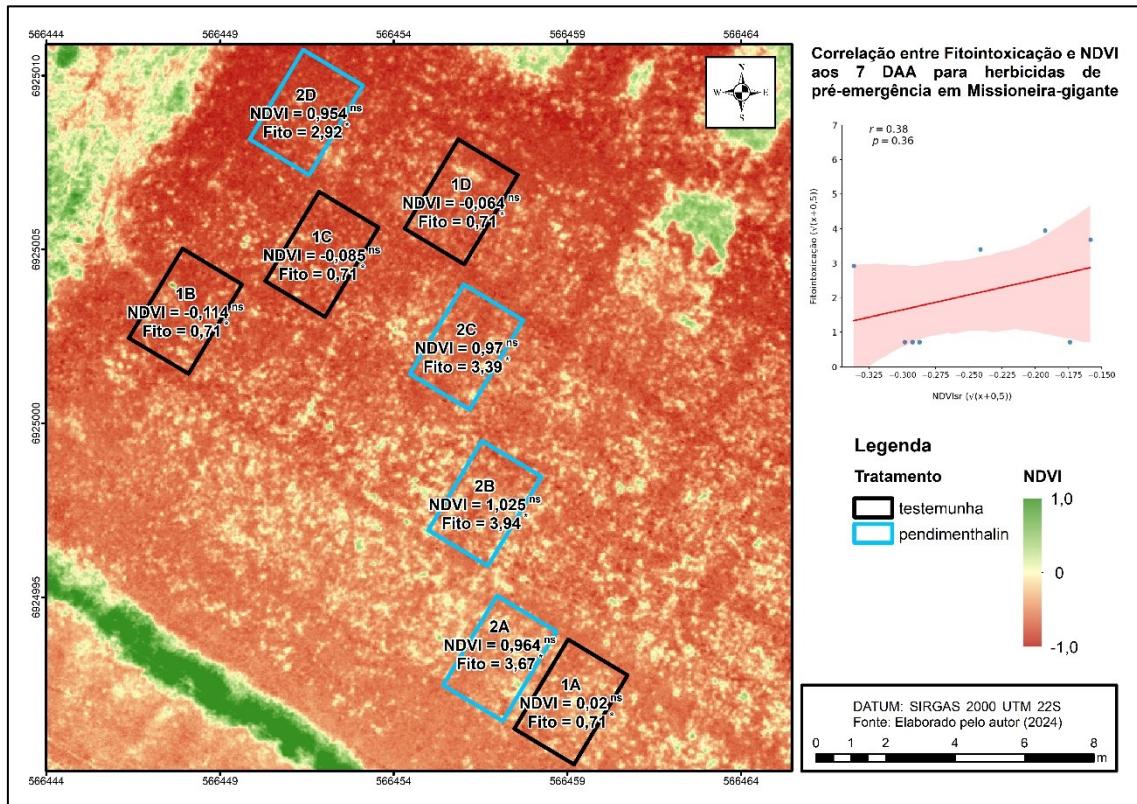
De forma separada, observou-se correlações de -0,49 e -0,35 para a missioneira-gigante e tifton-85 respectivamente. Os p-valores observados foram de 0,0045 e 0,083, indicando que a correlação observada foi estatisticamente significativa na avaliação em missioneira-gigante, porém não significativa em tifton-85.

Apesar das baixas correlações observadas, buscou-se avaliar se os valores de NDVI obtidos por sensoriamento remoto durante as avaliações seriam capazes de discriminar os tratamentos em comparação à testemunha, substituindo as avaliações tradicionais de fitointoxicação realizadas à campo. Para esta análise, separou-se os dados por planta (missioneira-gigante e tifton-85), método de aplicação (pré ou pós-emergência) e momento de aplicação (7, 14 ou 28 DAA), uma vez que as avaliações bem como os voos foram realizados em datas diferentes. Não foi possível obter imagens para a avaliação de 28DAA para os herbicidas de pós-emergência para ambos os capins, uma vez que as condições climáticas no dia da avaliação, e nos dias subsequentes, não permitiram a realização com segurança do voo.

Para o herbicida de pré-emergência aplicado em missioneira-gigante, aos 7 DAA (Figura 5), não foi possível observar diferença estatística entre a média do tratamento e a média da testemunha, por meio de análise de variância ($\alpha = 0,05$) para a variável NDVI. Em relação à fitointoxicação, o tratamento com pendimethalin diferiu da testemunha pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$), conforme

descrito no capítulo anterior. A correlação entre fitointoxicação e NDVI para essas parcelas não foi significativa.

Figura 5 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pré-emergência em missioneira-gigante.

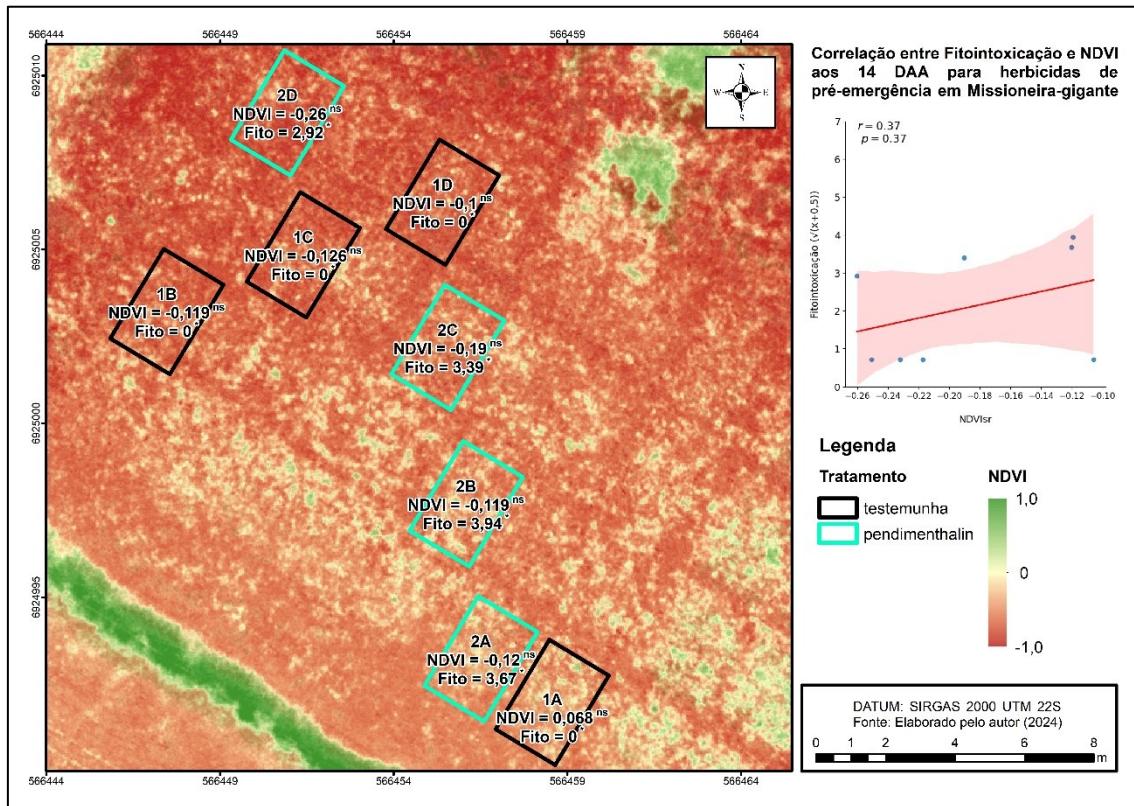


* Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O mesmo comportamento se manteve aos 14 DAA (Figura 6), onde as médias do NDVI para o tratamento com pendimenthalin e a testemunha não diferiram estatisticamente pela análise de variância, enquanto diferiram estatisticamente quanto à fitointoxicação. A correlação entre fitointoxicação e NDVI neste momento de avaliação também não foi significativa, com $r = -0,37$ e $p = 0,37$.

Figura 6 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pré-emergência em missioneira-gigante.

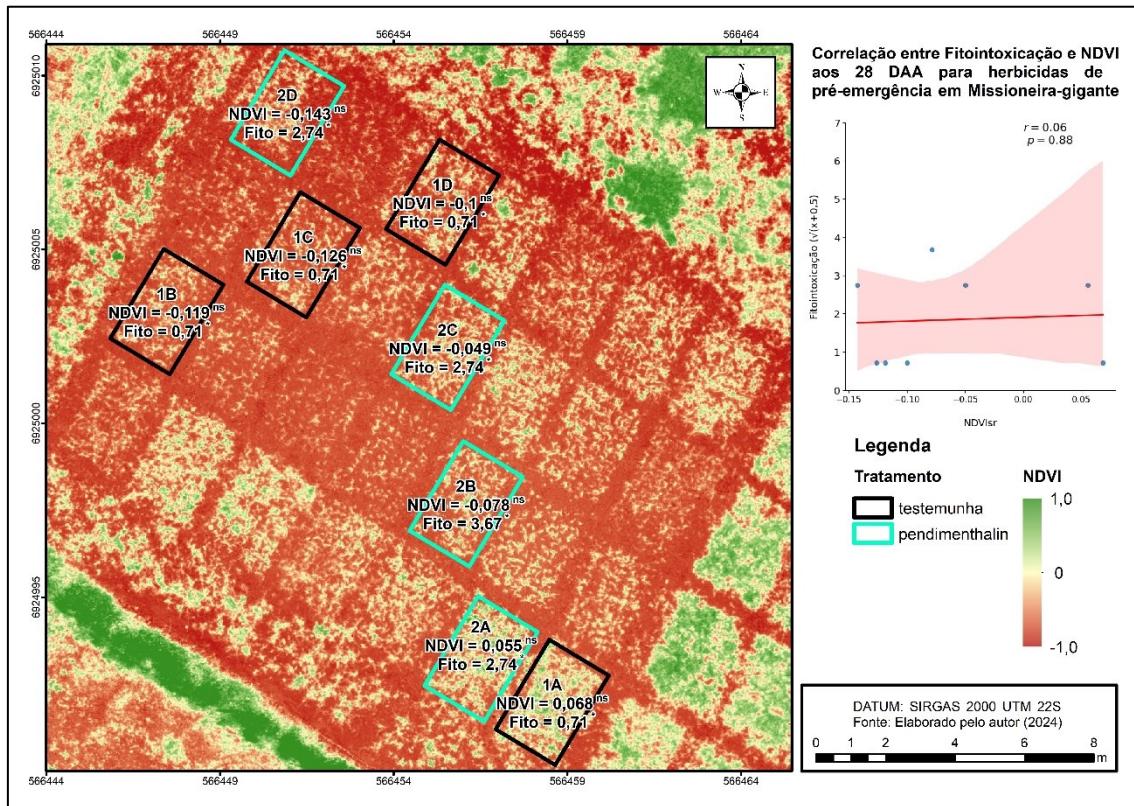


ns Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A avaliação de 28 DAA do herbicida de pré-emergência em missioneira-gigante (Figura 7) manteve o comportamento observado aos 7 e 14 DAA. As médias do tratamento e da testemunha não apresentaram diferença estatística pela análise de variância quanto ao NDVI, apesar de diferirem quanto à fitointoxicação pelo teste de Dunnet. Da mesma forma que o observado nas avaliações anteriores, a correlação entre fitointoxicação e NDVI não foi significativa.

Figura 7 - Mapa de NDVI na avaliação de 28 DAA dos herbicidas de pré-emergência em missioneira-gigante.

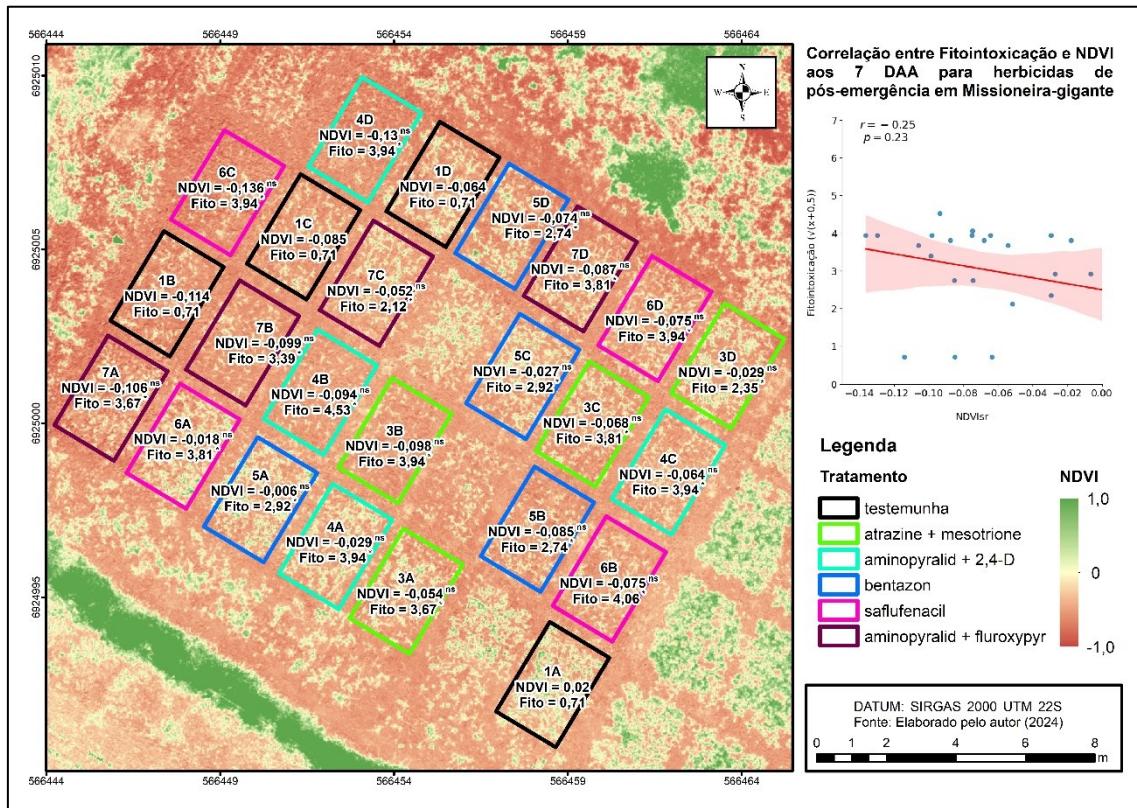


^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Em relação aos tratamentos de pós-emergência, aos 7 DAA, não se observou diferenças entre as médias do NDVI das parcelas dos tratamentos com as médias da testemunha, pelo teste de Dunnet (Figura 8). Por outro lado, em relação à fitointoxicação, todos os tratamentos diferiram da testemunha. A correlação observada para estas duas variáveis foi baixa, com $r = -0,25$ e $p = 0,23$.

Figura 8 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pós-emergência em missioneira-gigante

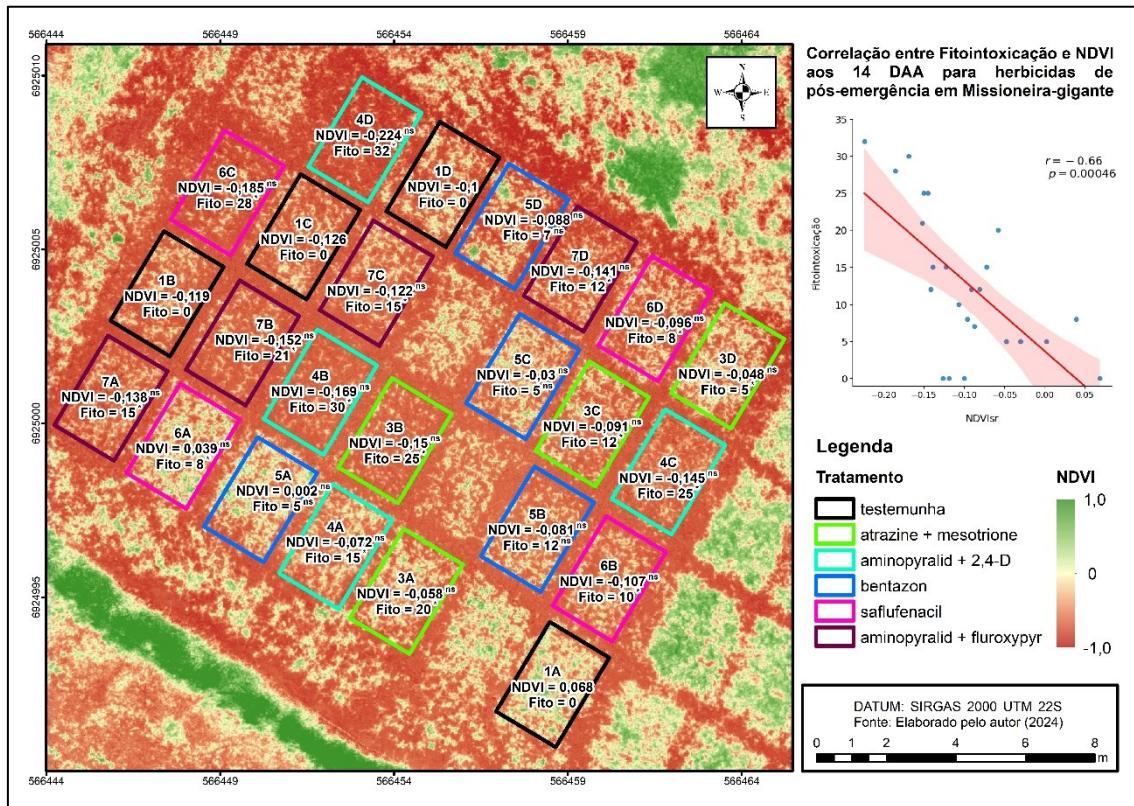


^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Aos 14 DAA (Figura 9), os herbicidas de pós-emergência apresentaram o mesmo comportamento da avaliação anterior, e não diferiram estatisticamente da testemunha quanto ao índice de vegetação. Em relação a fitointoxicação, o tratamento com bentazon não diferiu da testemunha, indicando que as injúrias causadas pelo herbicida foram mínimas, a ponto de se assemelhar visualmente às parcelas sem aplicação. Ainda assim, esta diferença não foi suficiente para que houvesse a discriminação a partir das imagens aéreas. Para os demais tratamentos, a fitointoxicação registrada foi superior à da testemunha.

Figura 9 - Mapa de NDVI na avaliação de 14 DAA dos herbicidas de pós-emergência em missioneira-gigante



^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A correlação entre fitointoxicação e NDVI para este momento de avaliação foi estatisticamente significativa ($p = 0,00046$) e apresentou níveis moderados ($r = -0,66$). Essa correlação inversa indica que maiores fitointoxicações estão relacionadas a menores índices de vegetação.

Como comentado anteriormente, em função das condições climáticas no dia da avaliação, e nos dias subsequentes, não foi possível a aquisição das imagens aéreas aos 28 DAA dos tratamentos com herbicidas de pós-emergência.

Também se avaliou a correlação da fitointoxicação com o NDVI proximal, aferido com FieldSpec. Os valores observados estão dispostos na Tabela 16. De forma geral, observa-se que a correlação entre o NDVI proximal e a fitointoxicação causada pelos herbicidas foi mais forte, apresentando valores de -0,50; -0,71 e -0,86 para herbicidas de pós-emergência aos 7, 14 e 28 DAA, respectivamente. A diferença observada pode estar relacionada com a forma de

avaliação nas duas diferentes formas de aquisição dos índices. Enquanto para o NDVI proximal mediu-se cinco pontos aleatórios com presença de plantas dentro da parcela, para o NDVI por sensoriamento remoto gerou-se a média considerando-se todos os pixels presentes na parcela experimental. Neste segundo caso os valores de NDVI do solo podem ter exercido maior influencia do que na avaliação proximal, uma vez que as plantas ainda não haviam fechado totalmente o dossel.

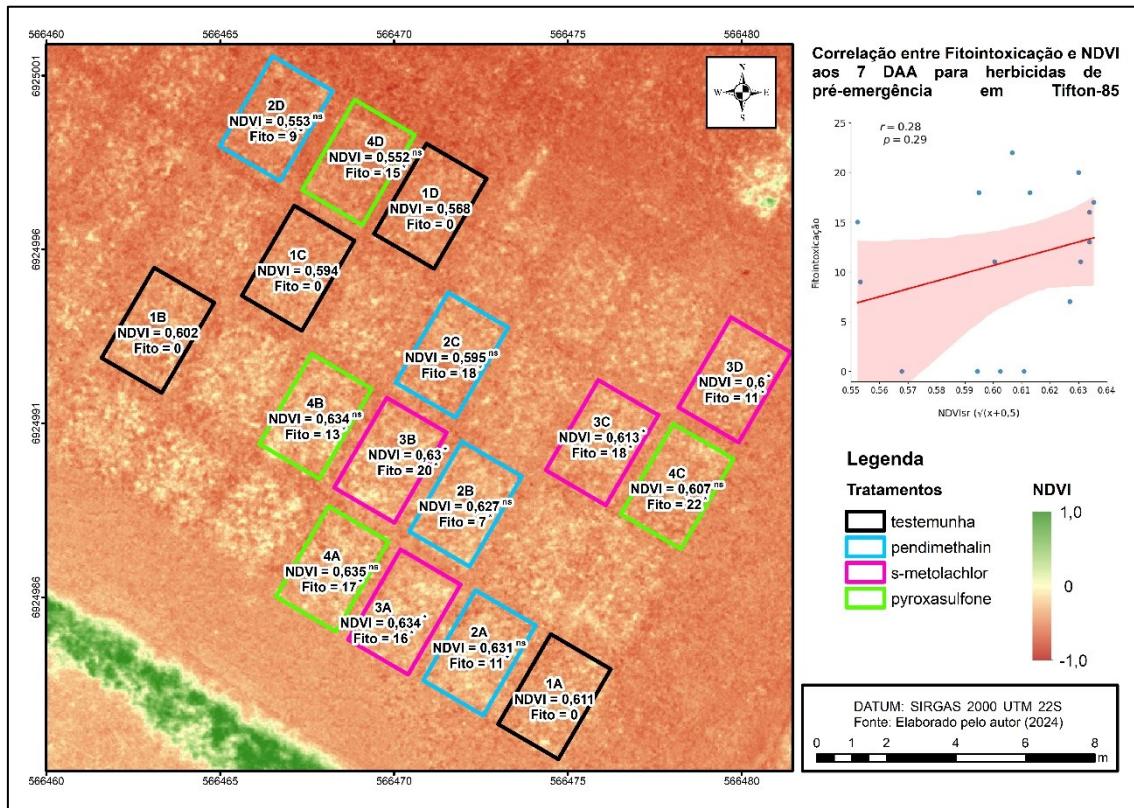
Tabela 16 - Correlações entre NDVI proximal e fitointoxicação em missioneira-gigante

Avaliação	Momento da aplicação			
	Pré-emergência		Pós-emergência	
	r	p	r	p
7 DAA	0,65	0,08	- 0,50	0,01
14 DAA	- 0,36	0,39	- 0,71	0,0001
28 DAA	0,14	0,74	- 0,86	8,9 x10 ⁻⁸

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Para as avaliações em Tifton-85, a Figura 10 apresenta os valores de NDVI por sensoriamento remoto e fitointoxicação ao 7 DAA para os herbicidas de pré-emergência. Os tratamentos com pendimenthalin, s-metolachlor e pyroxasulfone não diferiram estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnet, não sendo possível discriminar efeitos do herbicida sobre a forrageira. A fitointoxicação observada para estes tratamentos apresentou diferenças da testemunha, indicando que havia sintomas presentes. A correlação entre as duas variáveis foi baixa e não significativa, com $r = 0,28$ e $p = 0,29$.

Figura 10 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pré-emergência em Tifton-85.

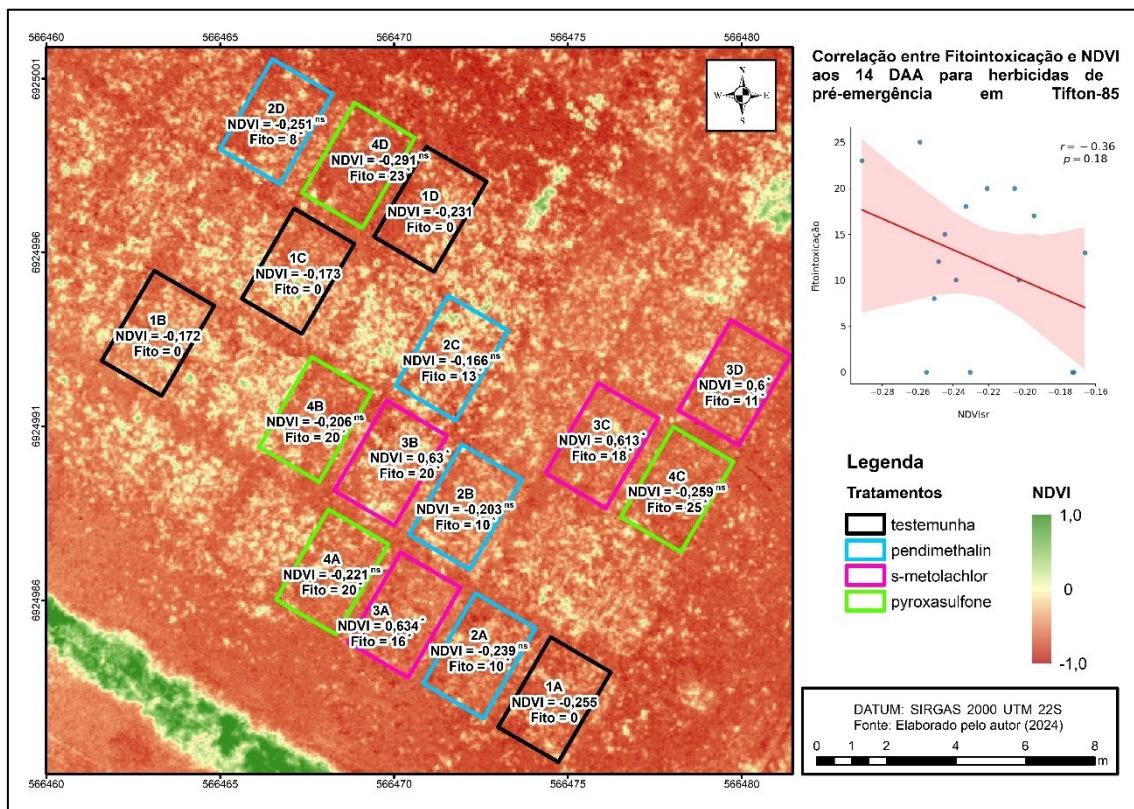


ns Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Aos 14 DAA, apesar do aumento das injúrias, não foi possível observar diferenças estatística significativa entre o NDVI médio dos tratamentos e da testemunha (Figura 11). Todos os tratamentos apresentaram fitointoxicações diferentes da testemunha sem aplicação. Novamente, a correlação entre o NDVI por sensoriamento remoto e a fitointoxicação foi baixa, com $r = -0,36$ e $p = 0,18$.

Figura 11 - Mapa de NDVI na avaliação de 14 DAA dos herbicidas de pré-emergência em Tifton-85.



ns Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

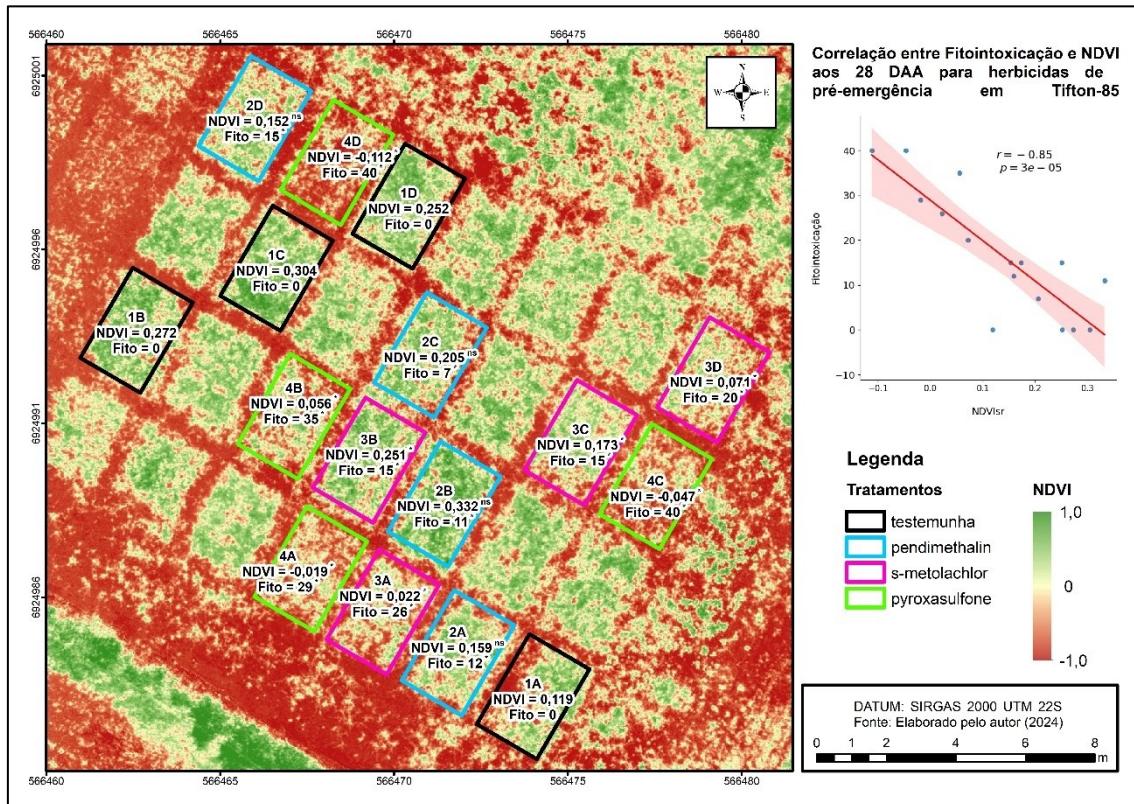
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Na última avaliação dos herbicidas de pré-emergência, aos 28 DAA, os tratamentos com s-metolachlor e pyroxasulfone diferiram estatisticamente da testemunha quanto ao NDVI (Figura 12). O valor médio das parcelas foram de 0,129 e -0,031 respectivamente, enquanto a média das testemunhas foi de 0,237. Estes mesmos tratamentos também diferiram estatisticamente da testemunha em relação à fitotoxicidade, apresentando médias de 19 e 36 %.

A maior fitotoxicidade causada por estes herbicidas nas plantas de tifton-85 possibilitaram a detecção do efeito a partir do índice de vegetação. Deve-se destacar também que aos 28 DAA dos herbicidas de pré-emergência, a forrageira já havia fechado completamente os espaços entre plantas, diminuindo drasticamente o efeito dos pixels de solo sobre a média do NDVI das parcelas. O tratamento com pyroxasulfone, em todas as avaliações, apresentou os

maiores índices de fitointoxicação, sendo possível observar nas imagens aéreas de NDVI, a diferença entre as parcelas deste tratamento com as demais.

Figura 12 - Mapa de NDVI na avaliação de 28 DAA dos herbicidas de pré-emergência em Tifton-85.



ns Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

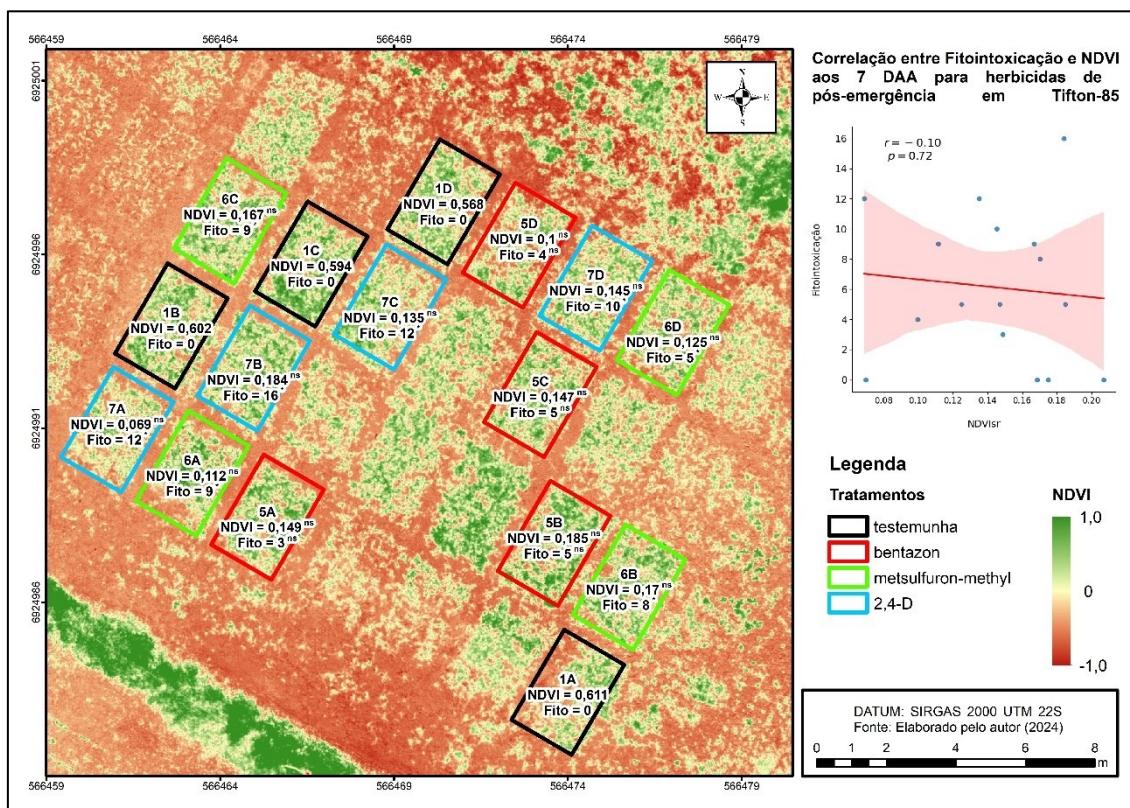
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Quanto a análise de correlação entre o NDVI por sensoriamento remoto e a fitointoxicação, observou-se forte correlação negativa entre as variáveis, com $r = -0,85$ e $p = -3 \times 10^{-5}$. Mais uma vez, a forte correlação pode estar relacionada com a observação de valores superiores de fitointoxicação, em parcelas com índices de vegetação baixos. Visualmente, pode-se observar menor cobertura de plantas nas parcelas com aplicação dos herbicidas de pré-emergência, em especial dos tratamentos 3 (s-metolachlor) e 4 (pyroxasulfone). Ambos, pertencentes ao grupo 15 (HRAC), com mecanismo de ação através da inibição da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa. Esta inibição leva à paralisação do crescimento da raiz e parte aérea, principalmente em plântulas

ou sementes em germinação (Oliveira JR. et al., 2021). Nas mudas, a aplicação dos herbicidas pode ter atrasado o fechamento das parcelas, resultando em menores índices de vegetação e maiores sintomas visuais de fitointoxicação.

Na Figura 13 pode-se observar o mapa de NDVI para a avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pós-emergência. Nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha quanto ao índice de vegetação. Em relação a fitointoxicação, apenas o tratamento com bentazon apresentou médias similares à da testemunha, enquanto as médias de fitointoxicação para metsulfuron-methyl e 2,4-D foram superiores ao controle. A correlação para NDVI e fitointoxicação neste momento de avaliação não foi significativa, apresentando $r = -0,10$ e $p = 0,72$.

Figura 13 - Mapa de NDVI na avaliação de 7 DAA dos herbicidas de pós-emergência em Tifton-85.

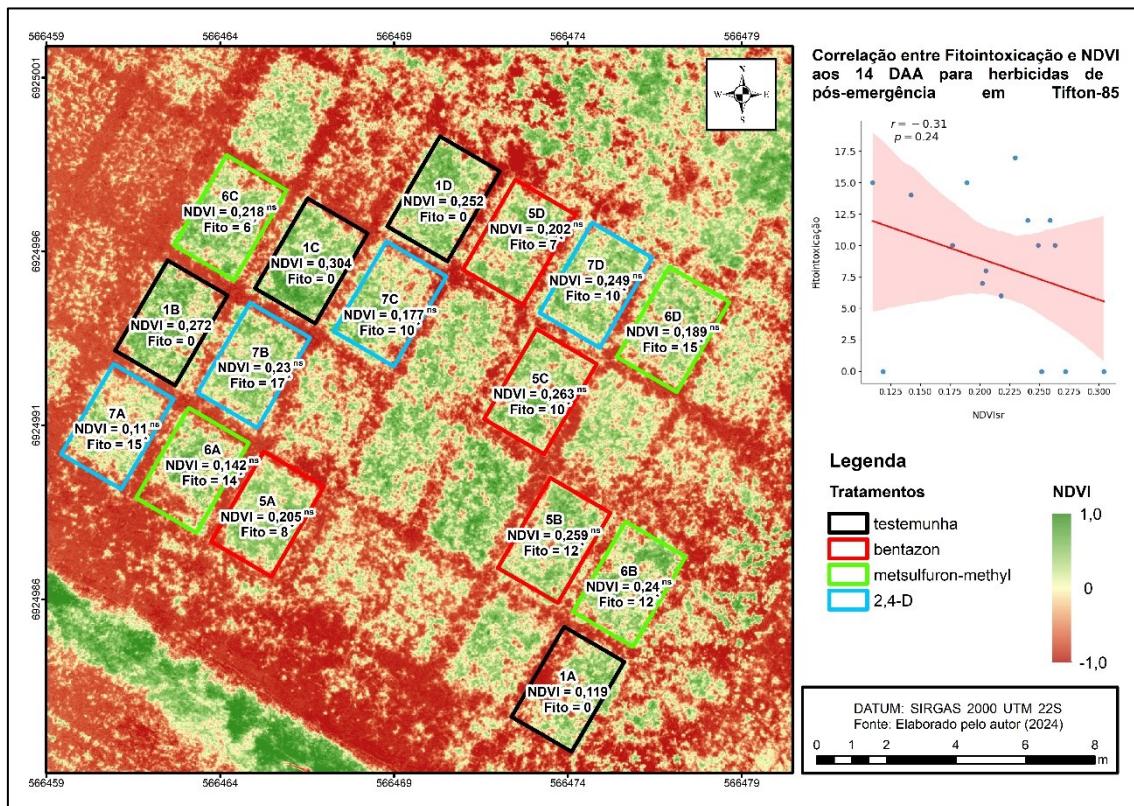


ns Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Para a avaliação aos 14 DAA, representada na Figura 14, mais uma vez nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha quanto ao NDVI, apesar de diferirem em relação à fitointoxicação. Todos os tratamentos apresentaram aumento nas injúrias, resultando em um pequeno aumento na correlação das variáveis, em comparação com a avaliação anterior. O valor de r observado foi de -0,31, enquanto o valor de p foi igual a 0,24, indicando uma fraca correlação e não significativa.

Figura 14 - Mapa de NDVI na avaliação de 14 DAA dos herbicidas de pós-emergência em Tifton-85



^{ns} Nenhum tratamento diferiu significativamente pelo teste de variância ($\alpha = 0,05$). * Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Na Tabela 17 estão apresentadas as correlações entre o NDVI medido de forma proximal, com a fitointoxicação causada pelos tratamentos nos três momentos de avaliação. As maiores correlações foram observadas para os herbicidas de uso em pré-emergência, tendo estas aumentado a cada avaliação. Este mesmo comportamento foi observado para as médias de fitointoxicação,

que foram maiores para os herbicidas pré-emergentes e aumentaram ao longo das avaliações. Isso reforça a teoria de que a detecção da fitointoxicação de herbicidas a partir de índices de vegetação é mais precisa quanto há presença de injúrias mais expressivas nas plantas. A maior correlação foi obtida aos 28 DAA de herbicidas de pré-emergência, com $r = -0,92$, momento em que foram registradas a maiores notas de fitointoxicações. Ainda, neste momento de avaliação, já com o fechamento completo do dossel das plantas em cada parcela, diminui-se o efeito do solo sobre o valor do índice de vegetação observado.

Tabela 17 - Correlações entre NDVI proximal e fitointoxicação em tifton-85

Avaliação	Momento da aplicação			
	Pré-emergência		Pós-emergência	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
7 DAA	0,12	0,67	- 0,38	0,14
14 DAA	- 0,76	0,0007	- 0,47	0,07
28 DAA	- 0,92	$5,9 \times 10^{-7}$	- 0,56	0,02

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Alvarenga et al. (2021), analisaram o uso do NDVI, obtido por ARP, para classificação da dessecação de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.). Observou-se alta correlação ($R^2 > 0,70$) de NDVI com as injúrias causadas, onde valores abaixo de -0,39 indicaram um controle satisfatório (>70%), concluindo ser uma técnica acurada para determinação da efetividade de controle de herbicidas. Diferente do realizado no presente trabalho, a aplicação em braquiária foi realizada quando o capim estava em estágio de floração, já apresentando plena formação de biomassa na parte aérea. Ainda, as notas de controle, similares à da fitointoxicação, atingiram valores maiores, e a diminuição do NDVI foi mais acentuada para maiores doses do herbicida.

O uso de diferentes índices de vegetação em pastagens para a detecção da fitointoxicação é um tema que poderá ser abordado em futuros ensaios. Henry et al., (2004), avaliaram diferentes índices de vegetação como RVI (*Ratio vegetation Index* - (Jordan, 1969), NDVIg (*Normalized Difference Vegetation*

Index green (Gitelson, Kaufman e Merzlyak, 1996), NDVI e MSI (*Moisture stress index* - (Hunt e Rock, 1989)) para detecção de deriva dos herbicidas glyphosate e paraquat em soja e milho, constatando que todos os índices foram eficazes em discriminar as injúrias causadas pelos herbicidas em diferentes momentos de avaliação após a aplicação. Neste caso, os autores utilizaram espetrorradiômetro manual para obter dados hiperespectrais de folhas individuais de soja e milho.

A alta precisão na coleta dos dados de reflectância é um fator de grande importância para a determinação das injúrias. Em contraste com o presente experimento, realizado à campo, a média do NDVI das parcelas foi representado em grande parte pelo solo descoberto, uma vez que as mudas não haviam ainda se estabelecido completamente.

Isso também pode ser observado por Thomasi et al., (2021) ao avaliarem a fitointoxicação de cinco herbicidas aplicados em cereais de inverno, utilizando os índices de vegetação NDVI e NDRE (*Normalize Difference Red Edge Index*) obtidos a partir de sensor óptico GreenSeeker®. Através de ambos os índices, foi capaz de diferenciar os efeitos dos herbicidas, sendo que o NDRE se mostrou mais sensível na detecção das injúrias.

Altas correlações negativas foram observadas apenas nas avaliações de 28 DAA, quando as forrageiras já haviam se estabelecido completamente, e as notas de fitointoxicação, para alguns tratamentos foram mais elevadas. O mesmo pode ser observado nas avaliações de correlação do índice NDVI medido de forma proximal, com a fitointoxicação, onde observou-se considerável elevação da correlação ao longo das avaliações.

5.5 CONCLUSÃO

O uso do sensoriamento remoto em mudas transplantadas de pastagens perenes de verão não se mostrou uma ferramenta eficiente para aferição de fitointoxicação de herbicidas. As correlações observadas entre fitointoxicação e índice de vegetação não foram significativas, em função da baixa biomassa das plantas nesse momento, e das baixas injúrias causadas pelos herbicidas.

Apesar dos presentes resultados não terem confirmado as hipóteses sobre o uso de índices de vegetação para avaliação de fitointoxicação em mudas de pastagens, apontaram um potencial uso para avaliação de injúrias em pastos já estabelecidos, e novos experimentos deverão ser conduzidos a fim de se avaliar diferentes índices de vegetação.

5.6 REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, C. B. et al. Normalized difference vegetation index for desiccation evaluation with glyphosate + 2,4-D in magnetized spray solution. **Brazilian Journal of Biology.** v. 83, p. 246579. 2021
- BELLÉ, J. R. et al. Nutritional value of marandú palisade grass according to increasing coexistence periods with weeds. **Planta Daninha**, v. 36, 2018.
- CARLSON, T. N.; RIZILEY, D. A. On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. **Remote Sensing of Environment**, v. 62, n. 3, p. 241–252, 1997.
- CIDASC - Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina. **Sistema de Gestão da Defesa Agropecuária Catarinense - SIGEN+**. Florianópolis, SC. 2022 Disponível em <<https://sigen.cidasc.sc.gov.br/Account/LogOn?ReturnUrl=%2f>> Acesso em: 23 de set. 2024.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. Brasília: 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/1070416/degradacao-de-pastagens-o-que-e-e-como-evitar>>. Acesso em: 24 maio. 2024.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- FORMAGGIO, A. R.; SANCHES, I. D. **Sensoriamento Remoto em agricultura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
- GITELSON, A., KAUFMAN Y., MERZLYAK M. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. **Remote Sens. Environ.** 58:289–298.1996.
- GLÉRIA, A. A. et al. Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária Palavras-chave adicionais. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 253, p. 141–150, 2017.
- HENRY, W. B. et al. Remote Sensing to Detect Herbicide Drift on Crops. **Weed Technology**, v. 18, n. 2, p. 358–368, jun. 2004.
- HUNT JR., E. R., ROCK B. N. Detection of changes in leaf water content using near- and middle-infrared reflectances. **Remote Sens. Environ.** 30:43–54. 1989.
- IBGE. **Produção Pecuária Municipal 2022**. v. 50, p. 1–12, 2023. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=784>> Acesso em 09 de abr. de 2024

- JORDAN, C. F. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. **Ecology** v.50 n.4 p.663–666. 1969.
- KUVA MA et al. 2016. Experimentos de eficiência e praticabilidade agronômica com herbicidas. In: Monquero, P.A. **Experimentação com herbicidas**. São Carlos: Rima. p. 75-98.
- LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento / UFG - Universidade Federal de Goiás. **Atlas das Pastagens**. 2022. Disponível em<<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>> Acesso em 27 jun. 2024.
- LORENZETTI, J. A. **Princípios físicos de sensoriamento remoto**. São Paulo: Blucher, 2015.
- MARCHI, S. R. DE et al. Potential of Greenhouse Gas Production by Guinea Grass Subjected to Weed Competition. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 8, p. 257, 15 jun. 2019.
- MARCHI, S. R. DE et al. Weed interference in Marandu palisade grass pastures under renewal or maintenance conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 3, p. 166–172, 2022.
- MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A.; MIELKE, K. C. Classificação, seletividade e mecanismos de ação de herbicidas. Em: MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A. (Eds.). **Plantas daninhas: herbicidas**. 1. ed. São Paulo: Oficina do Texto, 2022. v. 2p. 7–56.
- MOHIDEM, N. A.; JAAFAR, S.; CHE'YA, N. N. Integration of Unmanned Aerial Vehicle and Multispectral Sensor for Paddy Growth Monitoring Application: A Review. **Pertanika Journal of Science and Technology**. Universiti Putra Malaysia Press. 2024.
- OLIVEIRA JR., R. S. de. et al. Mecanismos de ação de herbicidas. Em: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (Eds.). **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. 1. ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 170–204.
- PITELLI, R. A. Competição entre Plantas Daninhas e Plantas Cultivadas. Em: MONQUERO, P. A. (Ed.). **Aspectos da biologia e manejo as plantas daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, 2014. p. 61–82.
- ROUSE, J. W. et. al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. **NASA Goddard Space Flight Center 3d ERTS-1 Symp.**, Vol. 1, 1974.
- SISHODIA, R. P.; RAY, R. L.; SINGH, S. K. Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. **Remote Sensing**, v. 12, n. 19, p. 1–31, 1 out. 2020.
- THOMASI, R. M. et al. Relationship of vegetation indices with herbicide phytotoxicity in winter cereals. **Advances in Weed Science**, v. 39, 2021.

XUE, J. et al. Plant Density and Health Evaluation in Green Stormwater Infrastructure Using Unmanned-Aerial-Vehicle-Based Imagery. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 14, n. 10, 1 maio 2024.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, buscou-se entender a dinâmica de plantas daninhas em pastagens perenes de verão, bem como as dificuldades e desafios encontrados pelos produtores quanto a este assunto. O questionário aplicado à agricultores e técnicos extensionistas forneceu informações relevantes quanto a atual situação da agricultura catarinense em relação à infestação e manejo de plantas daninhas bem como do manejo dos pastos. As informações obtidas poderão servir de baliza para o planejamento de capacitações e a realização de novos experimentos.

Também, propôs-se buscar opções seguras de herbicidas para uso durante o estabelecimento de pastos propagados pelo transplante de mudas. Partiu-se da hipótese de que herbicidas com ação predominantemente latifolicida, aplicados no transplante de mudas de missioneira-gigante e tifton-85, na pré-emergência de plantas daninhas, seriam seletivos às pastagens, não causando reduções no crescimento ou produtividade das mesmas. Através do experimento em casa de vegetação, confirmou-se o potencial uso seletivo de algumas moléculas herbicidas, que foram levadas para experimentação à campo. Em condições reais de cultivo, a seletividade destas moléculas também foi confirmada pois, apesar de causarem injúrias leves aos pastos, estas não foram suficientes para reduzir o crescimento ou acúmulo de biomassa.

A modernização da pecuária é um assunto muito citado ao considerar-se a busca por sistemas mais eficientes e sustentáveis de produção. As ferramentas relacionadas ao sensoriamento remoto têm sido muito aplicadas com este objetivo, inclusive no manejo de plantas daninhas em pastagens. Assim, levantou-se a hipótese de que índices de vegetação, como o NDVI, poderiam auxiliar na avaliação de possíveis efeitos fitotóxicos de herbicidas aplicados no transplante de pastagens. Os experimentos conduzidos demonstraram que o índice NDVI obtido por imageamento aéreo não é eficaz para identificar injúrias de herbicidas aplicados no transplante de mudas de pastagens, quanto estas estão ainda em desenvolvimento, ou as injúrias são baixas. Ainda assim, o índice de vegetação possui grande potencial de uso para avaliação de fitointoxicação em pastagens já estabelecidas.

A seletividade de herbicidas é influenciada por diversos fatores. É imprescindível a condução de novos experimentos que confirmem a segurança do uso de herbicidas em pastagens, especialmente aplicados no transplante de muda, quando as plantas estão mais sensíveis. Da mesma forma, o uso de sensoriamento remoto para avaliações de uso de herbicidas apresenta potencial, e novos ensaios deverão ser conduzidos.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. MAPA - Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 23 de set. 2024.
- AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de herbicidas. Em: MONQUERO, P. A. (Ed.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: RiMa, 2014. p. 217–234.
- BRIGHTENTI, A. M.; SOUZA SOBRINHO, F.; BENITES, F. R. G. Differential tolerance and selectivity of herbicides in forages of the genus *Cynodon*. **Grassland Science**, v. 66, n. 2, p. 88–94, 14 abr. 2020.
- BRISKE, D. D.; et al. An evidence-based assessment of prescribed grazing practices. **Rangeland Ecology & Management**, v. 64, n. 6, p. 485-498, 2011.
- BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. Registration of 'Tifton 85' Bermudagrass. **Crop Science**, v. 33, n. 3, p. 644–645, maio 1993.
- CACERES, N.T. Plantas daninhas em pastagens: biologia, manejo e controle. Capivari, SP, Nova Consciência, 2021. 252p.
- CARVALHO, R. M. et al. Caracterização de perfilhos em relação à planta daninha no pasto de capim-braquiária. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 2, p. 103–110, 2016.
- CATANEO, A. C.; CARVALHO, J. C. Desintoxicação de herbicidas pelas plantas: transformação química e compartimentação vacuolar. In: VARGAS, L. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 71–84.
- DA SILVA, A. C. C. et al. Tifton 85 production under deficit irrigation. **FCA UNCUYO**, v. 49, n. 2, p. 117–126, 2017.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. 1 ed. Embrapa Amazônia Oriental: Belém, 2017a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes-/publicacao/1070416/degradacao-de-pastagens-o-que-e-e-como-evitar>>. Acesso em: 24 maio. 2024.
- DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, v. 402, p. 38, maio 2014.
- DIAS-FILHO, M. B. **Formação e manejo de pastagens**. Comunicado Técnico / Embrapa Amazônia Oriental, v. 235, p. 9, 2012.
- DIAS-FILHO, M. B. **Manejo Profissional da Pastagem**: Fundamento para uma Pecuária Empresarial. Embrapa Amazônia Oriental, p. 32, 2017b.

DIMAANO, N. G.; IWAKAMI, S. Cytochrome P450-mediated herbicide metabolism in plants: current understanding and prospects. **Pest Management Science**. 1 jan. 2021.

DOS SANTOS, M. P. et al. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 10, n., p. 1-12, jan. 2016

DUFLOTH, J. H.; VIEIRA, S. A. Missioneira-gigante: rendimento animal em pastejo contínuo e aspectos nutricionais e econômicos. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 26, n. 1, p. 42–45, mar. 2013.

DYKSTERHUIS, E. J. Condition and management of rangeland based on quantitative ecology. **Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives**, v. 2, n. 3, p.104-115, 1949.

EPAGRI/CEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2020-2021**. Florianópolis. 195p. 2022. Disponível em <<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/publicacoes/sintese-anual-da-agricultura/>>

FERREIRA, F. M. et al. Bioenergy elephant grass genotype selection leveraged by spatial modeling of conventional and high-throughput phenotyping data. **Journal of Cleaner Production**, v. 363, p. 132286, 20 ago. 2022. DOI: 10.1016/J.JCLEPRO.2022.132286.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E. X. Introdução e avaliação de gramíneas perenes de verão no Alto Vale do Itajaí, **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 7, n. 1, p. 77-86, Santa Catarina. 2001.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FORMAGGIO, A. R.; SANCHES, I. D. **Sensoriamento Remoto em agricultura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

FREITAS, R. G. et al. Estimating pasture aboveground biomass under an integrated crop-livestock system based on spectral and texture measures derived from UAV images. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 198, p. 107122, 1 jul. 2022. DOI: 10.1016/J.COMPAG.2022.107122.

GITELSON, A. A. et. al. Remote estimation of canopy chlorophyll content in crops. **Geophysical Research Letters**, v. 32, n. 8, p. 4, 2005.

GITELSON, A. A.; GRITZ, Y.; MERZLYAK, M. N. Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, n. 3, p. 271–282, 2003.

GITELSON, A. A.; MERZLYAK, M. N. Spectral Reflectance Changes Associated with Autumn Senescence of *Aesculus hippocastanum* L. and *Acer*

- platanoides L. Leaves. Spectral Features and Relation to Chlorophyll Estimation. **Journal of Plant Physiology**, v. 143, n. 3, p. 286–292, 1994.
- HANISCH, A. L. et al. SCS315 Catarina-gigante: cultivar de gramínea perene de verão produtiva e adaptada às condições de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 2, p. 74–77, 31 ago. 2022.
- HIJANO, N. et al. Interferência: conhecer para usá-la a nosso favor. Em: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (Eds.). **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. v. 1p. 106–144.
- IBGE. **Produção Pecuária Municipal 2022**. v. 50, p. 1–12, 2023. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=784>> Acesso em 09 de abr. de 2024
- IBGE. **Produção Pecuária Municipal 2023**. Brasil. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 09 abr. 2024.
- JOCHIMS, F. Distribuição de produção de forragem de tifton 85. In: 12º Simpósio Brasil Sul de Bovinocultura de Leite e 1º Simpósio Catarinense de Pecuária de Leita à Base de Pasto. Chapecó, SC. **Anais**. Florianópolis: Epagri, p 101 - 103. 2023.
- JOCHIMS, F. et. al. Espécies forrageiras mais utilizadas em pastagens na Região Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 30 n. 3, p. 15 – 18, set./dez. 2017.
- KAVALCO, S. A. F.; JOCHIMS, F.; FLOSS, P. A. **Caracterização de sistemas silvipastoris atendidos pela Epagri na região Oeste de Santa Catarina**. Congresso Brasileiro de Produção Animal Sustentável. **Anais...Chapecó**: 2019.
- KUVA MA et al. Experimentos de eficiência e praticabilidade agronômica com herbicidas. In: Monquero, P.A. **Experimentação com herbicidas**. São Carlos: Rima. p. 75-98. 2016.
- LAJÚS, C. R. et al. Morphophysiological characterization of giant missionary grass accessions 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2302–2307, 2011.
- LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento / UFG - Universidade Federal de Goiás. **Atlas das Pastagens**. 2022. Disponível em<<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>> Acesso em 27 jun. 2024.
- LORENZETTI, J. A. **Princípios físicos de sensoriamento remoto**. São Paulo: Blucher, 2015.
- MACHADO, D., et. al. Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estádio fenológico de expansão do primeiro trifólio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.12, p.2132-2138, dez, 2013.

MAIXNER, A. R. Gramíneas forrageiras perenes tropicais em sistemas de produção de leite a pasto no Noroeste do Rio Grande do Sul. **Dissertação**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 74 p. 2006.

MALAFIA, et.al. **Cadeia Produtiva da carne bovina**: contextos e desafios futuros. 45 p. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2021.

MANDEBVU, P. et al. Comparison of tifton 85 and coastal bermudagrasses for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 6, p. 1572-1586, 1999.

MARQUES, F. R. et al. Interferência de plantas daninhas na formação de pastagem com capim Vaquero. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, p. 107–120, 2019.

MARTINI, L. F. D. et al. Environmental conditions affect herbicide selectivity on paddy rice in Southern Braz. **Ciencia Rural**, v. 53, n. 4, 2023.

MENDES, K. F. et al. Classificação, seletividade e mecanismos de ação de herbicidas. Em: MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A. (Eds.). **Plantas daninhas**: herbicidas. 1. ed. São Paulo: Oficina do Texto, 2022. v. 2p. 7–56.

MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A.; MIELKE, K. C. Classificação, seletividade e mecanismos de ação de herbicidas. Em: MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A. (Eds.). **Plantas daninhas**: herbicidas. 1. ed. São Paulo: Oficina do Texto, 2022. v. 2p. 7–56.

MENDES, L. G. R. et al. Manejo de pastagem rotacionado na pecuária de corte com ênfase no bem-estar do animal. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e42311730159, 2022.

MENON, A. R. R. **Remote Sensing Application in Agriculture and Forestry**. Kerala Environment Congress. **Anais**...jul. 2012.

MOLIN, J. P.; DO AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de Precisão**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MONQUERO, P. A. et al. Seletividade de herbicidas em espécies de gramas ornamentais. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 3, p. 296, 10 dez. 2012.

NANDULA, V. K. et al. Herbicide Metabolism: Crop Selectivity, Bioactivation, Weed Resistance, and Regulation. **Weed Science. Anais**...Cambridge University Press, 1 mar. 2019.

NEVES, F.P. Estratégias de manejo da oferta de forragem em pastagem natural: estrutura da vegetação e a recria de novilhas. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 179 p. 2008.

OEHME, L. H. et al. Remote Sensing of Maize Plant Height at Different Growth Stages Using UAV-Based Digital Surface Models (DSM). **Agronomy**, v. 12, n. 4, 1 abr. 2022. DOI: 10.3390/AGRONOMY12040958

OTTONI, D. et al. Optimization tifton-85 grass cutting for productivity and nutrient value. **Bioscience Journal**, v. 37, p. 1–7, 2021.

PEREIRA, A. V. et. al. Pastagens impulsionam a pecuária de leite no Brasil. In: DA ROCHA, D. T. et. al. **Anuário do Leite 2022**: Pecuária Leiteira de Precisão. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2022 p. 90-94.

PEREIRA, L. S. et al. Interferência de plantas daninhas em pastagem de Urochloa brizantha cv. Marandu. Cultura Agronômica: **Revista de Ciências Agronômicas**, v. 28, n. 1, p. 29–41, 25 abr. 2019.

PIRES, F. P. A. DE A, et al. Híbridos de *Cynodon*. Em: JAYME, D. G. et al. (Eds.). **Gramíneas forrageiras tropicais**. 1. ed. Belo Horizonte: FEPE, 2022. v. 1p. 91–111.

PITELLI, R. A. Competição entre Plantas Daninhas e Plantas Cultivadas. Em: MONQUERO, P. A. (Ed.). **Aspectos da biologia e manejo as plantas daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, 2014. p. 61–82.

SANTOS, D.T. Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 259 p. 2007.

SEEBER G. V. et al. Produção de forragem e densidade de perfilhos em pastos de capim-tifton 85 inoculados com *Azospirillum brasiliense* e *Bacillus licheniformis*. In.: 12º Simpósio Brasil Sul de Bovinocultura de Leite e 1º Simpósio Catarinense de Pecuária de Leite à Base de Pasto. Chapecó, SC. **Anais**. Florianópolis: Epagri, p 54 - 56. 2023.

SHANMUGAPRIYA, P. et al. Applications of Remote Sensing in Agriculture - A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 01, p. 2270–2283, 20 jan. 2019.

SILVA, A. F. M. et al. Introdução à ciência das plantas daninhas. Em: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (Eds.). **Matologia**: Estudos sobre plantas daninhas. 1. ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra , 2021. p. 7–37.

SILVA, A. W. L. DA et al. Acúmulo mensal de forragem em pastagem de Tifton 85 no Oeste Catarinense. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7233–7249, 2021.

SILVA, S.C. da. Potencial das pastagens de *Cynodon* na pecuária de corte. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C. de; LIMA, J. (Eds.) ***Cynodon*: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, p. 177-189, 2005.

SILVA, W., et al. **Potenciais herbicidas para a cultura de alfafa.** Juiz de Fora: EMBRAPA, Circular técnica 77, ISSN 1517-4816, 2004. 16p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Santa Maria: Palloti, 2016. 376 p.

SOLLENBERGER, L.E.; JONES JR., C.S. Beef production from nitrogen-fertilized Mott dwarf elephantgrass and pensacola bahiagrass pastures. **Tropical Grasslands**, v. 23, n. 3, p. 129-134, 1989.

VALLS, J.F.M. et al. A grama missioneira gigante: híbrido entre duas forrageiras cultivadas do gênero *Axonopus* (Gramineae). In: Congresso Nacional De Genética, 46, 2000, Águas de Lindóia. **Anais[...]** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Genética. 2000

VALLS, J.F.M; PEÑALOZA, A.P.S. Recursos genéticos de gramíneas forrageiras para a pecuária. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande, MS. **Anais[...]** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

VIEIRA, S.A.; et al. Avaliação do desempenho agronômico das forrageiras tifton 85 e missioneira gigante, no litoral sul catarinense. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 12, n. 1, p. 11-14, 1999.