



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Verônica Lemos da Silva

Desempenho de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura do alho

Curitibanos

2025

Verônica Lemos da Silva

Desempenho de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura do alho

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Agronomia, do Centro de Ciências Rurais, do Campus de Curitiba, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Naiara Guerra

Curitiba

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Silva, Verônica Lemos
Desempenho de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura do alho / Verônica Lemos Silva ; orientador, Naiara Guerra, 2025.
44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, , Curitibanos, 2025.

Inclui referências.

1. . 2. Cultura do alho. 3. Herbicidas de pós-emergência. 4. Seletividade para a cultura. 5. Plantas daninhas. I. Guerra, Naiara. II. Universidade Federal de Santa Catarina. . III. Título.

Verônica Lemos da Silva

Desempenho de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura do alho

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado, em 06 de junho de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Banca examinadora

Profª. Dra. Naiara Guerra

Orientadora

Profª. Dra. Elis Borcioni

Universidade Federal de Santa Catarina

Engenheiro Agrônomo MSe. Ricardo Pazinato

Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do Trabalho de Conclusão de Curso que foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Assinatura Digital

Profª. Dra. Naiara Guerra

Orientadora

Curitiba

2025

Dedico esse trabalho aos meus estimados e
adorados pais.

AGRADECIMENTOS

É com apreço que agradeço, primeiramente, a Deus por ser a base sólida que me sustenta. Agradeço aos meus queridos e amados pais, José Alberto da Silva e Vera Lucia de Lemos, por me apoiarem e não medirem esforços para que eu concluísse essa fase. Agradeço também ao meu irmão, João Alberto Lemos da Silva, pelo seu apoio incansável e companheirismo.

Estendo meus agradecimentos, ainda, ao meu noivo, Cristiano Barreto Vassalli por me encorajar e acreditar no meu trabalho. Aos meus tios, João Rodolfo da Silva, Sabrina Abrão da Silva e Idelma Lemos, por me incentivarem a estarem ao meu lado.

A minha orientadora, Naiara Guerra, por não medir esforços para que este projeto fosse possível, por me ensinar e orientar. Aos integrantes do Grupo de Estudos de Plantas Daninhas, Sabrina Isabel Pires e Ricardo Pazinato pela ajuda, parceria e colaboração nos estudos.

Aos funcionários do setor agropecuário da Universidade Federal de Santa Catarina pela ajuda no manejo dos experimentos a campo. Ao produtor Everson Tagliari, pela disponibilização da área para que fosse realizada a pesquisa, e também, à ANAPA (Associação Nacional dos Produtores de Alho) pelo apoio à pesquisa.

Por fim, meu agradecimento a todos os professores, amigos, colegas e familiares que foram fundamentais para a realização do referido estudo.

“E tudo quanto fizerdes, fazei-o de todo coração.” (Colossenses 3:23-24).

RESUMO

A produção de alho (*Allium sativum*) em Curitiba, SC, é significativamente expressiva. No entanto, devido às características morfológicas da planta, a cultura enfrenta grandes desafios com a presença de plantas daninhas durante o seu ciclo. Além disso, é importante considerar que há uma carência de estudos para a cultura, principalmente direcionada ao controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas. Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o controle das plantas daninhas: Nabiça (*Raphanus raphanistrum*), mentruz (*Coronopus didymus* (L.)), erva-de-passarinho (*Stellaria media*) e língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*). Além disso, buscou-se avaliar a seletividade dos herbicidas para a cultura do alho. O experimento foi conduzido em área comercial no município de Curitiba, na safra de 2024. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, contendo nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de ioxynil (75g ha^{-1}), ioxynil + pendimethalin ($75 + 1820\text{ g ha}^{-1}$), ioxynil + pyroxasulfone ($75 + 100\text{g ha}^{-1}$), fomesafen ($37,5\text{g e } 75\text{g ha}^{-1}$), s-metolachlor + fomesafen ($258,9 + 56,9\text{g ha}^{-1}$), prometrina (250g ha^{-1}), além de duas testemunhas, uma capinada e outra sem capina. Realizou-se três aplicações de herbicidas na pós-emergência do alho com três, cinco e sete folhas. A cultivar de alho utilizada foi a Quitéria. As avaliações consistiram na porcentagem de controle das plantas daninhas presentes na área experimental, fitointoxicação, altura de plantas, estande, produtividade e classes de bulbos de alho, conforme o seu calibre. A mistura de s-metolachlor + fomesafen apresentou um controle significativamente menor, resultando em alta fitotoxicidade para a cultura, o que ocasionou a diminuição dos bulbos e queda na produtividade. Semelhante a esse resultado, as diferentes doses de fomesafen não promoveram controle satisfatório para erva-de-passarinho e língua-de-vaca, evidenciando parâmetros análogos aos de s-metolachlor + fomesafen para fitotoxicidade. Em contrapartida, os resultados evidenciam que os herbicidas ioxynil, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone promoveram maior controle das espécies estudadas, e não afetaram a produtividade de diâmetro dos bulbos de alho, sendo considerados seletivos para a cultura.

Palavras-chave: *Allium sativum*; *Raphanus raphanistrum*; *Coronopus didymus* (L.); *Stellaria media*; *Rumex obtusifolius*.

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum*) production in Curitiba, SC, is significantly prominent. However, due to the plant's morphological characteristics, the crop faces major challenges with weed infestation throughout its growth cycle. Moreover, there is a notable lack of research focused on this crop, especially regarding weed control and herbicide selectivity. Therefore, the objective of this study was to evaluate the control of the following weed species: wild radish (*Raphanus raphanistrum*), lesser swinecress (*Coronopus didymus*), chickweed (*Stellaria media*), and broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*). Additionally, the study aimed to assess the selectivity of herbicides for garlic crops. The experiment was carried out in a commercial field in the municipality of Curitiba during the 2024 growing season. A randomized block design was used, with nine treatments and four replications. The treatments consisted of ioxynil (75 g ha⁻¹), ioxynil + pendimethalin (75 + 1820 g ha⁻¹), ioxynil + pyroxasulfone (75 + 100 g ha⁻¹), fomesafen (37.5 g and 75 g ha⁻¹), s-metolachlor + fomesafen (258.9 + 56.9 g ha⁻¹), and prometryn (250 g ha⁻¹), in addition to two control plots—one hand-weeded and the other non-weeded. Three post-emergence herbicide applications were carried out at the three-, five-, and seven-leaf stages of garlic. The garlic cultivar used was Quitéria. Evaluations included weed control percentage, crop phytotoxicity, plant height, plant stand, yield, and bulb size classification based on diameter. The s-metolachlor + fomesafen mixture showed significantly lower weed control and resulted in high phytotoxicity to the crop, leading to reduced bulb size and decreased yield. Similarly, different fomesafen doses did not provide satisfactory control for chickweed and broad-leaved dock and showed phytotoxicity levels similar to the s-metolachlor + fomesafen treatment. In contrast, the herbicides ioxynil, ioxynil + pendimethalin, and ioxynil + pyroxasulfone demonstrated effective control of the target weed species and did not negatively affect garlic bulb diameter or productivity, thus being considered selective for the crop.

Keywords: *Allium sativum*; *Raphanus raphanistrum*; *Coronopus didymus*(L.); *Stellaria media*; *Rumex obtusifolius*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados meteorológicos: safra 2024 para a cultura do alho.	21
Figura 2. Espécies infestantes na área, safra 2024. A) Nabiça; B) Menstruz; C) Erva-de-passarinho; D) Língua-de-vaca.	24
Figura 3. Controle de plantas daninhas: A) Ioxynil; B) Ioxynil + pendimethalin; C) Ioxynil + pyroxasulfone; D) Fomesafen - 37,5 g; E) Fomesafen - 75 g; F) S-metolachlor + fomesafen; G) Prometrina; H) Testemunha sem capina; I) Testemunha capinada	32
Figura 4. Sintomas de fitotoxicidade observados em plantas de alho após a primeira aplicação. A) Enrolamento foliar; B) Clorose; C) Necrose.	34
Figura 5. Classificação dos bulbos, segundo o diâmetro. Curitiba, SC, 2025.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Herbicidas registrados para a cultura do alho.	17
Tabela 2. Análise de solo: características físicas e químicas analisadas após-plantio do alho, safra 2024.	22
Tabela 3. Tratamentos aplicados na pós-emergência do alho e das plantas daninhas.	23
Tabela 4. Aplicações de herbicidas e condições climáticas.	23
Tabela 5. Escala de avaliação visual de controle de plantas daninhas com herbicidas proposta pela Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974).	24
Tabela 6. Classificação do alho, portaria N° 435.	25
Tabela 7. Controle (%) de <i>Raphanus raphanistrum</i> após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitiba, SC, 2025.	28
Tabela 8. Controle (%) de <i>Coronopus didymus</i> L. após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitiba, SC, 2025.	29
Tabela 9. Controle (%) de <i>Stellaria media</i> após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitiba, SC, 2025.	30
Tabela 10. Controle (%) de <i>Rumex obtusifolius</i> após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitiba, SC, 2025.	31
Tabela 11. Fitointoxicação (%) de plantas de alho após aplicação de herbicidas na pós-emergência. Curitiba, SC, 2025.	35
Tabela 12. Altura (cm) e produtividade (kg ⁻¹) de plantas de alho após aplicação de herbicidas na pós-emergência. Curitiba, SC, 2025.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivos específicos	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	CULTURA DO ALHO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	15
2.2	INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS	16
2.3	CONTROLE QUÍMICO: MECANISMOS DE AÇÃO	17
2.3.1	Inibidores do fotossistema II (FSII)	18
2.3.2	Inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFA)	19
2.3.3	Inibidor da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX)	19
2.3.4	Inibidor da formação de microtúbulos	20
3	MATERIAL E MÉTODO	21
3.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Anuário de Hortifruti 2025, o Brasil foi o 12º país produtor de alho, com 13,5 mil hectares e o 10º em produção com 184 mil toneladas, o que corresponde a 0,64% da produção mundial (Lucini, 2025). No cenário nacional esta produção estende-se principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. E para o estado de Santa Catarina as maiores produções concentram-se nos municípios de Lebon Régis, Caçador e Curitibanos (IBGE, 2023).

A cultura contribui significativamente à economia do estado, especialmente no município de Curitibanos, SC, onde a mesma possui uma grande importância econômica e social (Camargo, 2021).

O alho (*Allium sativum*) é uma espécie pertencente à família das Amaryllidaceae. Sua estrutura consiste em folhas eretas e cerosas que possuem bainhas, formando um pseudocaule o qual originará o bulbo, estrutura que abriga os bulbilhos (Resende; Haber; Pinheiro, 2015). A olerícola é um condimento utilizado mundialmente por suas propriedades nutritivas e medicinais, o que a torna uma hortaliça de grande importância no mercado (Rahman *et al.*, 2012).

Desta forma, torna-se imprescindível um desenvolvimento adequado do cultivo, uma vez que, diversos fatores contribuem para a baixa produtividade da cultura. O alho, devido ao seu crescimento inicial lento e suas características morfológicas, tende a favorecer o desenvolvimento de plantas daninhas na área devido a sua estrutura não realizar um sombreamento nos canteiros. Essa característica aliada a baixa capacidade competitiva do alho, favorece o crescimento dessas plantas (Lucini, 2009).

Segundo Zanatta *et al.*, (2006), as plantas daninhas afetam à cultura devido à alta competitividade por fatores como luz, água e nutrientes, como também pela liberação de compostos alelopáticos. Essa interação acarreta na perda de produtividade, dificultando a colheita e a qualidade dos bulbos. No alho a infestação de plantas daninhas estende-se dos 5 primeiros dias após a emergência da cultura até os 126 dias, o que compreende um período crítico de prevenção a interferência longo durante o desenvolvimento da cultura, sendo de 120 a 123 dias aproximadamente (Guerra *et al.*, 2020).

Essa relação entre espécies daninhas e a cultura acarreta na perda da qualidade dos bulbos, desencadeando falhas na formação das túnicas e intensificando as dificuldades no momento da colheita, muitas vezes ocasionando danos mecânicos no alho (Guerra *et al.*, 2023).

Conseqüentemente, esses fatores interagem negativamente na apresentação do bulbo, provocando defeitos que o levam a uma classificação de indústria (MAPA, 2022).

Em decorrência do que foi citado acima, o controle de espécies daninhas na cultura pode ser realizado através do controle mecânico, químico ou arranquio manual (Lucini, 2009). A técnica de controle químico mostra-se a mais utilizada, devido a prática ser mais viável financeiramente, mais eficaz e mais fácil para o produtor (Siddhu *et al.*, 2017). Entretanto, atualmente são registrados apenas sete herbicidas para a cultura do alho, sendo eles: clethodim, flumioxazina, ioxynil, linuron, oxadiazona, pendimetalina e trifluralina (Agrofit, 2025). Sendo apenas o ioxynil, pós-emergente para o controle de dicotiledôneas.

Para a realização do estudo, buscou-se utilizar os herbicidas: ioxynil, pendimethalin, pyroxasulfone, fomesafen, s-metolachlor e prometrina na pós-emergência do alho. Os mecanismos de ação variam, sendo eles, inibidor do fotossistema II, inibidor da formação de microtúbulos, inibidor da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs) e inibidor da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). A utilização de diferentes herbicidas e mecanismos de ação, busca alcançar novas possibilidades para o manejo químico de plantas daninhas na cultura.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência de herbicidas de pós-emergência no controle das principais espécies de plantas daninhas infestantes do alho, bem como a seletividade destas moléculas para a cultura do alho.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a eficiência de herbicidas aplicados na pós-emergência do alho, para o controle de plantas daninhas: *Raphanus raphanistrum*, *Coronopus didymus* (L.), *Stellaria media* e *Rumex obtusifolius*;
- Determinar a fitointoxicação causada pelos herbicidas na cultura do alho;
- Estabelecer o efeito dos herbicidas aplicados em pós-emergência, nos componentes de rendimento e produtividade do alho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTURA DO ALHO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O alho é uma olerícola monocotiledônea que está inserida na família das Amaryllidaceae, sendo capaz de atingir até 150 cm de altura (Rebelato, 2016). Além disso, é uma espécie herbácea que possui um pseudocaule ereto no qual a parte inferior, subterrânea, desenvolve-se o bulbo que é composto por bulbilhos (Resende *et al.*, 2011). Nos bulbilhos são armazenadas as reservas energéticas, ricas em amido e carboidratos que posteriormente serão imprescindíveis para um propágulo vegetativo de alta qualidade (Oliveira, 2010).

A composição do alho compreende diferentes nutrientes, como: aminoácidos, vitaminas, sais minerais e enzimas (ANAPA, 2018). Portanto, para além do uso condimentar, o mesmo torna-se um importante componente para tratamentos farmacológicos, auxiliando a saúde humana (Resende *et al.*, 2011). Por conseguinte, destaca-se como uma das olerícolas de maior importância no Brasil (Haramoto, 2018). Sobretudo, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde a produção possui números significativos (IBGE, 2023).

De acordo com o censo do IBGE 2023, a quantidade total de alho produzida no Brasil foi de 184.844 toneladas, sendo os principais estados produtores: Minas Gerais (93.211 t), Goiás (56.198 t), Rio Grande do Sul (10.954 t) e Santa Catarina (8.969 t). A quantidade representativa da produção nacional corresponde a 0,64% da produção mundial, posicionando o Brasil entre os doze maiores produtores (Lucini, 2025). Nessa perspectiva, mostra-se uma cultura, sobretudo, que requer muita mão de obra, uma vez que para cada hectare plantado criam-se quatro empregos diretos e outros doze indiretos (ANAPA, 2022).

No município de Curitiba, SC, o cultivo do alho estende-se para além de apenas um contribuinte econômico, é um elemento cultural (Camargo, 2021). Os primeiros cultivos de alho do estado ocorreram em Curitiba, através da introdução pelo técnico agrícola Takashi Chonan, o qual selecionou a primeira variedade de alho roxo, a variedade Chonan (EPAGRI, 2023).

A comercialização deste produto depende das características do bulbo, como: a classificação quanto à qualidade (alho nobre e alho comum), a cor da película do bulbilho e a classificação quanto ao diâmetro transversal (Dalmas, 2023). Esses atributos são determinantes para estabelecer o preço de comercialização dos bulbos.

Segundo a portaria emitida do MAPA (2022), o alho deve apresentar características da cultivar bem definidas e estar fisiologicamente desenvolvidos, limpos, inteiros, firmes e com

as raízes cortadas rente ao caule. Não devem apresentar elementos ou agentes que comprometam a higiene do produto e devem estar livres de umidade externa anormal, odor e sabor estranho (MAPA, 2022).

2.2 INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS

Segundo Lucini (2009), as principais espécies daninhas dicotiledôneas de inverno/primavera que infestam os cultivos do alho em Curitiba, SC, são: Mentrúz (*Coronopus didymus* (L.)), nabo/nabiça (*Raphanus sativus* L., *Raphanus raphanistrum* L.), erva-de-passarinho (*Stellaria media* (L.) Vill.) e língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*), e na primavera/colheita, são: Picão-preto (*Bidens pilosa* L.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.), guanxuma (*Sida* sp.) e carrapicho rasteiro (*Acontospermum australe* Loeffl.).

A interferência causada por estas espécies resulta em efeitos no crescimento e desenvolvimento das plantas de alho, ocasionando quedas na produtividade da lavoura (Hijano *et al.*, 2021). Essas espécies competem por água, luz, nutrientes e espaço, além de muitas liberarem substâncias tóxicas que ocasionam a redução do crescimento em espécies cultivadas, apresentando o fenômeno da alelopatia. Ainda, essas plantas servem como abrigo para pragas e doenças que podem acometer a cultura (Oliveira; Brighenti, 2011).

A alta competitividade de daninhas é favorecida no meio agrícola, em resposta à adaptação frente às modificações do meio, onde as espécies, por sobrevivência e manutenção da sua população se desenvolvem morfológicamente com características distintas que lhe conferem alta capacidade competitiva, como por exemplo, alto potencial de rebrota, aprofundamento de raízes, desenvolvimento de folhas, entre outros (Silva *et al.*, 2021).

De forma complementar, em lavouras de alho, o crescimento de daninhas é favorecido pelas particularidades morfológicas da olerícola, como, folhas estreitas, eretas e de porte pequeno que por sua vez, não propiciam uma cobertura total do solo (Garcia *et al.*, 2021). Conseqüentemente, essa particularidade deixa o solo exposto, o que corrobora para o desenvolvimento de vegetação daninha durante todo o seu ciclo. Por conseguinte, ocasionam a depreciação da qualidade do produto (Pitelli *et al.*, 1987), o que é visualizado no alho pela redução do diâmetro dos bulbos.

A diminuição dos bulbos infere na produtividade final do cultivo e está relacionada à baixa competitividade da hortaliça com as daninhas infestantes, ocasionando quedas de até 80% na produção (Guerra *et al.*, 2020).

O período crítico de prevenção à interferência (PCPI), ou seja, o período em que a cultura está mais suscetível a danos causados pela presença de daninhas, ocorre do 6 aos 126 dias após o plantio (DAP), compreendendo praticamente todo o ciclo da cultura (Radzinski, 2022). Caso as plantas daninhas não sejam controladas dentro desse período, a produtividade da cultura é significativamente afetada (Guerra *et al.*, 2024).

O controle dessas espécies no cultivo de alho pode ser realizado de forma manual, mecânica ou química. No entanto, a capina manual torna-se inviável, uma vez que demanda alta mão de obra. A mecânica, com enxadas, por exemplo, é uma possibilidade, porém, necessita de cuidados excessivos para não danificar a estrutura do bulbo e por fim, o controle químico, torna-se o mais usual, considerando a praticidade e facilidade proporcionada neste manejo (Lucini, 2009).

Considerando os aspectos listados, percebe-se que o controle químico é o mais comum, realizado na maioria das propriedades, logo é importante dar subsídios aos produtores com relação ao melhor e ou mais adequado produto a ser aplicado. Em razão de que há aspectos determinantes a serem considerados, como por exemplo, o momento oportuno de se fazer o controle e os custos que o procedem, a fim de evitar fitointoxicação na cultura o que consequentemente ocasiona perdas econômicas que impactam na segurança do produtor.

2.3 CONTROLE QUÍMICO: MECANISMOS DE AÇÃO

Baseado no controle químico, os herbicidas podem apresentar ação em pré-emergência ou em pós-emergência das plantas daninhas, monocotiledôneas ou dicotiledôneas. Entretanto, quando observa-se os herbicidas registrados para a cultura do alho no Brasil, nota-se uma escassez, principalmente no que tange o aspecto de produtos de pós-emergência e para o controle de dicotiledôneas (Agrofit, 2025) (Tabela 1). Esse fato fomenta pesquisas que objetivam a busca por novas alternativas de herbicidas que sejam eficientes sobre a comunidade infestante e que não ocasionem efeitos negativos à cultura.

Tabela 1. Herbicidas registrados para a cultura do alho.

Ingrediente ativo	Modalidade de aplicação	Espectro de controle
Pendimethalin	Pré-emergência	Monocotiledôneas
Trifluralina	Pré-emergência	Monocotiledôneas
Flumioxazin	Pré-emergência	Dicotiledôneas
Oxadiazon	Pré-emergência	Dicotiledôneas
Linuron	Pré e pós-emergência	Dicotiledôneas
Clethodim	Pós-emergência	Monocotiledôneas
Ioxynil	Pós-emergência	Dicotiledôneas

Fonte: Adaptado de Agrofit, 2025.

Segundo Mendes *et al.*, (2022), a seletividade e o controle são particularidades essenciais para a visualização da ação desses herbicidas nas áreas de atividades agrícolas. A seletividade configura a tolerância de uma determinada espécie sob a aplicação e presença de um produto químico sem causar danos na sua conformação. Já o controle representa a capacidade da molécula utilizada para a inibição do desenvolvimento de espécies indesejadas.

Ainda, as poucas opções de herbicidas registrados para o alho resultam em um outro problema, que é a não alternância ou pequena rotatividade de mecanismos de ação. Fato que pode favorecer a pressão de seleção de plantas daninhas com resistência genética natural. Essa interação dificulta o manejo químico subsequente ao decorrer dos anos nas áreas produtivas, uma vez que, o controle de plantas daninhas torna-se cada vez mais complexo e dificultoso, considerando, principalmente, apenas uma molécula disponível (Christoffoleti *et al.*, 2016). Desta forma, contextualiza-se os mecanismos de ação utilizados para o referido estudo, como:

2.3.1 Inibidores do fotossistema II (FSII)

O ioxynil e a prometrina, herbicidas utilizados para o referido estudo, atuam inibindo o fotossistema II (FSII). Contudo, apenas o ioxynil possui registro para a cultura do alho e para o uso na pós-emergência, controlando espécies dicotiledôneas (Agrofit, 2025), sendo o tratamento padrão adotado por produtores de alho no Brasil. O mecanismo de ação inibidor do fotossistema II atua sobre a transferência de elétrons da plastoquinona ligada à proteína D1 (Qb), para a plastoquinona ligada aos cloroplastos (Qa) na fase de fotossíntese (Mendes *et al.*,

2022). Essa ação causa um bloqueio no transporte de elétrons resultando na produção de radicais livres que levam a peroxidação dos lipídeos presentes nas membranas e ocasionam uma sequência de sintomas nas plantas sob essa ação, como, clorose seguida de necrose (Marchi *et al.*, 2008). Referente a esses mecanismos de ação, o ioxynil atua controlando espécies de beldroega (*Portulaca oleracea*), picão-branco (*Galinsoga parviflora*), serralha (*Sonchus oleraceus*), entre outras (ADAPAR, 2023).

A prometrina tem registro para pré e pós-emergência para as culturas como, algodão, batata yacon, batata-doce, cará, cenoura, gengibre, inhame, mandioca e mandioquinha-salsa no controle de mono e dicotiledôneas, como: picão-preto (*Bidens pilosa*), erva-de-santa-luzia (*Chamaesyce hirta*), papuã (*Brachiaria plantaginea*), entre outras (ADAPAR, 2024).

2.3.2 Inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFA)

Os ácidos graxos de cadeia muito longa são importantes componentes das cutinas, ceras e suberinas do tecido vegetal. Os herbicidas incluídos neste mecanismo de ação inibem a formação dos ácidos graxos, impactando no crescimento e na divisão celular da planta, e conseqüentemente, dificultam a emergência das daninhas submetidas a essas aplicações (Mendes *et al.*, 2022), uma vez que, a maioria das moléculas classificadas em VLCFA possuem ação pré-emergente.

O pyroxasulfone e o s-metolachlor são exemplos de herbicidas que atuam sobre a síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFA). Ambos não possuem registros para a cultura do alho (Agrofit, 2025), porém, contemplam uma diversidade de registros para outras culturas.

O pyroxasulfone, possui ação pré-emergente, sendo registrado para as culturas de algodão, amendoim, batata, café, cana-de-açúcar, cevada, citros, eucalipto, fumo, girassol, milho, pastagem, pinus, soja e trigo no controle de espécies de folhas estreitas, incluindo uma diversidade de capins, como: capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), entre outros, e também folhas largas, como: trapoeraba (*Commelina benghalensis*), caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*), entre outras (IHARABRAS S.A Indústrias Químicas, 2025).

O s-metolachlor, quanto a esse aspecto, é um herbicida seletivo utilizado na pré-emergência, nas culturas de algodão, cana-de-açúcar, canola, girassol, feijão, milho e soja visando o controle de espécies como: erva-quente (*Spermacoce latifolia*), fazendeiro (*Galinsoga parviflora*), maria-pretinha (*Solanum americanum*), entre outras espécies que pertencem ao grupo das dicotiledôneas, e também, compreendem as espécies monocotiledôneas

como: capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-colonião (*Panicum maximum*), etc (NORTOX S/A, 2025).

2.3.3 Inibidor da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX)

Nesse grupo destaca-se o herbicida fomesafen, um inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase que não possui registro para o cultivo de alho (Agrofit, 2025). O fomesafen é um herbicida pós-emergente que possui registro para o feijão e soja e pré-emergente para o algodão, atuando no controle de espécies eudicotiledôneas, como, picão-preto (*Bidens pilosa*), caruru (*Amaranthus palmeri*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), entre outros (ADAPAR, 2024). Estes herbicidas atuam bloqueando a produção de clorofila e composto heme através da inibição da enzima PROTOX. Ao inibir a enzima PROTOX, ocorre um aumento na concentração de protoporfirinogênio no cloroplasto e uma difusão do mesmo para fora do centro reativo, o que leva a elevada produção de protoporfirina IX, originando formas reativas de oxigênio (EROs) nas membranas celulares que ocasionam a peroxidação de lipídeos (Marchi *et al.*, 2008).

2.3.4 Inibidor da formação de microtúbulos

Os microtúbulos, importantes componentes para a formação das paredes celulares, são diretamente comprometidos pelos herbicidas que possuem um mecanismo de ação voltado a inibição dos microtúbulos, como por exemplo, o pendimethalin, pois este liga-se a proteína tubulina provocando alterações anormais nas divisões celulares e ocasionando a degradação dos microtúbulos, o que resulta em um impedimento do crescimento das plântulas presentes na área (Roman *et al.*, 2005).

O pendimethalin é um herbicida pertencente a esse grupo, possui ação pré-emergente e possui registros para as culturas de: algodão, alho, amendoim, arroz, batata, café, cana-de-açúcar, cebola, citros, feijão e maçã no controle de gramíneas anuais e algumas folhas largas, como, caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*), beldroega (*Portulaca oleracea*), entre outros (ADAPAR, 2024).

3 MATERIAL E MÉTODOS

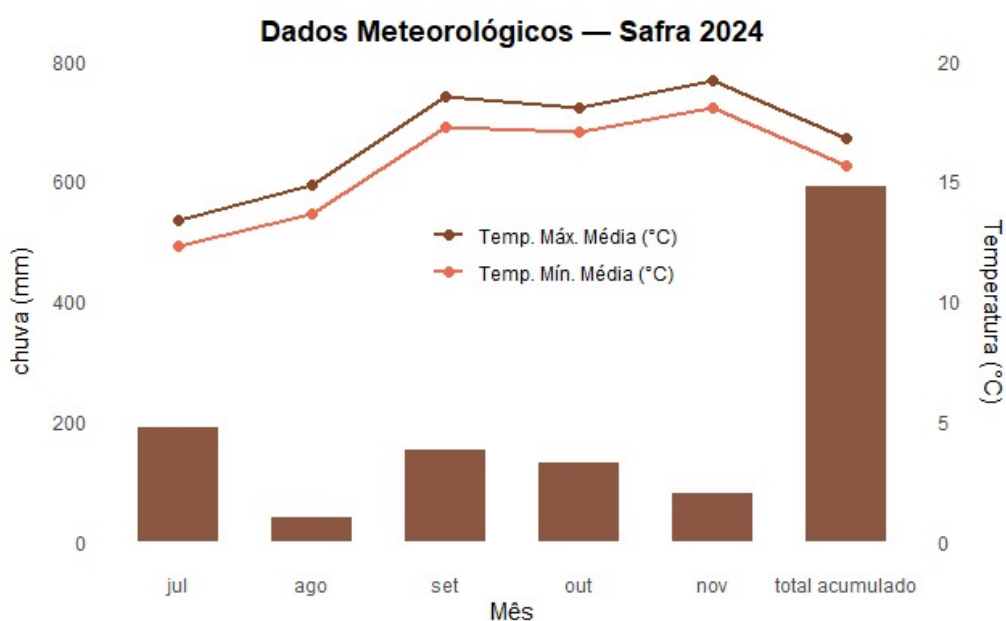
O experimento foi conduzido à campo na safra de 2024, entre os meses de julho a novembro, em uma propriedade particular, comercial localizada no município de Curitibanos, Santa Catarina. A localidade possui uma altitude de 920 m e coordenadas 27°18'05,38" S de latitude e 50°41'24,53" O de longitude.

Segundo Koeppen (2003), o tipo climático da região é caracterizado como Cfb - temperado (mesotérmico úmido e verão ameno) com temperaturas médias anuais de 16-17 °C e precipitações médias anuais de 1500 a 1700 mm.

A Figura 1, ilustra o histórico de dados meteorológicos coletados durante o período experimental pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em Curitibanos, SC. Observa-se as representatividades de temperaturas máximas e temperaturas mínimas em °C e também, a precipitação durante esse intervalo de tempo, incluído o total de precipitação acumulada em milímetros (mm).

Essa informação é de suma importância, pois, através das condições meteorológicas torna-se possível inferir o momento ideal para a aplicação de herbicidas. Além disso, analisando essas variáveis é possível adotar hipóteses da ocorrência de prováveis espécies daninhas infestantes, de acordo com as suas características e exigências (Figura 1).

Figura 1. Dados meteorológicos: safra 2024 para a cultura do alho.



Fonte: Adaptado de INMET, 2025.

O solo da propriedade foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico a partir da análise de solo, realizada através do laboratório de análise de solos - LAS (UDESC), representada na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de solo: características físicas e químicas analisadas após o plantio do alho, safra 2024.

Argila (%)	M.O (g dm^{-3})	pH (H ₂ O)	V (%)	CTC efetiva (cmolc dm^{-3})
85	2.3	5.2	70.28	9.51
P (cmolc dm^{-3})	K (cmolc dm^{-3})	Ca (cmolc dm^{-3})	Mg (cmolc dm^{-3})	Al (cmolc dm^{-3})
16.4	0,693	5.87	2.65	0.30

Fonte: Autora, 2025.

O preparo do solo da área experimental ocorreu de forma convencional, seguido de aração, gradagem e encanteiramento. O plantio ocorreu posteriormente no dia 02/07/2024 de forma manual. A cultivar utilizada foi a Quitéria, uma cultivar nobre de ciclo tardio, coloração branca, formação de 7 a 12 bulbilhos por bulbo e formato arredondado. O material desenvolvido destaca-se pelas suas características comerciais e ampla utilização nos estados produtores do Brasil (Resende; Haber; Pinheiro, 2016).

O plantio foi realizado em 3 fileiras duplas por canteiro com espaçamentos de 0,30 m entre linhas x 0,10 m entre bulbilhos. A altura dos canteiros foi de 0,10 m e o espaçamento entre um canteiro e outro de 0,40 m. A densidade de plantio foi de 10 bulbilhos por metro e as parcelas consistiram em 1,20 m de largura por 2,0 m de comprimento.

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para a pesquisa foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos e doses utilizadas são apresentados na Tabela 3.

Cada tratamento recebeu três aplicações dos herbicidas. Todas as aplicações ocorreram na pós-emergência do alho e das plantas daninhas. A primeira aplicação foi realizada quando o alho tinha 3 folhas, a segunda com 5 folhas e a terceira aplicação com 7 folhas respeitando as condições climáticas ideais, Tabela 4.

Tabela 3. Tratamentos aplicados na pós-emergência do alho e das plantas daninhas.

Trat	Herbicida	Dose (g ha i.a)	Produto comercial (p.c)	Dose (p.c. ha)
1	Ioxynil	75	Fico	300 mL
2	Ioxynil + pendimethalin	75 + 1820	Fico + Prowl H2O	300 mL + 4000 mL
3	Ioxynil + pyroxasulfone	75 + 100	Fico + Yamato	300 + 200 mL
4	Fomesafen	37,5	Flex	0,15 mL
5	Fomesafen	75	Flex	0,30 mL
6	S-metolachlor + fomesafen	258,9 + 56,9	Eddus	500 mL
7	Prometrina	250	Gesagard	500 mL
8	Testemunha sem capina	-	-	-
9	Testemunha capinada	-	-	-

Fonte: Autora, 2025.

As aplicações ocorreram utilizando um pulverizador costal, pressurizado a CO² com barra contendo três pontas de jato plano modelo ADIA 110.015, com distanciamento de 0,50m entre bicos. No equipamento foi utilizada a pressão de trabalho de 193,13 kPa, e velocidade de deslocamento de 1,0 m s⁻¹ o que proporcionou taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹. Para todas as aplicações foram utilizados equipamento de proteção individual (EPI's). A Tabela 4, ilustra as datas das aplicações, bem como a temperatura, umidade relativa e velocidade do vento durante as aplicações.

Tabela 4. Aplicações de herbicidas e condições climáticas.

Aplicação	Horário	Temperatura (°C)	UR (%)	Vento (km h ⁻¹)	Nº de folhas do alho
26/07	08h50	20,5	60,5	3,0	3 folhas
07/08	08h40	20,4	63,1	3,9	5 folhas
23/09	08h30	28,0	55,3	0,8	7 folhas

Temperatura (°C) = temperatura em graus celsius; UR (%) = umidade relativa do ar em porcentagem; DAA = dia após a aplicação.

Fonte: Autora, 2025.

As avaliações de controle e fitointoxicação foram realizadas utilizando a escala visual proposta pela Sociedade Brasileira de Plantas Daninhas (SBCPD, 2016), Tabela 5. A frequência de avaliações ocorreu a cada 7 e 15 dias após as aplicações de herbicidas.

Na área experimental as plantas daninhas infestantes avaliadas foram: nabiça (*Raphanus raphanistrum*), mentruz (*Coronopus didymus* (L.)), erva-de-passarinho (*Stellaria media*) e língua-de-vaca (*Rumex obtusifolia*), Figura 2. Para as avaliações de controle destas espécies foi atribuída uma nota de 0 a 100% que indica os níveis de controle, onde 0% significa nenhum controle e 100% controle total, mais detalhes da escala podem ser observados na Tabela 5.

Figura 2. Espécies infestantes na área, safra 2024. A) Nabiça; B) Mentruz; C) Erva-de-passarinho; D) Língua-de-vaca.



Fonte: Autora, 2025.

Tabela 5. Escala de avaliação visual de controle de plantas daninhas com herbicidas proposta pela Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974).

Índice (nota)	Faixa de porcentagem de controle	Descrição do nível de controle
1	91 - 100	Controle excelente
2	81 - 90	Controle muito bom
3	71 - 80	Controle bom
4	61 - 70	Controle suficiente
5	41 - 60	Controle regular
6	00 - 40	Nenhum ou pobre

Fonte: Adaptado de Kuva *et al.*, 2016

Para fitointoxicação da cultura do alho os níveis 0% significa nenhuma fitointoxicação e 100% morte das plantas (Kuva *et al.*, 2016).

Na pré-colheita do alho, semana do dia 07/11/2024, foram realizadas as avaliações de altura de plantas (cm) e estande. Para a altura, foram medidas 5 plantas por parcela, as quais foram tomadas aleatoriamente. O estande foi avaliado pela quantificação de plantas em um metro para cada uma das duas linhas centrais de cada parcela. Após essa prática, as plantas contabilizadas na avaliação de estande foram colhidas e levadas para casa de vegetação, para que ocorresse a cura do alho sobreposta em uma bancada com fundo vazado.

A partir da cura do alho, foram realizados os processos de corte da parte aérea e das raízes e a classificação dos bulbos. A classificação foi determinada utilizando uma mesa classificadora, confeccionada conforme os calibres de bulbos, confeccionada conforme os calibres de bulbos ou seja, seu diâmetro transversal especificados na portaria do MAPA N° 435 de maio de 2022 (MAPA, 2022), (Tabela 6).

Tabela 6. Classificação do alho, segundo a portaria N° 435 do MAPA.

Calibre	Maior diâmetro transversal (mm)
1	Menor ou igual a 20
2	21-30
3	31-40
4	41-45
5	46-50
6	51-55
7	56-60
8	61-65
9	Maior ou igual a 66

Fonte: Adaptado MAPA, 2022.

Após a classificação, cada classe de alho foi pesada individualmente, e posteriormente foi realizada a soma do peso das classes de cada tratamento para a obtenção da produtividade total de bulbos.

Por fim, os dados coletados foram submetidos a análise estatística através do programa Sisvar. As análises utilizadas foram a de análise de variância e o teste de Skott Knott a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais plantas daninhas presentes na área do experimento foram: nabiça (*Raphanus raphanistrum*), mentruz (*Coronopus didymus* L.), erva-de-passarinho (*Stellaria media*) e língua-de-vaca (*Rumex obtusifolia*). As espécies daninhas são descritas como as principais infestantes em cultivo de alho no município de Curitibanos, SC (Lucini, 2009).

A tabela 7, representa os resultados de controle de *Raphanus raphanistrum* após as aplicações dos tratamentos. Notou-se que os tratamentos com ioxynil, ioxynil + pendimethalin, ioxynil + pyroxasulfone, fomesafen (37,5 e 75,0g) e prometrina apresentam um controle acima de 95,0% para essa espécie em praticamente todas as avaliações, sendo classificados, segundo a escala de Kuva *et al.* (2016), como um controle excelente. Já o tratamento com s-metolachlor + fomesafen evidenciou um controle de 55,75% aos 15 dias após a última aplicação, diferindo significativamente dos demais herbicidas e apresentando um controle regular, segundo a escala proposta por (Kuva *et al.*, 2016).

Tabela 7. Controle (%) de *Raphanus raphanistrum* após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitiba, SC, 2025.

Controle de <i>Raphanus raphanistrum</i> (%).						
Tratamento	7DAA1 ^a	15DAA1 ^a	7DAA2 ^a	15DAA2 ^a	7DAA3 ^a	15DAA3 ^a
Ioxynil	72,50 c	92,25 b	99,25 a	97,50 a	95,00 a	95,00 a
Ioxynil + Pendimethalin	76,00 c	92,50 b	99,25 a	99,00 a	100,00 a	100,00 a
ioxynil + pyroxasulfone	84,50 b	97,50 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Fomesafen – 37,5g	90,50 a	95,75 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Fomesafen – 75,0g	97,75 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
S-metolachlor +fomesafen	77,25 c	91,00 b	82,00 b	77,25 b	70,00 b	55,75 b
prometrina	96,50 a	99,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
testemunha sem capina	0,00 d	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00a	100,00 a
CV (%)	6,11	3,91	3,25	4,41	6,15	14,63

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de agrupamento de Scott Knott, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. DAA: Dias após a aplicação.

Fonte: Autora, 2025.

Na tabela 8, são apresentados os níveis de controle para a espécie mentruz (*Coronopus didymus*). Observa-se que os herbicidas em geral demonstraram um controle eficaz da espécie mentruz, com porcentagens iguais ou superiores a 83,75%. Os tratamentos representados pela aplicação de ioxynil, ioxynil + pendimethalin, ioxynil + pyroxasulfone, fomesafen (37,5 e 75,0g) e prometrina não diferiram significativamente da testemunha capinada, evidenciando um controle excelente, acima de 99,25%. No entanto, o tratamento com s-metolachlor + fomesafen expôs uma diferença significativa, de 83,75%, o que evidenciou a redução no controle de *Coronopus didymus* (L.).

Tabela 8. Controle (%) de *Coronopus didymus* L. após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitibaanos, SC, 2025.

Controle de <i>Coronopus didymus</i> (L.) (%)						
Tratamento	7DAA1 ^a	15DAA1 ^a	7DAA2 ^a	15DAA2 ^a	7DAA3 ^a	15DAA3 ^a
Ioxynil	89,75 b	95,50 a	99,25 a	97,25 a	98,75 a	99,25 a
Ioxynil + Pendimethalin	95,50 a	93,50 a	99,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
ioxynil + pyroxasulfone	95,50 a	98,50 a	99,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Fomesafen – 37,5g	97,50 a	93,25 a	94,25 a	93,0 a	96,75 a	100,00 a
Fomesafen – 75,0g	97,50 a	93,50 a	98,00 a	96,00 a	98,75 a	100,00 a
S-metolachlor +fomesafen	88,75 b	93,00 a	82,50 b	80,00 b	83,75 b	83,75 b
prometrina	97,75 a	93,00 a	100,00 a	98,00 a	99,25 a	100,00 a
testemunha sem capina	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
CV (%)	5,51	5,71	3,95	12,03	3,03	3,68

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de agrupamento de Scott Knott, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. DAA: Dias após a aplicação. Fonte: Autora, 2025.

O controle da erva-de-passarinho (*Stellaria media*) é apresentado na Tabela 9 e compreende a maior complexidade de controle entre as espécies analisadas. As misturas de pré e pós-emergentes, como, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone obtiveram o máximo controle, ou seja, 100%. Similarmente, o ioxynil e a prometrina, igualam-se estatisticamente, não diferindo da testemunha capinada. Já os tratamentos com fomesafen (37,5g), fomesafen (75,0g) e s-metolachlor + fomesafen, apresentaram nenhum ou pobre controle de erva-de-passarinho, apresentando controle $\leq 15,0\%$, comparando-se a testemunha sem capina.

Tabela 9. Controle (%) de *Stellaria media* após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitiba, SC, 2025.

Controle de <i>Stellaria media</i> (%).						
Tratamento	7DAA1 ^a	15DAA1 ^a	7DAA2 ^a	15DAA2 ^a	7DAA3 ^a	15DAA3 ^a
Ioxynil	87,25 a	75,50 b	87,75 a	82,50 b	78,25 b	82,50 a
Ioxynil + Pendimethalin	82,00 a	86,75 a	99,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
ioxynil + pyroxasulfone	93,00 a	69,75 b	96,00 a	97,50 a	95,50 a	100,00 a
Fomesafen – 37,5g	80,00 a	71,25 b	26,25 c	32,50 d	15,00 d	12,50 b
Fomesafen – 75,0g	80,00 a	69,25 b	29,50 c	36,25 d	21,25 c	12,50 b
S-metolachlor +fomesafen	96,5 a	69,25 b	53,25 b	45,00 c	27,50 c	15,00 b
prometrina	81,25 a	87,00 a	85,50 a	92,00 a	98,75 a	77,50 a
testemunha sem capina	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 e	0,00 e	0,00 b
testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
CV (%)	18,77	20,86	16,89	10,83	8,08	28,57

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de agrupamento de Scott Knott, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. DAA: Dias após a aplicação.

Fonte: Autora, 2025.

A seguir, na Tabela 10, são apresentados os dados de controle da língua-de-vaca. Considerando as duas avaliações após a última aplicação (7 e 15 DAA^{3a}), nota-se que os herbicidas ioxynil, ioxynil + pendimethalin, ioxynil + pyroxasulfone, s-metolachlor + fomesafen e prometrina igualam-se estatisticamente à testemunha capinada. Apenas os tratamentos com fomesafen, (37,5g) e fomesafen (75,0g), apresentaram diferenças significativas quanto ao controle, com porcentagens oscilando entre 56,7% e 76,25%, respectivamente, aos 15 DAA^{3a}, sendo considerados regular e suficiente, respectivamente, segundo Kuva *et al.* (2016).

Tabela 10. Controle (%) de *Rumex obtusifolius* após a aplicação de herbicidas na pós-emergência do alho. Curitibaanos, SC, 2025.

Controle de <i>Rumex obtusifolius</i> (%).						
Tratamento	7DAA1 ^a	15DAA1 ^a	7DAA2 ^a	15DAA2 ^a	7DAA3 ^a	15DAA3 ^a
Ioxynil	87,25 a	87,50 a	96,00 a	93,00 a	93,75 a	95,00 a
Ioxynil + Pendimethalin	82,00 a	88,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
ioxynil + pyroxasulfone	93,00 a	97,50 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Fomesafen – 37,5g	80,00 a	73,75 a	76,75 b	63,75 b	63,75 b	56,75 b
Fomesafen – 75,0g	80,00 a	73,75 a	86,75 b	75,00 b	86,25 a	76,25 b
S-metolachlor +fomesafen	96,50 a	93,00 a	99,25 a	98,75 a	98,75 a	98,75 a
prometrina	81,25 a	77,50 a	91,00 a	89,75 a	86,25 a	88,75 a
testemunha sem capina	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
CV (%)	18,77	22,34	12,60	15,76	15,52	18,42

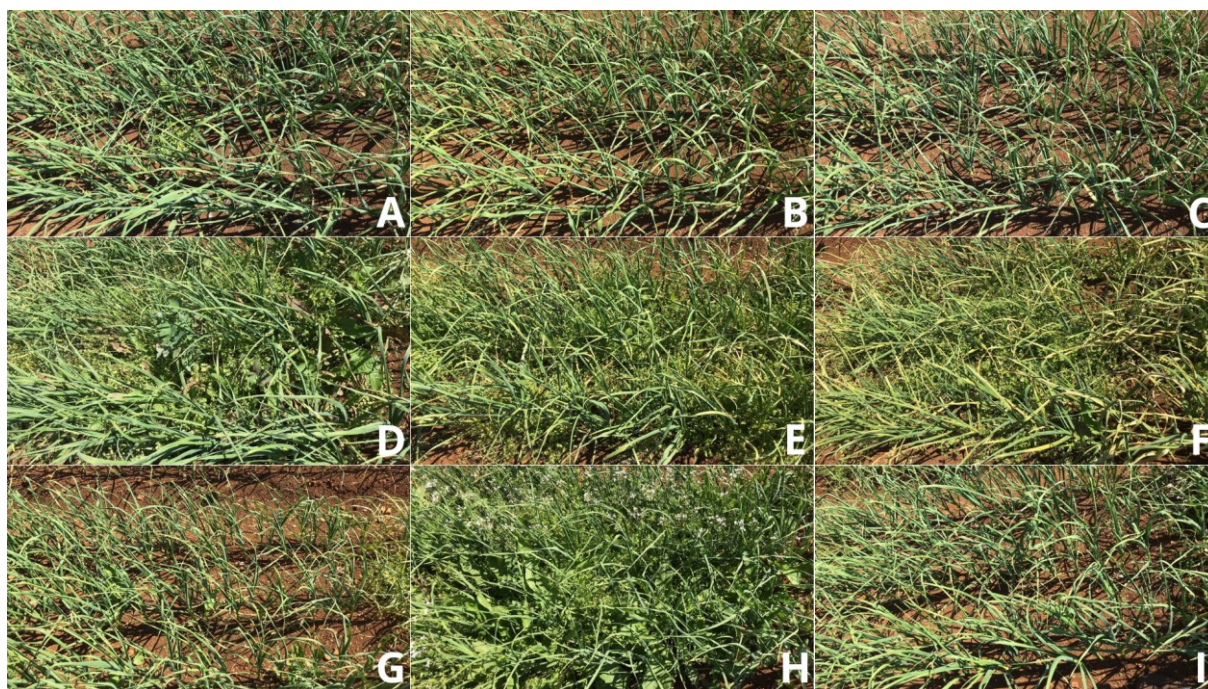
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de agrupamento de Scott Knott, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. DAA: Dias após a aplicação.

Fonte: Autora, 2025.

O controle das espécies expôs um contraste visual consideravelmente expressivo, quando comparado os tratamentos com a aplicação dos herbicidas, testemunha sem capina e testemunha capinada (Figura 3), tornando possível a observação desses fatores.

As nove imagens a seguir elucidam a importância de uma área bem manejada para a manutenção da produtividade e para a facilitação do trabalho, principalmente durante a colheita, uma vez que, o adensamento das daninhas envolvem muitas vezes os bulbos e as raízes do alho dificultando o desprendimento das plantas cultivadas, comprometidas nessas espécies.

Figura 3. Controle de plantas daninhas: A) Ioxynil; B) Ioxynil + pendimethalin; C) Ioxynil + pyroxasulfone; D) Fomesafen - 37,5 g; E) Fomesafen - 75 g; F) S-metolachlor + fomesafen; G) Prometrina; H) Testemunha sem capina; I) Testemunha capinada



Fonte: Autora, 2025.

Analisando os resultados de controle para todas as plantas daninhas presentes na área experimental, observa-se que os tratamentos que promoveram os maiores controles destas espécies foram: ioxynil, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone. No manejo das quatro espécies analisadas (nabiça, mentruz, erva-de-passarinho e língua de vaca), todos os três indicaram parâmetros satisfatórios, principalmente, quando se observa as duas avaliações após a terceira aplicação. Para o controle de nabiça obteve-se resultados $\geq 95,0\%$. Para mentruz $\geq 98,75\%$, para erva-de-passarinho $\geq 78,25\%$ e língua-de-vaca $\geq 93,75\%$. Resultados semelhantes foram verificados em estudos elaborados por Dalmas (2023), onde os ingredientes ativos ioxynil e pyroxasulfone aplicados na pós-emergência do alho, apresentaram controle superiores a 94% para espécies como: azevém, maria-mole, pastinho-de-inverno e nabiça.

Os herbicidas fomesafen aplicados isoladamente obtiveram resultados positivos quanto ao controle das espécies de nabiça e mentruz. Todavia, para o controle erva-de-passarinho e língua-de-vaca estes herbicidas não apresentaram uma eficácia satisfatória, os níveis de controle foram considerados regulares para língua de vaca (56,75% e 76,25%) e pobres para o controle de erva-de-passarinho (12,50%), evidenciando um controle baixo e ineficiente na área.

A prometrina foi excelente para o controle de nabiça e mentruz, porém ocorreu uma diminuição no seu nível de controle para as espécies erva-de-passarinho e língua de vaca. No

entanto, mesmo o herbicida diminuindo os níveis de controle para erva-de-passarinho e língua de vaca, este assemelhou-se estatisticamente à testemunha capinada.

A mistura de s-metolachlor + fomesafen obteve os índices mais baixos de controle, quando comparado com os demais herbicidas, ainda assim, notadamente para mentruz e língua-de-vaca os resultados foram eficientes. Contudo, para o controle de nabiça e erva-de-passarinho os níveis foram classificados como regulares e pobres.

Com base no que foi citado acima, é notória a dificuldade de grande parte das moléculas estudadas para exercer o controle da erva-de-passarinho. A espécie foi controlada apenas pelos herbicidas ioxynil, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone, apresentando um controle muito bom (Kuva *et al.*, 2016), com porcentagens acima de 82,50% na última avaliação. Os demais herbicidas (fomesafen, s-metolachlor + fomesafen e prometrina), chegaram a níveis de controle iguais a até 12,50%, exercendo um efeito nulo sob a planta.

A erva-de-passarinho é uma espécie daninha de difícil controle devido a características como, baixa dormência primária aliada a alta taxa de germinação que ocorrem em amplas faixas de temperatura e umidade permitindo que o seu desenvolvimento ocorra durante todo o ciclo da cultura (Grundy *et al.*, 2000). Ainda, é uma espécie rasteira que possui raízes fibrosas e superficiais com um crescimento extremamente rápido, o que facilita a metabolização dos herbicidas na planta, possibilitando que esta se regenere depressa (CABI, 2021), o que justifica os desafios encontrados no trabalho para o controle dessa espécie.

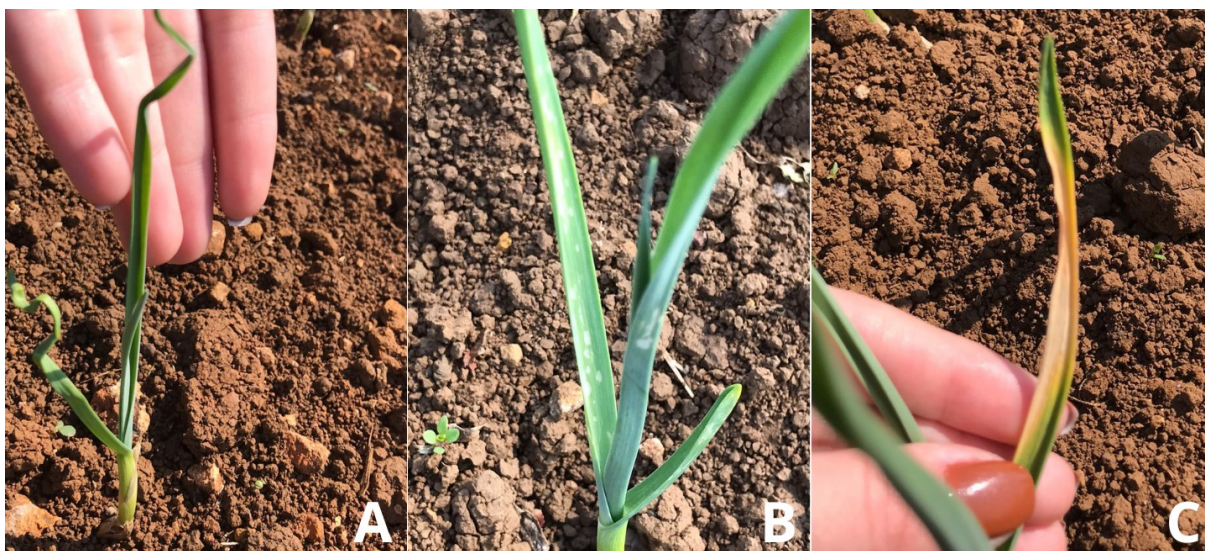
Desta forma, o produtor precisa atentar-se às espécies que infestam a área, devido a agressividade que estas plantas exercem sobre o cultivo, visto que, cada uma possui uma forma diferente de competição e também de suscetibilidade aos herbicidas. Além disso, o conhecimento das espécies invasoras permite um manejo mais eficiente de plantas daninhas. Logo, essas técnicas possibilitam a utilização de diferentes moléculas para um controle eficiente.

No que tange a diferentes culturas, busca-se atenção a moléculas registradas para posteriores aplicações visando uma área livre de plantas daninhas. Neste quesito, por exemplo, leva-se em consideração o espectro de ação dos herbicidas. Por exemplo, para o controle de dicotiledôneas, ou seja, folhas largas, o herbicida ioxynil mostra-se uma excelente opção, de tal maneira que exerceu um controle muito bom para todas as espécies analisadas (Kuva *et al.*, 2016), correspondendo a níveis superiores de 82,50%. Por outro lado, o s-metolachlor + fomesafen, foi eficiente para o controle *Coronopus didymus* (L.) e *Rumex obtusifolios*. Todavia, para *Raphanus raphanistrum* e *Stellaria media* o mesmo não exerceu um controle satisfatório.

Embora o ioxynil tenha proporcionado níveis de controle considerados satisfatórios, a utilização desta molécula em mistura com pendimethalin ou pyroxasulfone aumentou o espectro de ação, e pode se tornar uma alternativa aos produtores de alho em Santa Catarina, tendo em vista as plantas daninhas que infestam essas regiões e a característica dos herbicidas estudados para o controle.

A partir dos parâmetros de fitointoxicação, foi possível notar que o alho respondeu a diferentes formas após aplicações dos herbicidas em pós-emergência da cultura, alguns sintomas observados foram: enrolamento foliar, clorose e necrose (Figura 4).

Figura 4. Sintomas de fitotoxicidade observados em plantas de alho após a primeira aplicação. A) Enrolamento foliar; B) Clorose; C) Necrose.



Fonte: Autora, 2025.

Os níveis de fitointoxicação observados nas plantas de alho foram de maneira geral considerados baixos (Tabela 11), porém notou-se diferença nas injúrias proporcionadas pelos diferentes tratamentos estudados. Os tratamentos que alcançaram os menores índices de fitointoxicação foram: ioxynil, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone. A mistura de s-metolachlor + fomesafen diferiu significativamente dos demais tratamentos, evidenciando um nível mais elevado de fitointoxicação na cultura do alho desde a primeira aplicação. Embora, outros herbicidas como o fomesafen (37,5 e 75,0 g) e a prometrina tenham causado fitointoxicação, estes sintomas foram mais leves que o s-metolachlor + fomesafen.

Em um comparativo entre os estudos realizados por Santos (2024), observou-se maiores produtividades em lavouras de alho com utilização da mistura entre os herbicidas ioxynil + pendimethalin. Em contrapartida, os tratamentos com s-metolachlor + fomesafen, apesar de

controlarem bem a nabiça, principal planta daninha encontrada na área, apresentaram alta fitointoxicação e redução de produtividade (Santos, 2024).

Todavia, o pyroxasulfone em outros estudos mostrou-se eficaz para o controle, compreendendo uma das principais alternativas ao controle de plantas daninhas e satisfatória seletividade em aplicações de pós-emergência na cultura (Dalmas, 2023).

Os resultados de fitointoxicação encontrados nos estudos por Santos (2024) e Dalmas (2023), assemelham-se aos resultados encontrados na Tabela 11, onde pode-se concluir que os herbicidas ioxynil, pendimethalin e pyroxasulfone promoveram os melhores controles e menores fitointoxicação, após a decorrência de sua aplicação.

Tabela 11. Fitointoxicação (%) de plantas de alho após aplicação de herbicidas na pós-emergência. Curitiba, SC, 2025.

Tratamento	% Fitointoxicação					
	7DAA1 ^a	15DAA1 ^a	7DAA2 ^a	15DAA2 ^a	7DAA3 ^a	15DAA3 ^a
Ioxynil	5,00 b	3,00 b	3,50 b	4,00 b	5,00 d	3,50 c
Ioxynil + Pendimethalin	3,00 c	4,00 b	3,50 b	3,50 b	3,50 d	3,50 c
ioxynil + pyroxasulfone	6,25 b	3,50 b	3,00 b	4,00 b	5,25 d	4,50 c
Fomesafen – 37,5g	6,75 b	3,50 b	3,50 b	3,50 b	9,75 c	6,50 b
Fomesafen – 75,0g	7,75 b	4,00 b	5,00 b	4,00 b	16,25 b	7,75 b
S-metolachlor +fomesafen	13,50 a	7,25 a	21,00 a	12,75 a	42,50 a	13,75 a
prometrina	8,00 b	3,50 b	3,00 b	5,00 b	6,75 d	8,75 b
testemunha sem capina	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 e	0,00 d
testemunha capinada	0,00c	0,00c	0,00c	0,00c	0,00e	0,00d
CV (%)	19,94	16,49	14,05	14,58	19,55	13,94

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de agrupamento de Scott Knott, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. DAA: Dias após a aplicação.

Fonte: Autora, 2025.

Os tratamentos testados não afetaram a altura de plantas de alho. As plantas de alho ficaram com altura entre 77,4 e 84,5 cm (Tabela 12).

Já a produtividade total de bulbos de alho foi afetada pelos tratamentos estudados (Tabela 12). As maiores produtividades apresentaram-se nos tratamentos com ioxynil, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone, equiparando-se a testemunha capinada. O fomesafen (75,0 g) e a prometrina promoveram uma redução de aproximadamente 4000 kg ha⁻¹ na produtividade do alho, o que equivale a 40,69% e 28,40% da produtividade da testemunha capinada. O fomesafen (37,5 g) e s-metolachlor + fomesafen foram os tratamentos que mais afetaram a produtividade do alho, não diferindo significativamente da testemunha sem capina. A redução destes tratamentos em relação à testemunha capinada foi de 49,15% e 53,75%, respectivamente.

Tabela 12. Altura (cm) e produtividade (kg ha⁻¹) de plantas de alho após aplicação de herbicidas na pós-emergência. Curitibanos, SC, 2025.

Tratamento	Altura (cm)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Estande
ioxynil	80,55 a	10619,25 a	9,37 a
ioxynil + pendimethalin	84,40 a	12644,61 a	9,50 a
ioxynil + pyroxasulfone	82,20 a	13232,87 a	9,62 a
Fomesafen – 37,5	78,85 a	6217,87 c	7,87 a
Fomesafen – 75,0	82,65 a	7252,43 b	8,75 a
metolachlor + fomesafen	77,65 a	5655,69 c	8,00 a
prometrina	80,10 a	8746,44 b	8,87 a
testemunha sem capina	77,40 a	4287,06 c	8,87 a
testemunha capinada	82,35 a	12227,57 a	9,37 a
CV (%)	9,08	19,28	9,87

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de agrupamento de Scott Knott, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. DAA: Dias após a aplicação.

Fonte: Autora, 2025.

O valor comercial dos bulbos produzidos depende diretamente da sua classificação. A importância da classificação estende-se ao valor agregado do produto, uma vez que, bulbos de

classes igual ou maiores a 6 possuem uma valorização considerável no mercado. Conforme há uma redução no diâmetro do bulbo, estes são direcionados para a indústria e são avaliados por um preço razoavelmente menor, quando comparado com classes maiores (Pazinato, 2025).

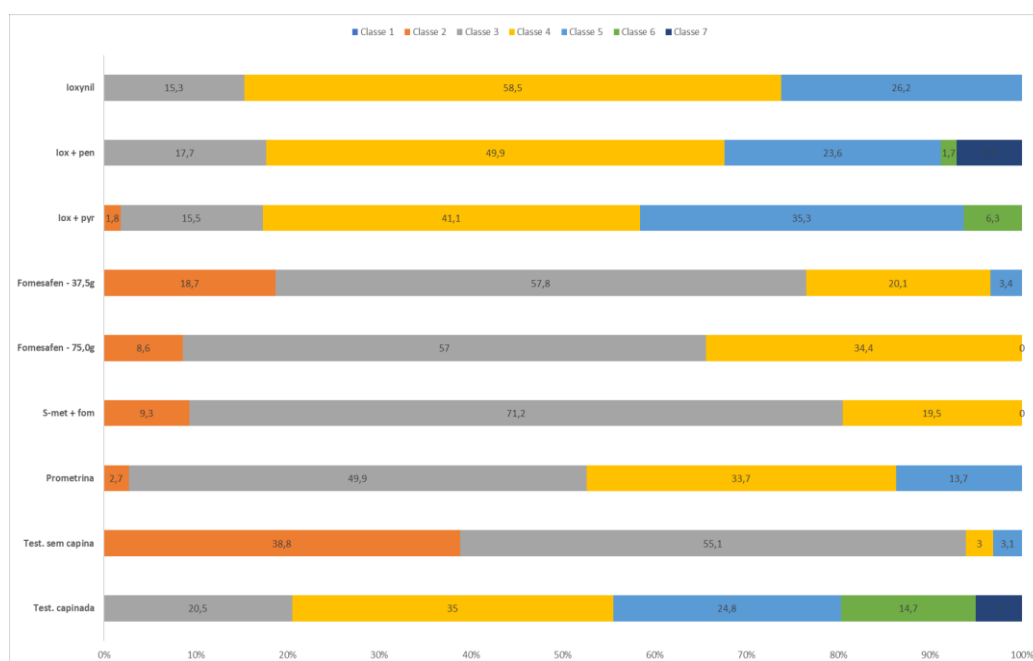
A partir dos resultados apresentados na Figura 5, nota-se que o ioxynil isoladamente apresentou resultados satisfatórios, uma vez que 84,7% dos bulbos foram de classe 4 e 5 e apenas 15,3% representaram bulbos de classe 3, não apresentando bulbos de classes inferiores a esta.

Os tratamentos com ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone assemelham-se a testemunha capinada apresentando porcentagem elevadas de bulbos de classes superiores, como, 5, 6 e 7, destacando os objetivos que os produtores buscam alcançar em um sistema de produção de alho.

O fomesafen 37,5g apesar de produzir bulbos de classe 4 e 5, essa classificação representa apenas 23,5% da produção, sendo 76,5%, ou seja, mais da metade do que foi produzido, de classes 2 e 3. Semelhantemente foi observado no tratamento com prometrina, onde 47,4% representaram bulbos de classe 4 e 5 e 52,6% bulbos de classe 2 e 3.

Os bulbos com menores diâmetros foram observados nos tratamentos com fomesafen 75g e s-metolachlor + fomesafen, os quais tiveram um comportamento equivalente ao da testemunha sem capina com percentuais elevados de classes abaixo de 4.

Figura 5. Classificação dos bulbos, segundo o diâmetro. Curitiba, SC, 2025.



Fonte: Autora, 2025.

Em conclusão, os tratamentos com ioxynil, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone apresentaram uma proporção elevada de bulbos com classes ≥ 3 , sendo mais da metade da produção, em todos os tratamentos, de classes superiores a 5. Do mesmo modo, foram os herbicidas que indicaram ótimo controle das espécies analisadas, menor fitointoxicação e maior produtividade.

O uso de fomesafen (37,5g e 75,0g) não foi eficiente para o controle de todas as plantas invasoras, principalmente para o controle de erva-de-passarinho (*Stellaria media*) e língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*). A interferência dessas plantas daninhas ocasionou a redução do calibre dos bulbos nestes tratamentos, o que é observado na figura 5. Além disso, o herbicida evidenciou uma fitointoxicação maior quando comparada aos tratamentos que foram citados no parágrafo acima.

A prometrina atingiu um controle satisfatório para todas as espécies analisadas. No entanto, apresentou uma fitointoxicação moderadamente elevada, quando comparada com os demais tratamentos, o que justifica a redução no calibre dos bulbos.

Assim como a prometrina, o s-metolachlor + fomesafen apresentou uma fitointoxicação elevada, chegando a níveis de até 42,5%. A fitointoxicação relatada nesse tratamento, afeta significativamente o desenvolvimento dos bulbos, uma vez que, a planta precisa redirecionar a sua energia que anteriormente seria utilizada para a formação dos bulbos para então combater o estresse gerado pelo herbicida. Ainda, essa mistura apresentou resultados insatisfatórios para o controle para nabiça e erva-de-passarinho, demonstrando que essas espécies exerceram uma competitividade por água, luz, nutrientes e espaço consideráveis sob a cultura, reduzindo a produtividade e também o calibre do alho.

Desta forma, constata-se que as plantas daninhas possuem alta capacidade de reduzir a produtividade da lavoura. O crescimento dessas espécies interfere no desenvolvimento do alho cultivado, ocasionando principalmente, a redução do diâmetro do bulbo, e conseqüentemente redução na produtividade. Essa afirmativa valida o que é descrito na literatura sobre a capacidade competitiva de espécies invasoras. Desta forma, o controle torna-se um dos principais manejos a serem adotados em áreas de produção de alho, a fim de evitar perdas econômicas.

A adoção de moléculas adequadas á cada situação de campo são de suma importância para a cultura, dado pelo fato de que a falta de seletividade pode ocasionar severa fitointoxicação na cultura, o que leva a uma redução de área foliar, conseqüentemente da

capacidade de realizar fotossíntese e, portanto, de acumular substâncias essenciais para a formação do bulbo.

O uso do ioxynil isoladamente ou em misturas com herbicidas pré-emergentes como, o pendimethalin e o pyroxasulfone foi eficiente para o controle das espécies encontradas na área e mostraram-se uma alternativa ao uso isolado apenas do ioxynil, principalmente, pela associação de um herbicida pós-emergente (ioxynil) com pré-emergentes (pendimethalin e pyroxasulfone), pois ambos podem resultar em maior controle devido ao maior período residual gerado pelos herbicidas.

5 CONCLUSÃO

Os herbicidas ioxynil, ioxynil + pendimethalin e ioxynil + pyroxasulfone conciliaram excelente controle das plantas daninhas *Raphanus raphanistrum*, *Coronopus didymus* L., *Stellaria media* e *Rumex obtusifolius*, com a seletividade para o cultivo do alho, não apresentando níveis elevados de fitointoxicação, nem afetando a produtividade de classes dos bulbos.

REFERÊNCIAS

- ADAPAR. *FICO: bula técnica*. Curitiba: Agência de Defesa Agropecuária do Paraná, 2023. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-03/fico.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.
- ADAPAR. *Herbadox® 400 EC: bula técnica*. Curitiba: Agência de Defesa Agropecuária do Paraná, 2024. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-02/herbadox400ec.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.
- ANUÁRIO HF 2025. **Campos e negócio**, n. 14. Disponível em: <https://cen.agr.br/tag/hf/>. Acesso em: 11 maio 2025.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTOS DE ALHO. **Benefícios do alho**. 2018 (Online). Disponível em: <https://anapa.com.br/beneficios-do-alho/>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- BASF S.A.** Herbadox® 400 EC: bula técnica do produto. Curitiba: Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), 2024. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-02/herbadox400ec.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.
- BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Agricultura**. Agrofit. 2025. Disponível em: agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_-agrofit_cons. Acesso em: 11 maio 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 435, de 18 de maio de 2022. Incorpora ao ordenamento jurídico nacional o "Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade do Alho", aprovado pela Resolução GMC – MERCOSUL nº 05/21 e revoga ato normativo vigente sobre a matéria. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ed. 94, p. 4, 19 maio de 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mapa-n-435-de-18-de-maio-de-2022-401073083>. Acesso em: 26 maio 2025.
- CABI. *Stellaria media* (common chickweed). CABI Compendium, 2021. Acesso em: 19 jun. 2025
- CAMARGO, Eduardo Borsarini. **Balanço econômico da produção de alho na microrregião de Curitibaanos – SC**. 2021. 62f. Trabalho Conclusão do Curso de graduação (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos, 2021.
- CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob; NICOLAI, Marcelo (Orgs.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016.
- DALMAS, A. D. **Eficiência, seletividade e segurança alimentar de herbicidas com potencial para substituir o ioxynil na cultura do alho**. 2023. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos,

2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/249684>. Acesso em: 11 maio 2025.

EPAGRI. Indicação Geográfica do Alho Roxo do Planalto Catarinense. Florianópolis: Epagri, 2023. Disponível em: <https://circam.epagri.sc.gov.br/index.php/2023/08/11/indicacao-geografica-do-alho-roxo-do-planalto-catarinense/>. Acesso em: 27 maio 2025.

GARCIA, Danton Camacho *et al.* Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas em alho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 453-457, 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/pCrDFc8jShTkC7V43vvprC/?lang=pt>. Acesso em: 11 maio 2025.

GUERRA, N. *et al.* Herbicidas de controle e seletividade de plantas daninhas pré-emergentes em cultivares de alho. **Planta Daninha**, [S.l.], v. 38, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100074>. Acesso em: 11 maio 2025.

GUERRA, Naiara *et al.* Periods of weed interference in garlic crop. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 46, p. e68403, 2024.

GRUNDY, A. C.; PHELPS, K.; READER, R. *et al.* *Modelling the germination of *Stellaria media* using the concept of hydrothermal time.* *New Phytologist*, v. 148, p. 433–445, 2000.

HARAMOTO, Renan. **Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas de pré-emergência para a cultura do alho.** 2018. 25f. Trabalho Conclusão do Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2018.

HIJANO, Neriane; *et al.* **Matologia:** estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021.

IHARABRAS SA Indústrias químicas. Yamato® SC. Registro no Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA nº 15520. Sorocaba: IHARABRAS SA, [2025?]. Disponível em: [indicar o link, se disponível]. Acesso em: [indicar os dados de acesso].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa (BR) – Alho – Valor da produção (Mil Reais).** 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/alho/br>. Acesso em: 11 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de alho.** 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/alho/br>. Acesso em: 11 maio 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). Dados históricos. Brasília, DF: INMET, 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 27 maio 2025.

KUVA, M. A.; SALGADO, T. P.; REVOREDO, T. T. O. Experimentos de eficiência e praticabilidade agrônômica com herbicidas. *In:* MONQUERO, P. A. **Experimentação com herbicidas.** São Carlos: Rima, 2016.

LUCINI, Marco Antônio. *Cultura do alho no Brasil: um pouco da história dos números do nobre roxo*. Curitiba: [s.n.], 2008. 15 p. Disponível em: [arquivo PDF]. Acesso em: 27 maio 2025.

LUCINI, Marco Antonio. **Principais plantas daninhas na cultura do alho de Santa Catarina**. 2009 (On-line). Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/13035737/principais-plantas-daninhas-na-cultura-do-alho-em-santa-anapa>. Acesso em: 11 maio 2025.

MARCHI, Giuliano; MARCHI, Edilene Carvalho Santos; GUIMARÃES, Tadeu Gracioli. *Herbicidas: mecanismos de ação e uso*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 36 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, n. 227). ISBN não informado.

MENDES, Kassio Ferreira; SILVA, Antônio Alberto; MIELKE, Kamila Cabral. Classificação, seletividade e mecanismos de ação de herbicidas. **Plantas Daninhas; Oficina de Textos: São Paulo, Brazil**, v. 2, 2022.

NORTOX S/A. *S-Metolacolor Nortox: bula técnica*. Arapongas: Nortox S/A, 2025. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2025-03/s_metolacolor_nortox.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.

OLIVEIRA, Maurílio Fernandes de; BRIGHENTI, Alexandre Magno. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR., Rubem Silvério de; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Miriam Hiroko (Ed.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. Cap. 11, p. 263–304.

OLIVEIRA, Nelson Lícínio Campos de. **Avaliação ecofisiológica de subamostras de alho cv. Amaranthe**. 2010. 87f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, Rubem Silvério; INOUE, Miriam Hiroko. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011.

OMAN, Erivelton Scherer; VARGAS, Leandro; RIZZARDI, Mauro Antonio; HALL, Linda; BECKIE, Hugh; WOLF, Thomas M. *Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação*. Passo Fundo: Berthier, 2007. 159 p.

PAZINATO, R. **Estudos para ampliar a oferta de herbicidas que conciliem seletividade para o alho e eficiência no controle de plantas daninhas**. 2025. 88f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lajes, 2025. Disponível em: udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/4451/Disserta_o_Ricardo_Pazinato_vers_o_final_repo_sit_rio_assinada_17466455429336_4451.pdf. Acesso em: 11 maio 2025.

PITELLI, Robinson Antonio. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1–24, set. 1987.

RAHMAN, U. H. *et al.* Influence of different weed management practices on yield of garlic crop. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 28, n. 2, p. 213-218, 2012. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/98536328/INFLUE->

NCE_20OF_20DIFFERENT_20WEED_20MANAGEMENT_20-45-2011-Horticulture.pdf.
Acesso em: 11 maio 2025.

REBELATO, Renan Carlos. *Escala fenológica do alho*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Curitibanos, SC, 2016. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/171753>. Acesso em: 27 maio 2025.

RESENDE, R. V.; HABER, L. L.; PINHEIRO, J. B. **A cultura do alho**. 2015. (On-line). Disponível em: https://www.academia.edu/64624113/A_cultura_do_alho. Acesso em: 11 maio 2025.

RESENDE, F. V. *et al.* (2016). **Cultivares de alho**. Embrapa Hortaliças. Disponível em <https://www.embrapa.br/hortalias/alho/cultivares>. Acesso em 19 de junho de 2025.

RESENDE, Francisco Vilela *et al.* Produção de alho-semente livre de vírus em pequenas propriedades. **Circular técnica**, 2011. Disponível em:
<https://www.sidalc.net/search/Record/dig-infoteca-e-doc-916712/Description>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SANTOS, M. W. **Herbicidas na pós-emergência do alho: controle de nabiça e seletividade para a cultura**. 2024. 37f. Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/256462>. Acesso em: 11 maio 2025.

SIDDHU, Gaganpreet Mehersing. *et al.* Weed management in garlic (*Allium sativum* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 1, p. 1440-1444, 2018. Disponível em: <https://www.phytojournal.com/archives/2018.v7.i1.2733/weed-management-in-garlic-allium-sativum-l>. Acesso em: 11 maio 2025.

SILVA, André Felipe Moreira; *et al.* **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021.

SYNGENTA PROTEÇÃO DE CULTIVOS LTDA. *Flex: bula técnica do produto*. São Paulo: Syngenta, 2024. Documento técnico.

SYNGENTA PROTEÇÃO DE CULTIVOS LTDA. *Gesagard 500 SC: bula técnica do produto*. São Paulo: Syngenta, 2024. Documento técnico.

ZANATTA, J. F. *et al.* Weed interference in vegetable crops. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 39-57, 2006.