

**CAROLINA ALVES GOMES**

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA CEBOLA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis

Coorientador: Eder Matsuo

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal  
de Viçosa - Campus Rio Paranaíba**

T

G633s  
2022  
Gomes, Carolina Alves, 1997-  
Seletividade de herbicidas em pós-emergência na cebola /  
Carolina Alves Gomes. – Rio Paranaíba, MG, 2022.  
32f.: il. (algumas color.).

Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Produção Vegetal, 2022.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcrp.2022.012>

Modo de acesso: <https://www.locus.ufv.br/>.

1. Planta daninha. 2. *Allium cepa*. 3. Controle químico.  
I. Reis, Marcelo Rodrigues dos, 1979-. II. Universidade Federal  
de Viçosa. Produção Vegetal. Mestrado em Agronomia  
(Produção Vegetal). III. Título.

635.25

Bibliotecário(a) responsável: Crislene Silva de Sousa CRB-6/2539

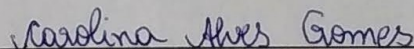
CAROLINA ALVES GOMES

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA CEBOLA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

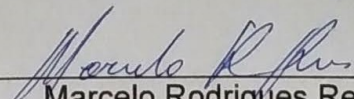
APROVADA: 08 de setembro de 2022.

Assentimento:



---

Carolina Alves Gomes  
Autora



---

Marcelo Rodrigues Reis  
Orientador

*A Deus,  
meus familiares e  
amigos.  
Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, primeiramente, pelo dom da vida e sabedoria.

Aos meus pais, Belmiro e Helenice, meus maiores exemplos.

A minha irmã, Vanessa, que sempre foi minha maior fonte de inspiração.

Ao Professor Marcelo, pela confiança, paciência e apoio durante todos esses anos de orientação.

Ao Professor Eder, pela paciência e conhecimento em todos esses meses.

Aos professores, por todo conhecimento compartilhado.

À Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba por proporcionar tanta estrutura e conhecimento para minha formação.

A ANACE – Associação Nacional dos Produtores de Cebola, por proporcionar e incentivar a pesquisa mais próxima do produtor.

A COOPADAP – Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba, por todo o empenho e dedicação durante todo o experimento.

Ao IPACER – Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado, por todo o empenho e dedicação durante todo o experimento.

A EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, por todo o empenho e dedicação durante todo o experimento.

Ao Grupo Wehrmann e a UFVJM, por todo o empenho e dedicação durante todo o experimento.

Ao Grupo de pesquisa, NEHPSOL, que contribuiu durante esses anos.

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

A todos que contribuíram não só para que esse trabalho, mas toda minha formação fosse concluída. Meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO

GOMES, Carolina Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, setembro de 2022. **Herbicidas em pós-emergência na cultura da cebola**. Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis. Coorientador: Eder Matsuo.

A cebola é uma olerícola muito sensível à competição com as plantas daninhas. O controle manual, além de oneroso pode danificar a plântulas de cebola. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo identificar pelo menos um herbicida e seu posicionamento para que fosse eficiente no controle de plantas daninhas, seletivo à cultura e ausente de resíduos nos bulbos comercializados. O experimento ocorreu em 5 áreas (MG, GO e SC) em blocos casualizados, sendo 11 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram aplicados em 1ª, 3ª e 5ª folha, com variações de volume de calda, flumioxazina ( $0,01+0,025 \text{ Kg ha}^{-1}$  400L/ha e  $800 \text{ ha}^{-1}$ ) ( $0,015+0,05 \text{ Kg ha}^{-1}$  400 e  $800 \text{ L ha}^{-1}$ ), oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$ ) ( $0,02+0,02+0,02 \text{ L ha}^{-1}$  400L  $\text{ha}^{-1}$ ), pendimetalina ( $0,91+0,91+0,91 \text{ L ha}^{-1}$  400L  $\text{ha}^{-1}$ ) e pendimetalina+flumioxazina ( $[0,91+0,008]+ [0,91+0,008] \text{ L ha}^{-1}$  800L  $\text{ha}^{-1}$ ). Foram avaliadas injúrias, controle, classificação dos bulbos, produtividade comercial e análise de resíduos. A pendimetalina se mostrou bastante segura, não causando injúrias, porém em áreas de maior pressão de plantas daninhas, este não obteve controle satisfatório, reduzindo a produtividade em até 100%. Flumioxazina promoveu injúrias leves a moderadas, nos maiores volumes de calda apresentaram uma tendência de melhor controle, resultando em classificação e produtividades próximas a testemunha. Já o oxifluorfem promoveu injúrias moderadas na maior dose, mas controles acima de 90%, refletindo na classificação e produtividades de maiores médias. Não foram detectados resíduos de nenhum herbicida nas amostras enviadas. A flumioxazina ( $0,01+0,025 \text{ Kg ha}^{-1}$  e  $0,015+0,05 \text{ Kg ha}^{-1}$  a 400 e 800L  $\text{ha}^{-1}$ ), oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$ ) e pendimetalina+flumioxazina ( $[0,91+0,008]+ [0,91+0,008] \text{ L ha}^{-1}$  800L  $\text{ha}^{-1}$ ) na tem potencial uso na região do Cerrado. No sul do Brasil, a pendimetalina ( $0,91+0,91+0,91 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$ ), flumioxazina ( $0,01+0,025 \text{ Kg ha}^{-1}$  800L  $\text{ha}^{-1}$  e  $0,015+0,05 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$ ) e pendimetalina+flumioxazina ( $[0,91+0,008]+ [0,91+0,008] \text{ L ha}^{-1}$ ). Pode-se concluir também que o volume de calda elevado, com

a aplicação em ida e volta, permite uma maior cobertura do alvo, promove um melhor controle de plantas daninhas e minimiza as injúrias.

Palavras-chave: Planta daninha. *Allium cepa*. Controle químico.

## ABSTRACT

GOMES, Carolina Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, September, 2022. **Post-emergency herbicides in onion crops**. Adviser: Marcelo Rodrigues dos Reis. Co-adviser: Eder Matsuo.

Onions are very sensitive to competition with weeds. Manual control, in addition to being costly, can damage onion plants. In this way, the work aimed to identify at least one herbicide and its positioning so that it would be efficient in controlling weeds, selective to the crop and absent of residues in commercialized bulbs. The experiment took place in 5 areas (MG GO and SC) in randomized blocks, with 1 treatment and 4 replications. The treatments were applied on the 1st, 3rd and 5th leaf, with variations in spray volume, flumioxazin ( $0.01+0.025 \text{ Kg ha}^{-1}$  400L/ha and  $800 \text{ ha}^{-1}$ ) ( $0.015+0.05 \text{ Kg ha}^{-1}$  400 and  $800 \text{ L ha}^{-1}$ ), oxyfluorfen ( $0.06+0.06+0.06 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$ ) ( $0.02+0.02+0.02 \text{ L ha}^{-1}$  400L  $\text{ha}^{-1}$ ), pendimethalin ( $0.91+0.91+0.91 \text{ L ha}^{-1}$  400L  $\text{ha}^{-1}$ ) and pendimethalin+flumioxazine ( $[0.91+0.008]+ [0.91+0.008] \text{ L ha}^{-1}$  800L  $\text{ha}^{-1}$ ). Damage control, classification of bulbs, commercial yield and damage analysis Appendilina proved to be quite safe, but it was not identified in areas of higher safety injury plants, but it was not identified in plant areas until safety control, with pressure pressure 100% safe. Flumioxazinau light to moderate injuries, in the largest volumes of spray, showed a tendency of better control, resulting in classification and yields close to controls. Oxyfluorfen, on the other hand, promoted moderate injuries at the highest dose, but controls above 90%, reflecting in the classification and productivity of the highest averages. No losses of any herbicide were detected in those sent. Flumioxazin ( $0.01+0.025 \text{ Kg ha}^{-1}$  and  $0.015+0.05 \text{ Kg ha}^{-1}$  at 400 and  $800 \text{ L ha}^{-1}$ ), oxyfluorfen ( $0.06+0.06+0.06 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$  ) and pendimethalin+flumioxazin ( $[0.91+0.008]+ [0.91+0.008] \text{ L ha}^{-1}$  800L  $\text{ha}^{-1}$ ) have potential for use in the Cerrado region. In southern Brazil, pendimethalin ( $0.91+0.91+0.91 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$ , flumioxazine ( $0.01+0.025 \text{ Kg ha}^{-1}$  800L  $\text{ha}^{-1}$  and  $0.015+0.05 \text{ Kg ha}^{-1}$   $\text{ha}^{-1}$ ), oxyfluorfen ( $0.06+0.06+0.06 \text{ L ha}^{-1}$  1000L  $\text{ha}^{-1}$ ) and pendimethalin+flumioxazine ( $[0.91+0.008]+ [0.91+0.008] \text{ L ha}^{-1}$ ) The control of the spray volume can also be increased, with a round-trip application, allowing coverage of the target, promoting better weed coverage and minimizing injuries.



Keywords: Weed. *Allium cepa*. Chemical control

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Objetivos .....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
3.1 Injúrias nas plantas de cebola .....	19
3.2 Controle de plantas daninhas.....	21
3.3 Classificação comercial dos bulbos.....	25
3.4 Produtividade dos bulbos .....	27
3.5 Análise de resíduos de herbicidas em bulbos .....	28
4. CONCLUSÕES .....	30
REFERÊNCIAS.....	30

## 1. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma hortaliça originária das regiões asiáticas e é um condimento bastante utilizado no Brasil e no mundo. A área plantada superou os 48 mil hectares, sendo produzidos 1,5 milhão de toneladas (IBGE, 2020).

A produção brasileira de cebola é destinada ao mercado interno e as diversidades climáticas do país possibilitam seu cultivo ao longo de todos os meses do ano (Trani et al. 2014). Os estados brasileiros de maior produção de bulbos de cebola são: Santa Catarina (420 mil t), Bahia (224 mil t), Minas Gerais (180 mil t), São Paulo (166 mil t), Goiás (160 mil t), Rio Grande do Sul (126 mil t), Paraná (112 mil t) (IBGE, 2020).

A produtividade média de bulbos de cebola brasileira é de 32 t/ha, sendo necessária a importação do produto para suprir a demanda interna (IBGE, 2020). O custo de produção elevado, em torno de 13 mil dólares por hectare, necessita minimizar as perdas de produtividade e reduzir essa importação, para isso, é necessário bom manejo, principalmente o de plantas daninhas. Essas podem provocar reduções na produtividade em até 100% na cultura da cebola (Qasem, 2005; Jean-Simon et al., 2012)

As plantas daninhas competem por água, luz, nutrientes e podem liberar compostos alelopáticos, prejudicando a produtividade das culturas (Zanatta et al., 2006). A cebola possui crescimento inicial lento e sua arquitetura de folhas estreitas e cilíndricas promovem baixo sombreamento do solo (Soares et al., 2003). Essas características favorecem a ocorrência de plantas daninhas.

Além disso, a cebola é semeada em espaçamentos reduzidos e possui estrutura, semente, folha e raiz, muito sensível em plantas jovens, o que dificulta o controle manual e químico (Oliveira et al., 2003). O controle manual além de oneroso (1.000 a 1.500 dólares/hectare) danifica a cultura ao arrancar plantas daninhas muito próximas às plantas de cebola. Apesar da alta sensibilidade da cultura de cebola aos herbicidas, o uso destes ainda é uma alternativa, devido à maior eficiência e menor custo (200 a 300 dólares/hectare). No entanto, a partir do início do ano de 2020, o herbicida ioxynil foi descontinuado no Brasil. Neste ano, era o único herbicida registrado e de maior segurança para as culturas de cebola e alho que atua no

espectro de plantas daninhas de folhas largas em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas (Agrofit, 2021). O herbicida ioxynil, inibidor do fotossistema II, interrompe o processo da fotossíntese, formando radicais livres e peroxidação das membranas. As injúrias nas plantas daninhas se desenvolvem gradativamente, iniciando em clorose até necrose (Marchi et al., 2008).

Os herbicidas, atualmente, registrados para a cultura da cebola possuem os ingredientes ativos: flumioxazina, oxadiazona, linurom, oxifluorfem, pendimentalina, cletodim, quizalofop-p-etílico, fenaxaprop-p-etílico, fluazifop-p-butílico, trifluralina, prometrina, diquat (Agrofit, 2021). Embora existam outros herbicidas para substituição ao ioxynil, estes ainda precisam de validação de pesquisas no campo, principalmente, quanto ao posicionamento para uso nos estádios iniciais da cultura da cebola.

Na bula, a recomendação de uso dos herbicidas com ação em folhas largas é a partir da folha 3 da cebola, no entanto, neste estágio, principalmente, na região do Cerrado as plantas daninhas se encontram em estádios avançados e não são mais controladas por esses produtos na dose recomendada. Neste momento, a capina manual também se torna inviável pela quantidade e tamanho das plantas daninhas que ao serem arrancadas promoverão o arranquio da cebola concomitantemente.

Além disso, os alimentos precisam ser seguros para alimentação humana. Dessa forma, de acordo com o decreto 4074/2002 todos os alimentos devem possuir um limite máximo de resíduos (LMR), sendo a quantidade máxima de resíduos de agrotóxicos ou afins aceita em alimento, resultando de uma aplicação em fase específica, desde a produção ao consumo e expressa em partes pelo peso do alimento. Além disso, em 2019, o Projeto de Lei 5465/2019 determina a rastreabilidade dos resíduos em toda a cadeia produtiva de vegetais frescos para consumo humano. Isso permite todo o monitoramento e controle pelas autoridades do poder público.

Sendo assim, a limitação de herbicidas registrados e validados em campo para o controle de plantas daninhas de folhas largas, eudicotiledôneas, em período inicial da cultura, antes de três folhas verdadeiras, incentivou os estudos para que possibilitem o uso dos herbicidas já registrados para a cebola de forma mais

cautelosa, mas que realizem o controle de plantas daninhas sem prejudicar a produtividade da cultura e se adequando aos limites máximos de resíduos.

### **1.1 Objetivos**

O trabalho tem como objetivo identificar pelo menos um herbicida e seu posicionamento para que seja eficiente no controle de plantas daninhas, seletivo à cultura e ausente de resíduos nos bulbos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram realizados no campo em cinco áreas distintas localizadas nos municípios de Rio Paranaíba e São Gotardo, na região do Alto Paranaíba, Minas Gerais, Cristalina – Goiás e Lebon Régis – Santa Catarina.

A área 1 (-19° 10' 37" S, -46° 03' 30" O) localiza-se em Rio Paranaíba - MG. Nesta área a cultivar foi Aquarius com uma população de 550.000, semeada em janeiro de 2021 e colhida em maio de 2021, ciclo de 118 dias.

A área 2 (-19° 16' 46" S, -46° 05' 57" O) localiza-se em São Gotardo – MG. Nesta área a cultivar foi Rebeca com uma população de 580.000, semeada em fevereiro de 2021 e colhida em junho de 2021, ciclo de 133 dias.

A área 3 (-19° 16' 45" S, -46° 05' 55" O) localiza-se em São Gotardo-MG. Nesta área a cultivar foi Manuela com uma população de 790.000, semeada em abril de 2021 e colhida em Agosto de 2021, ciclo de 145 dias.

A área 4 (-16°03'44.7"S, -47°19'10.3"O) localiza-se em Cristalina – GO. Nesta área a cultivar foi Topázio com uma população de 850.000, semeada em abril de 2021 e colhida em agosto de 2021, ciclo de 140 dias.

A área 5 (-26° 55' 53"S, -50° 41' 54" O) localiza-se em Lebon Regis – SC. Nesta área a cultivar foi Ômega com uma população de 450.000, semeada em julho de 2021 e colhida em dezembro de 2021, ciclo de 145 dias.

As áreas foram monitoradas quanto à chuva e a temperatura através de estações meteorológicas posicionadas próximas aos experimentos, retratando assim as condições climáticas de cada área (Figuras 1 a 5). Esse monitoramento também permitia um controle melhor da irrigação, visto a necessidade hídrica em relação a chuva e temperatura.

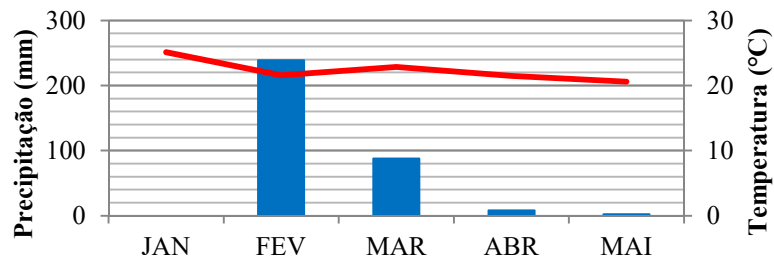


Figura 1: Temperatura e precipitação média dos meses de janeiro a maio da área 1 (Rio Paranaíba – MG, 2021).

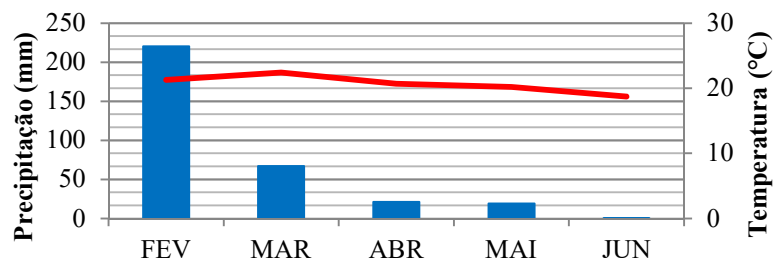


Figura 2: Temperatura e precipitação média dos meses de fevereiro a junho da área 2 ( São Gotardo– MG, 2021).

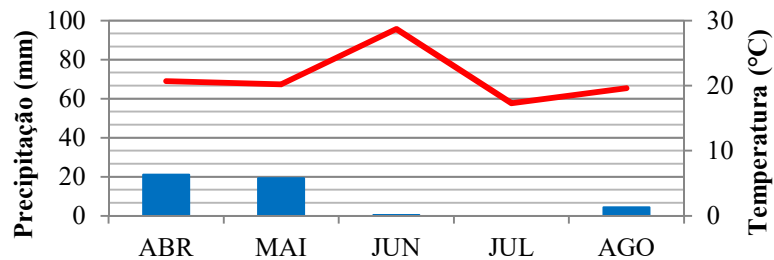


Figura 3: Temperatura e precipitação média dos meses de abril a agosto da área 3 (São Gotardo– MG, 2021).

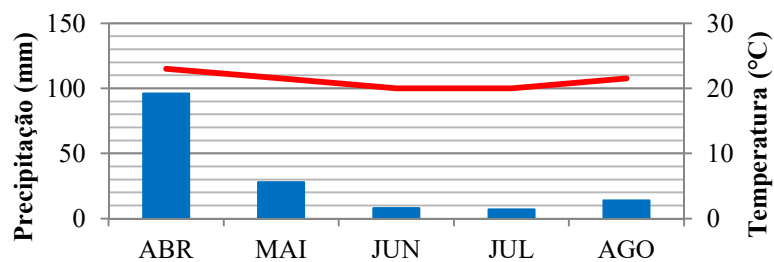
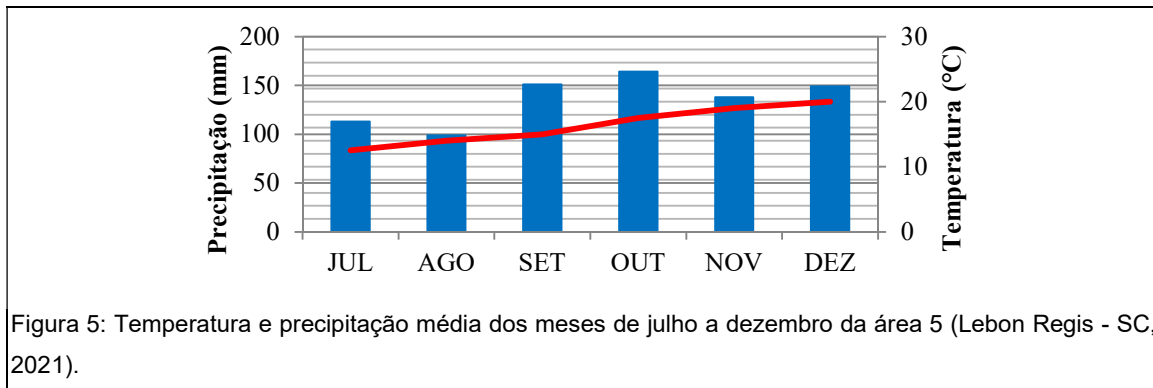


Figura 4: Temperatura e precipitação média dos meses de abril a agosto da área 4 (Cristalina– GO, 2021).



Os experimentos contaram com o preparo do solo conforme as necessidades físico-químicas, controle de pragas e doenças através do nível de dano. Sendo assim, somente as aplicações dos herbicidas foram realizadas de acordo com o planejamento proposto neste trabalho (Tabela 6).

A densidade populacional de plantas daninhas foi determinada por metro quadrado, sendo identificadas quanto a sua espécie (Tabela 1 a 5). Sendo assim, foram contabilizadas 275 plantas/m<sup>2</sup> na área 1, 552 plantas/m<sup>2</sup> na área 2, 766 plantas/m<sup>2</sup> na área 3 e nas áreas 4 e 5 abaixo de 50 plantas/m<sup>2</sup> aos 14 dias após a primeira aplicação.

Tabela 1: Espécies de plantas daninhas nas parcelas testemunhas não capinadas aos 14 dias após a primeira aplicação dos tratamentos na área 1.

Nome científico	Nome Popular
<i>Nicandra physaloides</i> L.	Joá-de-capote
<i>Amaranthus</i> spp.	Caruru
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanxuma
<i>Richardia brasiliensis</i> L.	Poaia-branca
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malva
<i>Cyperus rothudus</i>	Tiririca
<i>Eleusine indica</i> L.	Pé-de-galinha
<i>Urochloa</i> spp.	Braquiária

Tabela 2: Espécies de plantas daninhas nas parcelas testemunhas não capinadas aos 14 dias após a primeira aplicação dos tratamentos na área 2.

Nome científico	Nome Popular
<i>Oxalis latifolia</i> L.	Trevo
<i>Eleusine indica</i> L.	Pé-de-galinha
<i>Melampodium perfoliatum</i> L.	Estrelinha
<i>Chenopodium album</i> L.	Ançarinha-branca
<i>Coronopus didymus</i> L.	Mastruço
<i>Amaranthus</i> spp.	Caruru

Tabela 3: Espécies de plantas daninhas nas parcelas testemunhas não capinadas aos 14 dias após a primeira aplicação dos tratamentos na área 3.

Nome científico	Nome Popular
<i>Galinsoga parviflora</i> L.	Picão-branco
<i>Nicandra physaloides</i> L.	Joá-de-capote

<i>Sida cordifolia</i> L.	Malva
<i>Richardia brasiliensis</i> L.	Poaia-branca
<i>Emilia sonchifolia</i> L.	Falsa-serralha
<i>Leonurus sibiricus</i> L.	Rubim
<i>Oxalis latifolia</i> L.	Trevo
<i>Coronopus didymus</i> L.	Mastruço
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrassto
<i>Conyza bonariensis</i> L.	Buva

Tabela 4: Espécies de plantas daninhas nas parcelas testemunhas não capinadas aos 14 dias após a primeira aplicação dos tratamentos na área 4.

<b>Nome científico</b>	<b>Nome Popular</b>
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Caruru-roxo
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca
<i>Tridax procumbens</i> L.	Erva-de-touro

Tabela 5: Espécies de plantas daninhas nas parcelas testemunhas não capinadas aos 14 dias após a primeira aplicação dos tratamentos na área 5.

<b>Nome científico</b>	<b>Nome Popular</b>
<i>Conyza</i> spp.	Buva
<i>Sisyrinchium</i> spp.	Palminha
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Papuã
<i>Eleusina indica</i>	Capim-pé-de-galinha
<i>Digitaria ciliares</i>	Milhã
<i>Struthanthus flexicaulis</i>	Erva de passarinho
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
<i>Coronopus didymus</i>	Mentruz

A semeadura da cebola foi em três linhas duplas por canteiro, exceto a área 5, sendo em área contínua em linhas simples. Portanto, em cada experimento, os tratamentos (Tabela 6) foram dispostos em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e cada unidade experimental possuía 5x2m, totalizando 10 m<sup>2</sup>.

Os herbicidas selecionados são recomendados para a cultura da cebola, mas para aplicação em estádios fenológicos mais desenvolvidos da planta – a partir da folha 3. Dessa forma, o reposicionamento foi feito para aplicação em primeira, terceira e quinta folha completamente expandida (Tabelas 6).



Tabela 6: Tratamentos dos os experimentos nas áreas 1, 2, 3, 4 e 5.

Tratamentos	Volume de Calda L ha <sup>-1</sup>	Doses (L ou Kg/ha) Estádio fenológico da cebola		
		Folha 1	Folha 3	Folha 5
Testemunha Capinada				
Testemunha Não capinada				
Flumioxazina <sup>1</sup>	400	0,01	0,025	
Flumioxazina <sup>1</sup>	800*	0,01	0,025	
Flumioxazina <sup>1</sup>	400	0,015	0,05	
Flumioxazina <sup>1</sup>	800*	0,015	0,05	
Oxifluorfem <sup>2</sup>	1000*	0,06	0,06	0,06
Oxifluorfem <sup>2</sup>	400	0,02	0,02	0,02
Pendimetalina <sup>3</sup>	400	0,91	0,91	0,91
Pendimetalina <sup>3</sup> + Flumioxazina <sup>1</sup>	800*	0,91+0,008	0,91+0,008	

Produtos comerciais: <sup>1</sup>Flumyzin 500 SC®; <sup>2</sup>Galigan 240 EC®; <sup>3</sup>Prowl H<sub>2</sub>O®. \*Aplicação parcelada em ida e volta.

A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal, pressurizado com CO<sub>2</sub>. A calibração do equipamento ocorreu para os volumes de calda 400, 800 e 1000 L/ha, adequando aos tratamentos já estabelecidos. A ponta tipo leque utilizada durante a pulverização, possui formato de “V” invertido, concentrado ao centro e dissipando nas extremidades, garantiu uma cobertura uniforme e total da área.

As condições climáticas foram monitoradas durante as aplicações, sem chuvas, mas com umidade do ar acima de 55%, ventos entre 3,2 - 6,5Km/h e temperaturas abaixo de 30°C (Andef, 2004), para a mínima interferência.

As aplicações de volumes de calda mais altos, como os tratamentos com 800 e 1000 litros de calda foram parcelados em ida e volta. Essa aplicação consiste na pulverização da metade do volume de calda em um sentido e logo em seguida a aplicação da outra metade do volume de calda no sentido contrário. Esse parcelamento permite que haja uma maior cobertura do alvo, um maior volume de calda aplicado, mas também uma diluição na superfície de contato da planta de interesse, minimizando o contato para injúrias.

As unidades experimentais foram avaliadas nos intervalos de sete dias, iniciando aos sete dias após a primeira aplicação, sendo a última aos sete dias após a aplicação em terceira folha. As injúrias causadas pelos herbicidas foram avaliadas

visualmente com base na escala de 0-100, em que 0% consiste em nenhuma injúria e 100% em morte total das plântulas de cebola (SBCPD, 1995).

O controle das plantas daninhas também foi avaliado, com base em uma escala 0-100, em que 0% consiste em nenhum controle e 100% em ausência de plantas daninhas na área (ALAM, 1974).

Ao final do ciclo, os bulbos de cebola foram colhidos e classificados com base no diâmetro, portaria 529/18.03.95 do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma agrária. As classes consistem em 0 (<15mm), 1 (15-35mm), 2 (35-50mm), 3 (50-60mm), 3 cheio (60-70mm), 4 (70-90mm) e 5 (>90mm) (CEAGESP, 2001).

A produtividade foi estimada através da pesagem dos bulbos após a cura em campo. A área útil colhida da unidade experimental consistiu de dois metros quadrados, sendo um metro de largura no canteiro e dois metros no comprimento da unidade. Após isso, realizou-se a conversão para a produtividade comercial total para cada tratamento, expressa em tonelada por hectare.

Os quatro melhores tratamentos classificados através da combinação dos dados de produtividade, controle e injúrias causadas pelos herbicidas, tiveram bulbos retirados como amostras, das classes comercial 3, 3 cheio e 4. As amostras foram enviadas a um laboratório especializado para realização de análises de resíduos dos herbicidas presentes nas amostras coletadas. O laboratório realizou cromatografia gasosa e líquida, correspondendo ao comportamento físico-químico dos produtos a serem analisados. Devido à dificuldade de logística e exigência de protocolos de coleta e transporte das amostras, foram realizadas as coletas de bulbos apenas nas áreas 1, 2 e 3 localizadas no estado de Minas Gerais.

Os dados foram avaliados segundo a homogeneidade de variância (Teste de Bartlett a 5% de significância) e normalidade de resíduos (Teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância). Em seguida, separadamente para cada variável (controle, produtividade, classificação), os dados foram submetidos à análise conjunta dos dados considerando o modelo de blocos casualizados, constituídos de efeitos tratamentos, ambientes e interação de tratamentos x ambientes.

Para avaliar a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos utilizou-se a razão entre o maior e menor quadrado médio residual das análises de variâncias individuais; considerando as variâncias homogêneas se esta razão for menor que 7,0, conforme Pimentel-Gomes, 2009)

O modelo dessa análise foi:

$$Y_{ijk} = m + B/A_{jk} + T_i + A_k + TA_{ik} + E_{ijk},$$

em que:  $Y_{ijk}$  é o valor observado no tratamento  $i$  no bloco  $j$  e dentro do ambiente  $k$ ;  $m$  é a média geral;  $T_i$  é o efeito de tratamento  $i$ ;  $B/A_{jk}$  é o efeito do bloco  $j$  dentro do ambiente  $k$ ;  $A_k$  é o efeito de ambiente  $k$ ;  $GA_{ik}$  é o efeito da interação do tratamento  $i$  com o ambiente  $k$ ;  $E_{ijk}$  é o erro experimental (Pimentel-Gomes, 2009).

As médias dos tratamentos, tanto após as análises individuais quanto as análises conjuntas, foram submetidas ao teste de Agrupamento de Scott-Knott ( $\alpha=0,05$ ) devido à quantidade de tratamentos presentes e minimizar ambiguidade de resultados. A comparação de médias de ambientes, posterior à análise conjunta, foi dada pelo teste de Skott-Knott ( $\alpha=0,05$ ).

As variáveis que não atenderam a razão menor que 7,0, conforme Pimentel Gomes, foram ajustadas o grau de liberdade a fim de validar a homogeneidade das variâncias residuais. Para isto, foi utilizado o Software Genes (Cruz, 2013).

Os dados de injúrias foram avaliados através da área abaixo da curva de progresso (AACP) de injúrias, adaptado de SHANER e FINNEY (1977):

$$AACP = \sum_{i=1}^{n-1} [(y_{(i+1)} + y_i)/2] * (t_{(i+1)} - t_{(i)})$$

Em que:  $y_i$  e  $y_{(i+1)}$  correspondem às taxas de injúrias observadas, respectivamente, nas avaliações  $i$  e  $i + 1$ ;  $t_{(i)}$  e  $t_{(i+1)}$  correspondem ao tempo, respectivamente, nas avaliações  $i$  e  $i + 1$ ; e  $n$  corresponde ao número total de avaliações.

Em seguida, foi realizada análise de variância (ANOVA) e submetidas ao teste de agrupamento de Scott-Knott ( $\alpha=0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas no Programa R (R Core Team, 2022) e no Rbio (Bhering, 2017).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Injúrias nas plantas de cebola

Os tratamentos com flumioxazina apresentaram injúrias de clorose aos sete primeiros dias após aplicação e em seguida necrose no local (Tabela 7). Apesar de serem um dos tratamentos que mais causaram injúrias à cultura da cebola nas cinco áreas, os sintomas de injúrias foram considerados leves (252-420) a moderados (462-840) de acordo com a SBCPD (1995), pois apresentam sintomas nítidos de baixa e maior intensidade. Resultado similar foi obtido por Durigan et al. (2005), em que o herbicida flumioxazina provocou necroses pontuais, mas com recuperação satisfatória aos 49 DAA.

A variação do volume de calda não apresentou diferença quanto ao potencial de injúria, exceto na área 4. A área abaixo da curva de progresso de injúria apresentou variações entre as doses aplicadas de flumioxazina, exceto nas áreas 4 e 5, que apresentaram comportamentos semelhantes.

Tabela 7: Área abaixo da curva de progresso de injúrias de herbicidas na cultura da cebola.

Tratamentos	Dose	Volume de Calda L ha <sup>-1</sup>	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha Capinada			0.0 Da	0.0 Da	0.0 Ea	0.0 Ea	0.0 Ea
Testemunha Não capinada			0.0 Da	0.0 Da	0.0 Ea	0.0 Ea	0.0 Ea
Flumioxazina	0,01+0,025	400	106.8 Bb	76.1 Bb	162.8 Da	111.1 Cb	155.8 Da
Flumioxazina	0,01+0,025	800	93.6 Bb	70.0 Bb	165.4 Da	157.5 Ba	140.9 Da
Flumioxazina	0,015+0,05	400	135.6 Ac	120.8 Ac	256.4 Ba	203.9 Ab	154.0 Dc
Flumioxazina	0,015+0,05	800	166.3 Ab	174.1 Ab	257.7 Ba	162.8 Bb	140.0 Db
Oxifluorfem	0,06+0,06+0,06	1000	63.0 Cd	167.1 Ac	335.2 Ab	62.1 Dd	490.0 Aa
Oxifluorfem	0,02+0,02+0,02	400	80.5 Bc	93.6 Bc	208.7 Cb	31.5 Dd	319.4 Ba
Pendimetalina	0,91+0,91+0,91	400	42.0 Ca	35.9 Ca	4.3 Ea	29.8 Da	8.8 Ea
Pendimetalina + Flumioxazina	[0,91+0,008]+ [0,91+0,008]	800	99.8 Bc	155.8 Ab	265.4 Ba	105.0 Cc	223.1 Ca

CV: 28.94%

\*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha por letras distintas formam grupos estatisticamente distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV(%): coeficiente de variação. Área 1: Rio Paranaíba – MG (-19° 10' 37" S, -46° 03' 30" O), Área 2: São Gotardo – MG (-19° 16' 46" S, -46° 05' 57" O), Área 3: São Gotardo – MG (-19° 16' 45" S, -46° 05' 55" O), Área 4: Cristalina – GO (-16°03'44.7"S, -47°19'10.3"O) e Área 5: Lebon Regis – SC (-26° 55' 53"S, -50° 41' 54" O).

Os tratamentos com oxifluorfem apresentaram mais injúrias que os demais tratamentos, mas ainda sim consideradas injúrias moderadas. Para o tratamento oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06\text{L ha}^{-1} 1000\text{L ha}^{-1}$ ), as injúrias foram mais intensas se comparadas ao oxifluorfem ( $0,02+0,02+0,02\text{L ha}^{-1} 400\text{L ha}^{-1}$ ) (Tabela 7). Isso se deve a maior dosagem do produto, mas que foi amenizada pelo volume de calda elevado. A área 1 apresentou comportamento diferente, sendo as maiores injúrias na menor dose de oxifluorfem, isso pode ocorrer devido a única passada de aplicação, havendo o contato em uma face da planta e provocando maior injúria, e na área 4, as injúrias foram semelhantes entre os dois tratamentos.

Herrmann et al. (2017) testaram duas formulações de oxifluorfem, nas dosagens de (0.035, 0.071, 0.14 e 0.21 kg/ha 187 L ha<sup>-1</sup>), sendo que as duas maiores dosagens causaram mais injúrias se comparada com as demais, o que poderia ser minimizada se fosse aplicado com maior volume de calda em duas passadas, ida e volta. Apesar disso, não houve redução de estande e nem diferenças significativas na produtividade de bulbos, independentemente de doses e formulações avaliadas.

O tratamento com o herbicida pendimetalina apresentou-se muito seguro nas cinco áreas em que foi aplicado, causando nenhuma ou injúria muito leve na cultura da cebola. Dessa forma, os valores das áreas abaixo da curva de progresso de injúria para esse herbicida foram abaixo de 50 (Tabela 7).

A mistura dos ingredientes ativos pendimetalina e flumioxazina promoveram injúrias moderadas. Como já visto, a pendimetalina é um ingrediente ativo bastante seletivo à cultura da cebola. Já o flumioxazina necessita de um pouco mais de atenção, o que juntos promoveram injúrias mais significativas. Uma alternativa seria a aplicação dos herbicidas de forma isolada, em momentos diferentes, para reduzir a injúria sem afetar o controle. Herrmann et al.(2017) alertam para as misturas de flumioxazina e emulsões concentradas, pois podem provocar injúrias severas e redução de estande. Mas também, estes reforçam a segurança da mistura de flumioxazina e pendimetalina para a cultura da cebola.

Apesar das avaliações de injúrias apresentarem diferenças, todos os tratamentos apresentaram baixo nível de injúria ao final das avaliações, aos 35 DAA. Isso se deve as injúrias serem consideradas leves e ocorrerem no início do ciclo,

possivelmente pelo volume de calda elevado, estrutura ereta e cerosidade das folhas e emissão de folhas novas.

A cebola em estádios iniciais apresenta estrutura ereta e pequena área de contato com o herbicida aplicado. Dessa forma, as injúrias foram consideradas baixas devido ao escorrimento da calda durante a aplicação. Além disso, durante o desenvolvimento da cultura, a cebola desenvolve cera em suas folhas, o que permite o escorrimento da calda aplicada devido à diferença de polaridade.

Vale ressaltar que foram utilizadas cinco cultivares e locais diferentes durante o estudo, o que implica em características particulares para cada ensaio. Além disso, cada cultivar apresenta características genéticas e fenotípicas próprias, permitindo maior ou menor tolerância à presença de herbicidas (Ferreira & Costa, 1982). Sendo assim, houve diferenças de injúrias entre as áreas por condições climáticas, mas também por diferença de cultivar.

### **3.2 Controle de plantas daninhas**

O controle de plantas daninhas apresentou níveis reduzidos de até 30% aos 7 dias após a primeira aplicação. A partir dos 14 DAA os controles entre os tratamentos e as áreas se elevaram para 90% (Tabela 8).

Tabela 8: Percentual de controle de plantas daninhas (%) aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a primeira aplicação na cultura da cebola.

Tratamentos	Dose	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	7 DAA					14 DAA												
			Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5								
Testemunha Capinada			100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
Testemunha Não capinada			0 Da	0 Ba	0 Da	0 Ea	0 Ba	0 Ca	0 Da	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ba	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ba	0 Ba
Flumioxazina	0,01+0,025	400	83 Bc	91 Ab	84 Bc	73 Cd	100 Aa	98 Aa	91 Ba	94 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa
Flumioxazina	0,01+0,025	800	87 Bb	93 Ab	91 Bb	88 Bb	100 Aa	96 Aa	92 Ba	97 Aa	95 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa
Flumioxazina	0,015+0,05	400	82 Bb	93 Aa	89 Bb	84 Bb	100 Aa	97 Aa	90 Ba	97 Aa	98 Aa	98 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa
Flumioxazina	0,015+0,05	800	82 Bc	91 Ab	94 Ab	94 Ab	100 Aa	97 Aa	92 Ba	98 Aa	98 Aa	98 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa
Oxifluorfem	0,06+0,06+0,06	1000	82 Bb	98 Aa	98 Aa	58 Dc	100 Aa	94 Aa	98 Aa	100 Aa	94 Aa	98 Aa	100 Aa	94 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa
Oxifluorfem	0,02+0,02+0,02	400	76 Cb	95 Aa	95 Aa	71 Cb	100 Aa	90 Aa	91 Ba	95 Aa	91 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa	96 Aa
Pendimetalina	0,91+0,91+0,91	400	73 Cc	89 Ab	21 Ce	55 Dd	98 Aa	79 Bb	83 Cb	29 Bc	80 Bb	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa	94 Aa
Pendimetalina + Flumioxazina	[0,91+0,008]+ [0,91+0,008]	800	84 Bb	96 Aa	97 Aa	87 Bb	100 Aa	97 Aa	97 Aa	100 Aa	97 Aa	97 Aa	100 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97 Aa
CV(%):			6.17%					4.93%												

Tratamentos	21 DAA					28 DAA					35 DAA						
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5		
Testemunha Capinada	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa		
Testemunha Não capinada	0 Da	0 Ea	0 Ca	0 Ca	0 Ea	0 Da	0 Fa	0 Ca	0 Ca	0 Da	0 Ea	0 Fa	0 Ea	0 Ca	0 Da		
Flumioxazina	99 Aa	85 Ca	94 Ba	94 Aa	86 Ca	98 Aa	86 Cb	91 Bb	93 Aa	86 Bb	96 Aa	79 Cb	81 Db	96 Aa	85 Bb		
Flumioxazina	97 Aa	89 Bb	97 Aa	97 Aa	80 Dc	97 Aa	87 Cb	94 Ba	96 Aa	79 Cc	95 Aa	80 Cb	90 Ca	96 Aa	75 Cb		
Flumioxazina	99 Aa	90 Bb	98 Aa	97 Aa	83 Cc	99 Aa	89 Cb	98 Aa	97 Aa	79 Cc	99 Aa	85 Cb	92 Ba	97 Aa	75 Cc		
Flumioxazina	98 Aa	94 Aa	99 Aa	99 Aa	78 Db	96 Aa	92 Ba	98 Aa	98 Aa	74 Cb	95 Aa	89 Ba	94 Ba	98 Aa	73 Cb		
Oxifluorfem	95 Aa	96 Aa	100 Aa	87 Bb	85 Cb	93 Ab	94 Bb	100 Aa	87 Bc	80 Cd	88 Bb	92 Bb	99 Aa	89 Bb	99 Aa		
Oxifluorfem	86 Bb	83 Cb	91 Ba	86 Bb	84 Cb	81 Bb	79 Db	94 Ba	81 Bb	79 Cb	69 Cc	73 Dc	83 Db	81 Bb	96 Aa		
Pendimetalina	60 Cc	76 Db	4 Cd	87 Ba	91 Ca	44 Cb	46 Eb	0 Cc	83 Ba	88 Ba	41 Dc	33 Ed	0 Ee	83 Bb	94 Aa		
Pendimetalina + Flumioxazina	99 Aa	97 Aa	100 Aa	98 Aa	89 Cb	99 Aa	95 Ba	100 Aa	97 Aa	86 Bb	98 Aa	92 Bb	100 Aa	97 Aa	86 Bb		
CV(%):			4.94%					5.71%					6.49%				

\*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha por letras distintas formam grupos estatisticamente distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV(%): coeficiente de variação. Área 1: Rio Paranaíba – MG (-19° 10' 37" S, -46° 03' 30" O), Área 2: São Gotardo – MG (-19° 16' 46" S, -46° 05' 57" O), Área 3: São Gotardo – MG (-19° 16' 45" S, -46° 05' 55" O), Área 4: Cristalina – GO (-16°03'44.7"S,- 47°19'10.3"O) e Área 5: Lebon Regis – SC (-26° 55' 53"S,- 50° 41' 54" O).

Aos 21 dias, todos os tratamentos apresentaram médias superiores a 80% de controle, considerado um controle satisfatório, exceto os tratamentos com pendimetalina nas áreas 1, 2 e 3. Isso se deve a alta infestação de plantas daninhas nestas áreas e a baixa infestação nas áreas 4 e 5. Aos 28 e 35 DAA o controle reduziu ainda mais, sendo 41, 33 e 0% de controle nas áreas 1, 2 e 3, revelando que em altas pressões de plantas daninhas, este herbicida isolado não é satisfatório para o controle (Tabela 8).

Este comportamento já era esperado isoladamente, visto que na bula do produto consta apenas o controle de caruru (*Amaranthus* spp.), beldroega (*Portulaca oleracea* L.) e serralha (*Sonchus oleraceus* L.) como plantas de folha larga. Segundo Kumar e Mourya (2006), o tratamento com o herbicida pendimetalina a 0,75; 1; 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados um dia após o transplante das mudas, controlaram as plantas daninhas até os 40 dias. Aos 60 dias, apresentou uma redução significativa do controle, se comparado à testemunha capinada.

Em contrapartida, a pendimetalina+flumioxazina apresentaram um controle acima de 90% nas áreas 1, 2, 3 e 4 e de 86% na área 5 (Tabela 8). Estes resultados implicam em aumento do espectro de controle da mistura, muito satisfatório para áreas de olerícolas, que são muito sensíveis a competição com plantas daninhas. Além disso, o volume elevado de pluviosidade na área 5 pode ter promovido pequenas reduções no controle das plantas daninhas (Tabela 8).

De acordo com o trabalho de Herrmann et al.(2017), flumioxazina isolada e juntamente com pendimetalina promoveram controle de 100% de *Amaranthus* spp. Porém, o controle de *Chenopodium album* foi reduzido de 80 a 90%, próximo ao controle na área 2 que obteve média de 88,5% de controle da espécie. Já no presente trabalho, o controle de *Polygonum persicaria* com flumioxazina isolada não foi efetivo, atingindo somente 43% de controle, porém em mistura com pendimetalina o controle foi de 85%.

A flumioxazina nas maiores doses promoveu maior controle nas áreas, acima de 80% em no mínimo 4 áreas (Tabela 8). Para o tratamento de flumioxazina (0,01+0,025 Kg/ha) a área 3 apresentou um controle melhor com o volume de calda maior. Já para a flumioxazina (0,015+0,05 Kg/ha) o melhor controle com maior volume de calda foi na área 2. Sendo assim, é possível perceber uma tendência à



melhoria do controle quando se realiza o aumento do volume de calda, com a aplicação de ida e volta. Isso pode melhorar a cobertura das plantas daninhas e promover um maior controle.

O oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06\text{L ha}^{-1}$   $1000\text{L ha}^{-1}$ ) apresentou melhor controle se comparado ao oxifluorfem ( $0,02+0,02+0,02\text{L ha}^{-1}$   $400\text{L ha}^{-1}$ ). Isso pode se justificar pela maior dosagem de produto e também pelo volume de calda que apresenta maior cobertura do alvo. Sendo assim, o controle do oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06\text{L ha}^{-1}$   $1000\text{L/ha}$ ) foi acima de 90% nas áreas 2, 3 e 5 e acima de 80% nas áreas 1 e 4. E para oxifluorfem ( $0,02+0,02+0,02\text{L/ha}$   $400\text{L ha}^{-1}$ ), o controle foi acima de 90% somente na área 5, acima de 80% nas áreas 3 e 4 e para as áreas 1 e 2 foram de 69 e 73% de controle, respectivamente (Tabela 8).

Em cebola transplantada, Kumar e Mourya (2006), só obtiveram resultados satisfatórios, acima de 80%, quando houve a aplicação de oxifluorfem ( $0,1; 0,15; 0,2\text{ Kg ha}^{-1}$ ) + capina manual aos 45 dias após transplântio. As aplicações isoladas, sem capina manual, apresentaram controle em torno de 60%.

O oxifluorfem apresenta um baixo índice de lixiviação no solo, devido a sua baixa solubilidade em água ( $< 0,1\text{ ppm}$ ) (Rodrigues & Almeida, 2005). Sendo assim, o volume de chuva elevado não foi capaz de minimizar o efeito do herbicida, principalmente na área 5, aos 35 DAA (Figura 5).

Herrmann et al. (2017) avaliou o oxifluorfem nas doses de 0,035; 0,071; 0,14 e 0,21 kg i.a/ha, de duas marcas comerciais em dois locais. A diferença entre marcas comerciais não foi significativa, porém entre os locais sim, sendo a primeira área o controle em média de 78% e na segunda 70%, nas menores dosagens, devido a melhor efetividade no controle de algumas espécies.

Dessa forma, é possível compreender a importância da escolha do produto e de suas doses para que haja um bom controle de plantas daninhas. Também é necessário conhecer as espécies presentes na área e sua quantidade para adaptar ao melhor manejo. Além disso, técnicas de aplicação, aplicação ida e volta, por exemplo, associada aos estádios iniciais mais precoces das plantas daninhas permitem melhores resultados de eficiência de controle dos produtos utilizados.

### 3.3 Classificação comercial dos bulbos

A classificação da cebola é um parâmetro muito importante, pois esta determina o padrão de comercialização do consumo. As classes mais consumidas no mercado brasileiro e, conseqüentemente, mais comercializadas no mercado são as 3 e 3 cheia.

A flumioxazina ( $0,01+0,025 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) nas áreas 1, 2, 3, 5 apresentou maior porcentagem de bulbos de classe 3, 3 cheia e 4 quando se utilizou um volume de calda maior, similar a tendência de controle e produtividade (Tabela 9). Para a área 4 essa diferença foi oposta, sendo valores muito próximos.

Já a flumioxazina ( $0,015+0,05 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), nas áreas 1, 4 e 5 apresentou maior porcentagem de bulbos melhores comercializáveis com o volume de calda maior. Não havendo diferença estatística nas áreas 2 e 3.

O oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06 \text{ L ha}^{-1}$  1000  $\text{L ha}^{-1}$ ) apresentou maiores produtividades de bulbos comercializáveis nas áreas 2, 3, 5. Já para as áreas 1 e 4, o tratamento oxifluorfem ( $0,02+0,02+0,02 \text{ L ha}^{-1}$  400  $\text{L ha}^{-1}$ ) apresentou melhor classificação dos bulbos de cebola (Tabela 9). A interferência de plantas daninhas, provocada pela falta de eficiência de oxifluorfem, na área reduz a produtividade se avaliada pela classificação dos bulbos apresentando bulbos menores diâmetros (Soares et al., 2003; Carvalho et al., 2014).

O tratamento com pendimetalina isolado foi semelhante à testemunha não capinada em todas as áreas (Tabela 9). Já a associação de pendimetalina e flumioxazina, foi estatisticamente igual à testemunha capinada, representando uma boa classificação dos bulbos de cebola para a comercialização, conforme o consumidor final busca encontrar. Desta forma, a classificação é muito importante para a determinação de como será a comercialização do produto.

Tabela 9: Classificação da cebola através do diâmetro dos bulbos segundo a classificação da CEAGESP.

Tratamentos	Dose	Volume de calda L ha <sup>-1</sup>	Descarte					Classes 1 e 2					Classes 3, 3 cheia e 4																			
			Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5															
Testemunha Capinada			6.6	Aa	2.9	Da	1.0	Aa	0.0	Aa	1.0	Aa	6.6	Cb	10.5	Bb	16.4	Bb	39.7	Aa	6.2	Ab	86.8	Aa	86.6	Aa	82.5	Aa	60.3	Ab	92.8	Aa
Testemunha Não capinada			0.0	Bb	100.0	Aa	0.0	Ab	3.6	Ab	2.4	Ab	14.5	Cb	0.0	Bc	0.0	Cc	40.1	Aa	18.7	Ab	10.5	Cc	0.0	Cc	0.0	Cc	56.3	Ab	78.9	Aa
Flumioxazina	0,01+0,025	400	5.5	Aa	2.6	Da	4.2	Aa	0.4	Aa	1.8	Aa	4.3	Cc	16.1	Bc	53.2	Aa	37.4	Ab	9.6	Ac	90.2	Aa	81.3	Aa	42.6	Bc	62.1	Ab	88.7	Aa
Flumioxazina	0,01+0,025	800	3.5	Ba	1.6	Da	0.6	Aa	2.8	Aa	0.5	Aa	4.1	Cb	9.3	Bb	18.6	Bb	42.7	Aa	10.8	Ab	92.4	Aa	89.3	Aa	80.8	Aa	54.5	Ab	88.7	Aa
Flumioxazina	0,015+0,05	400	2.9	Ba	2.1	Da	0.9	Aa	0.2	Aa	4.2	Aa	7.7	Cb	13.0	Bb	22.9	Bb	42.9	Aa	8.7	Ab	89.4	Aa	84.9	Aa	76.2	Aa	56.8	Ab	87.0	Aa
Flumioxazina	0,015+0,05	800	6.6	Aa	8.3	Ca	0.9	Ab	0.4	Ab	1.4	Ab	3.6	Cb	7.2	Bb	27.9	Ba	39.6	Aa	9.4	Ab	89.8	Aa	84.5	Aa	71.2	Ab	60.0	Ab	89.2	Aa
Oxifluorfem	0,06+0,06+0,06	1000	7.5	Aa	1.6	Da	0.9	Aa	0.1	Aa	2.0	Aa	5.0	Cb	8.7	Bb	18.3	Ba	29.4	Aa	16.4	Aa	87.5	Aa	89.7	Aa	80.8	Aa	70.5	Aa	81.6	Aa
Oxifluorfem	0,02+0,02+0,02	400	0.7	Bb	8.4	Ca	1.5	Ab	0.9	Ab	0.2	Ab	50.3	Ba	41.2	Aa	29.0	Ba	37.5	Aa	9.2	Ab	49.1	Bc	50.4	Bc	69.5	Ab	61.6	Ab	90.7	Aa
Pendimetalina	0,91+0,91+0,91	400	0.0	Bb	39.2	Ba	0.0	Ab	0.8	Ab	1.8	Ab	83.6	Aa	46.5	Ab	0.0	Cc	40.2	Ab	9.7	Ac	16.4	Cc	14,2/5	Cc	0.0	Cd	59.0	Ab	88.5	Aa
Pendimetalina + Flumioxazina	[0,91+0,008]+[0,91+0,008]	800	6.0	Aa	1.9	Da	1.0	Aa	0.3	Aa	0.4	Aa	5.5	Cb	8.8	Bb	16.5	Bb	45.4	Aa	8.7	Ab	88.5	Aa	89.2	Aa	82.4	Aa	54.3	Ab	90.9	Aa
CV(%):			83.49%					48.30%					14.68%																			

\*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha por letras distintas formam grupos estatisticamente distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV(%): coeficiente de variação. Área 1: Rio Paranaíba – MG (-19° 10' 37" S, -46° 03' 30" O), Área 2: São Gotardo – MG (-19° 16' 46" S, -46° 05' 57" O), Área 3: São Gotardo – MG (-19° 16' 45" S, -46° 05' 55" O), Área 4: Cristalina – GO (-16°03'44.7"S, -47°19'10.3"O) e Área 5: Lebon Regis – SC (-26° 55' 53"S, -50° 41' 54" O).

### 3.4 Produtividade dos bulbos

A produtividade é um coeficiente de rendimento muito importante para avaliar os resultados da cultura. É importante ressaltar que a infestação de plantas daninhas na área também pode influenciar nas respostas dos tratamentos. Um herbicida pode apresentar um controle que seja satisfatório numericamente, porém as plantas daninhas remanescentes ainda podem apresentar uma infestação que seja competitiva com a cultura.

A eficiência dos herbicidas é muito importante para a produtividade, bem como a população de plantas daninhas. Como observado, as injúrias causadas foram reversíveis e, de modo geral, não houve redução na produtividade de bulbos. Porém, a falta de controle de plantas daninhas promoveu reduções consideráveis nas produtividades. Além disso, locais com menor incidência de plantas daninhas, como nas áreas 4 e 5, as produtividades das testemunhas não capinadas foram iguais às capinadas.

Os tratamentos com flumioxazina apresentaram produtividades muito semelhante entre si e iguais às testemunhas capinadas, exceto a flumioxazina ( $0,01+0,025 \text{ Kg ha}^{-1}$   $400 \text{ L ha}^{-1}$ ) que apresentou menor média nas áreas 2 e 3. Além disso, na área 3, entre os tratamentos com flumioxazina, somente a flumioxazina ( $0,01+0,025 \text{ Kg ha}^{-1}$   $800 \text{ L ha}^{-1}$ ) foi igual a testemunha capinada, os demais tiveram médias menores (Tabela 10). Pode-se observar maiores produtividades quando se eleva o volume de calda, áreas 2 e 3, refletindo a redução da competição de plantas daninhas por haver um maior controle devido a maior cobertura do alvo (Tabela 8 e 10).

Já os tratamentos de oxifluorfem, pode-se observar uma produtividade igual à testemunha capinada no tratamento oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06 \text{ L ha}^{-1}$   $1000 \text{ L ha}^{-1}$ ). Apesar de causar injúrias moderadas, o controle foi satisfatório, reduzindo a competição. O oxifluorfem ( $0,02+0,02+0,02 \text{ L ha}^{-1}$   $400 \text{ L ha}^{-1}$ ) apresentou redução de produtividade nas áreas que tiveram maior pressão de plantas daninhas, exatamente pela redução do controle de plantas daninhas (Tabela 10).

A pendimetalina não provocou injúrias nas plantas de cebola, mas não foi eficiente no controle das áreas 1, 2, 3, pela alta infestação de plantas daninhas. Isto

apresentou reflexo na produtividade, pois nestas áreas a redução de produtividade foi de 93, 90 e 100% em relação à testemunha (Tabela 10).

A mistura de pendimetalina+flumioxazina apresentou produtividade igual à testemunha em todas as áreas. Apesar de causar injúrias moderadas à cultura da cebola, o controle foi eficiente, resultando em produtividades satisfatórias em relação aos demais tratamentos.

Tabela 10: Produtividade de bulbos total em toneladas por hectare cultura da cebola

Tratamentos	Dose	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha Capinada			76.9 Aa	78.5 Aa	85.0 Aa	88.8 Aa	84.2 Aa
Testemunha Não capinada			1.3 Cb	0.6 Db	0.0 Db	84.2 Aa	78.5 Aa
Flumioxazina	0,01+0,025	400	73.9 Aa	53.4 Bb	41.1 Cb	77.7 Aa	80.7 Aa
Flumioxazina	0,01+0,025	800	65.5 Aa	76.8 Aa	80.1 Aa	81.8 Aa	81.4 Aa
Flumioxazina	0,015+0,05	400	66.7 Aa	70.2 Aa	68.4 Ba	68.9 Aa	77.4 Aa
Flumioxazina	0,015+0,05	800	65.9 Aa	70.9 Aa	68.0 Ba	75.0 Aa	77.7 Aa
Oxifluorfem	0,06+0,06+0,06	1000	67.3 Aa	81.4 Aa	88.0 Aa	82.3 Aa	75.0 Aa
Oxifluorfem	0,02+0,02+0,02	400	27.9 Bb	32.3 Cb	68.4 Ba	73.8 Aa	84.8 Aa
Pendimetalina	0,91+0,91+0,91	400	5.3 Cb	7.9 Db	0.0 Db	71.9 Aa	80.7 Aa
Pendimetalina + Flumioxazina	[0,91+0,008]+ [0,91+0,008]	800	69.8 Aa	57.5 Ba	64.1 Ba	70.3 Aa	76.3 Aa

CV(%):

\*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha por letras distintas formam grupos estatisticamente distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV(%): coeficiente de variação. Área 1: Rio Paranaíba – MG (-19° 10' 37" S, -46° 03' 30" O), Área 2: São Gotardo – MG (-19° 16' 46" S, -46° 05' 57" O), Área 3: São Gotardo – MG (-19° 16' 45" S, -46° 05' 55" O), Área 4: Cristalina – GO (-16°03'44.7"S, -47°19'10.3"O) e Área 5: Lebon Regis – SC (-26° 55' 53"S, -50° 41' 54" O).

### 3.5 Análise de resíduos de herbicidas em bulbos

As análises de resíduos de herbicidas foram realizadas com os quatro melhores tratamentos classificados através da combinação dos dados de produtividade, controle e injúrias causadas pelos herbicidas. Segundo os dados das avaliações acima, os tratamentos foram flumioxazina (0,01+0,025 Kg ha<sup>-1</sup> 400L ha<sup>-1</sup>), flumioxazina (0,015+0,05 Kg ha<sup>-1</sup> 400L ha<sup>-1</sup>), oxifluorfem (0,06+0,06+0,06 L ha<sup>-1</sup> 1000L ha<sup>-1</sup>) e pendimetalina+flumioxazina ([0,91+0,008]+[0,91+0,008] L ha<sup>-1</sup> 800 L ha<sup>-1</sup>). As análises foram realizadas somente das áreas 1, 2 e 3, devido à logística de envio para o laboratório de análise. Dentre as doze análises, não foram

encontrados resíduos de nenhum agrotóxico em nenhuma das amostras enviadas, incluindo herbicida, fungicida e inseticida de acordo com a metodologia do Laboratório (Tabela 11).

A ausência de resíduos se deve ao oxifluorfem ter a capacidade de degradação pela ação da luz (fotólise), evaporação e ação microbiana (Pereira, 1987). Além disso, é uma molécula que se adere fortemente às partículas do solo, o que reduz a possibilidade de acúmulo nos bulbos de cebola. A flumioxazina pertence ao mesmo grupo químico do oxifluorfem e apresenta características semelhantes. Apesar da pendimetalina ser de outro grupo químico, inibidores de microtúbulos, este apresenta alta adsorção aos colóides do solo e sensibilidade a luz (IUPAC, 2016)

A aplicação de agrotóxicos deve ser realizada de forma segura para garantir ao produtor qualidade e produtividade, ao consumidor final um produto de qualidade e sem resíduos, mas também não realizar a contaminação do meio-ambiente.

Tabela 11: Análise de resíduos de herbicidas nos bulbos de cebola das áreas 1, 2 e 3.

Tratamentos	Dose	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Área	Resultado da análise
Flumioxazina	0,01+0,025	800	Área 1	N.D.*
Flumioxazina	0,015+0,05	400		N.D.
Oxifluorfem	0,06+0,06+0,06	1000		N.D.
Pendimetalina + Flumioxazina	[0,91+0,008]+ [0,91+0,008]	800		N.D.
Flumioxazina	0,01+0,025	800	Área 2	N.D.
Flumioxazina	0,015+0,05	400		N.D.
Oxifluorfem	0,06+0,06+0,06	1000		N.D.
Pendimetalina + Flumioxazina	[0,91+0,008]+ [0,91+0,008]	800		N.D.
Flumioxazina	0,01+0,025	800	Área 3	N.D.
Flumioxazina	0,015+0,05	400		N.D.
Oxifluorfem	0,06+0,06+0,06	1000		N.D.
Pendimetalina + Flumioxazina	[0,91+0,008]+ [0,91+0,008]	800		N.D.

\* N.D. = Não detectado.

#### 4. CONCLUSÕES

Encontrou-se pelo menos três herbicidas em pós-emergência com potencial de uso na cultura da cebola em cada região. A flumioxazina ( $0,01+0,025\text{Kg ha}^{-1}$   $800\text{L ha}^{-1}$  e  $0,015+0,05\text{Kg ha}^{-1}$ ), oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06\text{L ha}^{-1}$   $1000\text{L ha}^{-1}$ ) e pendimetalina+flumioxazina na região do Cerrado. No sul do Brasil, a pendimetalina, flumioxazina ( $0,01+0,025\text{Kg ha}^{-1}$   $800\text{L ha}^{-1}$  e  $0,015+0,05\text{Kg ha}^{-1}$ ), oxifluorfem ( $0,06+0,06+0,06\text{L ha}^{-1}$   $1000\text{L ha}^{-1}$ ) e pendimetalina+flumioxazina ( $[0,91+0,008]+[0,91+0,008]\text{L ha}^{-1}$ ). Pode-se concluir também que o volume de calda elevado, com a aplicação em ida e volta, permite uma maior cobertura do alvo, promove um melhor controle de plantas daninhas e minimiza as injúrias.

#### REFERÊNCIAS

**AGROFIT** - Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília: 2021.

**ANDEF** - Associação Nacional de Defesa Vegetal. -- Campinas. São Paulo: Linea Creativa, 2004.

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS - ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

BHERING, L.L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and applied biotechnology**. v.17:187-190p. 2017.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 5.465**, de 09 de Outubro de 2019. Altera artigos da Lei nº 7.802 para dispor sobre a rastreabilidade dos resíduos de agrotóxicos ao longo da cadeia produtiva de vegetais frescos destinados à alimentação humana. Brasília: Câmara dos Deputados, 2019.

**COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO\_CEAGESP**. Programa Brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros. São Paulo, 2001

DE CARVALHO, D. R. et al. Eficiência do oxyfluorfen no controle de plantas daninhas na cultura da cebola transplantada irrigada por gotejamento. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 127-133, 2014.

DURIGAN, J. C.; SILVA, MR M.; AZANIA, A. A. P. M. Eficácia e seletividade do herbicida flumioxazin aplicado em pré-emergência na cultura transplantada da cebola. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 3, p. 11-17, 2005.

FERREIRA, L. R.; DURIGAN, J. C.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura da cebola em semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 17, p. 63-72, 1999.

FERREIRA, P. V.; COSTA, C. P. **Caracterização da cerosidade foliar em cebola (*Allium cepa* L.) através de solução diluída de ácido sulfúrico como agente seletivo**. Relatório do Instituto e Departamento de Genética da ESALQ, v.16, n.1, 1982a.

HERRMANN, C. M. et al. Postemergence weed control in onion with bentazon, flumioxazin, and oxyfluorfen. **Weed Technology**, v. 31, n. 2, p. 279-290, 2017.

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. Rio de Janeiro, 2020.

**IUPAC** – International Union of Pure and Applied Chemistry (2016) Agrochemical Information, The A to Z of Active Ingredients. Pesticide Properties Database. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/>>. Acesso em: 10/10/22.

JEAN-SIMON, L.; MONT-GERARD, J.; SANDER, J.J. Effect of early season weed competition duration on onion yield. **Proceedings of the Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society**, v.125, p.226-228, 2012

KUMAR, N.; MOURYA, I. Effect of different herbicides on growth and efficacy for weed control in onion (*Allium cepa* L.) Seed crop. **Annals of Agricultural Research**, [S. l.], v. 27, n. 3, 2014.

MARCHI, et. al. Herbicidas: mecanismo de ação e usos. **Embrapa**, Documento, 227, 2008.

OLIVEIRA, V. R.; BOITEUX, L. S. Cultivo da cebola (*Allium cepa* L.). Série sistemas de cultivo, **Embrapa RS**, 2003.

PEREIRA, W. S. P. Herbicida de pré-emergência – oxifluorfen. Série Técnica **IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p.45 – 60, Set.1987

PIMENTEL-GOMES, F.. **Curso de estatística experimental**. 15 ed, Editora FEALQ, Piracicaba, 451 p. 2009.

QASEM, J. R. Chemical weed control in seedbed sown onion (*Allium cepa* L.). **Crop Protection**, v.25, p. 618-622, 2006.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Edição dos autores: Londrina, 2005. 591 p.

SOARES, D. J. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cebola (*Allium cepa*) transplantada. **Planta Daninha**, v. 21, p. 387-396, 2003.

SOARES, et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cebola (*Allium cepa*) transplantada. **Planta Daninha**, v.21(3), p. 387-396, 2003.



SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: **SBCPD**, 42 p. 1995.

TRANI, et al. Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.). Campinas: **Instituto Agrônomo de Campinas – IAC**. 2014.

ZANATTA, et al. Interferência de plantas daninhas em culturas olerícolas. **Rev FZVA**. 13:39-57. 2006.