

A ponta de pulverização e a mistura em tanque podem afetar o controle de plantas daninhas e a seletividade dos herbicidas para a cultura da cebola?

Can spraying tip and tank mix affect weed control and herbicide selectivity in onion culture?

Lucas Boaretto Comachio ^{*1}(ORCID 0009-0003-1381-6463), **João Pedro Rech Rossi** ¹(ORCID 0000-0002-4591-5306), **Dionatan Alan Amler** ²(ORCID 0000-0002-2786-1754), **Fabício Flávio Amler** ²(ORCID 0009-0003-8822-1907), **Naiara Guerra** ³(ORCID 0000-0002-4215-3027), **Antonio Mendes de Oliveira Neto** (ORCID 0000-0002-4616-5594)

¹Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil. *Autor para correspondência: comachiolucas@gmail.com

²Instituto Federal Catarinense, Rio do Sul, SC, Brasil.

³Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, SC, Brasil.

Submissão: 11/09/2023 | Aceite: 12/05/2024

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o controle de plantas daninhas na cultura da cebola, em função da ponta de pulverização e mistura de herbicidas em tanque. O experimento foi conduzido em área comercial, no município de Imbuia, SC, em delineamento de blocos casualizados com tratamentos organizados em esquema fatorial (2 x 4) + 2 e quatro repetições. Os fatores estudados foram os modelos de pontas de pulverização, TT 110 015 e ADIA 110 02, e os herbicidas: ioxynil + flumioxazin (IO + FL; 250 + 75 g i.a. ha⁻¹), ioxynil + pendimethalin (IO + PE; 250 + 1.200 g i.a. ha⁻¹), diuron + flumioxazin (DI + FL; 500 + 75 g i.a. ha⁻¹) e diuron + pendimethalin (DI + PE; 500 + 1.200 g i.a. ha⁻¹). Adicionalmente, manteve-se duas testemunhas, com e sem capinas. As variáveis avaliadas foram controle de *Amaranthus deflexus*, *Sonchus oleraceus*, *Polygonum persicaria* e *Coronopus didymus*, fitointoxicação, estande de plantas, diâmetro e peso médios de bulbos, produtividade comercial e produtividade total. Todos os tratamentos controlaram as espécies *A. deflexus*, *S. oleraceus* e *P. persicaria*. Para o *C. didymus*, o controle foi inferior a 81% ao se usar DI + PE aplicado com a ponta ADIA 110 02. A fitointoxicação foi superior a 18 e 8% aos 7 e 14 dias após a aplicação (DAA), respectivamente envolvendo os herbicidas IO + FL e DI + FL. As pontas de pulverização e as misturas em tanque de herbicidas não influenciaram nos componentes de produção e na produtividade de bulbos. As misturas em tanque avaliadas foram eficientes no controle das plantas daninhas e seletivos para cultura da cebola, independentemente da ponta de pulverização.

PALAVRAS-CHAVE: *Allium cepa*; inibidores do fotossistema II; pontas de jato plano; tecnologia de aplicação.

ABSTRACT

This paper aimed the evaluation of weed control in onion crop regarding spray tips and herbicide tank mixture. It was conducted in a commercial area in Imbuia municipality, in SC, Brazil. Randomized block experimental design was used, with treatments organized in factorial scheme (2 x 4) + 2, and four repetition. The treatments consisted in two spraying tips models: TT 110 015 and ADIA 110 02, and four herbicide mixtures: ioxynil + flumioxazin (IO + FL; 250 + 75 g i.a. ha⁻¹), ioxynil + pendimethalin (IO + PE; 250 + 1.200 g i.a. ha⁻¹), diuron + flumioxazin (DI + FL; 500 + 75 g i.a. ha⁻¹) e diuron + pendimethalin (DI + PE; 500 + 1.200 g i.a. ha⁻¹). Additionally, two controls, with and without weeding were kept. Assessed variables were *Amaranthus deflexus*, *Sonchus oleraceus*, *Polygonum persicaria* and *Coronopus didymus* control; phytotoxicity, plant stand, bulb's diameter and average weight and, commercial and total yield. All treatments were effective controlling *A. deflexus*, *S. oleraceus* and *P. persicaria*. *C. didymus* controls were lower than 81% for DI + PE treatment applied with ADIA 110 02 spraying tip. The phytotoxicity was higher than 18% and 8% at 7 and 14 Days After Spraying (DAS) respectively, involving herbicides IO + FL and DI + FL. Spraying tips and herbicide tank mixtures did not influence yield components or bulb productivity. All tank mixtures were efficient to controlling weed plants, and selective for onion crop, regardless the spraying tip.

KEYWORDS: *Allium cepa*; inhibition of photosynthesis; flat fan spraying tip; spraying technology.

INTRODUÇÃO

Em 2022, a produção brasileira de cebola atingiu a marca de 1,65 milhões de toneladas, em área colhida de 48,9 mil hectares. Destes, o estado de Santa Catarina participa com 29,7% da produção e 35,4% da área, com 492 mil toneladas colhidas em 17,3 mil hectares, configurando-se como o principal produtor de cebola no país (IBGE 2023). A cebola tem crescimento inicial lento, com isso a competição com as plantas daninhas prejudica seu desenvolvimento, seja pela competição direta por recursos, ou indiretamente hospedando pragas ou doenças (MENEZES JÚNIOR & SGROTT 2016). Pesquisas da EPAGRI (2013) indicaram perdas de 57,4% da produtividade quando houve competição até 60 dias após o transplante da cebola. A convivência com plantas daninhas nos primeiros 98 dias foi capaz de reduzir a produtividade de cultivos de cebola em até 95% (SOARES et al. 2003).

O controle convencional de plantas daninhas, de forma mecânica, muitas vezes manual, é extremamente trabalhoso, custoso, ineficiente ou mesmo pode danificar os bulbos da cultura, tornando o controle químico uma ferramenta importante no cultivo de cebola (KUMAR et al. 2022). A eficiência do controle químico, por sua vez, é definida por fatores como a quantidade de ingrediente ativo depositada sobre o alvo e a uniformidade da cobertura, que são diretamente influenciados pelas pontas de pulverização (GRELLA et al. 2020). A escolha da ponta de pulverização tem papel importante no resultado do manejo, pois afeta a fragmentação das partículas do agrotóxico, transferência, deposição da calda no alvo e a deriva de gotas durante a aplicação (WANG et al. 2023). Pontas que produzem gotas finas melhoram a deposição e cobertura do produto no alvo, porém são mais suscetíveis a perdas por evaporação ou deriva; principalmente em condições de calor e vento. Pontas que geram gotas mais grossas são menos retidas no alvo, porém reduzem o potencial de perdas, por serem mais pesadas e carregarem maior energia cinética (PRADO et al. 2024, PRIVITERA et al. 2023). Em pontas com indução de ar, o ar é aspirado para o interior dos canais hidráulicos por orifícios de indução, e mistura-se com a calda. Com a inserção de ar ao líquido pulverizado, cria-se gotas maiores e menos suscetíveis à deriva, que produzem gotas pequenas ao se chocarem com o alvo, melhorando a cobertura (DE CAUWER et al. 2023).

A mistura em tanque é definida pelo Decreto nº 4074/2002 como: “associação de agrotóxicos e afins no tanque do equipamento aplicador, imediatamente antes da aplicação” (BRASIL 2002). Quando realizada corretamente, proporciona benefícios operacionais, como a diminuição do número de aplicações, uso racional de recursos hídricos, redução da exposição do aplicador e potencial de diminuir os custos. Além disso, as interações entre ingredientes ativos podem potencializar a ação herbicida ou aumentar o espectro de controle do tratamento (GAZZIERO 2015, GALON et al. 2021). A recomendação de misturas em tanque é regulamentada pela Instrução Normativa nº 40 de 11 de outubro de 2018 (BRASIL/MAPA 2018), e permitida em receituário agrônomo desde que assinada por um Engenheiro Agrônomo. Ainda assim, agricultores e técnicos carecem de informações referentes à incompatibilidades físico-químicas e da interferência de misturas no controle fitossanitário, e muitas dúvidas ainda permanecem, em decorrência das inúmeras combinações possíveis (OLIVEIRA et al. 2021).

A tecnologia de aplicação de agrotóxicos na cebola é um tema pouco explorado no Brasil. Em pesquisa, OLIVEIRA NETO et al. (2018) demonstraram que a redução da taxa de aplicação é uma alternativa viável para a cultura e não compromete a deposição da calda e a eficiência dos herbicidas. AMLER et al. (2021) demonstraram que a escolha da ponta de pulverização afeta a deposição do produto aplicado na cebola e no solo, e as pontas de jato plano com indução de ar ou de jato simples de impacto tiveram desempenho superior à pontas de jato simples e jato simples com pré-orifício.

Desta forma, a partir da hipótese de que a escolha da ponta de pulverização bem como a mistura de herbicidas em tanque podem afetar o controle de plantas daninhas e a produtividade da cultura da cebola, objetivou-se com o trabalho avaliar o controle de plantas daninhas na cultura da cebola, em função da ponta de pulverização e mistura de herbicidas em tanque.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de cebola, localizada no município de Imbuia, SC (27°29'17"S, 49°23'16"O e 824 m de altitude) no período de agosto de 2019 a janeiro de 2020. O solo da área foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico (SANTOS et al. 2018). A análise química do solo, realizada na camada de 0 a 0,2 m, com as seguintes características : pH em água de 5,3; argila de 47%; MO de 0,9%; P de 13,1 mg dm⁻³; K de 213,8 mg dm⁻³; Al de 0,5 cmol_c dm⁻³; CTC 19,03 cmol_c dm⁻³ e V% de 72,7. O clima da região foi classificado como subtropical úmido (classificação climática de Köppen-geiger: cfa), com

temperatura média anual de 19,1 °C e precipitação média anual de 1530 mm (CATONI et al. 2012).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), em arranjo fatorial (2 x 4 + 2), com quatro repetições. Foram avaliados duas pontas de aplicação (ADIA 110 02 - com indução de ar com jato no formato de leque plano e TT 110 015 - com jato plano de impacto de ângulo grande) e quatro misturas em tanque dos herbicidas ioxynil + flumioxazin (250 + 75 g i.a. ha⁻¹), ioxynil + pendimethalin (250 + 1.200 g i.a. ha⁻¹), diuron + flumioxazin (500 + 75 g i.a. ha⁻¹) e diuron + pendimethalin (500 + 1.200 g i.a. ha⁻¹), aplicados em pós-emergência. Os herbicidas comerciais utilizados foram Totril®, Diuron Nortox 500®, Flumizyn 500 SC® e Herbadox®. Concomitantemente, manteve-se duas testemunhas: uma com capina manual, a fim de se avaliar possíveis efeitos de fitointoxicação dos tratamentos, e uma testemunha sem capina, para avaliação da eficiência do controle de plantas daninhas sob a produtividade da cebola. As unidades experimentais foram compostas por parcelas de 6 m² (2 x 3 m).

Realizou-se o transplante manual de mudas da cultivar Juporanga, em espaçamento entre linhas de 0,25 cm e entre plantas de 0,1 cm totalizando densidade de 400.000 plantas ha⁻¹. A adubação foi baseada nas recomendações para a cultura da cebola para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS 2016). Foram aplicados 120 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (ureia - 20Kg na base + três coberturas com 25, 50 e 25 Kg); 160 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicados na base; e 150 kg ha⁻¹ de K₂O (50 Kg ha⁻¹ aplicados na base + duas coberturas de 50 Kg ha⁻¹). O controle de pragas e doenças foi realizado seguindo manejo realizado pelo agricultor, e foi baseado nas recomendações técnicas da pesquisa para o manejo fitossanitário na cebola (WORDELL FILHO et al. 2006).

A aplicação dos tratamentos foi realizada com um pulverizador costal pressurizado a CO₂, 15 dias após o transplante, quando as mudas de cebola estavam com 3 a 4 folhas. Utilizou-se para a aplicação duas barras, uma delas com quatro pontas do modelo ADIA 110 02 e a outra com quatro pontas do modelo TT 110 015. A pressão de trabalho foi de 208 kPa, monitorada em um manômetro na barra de aplicação, velocidade de deslocamento de 1,0 m s⁻¹ atingindo taxa de aplicação de 210 L ha⁻¹ para a ponta ADIA 110 02 e de 145 L ha⁻¹ para a ponta TT 110 015. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram monitoradas por um termo-higro-anemômetro digital e mostraram: temperatura do ar de 23°C, umidade relativa do ar de 66%, velocidade do vento 2,5 km h⁻¹. O solo no momento da aplicação encontrava-se úmido.

As avaliações de controle das plantas daninhas, bem como a fitointoxicação na cultura da cebola foram realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) de modo visual baseada em escala percentual, onde 0% representa nenhum controle ou fitointoxicação, e 100% representam a morte da planta (KUVA et al. 2016). As espécies de plantas daninhas cujo controle foi mensurado foram: caruru (*Amaranthus deflexus* - 77 plantas m⁻² e 2 folhas verdadeiras), serralha (*Sonchus oleraceus* - 13 plantas m⁻² e 2 folhas verdadeiras), erva-de-bicho (*Polygonum persicaria* - 7 plantas m⁻² e 2 folhas verdadeiras) e mastruz (*Coronopus didymus* - 100 plantas m⁻² e 1 folhas verdadeiras). Na pré-colheita, avaliou-se o estande de plantas (EP: plantas m⁻¹); diâmetro médio dos bulbos (DB: mm); peso médio dos bulbos (PB: g); produtividade dos bulbos classificados como “caixa 3” ou superior (CO: t ha⁻¹) e produtividade total de bulbos (TO: t ha⁻¹ - somatório dos bulbos de todos os diâmetros).

A contagem de estande de plantas na pré colheita foi realizada em 1 metro linear de duas linhas centrais de cada parcela. Os bulbos colhidos foram submetidos a 30 dias de cura em galpão de forma natural, em ambiente seco, arejado e sem exposição direta ao sol. Após a cura, os bulbos secos foram limpos e classificados como superior ou inferior à caixa 3, cujo diâmetro equatorial ≥ 51 mm, conforme recomendado (CEAGESP 2021). O peso dos bulbos colhidos na amostra foi dividido pelo número de plantas para obtenção do peso médio dos bulbos. O diâmetro médio dos bulbos foi determinado a partir da medida equatorial do diâmetro de 10 bulbos por parcela, selecionados de forma aleatória. A produtividade de bulbos foi estimada por classe e apresentada em toneladas por hectares (t ha⁻¹).

Após análise de variância, não se observou interação entre os fatores ponta de aplicação e mistura em tanque, assim considerou-se os fatores de forma isolada para as análises estatísticas. O controle de plantas daninhas (%) aos 7, 14 e 28 DAA foram submetidos ao teste de Tukey (p>0,05), assim como o efeito da ponta de pulverização e da mistura em tanque sobre a fitointoxicação (%) as 7 e 14 DAA e sobre os parâmetros produtivos da cebola. Também, comparou-se por meio do teste de Dunnett (p>0,05), os parâmetros produtivos às testemunhas sem capina, para observação de possíveis efeitos do controle de plantas daninhas sobre a produtividade; e com capina, para observação de possíveis efeitos de fitointoxicação da cebola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 7 DAA, observou-se controle acima de 92% para caruru e serralha, evoluindo para 100% a partir de 14 DAA e mantido até os 28 DAA para todos os tratamentos testados (Tabela 1). Quanto à erva-de-bicho, os tratamentos com diuron + pendimethalin (DI + PE) diferiram estatisticamente dos demais, inclusive da testemunha capinada aos 7 DAA, alcançando controle de apenas 56 e 80% com as pontas TT 110 015 e ADIA 110 02, respectivamente.

Aos 14 DAA, o controle atingiu 100% para todos os tratamentos, mantendo-se até os 28 DAA. Esse efeito pode ser explicado pelo mecanismo de ação do herbicida pendimethalin, (grupo 3 HRAC), que possui ação mais lenta e praticamente exclusiva sob o sistema radicular, inibindo a formação de microtúbulos e paralisando a mitose celular na metáfase (MENDES et al. 2022). Efeito similar foi observado por GUERRA et al. (2020) ao usarem o pendimethalin (1600 g ha⁻¹) na cultura do alho alcançou controle de plantas daninhas satisfatório (<80%) aos 17 DAA, evoluindo para controles excelentes (<95%) até 45 DAA.

Tabela 1. Controle (%) de caruru, serralha, mastruz e erva-de-bicho aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA). Imbuia, SC, 2019.

Table 1. Control (%) of low amaranth, common sowthistle, lady's thumb and swinecress at 7, 14 and 28 days after spraying (DAS). Imbuia, SC, 2019.

Ponta	Herbicida	caruru (%)			serralha (%)		
		7DAA	14DAA	28DAA	7DAA	14DAA	28DAA
TT110015	IO+FL	98 a	100	100	98 a	100	100
TT110015	IO+PE	93 a	100	100	94 a	100	100
TT110015	DI+FL	96 a	100	100	99 a	100	100
TT110015	DI+PE	99 a	100	100	97 a	100	100
ADIA11002	IO+FL	98 a	100	100	98 a	100	100
ADIA11002	IO+PE	92 a	100	100	86 a	100	100
ADIA11002	DI+FL	99 a	100	100	99 a	100	100
ADIA11002	DI+PE	95 a	100	100	97 a	100	100
Testemunha capinada		100 a	100	100	100 a	100	100
Testemunha sem capina		0 b	0	0	0 b	0	0
CV (%)		5,6	-	-	7,8	-	-
Ponta	Herbicida	mastruz (%)			erva-de-bicho (%)		
		7DAA	14DAA	28DAA	7DAA	14DAA	28DAA
TT110015	IO+FL	92 ab	100 a	100 a	99 a	100	100
TT110015	IO+PE	84 b	91 a	100 a	99 a	100	100
TT110015	DI+FL	89 ab	100 a	100 a	98 a	100	100
TT110015	DI+PE	85 b	100 a	100 a	56 c	100	100
ADIA11002	IO+FL	93 ab	100 a	100 a	98 a	100	100
ADIA11002	IO+PE	87 ab	93 a	97 a	97 a	100	100
ADIA11002	DI+FL	96 ab	100 a	100 a	98 a	100	100
ADIA11002	DI+PE	65 c	78 b	81 b	80 b	100	100
Testemunha capinada		100 a	100 a	100 a	100 a	100	100
Testemunha sem capina		0 d	0 c	0 c	0 d	0	0
CV (%)		6,7	5,3	4,1	8,7	-	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). IO = ioxynil 250 g i.a. ha⁻¹, FL = flumioxazin 75 g i.a. ha⁻¹, PE = pendimethalin 1.200 g i.a. ha⁻¹ e DI = diuron 500 g i.a. ha⁻¹.

Os menores índices de controle foram observados para a planta daninha mastruz, com destaque à combinação DI + PE aplicada com a ponta ADIA 110 02, que promoveu controle de 65, 78 e 81% aos 7, 14 e 28 DAA, respectivamente. Este tratamento foi o único a não se igualar à testemunha capinada aos 28 DAA. Este resultado corrobora com os dados obtidos por PEZENTI et al. (2020), onde o controle de mastruz não foi eficiente para nenhum dos herbicidas testados (ioxynil + clethodim e ioxynil + fluazifop). Esses mesmos autores demonstram que o uso de pendimethalin em aplicação sequencial aumentou consideravelmente o controle, porém os valores não superaram 86%. O mastruz é uma espécie de difícil controle na cebolicultura e que manifesta características ruderais, apresentando ciclo curto de desenvolvimento, rápida produção de diásporos e elevada distribuição de recursos para as estruturas de reprodução (SOARES et al. 2003).

Para o fator ponta, observou-se diferença estatística apenas para a fitointoxicação aos 7 DAA, onde a ponta ADIA 110 02 apresentou fitointoxicação maior que a ponta TT 110 015 (Tabela 2). Da mesma forma,

AMLER et al. (2021) ao compararem quatro pontas de pulverização (MF 110 015, AD 110 015, TT 110 015 e ADIA 110 02), observaram que as pontas modelo TT 110 015 e ADIA 110 02, apresentaram maiores médias de deposição de calda na cebola e no solo em comparação com os demais tratamentos, porém não diferiram entre si. As fitointoxicações observadas para o fator ponta ($\leq 12\%$) podem ser classificadas como injúrias leves e redução de crescimento com rápida recuperação, com efeitos insuficientes para promover reduções de produtividade, conforme metodologia para avaliação e fitointoxicação em plantas cultivadas (SBCPD 1995).

Tabela 2. Valores médios do efeito da ponta de pulverização e do herbicida aplicado sobre a fitointoxicação aos 7 e 14 DAA (F7 e 14: %), estande de plantas (EP: plantas m^{-1}), diâmetro médio do bulbo (DB: mm), peso médio do bulbo (PB: g), produtividade comercial de bulbos (CO: t ha^{-1}) e produtividade total de bulbos (TO: t ha^{-1}). Imbuia, SC, 2019.

Table 2. Herbicide and spraying tip effect over phytointoxication at 7 and 14 DAS (F7 and F14: %), plant stand (EP: plants m^{-1}), average bulb diameter (DB: mm), bulb commercial yield (CO: t ha^{-1}) and bulb total yield (TO: t ha^{-1}) Imbuia, SC, 2019.

Ponta	F7	F14	EP	DB	PB	CO	TO
TT 110.015	10,6 b	5,3 a	10,5 a	60,3 a	112,6 a	30,5 a	34,0 a
ADIA 110.02	12,0 a	6,1 a	10,2 a	59,9 a	114,1 a	29,9 a	33,2 a
Herbicida	F7	F14	EP	DB	PB	CO	TO
IO+FL	27,3 a	14,3 a	10,3 a	59,4 a	108,4 a	28,2 a	31,9 a
IO+PE	0,0 c	0,0 c	10,1 a	59,4 a	112,7 a	29,9 a	32,6 a
DI+FL	18,0 b	8,6 b	10,4 a	60,4 a	117,9 a	31,0 a	35,0 a
DI+PE	0,0 c	0,0 c	10,7	61,1 a	114,2 a	31,8 a	34,9 a
CV (%)	15,5	21,4	7,1	4,1	12,2	18,3	13,3

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). IO = ioxynil 250 g i.a. ha^{-1} , FL = flumioxazin 75 g i.a. ha^{-1} , PE = pendimethalin 1.200 g i.a. ha^{-1} e DI = diuron 500 g i.a. ha^{-1} .

Para o fator herbicida, os tratamentos ioxynil + flumioxazin (IO + FL) e diuron + flumioxazin (DI + FL) causaram fitointoxicação de 27,3 e 18,0% aos 7 DAA e de 14,3 e 8,6% aos 14 DAA, respectivamente. A comparação do fator herbicidas evidenciou que os tratamentos com flumioxazin apresentaram maior injúria em relação aos tratamentos com pendimethalin, que foram mais seletivos à cultura da cebola. Para todos os tratamentos utilizados, os índices de produtividade não diferiram, mostrando que a fitotoxicidade não afetou o potencial produtivo da cultura, independente da ponta utilizada.

Esses dados corroboram em parte com os resultados observados por HERRMANN et. al. (2017) ao avaliarem três doses de flumioxazin e cinco misturas em tanque para controle de plantas daninhas na cebola, ao constatarem fitointoxicações de 33% após aplicação de flumioxazin (72 g ha^{-1}) isolado e de até 70% após a aplicação de flumioxazin em misturas em tanque. Estes mesmos autores relatam que, apesar das injúrias, os tratamentos foram eficientes no controle de caruru e erva-de-bicho, e a variação de seletividade da cultura de cebola ao flumioxazin pode estar relacionada à dose de produto aplicada e ao estágio de desenvolvimento da cultura no momento do uso.

OLIVEIRA et al. (2018) observaram que doses de 2,5; 5,0; 7,5; e 10 g ha^{-1} de flumioxazin, formulação WP, causou redução nos parâmetros produtivos de cebola propagada por sementes, quando aplicadas no estágio "chicote" (10 dias após emergência) e que as doses de 7,5 e 10 g ha^{-1} causaram reduções também quando aplicadas nos estádios de 1ª e 2ª folhas verdadeiras, enquanto aplicações a partir da 3ª folha verdadeira não causaram reduções de produtividade, independentemente da dose.

Na Tabela 3, observou-se a comparação dos tratamentos com as testemunhas capinada (médias seguidas de mesma letra minúscula), onde a cultura foi mantida sem a presença de plantas daninhas, e sem capina (médias seguidas de mesma letra maiúscula), onde a cebola permaneceu sob interferência das plantas daninhas. Para todos as variáveis analisadas, os tratamentos demonstraram comportamento similar à testemunha capinada, demonstrando a eficiência de controle e a seletividade dos herbicidas utilizados. Por outro lado, os valores observados diferiram estatisticamente da testemunha sem capina, cujas médias foram inferiores para todas as variáveis produtivas. Perdas de até 40% na produtividade foram testemunhadas por SOUZA et. al. (2020), quando plantas daninhas não foram controladas até 24 dias após a emergência da cebola, evidenciando o potencial de perdas pela interferência e reforçando a importância do controle de plantas daninhas na cultura da cebola.

Tabela 3. Comparações entre os tratamentos e as testemunhas para as variáveis estande de plantas (EP: plantas m⁻¹), diâmetro médio do bulbo (DB: mm), peso médio do bulbo (PB: g), produtividade comercial de bulbos (CO: t ha⁻¹) e produtividade total de bulbos (TO: t ha⁻¹). Imbuia, SC, 2019.

Table 3. Treatments and controls comparison for the variables plant stand (EP: plants m⁻¹), average bulb diameter (DB: mm), bulb commercial yield (CO: t ha⁻¹) and bulb total yield (TO: t ha⁻¹) Imbuia, SC, 2019.

Ponta	Herbicida	EP	DB	PB	CO	TO
TT110015	IO+FL	10,3 aA	61,2 aA	111 aA	29,9 aA	32,9 aA
TT110015	IO+PE	10,3 aA	59,8 aA	111 aA	30,7 aA	33,2 aA
TT110015	DI+FL	10,6 aA	59,3 aA	114 aA	29,0 aA	34,5 aA
TT110015	DI+PE	11,0 aA	60,8 aA	113 aA	32,5 aA	35,3 aA
ADIA11002	IO+FL	10,2 aA	57,6 aA	105 aB	26,5 aA	30,8 aA
ADIA11002	IO+PE	9,8 aA	59,1 aA	113 aA	29,0 aA	31,9 aA
ADIA11002	DI+FL	10,2 aA	61,5 aA	121 aA	32,9 aA	35,5 aA
ADIA11002	DI+PE	10,5 aA	61,4 aA	115 aA	31,1 aA	34,4 aA
Testemunha capinada		9,8 a	61,3 a	128 a	34,1 a	36,0 a
Testemunha sem capina		9,3 A	48,8 B	79 B	13,4 B	21,3 B

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem da testemunha capinada pelo teste de Dunnett ($p>0,05$). Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem da testemunha sem capina pelo teste de Dunnett ($p>0,05$). IO = ioxynil 250 g i.a. ha⁻¹, FL = flumioxazin 75 g i.a. ha⁻¹, PE = pendimethalin 1.200 g i.a. ha⁻¹ e DI = diuron 500 g i.a. ha⁻¹.

Apesar dos tratamentos contendo flumioxazin terem apresentado maior fitointoxicação, não foram observadas reduções nos parâmetros produtivos da cebola, demonstrando que esses foram seletivos para cebola no sistema de transplante de mudas.

CONCLUSÃO

O controle das plantas daninhas caruru, serralha e erva-de-bicho, na cultura da cebola, foi eficiente independentemente do uso da mistura em tanque ou da ponta de aplicação. Para o mastruz, apenas a aplicação de diuron + pendimethalin com a ponta ADIA 110 02 não atingiu controle de 100% aos 28 DAA.

AGRADECIMENTOS

À FAPESC e à CAPES, pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AMLER DA et al. 2021. Spray deposition on onion crops and soil according to spray nozzle and working pressure. Revista de Ciencias Agroveterinarias 20: 142–148.
- BRASIL. 2002. Decreto Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 jan. 2002. Seção 1, p.1.
- BRASIL. 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 40, de 11 de outubro de 2018. Brasília: Diário Oficial da União. 11 out. 2018. Seção 1. p. 3.
- CATONI JM. et. al. 2012. Balanço hídrico e classificação climática para o município de Ituporanga-SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 17, Anais [...]. Disponível em <<http://www.cbmet2012.com/anais/pdfs/62XT.pdf>>
- CEAGESP. 2021. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Cebola: Guia de identificação. Disponível em: <https://ceagesp.gov.br/hortiescolha/hortipedia/cebola/>. Acesso em: 03 abr. 2023
- DE CAUWER B et al. 2023. Performance of Drift-Reducing Nozzles in Controlling Small Weed Seedlings with Contact Herbicides. Agronomy 13: 1342.
- EPAGRI. 2013. Sistema de produção para a cebola: Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI. 106p.
- GALON L et al. 2021. Interaction between pesticides applied alone or in mixtures in corn. Journal of Environ Science Health B 56: 986-993.
- GAZZIERO DLP. 2015. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. Planta Daninha 33: 83-92.
- GUERRA N et. al. 2020. Weed control and selectivity herbicides pre emerging in garlic cultivars. Planta Daninha 38: 1–8.
- GRELLA M et al. 2020. Field assessment of a newly-designed pneumatic spout to contain spray drift in vineyards: evaluation of canopy distribution and off-target losses. Pest Management Science 76: 4173–4191.
- HERRMANN CM et al. 2017. Postemergence weed control in onion with Bentazon, Flumioxazin, and Oxyfluorfen. Weed Technology 31: 279–290.

- IBGE. 2023. PAM - Produção Agropecuária Municipal. Brasil. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/91117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados> . Acesso em: 19 fev. 2024
- KUMAR R et al. 2022. Samarpal. Efficacy of chemical herbicides on weed management in onion (*Allium cepa*). *Journal of Krishi Vigyan* 10: 112–116.
- KUVA MA et al. 2016. Experimentos de eficiência e praticabilidade agrônômica com herbicidas. In: MONQUERO PA. (Ed.). *Experimentação com herbicidas*. São Carlos: Rima. p.75-98.
- MENDES KF et al. 2022. Classificação, seletividade e mecanismos de ação de herbicidas. In: MENDES KF & DA SILVA AA (Orgs.). *Plantas Daninhas: herbicidas*. São Paulo: Oficina de Textos. p.7-56
- MENEZES JÚNIOR FOG & SGROTT EZ. 2016. Manejo de plantas indesejáveis. In: MENEZES JÚNIOR FOG & MARCUZZO LL. (Orgs.). *Manual de boas práticas agrícolas: guia para a sustentabilidade das lavouras de cebola do estado de santa Catarina*. Florianópolis: Epagri. p.71-80.
- OLIVEIRA MG et al. 2018. Tolerance of onion implanted by direct sowing to flumioxazin applied in initial post-emergency. *Revista Brasileira de Herbicidas* 17: e585.
- OLIVEIRA NETO AM et al. 2018. Eficiência e deposição de herbicidas na cebola em função do adjuvante e da taxa de aplicação. *Revista Brasileira de Herbicidas* 17: e604.
- OLIVEIRA OGTM et al. 2021. Influence of droplet size on spray deposition and weed control using glyphosate. *Engenharia Agrícola* 41: 449–457.
- OLIVEIRA RB et al. 2021. Formulações e misturas de herbicidas em tanque. In: BARROSO AAM & MURATA AT. (Ed.). *Matologia*. 1.ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra. p.205–252.
- PEZENTI M et al. 2020. Efficiency of pendimethalin, ioxynil, and ACCase inhibitors in controlling weeds in direct seeding onion. *Cientifica* 48: 311–316.
- PRADO EP et al. 2024. Performance of spray nozzles and droplet size on glufosinate deposition and weed biological efficacy. *Crop Protection* 177: 106560.
- PRIVITERA S et al. 2023. Drop Size Measurement Techniques for Agricultural Sprays: A State-of-The-Art Review. *Agronomy* 13: 673. 22p
- SANTOS HG et al. 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. Brasília: Embrapa. 356p.
- SBCPD. 1995. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD. 42p.
- SBCS. 2016. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Santa Maria: Palloti. 376 p.
- SOARES DJ et al. 2003. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cebola. *Planta Daninha*. 21: 387–396.
- SOUZA MF et al. 2020. Soil water availability alter the weed community and its interference on onion crops. *Scientia Horticulturae* 272: 10p.
- WANG S et al. 2023 Evaluation of compact air-induction flat fan nozzles for herbicide applications: Spray drift and biological efficacy. *Frontiers in Plant Science* 14: 1018626.
- WORDELL FILHO JA et al. 2006. Manejo fitossanitário na cultura da cebola. Florianópolis: Epagri. 226p.