



SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA A CULTURA DO GRÃO-DE-BICO

LUCAS DA SILVA ARAÚJO

MESTRADO

Ipameri-GO
2017

LUCAS DA SILVA ARAÚJO

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA A CULTURA
DO GRÃO-DE-BICO**

Orientador: Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri
2017

**Universidade Estadual de Goiás
Pró-Reitoria de Graduação
Coordenação Geral
Coordenação Técnica
Sistema Integrado de Bibliotecas Regionais (SIBRE)**

Modelos de Fichas Catalográficas (Catalogação na Fonte)

Modelo de Ficha Catalográfica para TCC (Trabalho de Conclusão de Curso)

Araújo, Lucas da Silva.

Seletividade de herbicidas para a cultura do grão-de-bico/ Lucas da Silva Araújo. – Ipameri, 2017.

66 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento

Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Goiás, (UEG), Câmpus Ipameri, 2017.

Bibliografia

1. Controle químico. 2. Fitointoxicação. 3. *Cicer arietinum* L.. 4. Hortaliça. 5. Leguminosa. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA A CULTURA DO GRÃO-DE-BICO"


AUTOR: Lucas da Silva Araújo

ORIENTADOR: Warley Marcos Nascimento

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:



Prof. Dr. WARLEY MARCOS NASCIMENTO
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO



Prof. Dr. PAULO CÉSAR RIBEIRO DA CUNHA
Instituto Federal Goiano/Câmpus Urutaí-GO



Prof. Dr. NEI PEIXOTO
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Data da realização: 26 de janeiro de 2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares, Edison, Maria e Matheus.

À minha noiva Jordana Alves, 'Seu Mario' e 'Dona Luzia'.

Aos meus avós paternos Jorge Lourenço & Inês Caixeta e maternos Zilda (moradora do céu) e 'Pai Zeca' que carinhosamente me chama: 'O Professor'.

As minhas tias e tios, em especial 'Tio Dudu' (jogador do céu).

Aos meus primos e primas que fizeram parte da minha trajetória.

Aos meus grandes amigos do ambiente escolar Luiz Gustavo e Mateus Valente e também aos amigos de infância Dênis, Raines e Handell.

Ao meu amigo e exemplo de profissional comprometido com o trabalho, o professor Paulo César Ribeiro da Cunha.

Aos amigos de orações católicas Carlos e Lúcia.

Ao grupo de pesquisa agronômica em plantas daninhas, APLAUDEh.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por caminhar sempre ao meu lado, por renovar minhas forças, adubando os meus sonhos, dos quais a cada safra, tenho esperado colheitas fartas.

Ao meu pai Edison José de Araújo, que apesar do pouco estudo vivenciado nas rodovias da vida sempre me direcionou para o caminho dos estudos.

À minha mãe Maria da Glória Cordeiro da Silva Araújo, pelas orações ao amanhecer de cada dia, do cuidado e das limpezas diárias da escola que, motivaram a continuidade dos meus estudos.

Ao meu irmão Matheus da Silva Araújo, pelo companheirismo e amizade eterna.

À minha querida noiva Jordana Alves da Silva Branquinho, pelo amor, paciência, apoio, compreensão e incentivo principalmente nas horas mais difíceis.

À Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri pelos ensinamentos, estrutura física e pela amizade com os professores e colegas.

Ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí pela disponibilidade da casa de vegetação e da área experimental para realização dos experimentos.

Ao meu orientador Dr. Warley Marcos Nascimento pela grande oportunidade concedida ao trabalhar com plantas daninhas na cultura do grão-de-bico.

Ao produtor Osmar Artiaga pela fornecimento das sementes e herbicidas para a condução do projeto.

À pesquisadora Núbia Maria Côrrea pela colaboração da melhoria do trabalho e das “aulas de plantas daninhas” enviadas por e-mail.

Aos meus familiares, em especial o tio Luis Sérgio e o primo Valério, que foram os pioneiros a compartilhar suas experiências práticas de campo nas lavouras de soja e milho.

Ao meu grande amigo Paulo César Ribeiro da Cunha pela eterna amizade, companheirismo e por sua conduta como professor, ao qual tem me motivado a prosseguir na carreira acadêmica.

Aos futuros agrônomos do grupo de pesquisa ‘União Agrônômica para Pesquisas e Estudos com Plantas Daninhas e Herbicidas’ - APLAUDEh, que me ajudaram em todas as etapas de todos os experimentos desenvolvidos, especialmente o Luis Gustavo e o Mateus Valente.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás pela disponibilidade do recurso financeiro durante o mestrado.

A Embrapa Hortaliças pela disponibilidade das sementes e de recursos financeiros para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!

BIOGRAFIA DO AUTOR

LUCAS DA SILVA ARAÚJO: nascido na cidade de Brasília - DF, no dia 05 de fevereiro de 1991, realizou o curso de Agronomia no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – junto à III turma do curso de Agronomia. Durante a graduação dedicou-se a pesquisa sob a orientação do Prof. Paulo César Ribeiro da Cunha (2010/2014). Estagiou no Laboratório de Fitotecnia e na assistência técnica da empresa ALFA PROJETOS ACESSORIA RURAL, em Silvânia-GO supervisionado pelo Eng. Agr. Guilherme de Oliveira Mesquita. Desenvolveu projetos científicos na área de fitotecnia, sendo bolsista de Iniciação Científica pelo PIVIC, PIBIC e CNPq. Em 2015 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, pelo programa de Produção Vegetal na Universidade Estadual de Goiás, atuando na área de seletividade de herbicidas para culturas agrícolas e controle químico de plantas daninhas, com auxílio financeiro da FAPEG e Embrapa Hortaliças, que possibilitaram a elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO 1: Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência para a cultura do grão-de-bico.....	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Área experimental.....	11
3.2 Caracterização climática.....	11
3.3 Caracterização do Solo.....	11
3.4 Cultivar do grão-de-bico.....	12
3.5 Experimento em casa de vegetação.....	12
3.6 Experimento de campo.....	13
3.7 Avaliação no grão-de-bico.....	14
3.8 Análise dos dados.....	15
4 RESULTADOS.....	16
5 DISCUSSÃO.....	20
6 CONCLUSÕES.....	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO 2: Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura do grão-de-bico.....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 OBJETIVOS.....	34
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Área experimental.....	35
3.2 Caracterização climática.....	35
3.3 Caracterização do Solo.....	35

3.4 Cultivar do grão-de-bico.....	36
3.5 Experimento em casa de vegetação.....	36
3.6 Experimento de campo.....	37
3.7 Avaliação no grão-de-bico.....	38
3.8 Análise dos dados.....	39
4 RESULTADOS.....	40
5 DISCUSÃO.....	44
6 CONCLUSÕES.....	48
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
CONCLUSÕES GERAIS.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

RESUMO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma importante leguminosa cultivada no mundo com grande potencial produtivo, econômico e nutricional. No Brasil, o consumo do grão-de-bico ainda é limitado, contudo, tem sido verificada crescente demanda no país, em virtude das excelentes características nutricionais dos grãos. A fim de contribuir para expansão e, por conseguinte na consolidação do grão-de-bico, como alternativa para o sistema de rotação de culturas, é fundamental à disponibilidade de informações que norteiam os produtores no campo. Assim, nas lavouras de grão-de-bico, as plantas daninhas são o principal desafio agrônomo. Em virtude disso, a utilização de herbicidas é a principal e mais eficiente ferramenta usada para seu controle. Todavia, no Brasil ainda não há herbicidas registrados para a cultura do grão-de-bico. Nesse sentido, os objetivos deste trabalho foram avaliar a seletividade de herbicidas pulverizados em pré e pós-emergência para a cultura do grão-de-bico. Para isso, foram desenvolvidos quatro experimentos, sendo dois em casa de vegetação e os outros dois em campo no município de Urutaí, Goiás, no ano agrícola 2015/2016. Em cada experimento de casa de vegetação foram avaliados oito herbicidas aplicados em duas doses. Com base nos resultados obtidos nesses experimentos foram selecionados os tratamentos do experimento em condições de campo. Nos experimentos de casa de vegetação, os herbicidas clomazone, diclosulam, flumioxazin, metribuzin e trifluralin nas duas dosagens, pulverizados em pré-emergência e os herbicidas bentazon, clorimuron-ethyl e imazethapyr nas duas dosagens, aplicados em pós-emergência não foram considerados seletivos para a cultura do grão-de-bico. Com base nos resultados obtidos nos experimentos em casa de vegetação e campo, concluiu-se que, os herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone nas duas dosagens aplicados em pré-emergência e os herbicidas clethodim, fluazifop-p-butyl, fomesafen, haloxyfop-methyl e lactofen aplicados em pós-emergência, nas duas dosagens foram considerados seletivos para a cultura do grão-de-bico.

Palavras-chave: Controle químico; Fitointoxicação; *Cicer arietinum* L.; Hortaliça; Leguminosa; Plantas daninhas.

ABSTRACT

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is an important legume grown in the world with high productive, economic and nutritional potential. In Brazil, chickpea consumption is still limited, in spite of the increasing demand in the country, due to the excellent nutritional characteristics of the grains. To contribute to the expansion and consequent consolidation of chickpeas as an alternative to the crop rotation system, it is crucial the availability of information that guides farmers in the field. Thus, in the chickpea crops, weeds are the main agronomic challenge. As a result, the use of herbicides is the leading and most efficient tool used for their control. However, in Brazil, there are still no registered herbicides for chickpea crops. Then, the objectives of this work were to evaluate the selectivity of herbicides sprayed before and after emergence for chickpea crops. For this, four experiments were developed, two in the greenhouse and the other two in the field in the municipality of Urutaí, Goiás State, in the 2015/2016 agricultural year. In each greenhouse experiment, eight herbicides were applied in two doses. The treatments selected for the experiment under field conditions were based on the results obtained in the greenhouse experiments. The herbicides clomazone, diclosulam, flumioxazin, metribuzin, and trifluralin sprayed in pre-emergence and the herbicides bentazon, chlorimuron-ethyl, and imazethapyr applied in the post-emergence were not considered selective for the chickpea culture, in the greenhouse experiments, for both dosages. Based on the results obtained in the greenhouse and field experiments, it was concluded that the herbicides pendimethalin, s-metolachlor, and sulfentrazone in both dosages applied in pre-emergence and the herbicides clethodim, fluazifop-p-butyl, fomesafen, haloxyfop -methyl and lactofen applied in post-emergence, both dosages, were considered selective for the chickpea culture.

Keywords: Chemical control; Phytotoxication; *Cicer arietinum* L.; Vegetables; Leguminous; Weeds.

INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma importante leguminosa cultivada no mundo com grande potencial produtivo, econômico e nutricional. É originário da região sudeste da Turquia, nas adjacências com a Síria, de onde foi levado para a Índia e Europa, sendo que a sua introdução no Brasil foi realizada por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio. A produção e o consumo estão concentrados nos países do subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte e Leste da África, Sudoeste Europeu e Centro Americano (NASCIMENTO et al., 2016).

No Brasil, o consumo do grão-de-bico ainda é limitado, contudo, tem sido verificada crescente demanda no país, em virtude das excelentes características nutricionais dos grãos. Todavia, a produção brasileira de grão-de-bico não é auto-suficiente, sendo necessária a importação para atender o consumo interno, o que encarece o seu preço final (AMARAL, 2013). Quanto ao valor nutritivo, o grão-de-bico é fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras. Diferencia-se das outras leguminosas por sua alta digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar a melhor disponibilidade de ferro. Deste modo, o grão-de-bico é uma leguminosa que tem, nutricionalmente, grande potencial a ser explorado, a fim de minimizar as deficiências proteicas e minerais da população (FERREIRA et al., 2006).

O grão-de-bico é uma leguminosa, diploide ($2n=16$), autógama, em que a polinização é completada antes da abertura das flores, fenômeno denominado de cleistogamia (REDDEN e BERGER, 2007; BIÇER, 2009). Pertence a família Fabaceae, subfamília Papilionoideae e da tribo Cicereae. O gênero *Cicer* possui 43 espécies, sendo 9 anuais incluindo o grão-de-bico, 33 perenes e uma não especificada. (SINGH, 1999). A espécie *C. arietinum* L. é a de maior potencial agrônômico a ser explorado.

Na cultura do grão-de-bico, são encontrados dois principais grupos de cultivares: kabuli e desi. Os grãos do grupo desi apresentam-se menores e de diferentes colorações, sendo predominantes na Índia. As cultivares pertencentes ao grupo Kabuli apresentam grãos de cor creme e tamanho médio a grande, sendo preferido pelo consumidor brasileiro (VIEIRA, 1999).

O grão-de-bico é uma planta leguminosa, de ciclo anual, herbácea, com cerca de 20 a 60 cm de altura. Possui germinação do tipo hipógea, em que os cotilédones permanecem sob o solo. Apresenta hastes ramificadas, podendo apresentar duas cores de acordo com o tipo do

grão-de-bico, sendo a cor verde para o tipo kabuli e verde com manchas púrpuras para o tipo desi (SINGH e DIWAKAR, 1995).

Segundo Gaur et al. (2010), há cinco hábitos de crescimento baseados na inclinação das hastes na vertical e são reconhecidos como: ereto, semi-ereto, semi-inclinado, inclinado e prostrado. As folhas são do tipo alternas, imparipinadas, de 5-10 cm de comprimento, compostas de 9-19 folíolos também alternos, ovalados ou oblongos. As flores são geralmente de cor púrpura ou branca. As vagens são infladas e o número pode variar de algumas até trezentas por planta. As vagens podem conter uma a duas sementes, embora até quatro sementes já foram registradas. Três formatos da semente podem ser observados: angular (formato bicado ou cabeça de carneiro), cilíndrico (formato da cabeça de coruja), e arredondado (formato da semente da ervilha). A superfície da semente pode ser: enrugada ou áspera que é característico para o do tipo desi e superfície lisa ou ligeiramente enrugada, característica do tipo kabuli (GAUR et al., 2010). Possui sistema radicular pivotante, profundo e forte, com nódulos que se desenvolvem nas raízes laterais, sendo visível um mês após a emergência das plantas fixando o nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (SINGH e DIWAKAR, 1995).

O grão-de-bico pode ser cultivado no período seco de inverno, em regiões de clima tropical, se irrigada ou na primavera/verão em regiões de clima mais frio. No cerrado brasileiro, há possibilidade do cultivo em sequeiro, desde que, o plantio ocorra durante o final de janeiro até fevereiro, aproveitando a umidade final das chuvas (NASCIMENTO et al., 2016). Logo, o grão-de-bico demonstra ampla adaptação às diversas condições de clima no Brasil.

Ressalva-se que, mesmo não havendo área comercial de grão-de-bico no Brasil, a cultura já foi introduzida no Brasil (VIEIRA, 1999), no entanto, ainda não se consolidou no país. Sendo assim, são escassos os trabalhos sobre os problemas que podem afetar o seu desenvolvimento, principalmente no que diz respeito à interferência causada pelas plantas daninhas (AMARAL, 2013).

O grão-de-bico é uma cultura muito sensível à competição com plantas daninhas, o que geralmente resulta em diminuição do rendimento. A redução do rendimento de grãos pode variar de 23 a 87% dependendo da espécie e densidade da planta daninha em vários países (BHAN e KUKULA, 1986). Nesse sentido, as plantas daninhas interferem diretamente na cultura do grão-de-bico através da competição por água, luz e nutrientes, depreciando a qualidade do produto colhido. Atuam ainda de forma indireta como hospedeiras alternativas de pragas e doenças e também interferem nas práticas de colheita (TEPE et al., 2011).

Amaral (2013) constatou que a presença das plantas daninhas representa um entrave na produção do grão-de-bico, resultando em perdas consideráveis de rendimento, o que inviabiliza economicamente o cultivo da leguminosa em condições brasileiras. Portanto, o controle adequado das plantas daninhas se faz necessário para obter elevado rendimento de grãos.

Os herbicidas são a principal e mais eficiente ferramenta usada para controle de plantas daninhas. Entretanto, no Brasil ainda carece de herbicidas registrados para a cultura do grão-de-bico (BRASIL, 2016). Nesse contexto, é importante fornecer informações sobre a escolha correta do produto e dosagem, com efeito seletivo, para que o resultado esperado seja satisfatório; visto que a seletividade é a base do sucesso do controle químico nos sistemas agrícolas (OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011).

A seletividade dos herbicidas é uma tecnologia agrícola que tem sido explorada nas estratégias de controle químico de plantas daninhas. É resultado da ação conjunta de diversos mecanismos que protegem a cultura da fitotoxicidade dos tratamentos herbicidas, mantendo-a com níveis de injúrias aceitáveis agronomicamente, ou mesmo na ausência destas (CARVALHO et al., 2009). Portanto, a seletividade a herbicidas é a característica que possibilita a sua aplicação para o controle de plantas daninhas sem causar danos à cultura.

O principal mecanismo de seletividade dos herbicidas é o metabolismo diferencial desses produtos entre plantas daninhas e cultivadas, em que, nas situações de recomendação agrônômica, as plantas daninhas são menos hábeis em realizá-lo. Nas plantas, o metabolismo diferencial do herbicida é caracterizado pela conversão de moléculas letais a compostos menos tóxicos, que podem ser armazenados no vacúolo e assim, não afetaria a sobrevivência das células (CARVALHO et al., 2009). Há também alterações na molécula do herbicida por reações bioquímicas produzindo produtos não tóxicos à planta (OLIVEIRA JR., 2011).

No geral, o metabolismo dos herbicidas pode ser causado pelo processo metabólico de desintoxicação das plantas que é dividido em quatro fases principais: Fase I conversão; Fase II conjugação; Fase III conversão secundária e transporte para o vacúolo; e Fase IV com deposição do metabolito final (YUAN et al., 2007). As enzimas mais importantes envolvidas no processo de desintoxicação são a citocromo P450 monooxigenase (YUAN et al., 2007) e glutathiona-s-transferase (CARNEGIE, 1963).

Em razão da escassez de informações sobre a seletividade de herbicidas para a cultura do grão-de-bico no Brasil, tem a necessidade de avaliá-los, para caracterizar o nível de tolerância da cultura aos herbicidas.

OBJETIVOS

Avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência para a cultura do grão-de-bico.

**CAPÍTULO 1: SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-
EMERGÊNCIA PARA A CULTURA DO GRÃO-DE-BICO**

RESUMO

O controle de plantas daninhas é visto como principal desafio agrônomo em lavouras de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). Nesse sentido, no Brasil, são poucas as informações sobre o uso correto de herbicidas com efeito seletivo para a cultura. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a seletividade de herbicidas pulverizados em pré-emergência para a cultura do grão-de-bico. Para isso, dois experimentos foram desenvolvidos no município de Urutaí, Goiás, no ano agrícola 2015/2016. O primeiro experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial hierárquico $8 \times 2 + 1$, sendo oito herbicidas pulverizados em duas doses (clomazone 300 e 600 g ha⁻¹; diclosulam 17,5 e 35 g ha⁻¹; flumioxazin 60 e 120 g ha⁻¹; metribuzin 240 e 480 g ha⁻¹; pendimethalin 625 e 1250 g ha⁻¹; s-metolachlor 960 e 1920 g ha⁻¹; sulfentrazone 300 e 600 g ha⁻¹ e trifluralin 1200 e 2400 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto. Todos os herbicidas ocasionaram sintomas de fitotoxicidade nas plantas de grão-de-bico aos 14 DAA. Já aos 28 DAA, os herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone não causaram fitotoxicidade às plantas. A aplicação de clomazone, diclosulam, flumioxazin, metribuzin e trifluralin nas duas dosagens reduziram a altura e biomassa seca do grão-de-bico. O aumento da dosagem de pendimethalin diminuiu a biomassa seca das plantas. Ao contrário os herbicidas sulfentrazone e s-metolachlor não interferiram no crescimento das plantas. Com base nos resultados obtidos nesse experimento foram selecionados os tratamentos do experimento em condições de campo. Este foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial hierárquico $3 \times 2 + 1$, sendo cinco herbicidas pulverizados em duas doses (pendimethalin 625 e 1250 g ha⁻¹; s-metolachlor 960 e 1920 g ha⁻¹; sulfentrazone 300 e 600 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto. Os herbicidas não provocaram injúrias às plantas aos 20 e 40 DAA. A densidade, florescimento e matéria seca da parte aérea das plantas não foram afetados pelos tratamentos herbicidas. Na aplicação do herbicida s-metolachlor foi obtida maior massa de 100 grãos, por outro lado, o menor número de vagens por planta. A produtividade de grãos não diferiu entre os herbicidas e nem da testemunha sem aplicação de produto. Com base nos resultados obtidos nos experimentos em casa de vegetação e campo, concluiu-se que, apenas os herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone foram considerados seletivos para a aplicação em pré-emergência cultura do grão-de-bico, nas duas dosagens.

Palavras-chave: Controle químico; Fitointoxicação; *Cicer arietinum* L.; Leguminosa.

ABSTRACT

Weed control is the main agronomic challenge in chickpea (*Cicer arietinum* L.) crops. Therefore Brazil lacks information about the correct use of herbicides with selective effect for the crop. The objective of this work was to evaluate the selectivity of herbicides sprayed in pre-emergence for the chickpea crop. For this, two experiments were developed in the municipality of Urutaí, Goiás State, in the 2015/2016 agricultural year. The first experiment was carried out in a greenhouse, in a completely randomized design, with four replications, in a hierarchical factorial scheme $8 \times 2 + 1$, with eight herbicides sprayed in two doses (clomazone: 300 and 600 g ha⁻¹; diclosulam: 17.5 and 35 g ha⁻¹; flumioxazin: 60 and 120 g ha⁻¹; metribuzin: 240 and 480 g ha⁻¹; pendimethalin: 625 and 1250 g ha⁻¹; s-metolachlor: 960 and 1920 g ha⁻¹; sulfentrazone: 300 and 600 g ha⁻¹; and trifluralin: 1200 and 2400 g ha⁻¹), and a control without product application. All herbicides caused symptoms of phytotoxicity in chickpea plants at 14 DAA. But at 28 DAA, the herbicides pendimethalin, s-metolachlor, and sulfentrazone did not cause phytotoxicity to the plants. The application of clomazone, diclosulam, flumioxazin, metribuzin, and trifluralin reduced the height and dry biomass of the chickpea in both dosages. Increasing the dosage of pendimethalin decreases the dry biomass of the plants. In contrast, the herbicides sulfentrazone, and s-metolachlor did not interfere with plant growth. The treatments selected for the experiment under field conditions were based on the results obtained in the greenhouse experiments. The experiment was carried out in a randomized complete block design, with four replications, in a hierarchical $3 \times 2 + 1$ factorial scheme, three herbicides sprayed in two doses (pendimethalin: 625 and 1250 g ha⁻¹; s-metolachlor: 960 and 1920 g ha⁻¹; sulfentrazone: 300 and 600 g ha⁻¹), and a control without product application. Herbicides did not injure plants at 20 and 40 DAA. The density, flowering, and dry matter of the aerial part of the plants were not affected by the herbicide treatments. In the application of the herbicide s-metolachlor, a larger mass of 100 grains was obtained, on the other hand, the lower number of pods per plant. The grain yield did not differ between the herbicides nor the control without application of the product. Based on the results obtained in the greenhouse and field experiments, it was concluded that only the herbicides pendimethalin, s-metolachlor, and sulfentrazone were considered selective for chickpea cultivation in both dosages.

Keywords: Chemical control; Phytotoxification; *Cicer arietinum* L.; Leguminous.

1 INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma cultura de grande expressão mundial, porém no Brasil, a produção é insuficiente para atender a demanda interna, assim o que é consumido no país é quase que totalmente importado (ARTIAGA et al., 2015). Embora a cultura tenha destaque no mundo, o rendimento é baixo, sendo que no ano de 2014, a média mundial foi de 982 kg ha⁻¹ (FAOSTAT, 2016).

Dentre os fatores responsáveis pelo baixo rendimento do grão-de-bico destacam-se as plantas daninhas, que podem interferir diretamente através da competição por água, luz e nutrientes, depreciando a qualidade do produto colhido. Atuam ainda de forma indireta como hospedeiras alternativas de pragas e doenças e também interferem nas práticas de colheita (AMARAL et al., 2015). Em síntese, as plantas daninhas de folha larga são as problemáticas, devido à similaridade morfológica e fisiológica com as plantas de grão-de-bico (BHAN & KUKULA, 1987).

Lyon & Wilson (2005) constataram que o controle de plantas daninhas é visto como principal desafio agrônomo, em razão das características da cultura do grão-de-bico. Sendo assim, o desenvolvimento inicial lento, a baixa altura da planta, a arquitetura aberta e o fechamento tardio do dossel explica a menor habilidade competitiva do grão-de-bico (PLEW et al., 1994). Caso não seja realizado o controle das plantas daninhas, o cultivo de grão-de-bico torna-se praticamente inviável (GAUR et al., 2013).

Dentre as possibilidades de controle das plantas daninhas, o uso de herbicidas pode ser eficaz. Entretanto, a escolha do produto deve basear-se na seletividade do herbicida para a cultura do grão-de-bico. Assim, preconiza-se o uso de herbicidas que promovam o controle adequado das plantas daninhas, sem causar danos fitotóxicos irreversíveis a cultura (TANVEER et al., 2010).

Gaur et al. (2013) relataram que das leguminosas cultivadas comercialmente, o grão-de-bico é o mais sensível aos herbicidas. Nesse contexto, é importante fornecer informações sobre a escolha correta do produto e dosagem, com efeito seletivo, para que o resultado esperado seja satisfatório. Ademais, há pouca informação sobre as recomendações de herbicidas para a cultura do grão-de-bico no mundo (DEWANGAN et al., 2016).

O controle em pré-emergência de plantas daninhas de folha larga em lavouras de grão-de-bico é realizado com os herbicidas sulfentrazone ou metribuzin, sendo os únicos herbicidas registrados no Canadá (JEFFERIES et al., 2016). No entanto, é sabido que a seletividade de herbicidas para determinada cultura é dependente da interação de vários fatores, como das

características da planta, do produto e das condições ambientais (OLIVEIRA JR. e INOUE, 2011). Portanto, não cabem generalizações acerca do posicionamento dos herbicidas para o controle das plantas daninhas.

No Brasil, até o ano de 2016, não existem herbicidas registrados para a cultura do grão-de-bico (BRASIL, 2016). Assim, é necessário avaliar a seletividade de herbicidas e identificar potenciais produtos, com uma margem de dano aceitável agronomicamente, sem que ocorra a diminuição no rendimento do grão-de-bico (VASILAKOGLU et al., 2013).

2 OBJETIVOS

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência para a cultura do grão-de-bico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

Dois experimentos foram desenvolvidos no município de Urutaí, Goiás (17°28'41"S, 48°11'35"O e altitude de 800 m), um em casa de vegetação e outro em condições de campo, no período de 10/2015 a 12/2016. A área experimental utilizada no experimento de campo foi anteriormente cultivado milho (*Zea mays*), e encontrava-se em pousio desde junho de 2015.

3.2 Caracterização climática

De acordo com Köppen, a classificação climática da região é do tipo Aw, com duas estações bem definidas, seca e chuvosa (ALVARES et al., 2014). Os dados de precipitação pluvial, temperaturas e umidade relativa do ar no decorrer do período experimental foram coletados no INMET - Instituto Nacional de Meteorologia e, estão apresentados na Figura 1. Como a distribuição de chuvas é concentrada na primavera-verão, entre os meses de agosto a outubro, foi feito uso de irrigação, com lâmina média de irrigação de 10 mm a cada dois dias, sendo que a partir de novembro, a única fonte de umidade foi por meio das chuvas e da capacidade de armazenamento de água pelo solo.

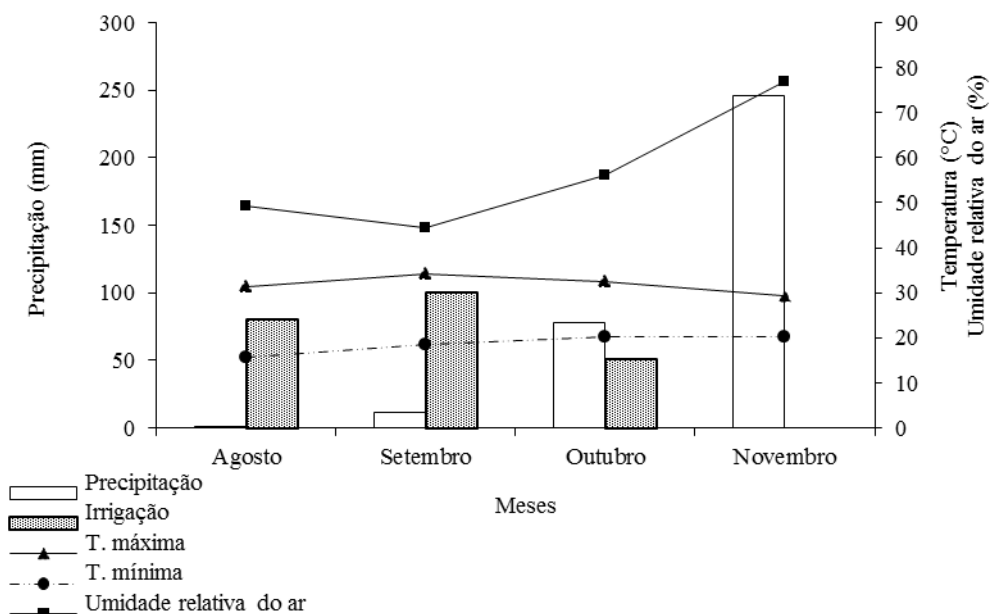


Figura 1. Precipitação, temperaturas média máxima e mínima, umidade relativa do ar e irrigação por pivô-central (aspersão) ocorrida durante a condução do experimento de campo. Urutaí, GO, 2016. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

3.3 Caracterização do solo

O solo nos experimentos de casa de vegetação e campo foi um Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013). Foram coletadas amostras de solo na camada de 0,0 a 0,20 m para caracterização das propriedades físicas e químicas do solo. Uma amostra homogeneizada foi encaminhada para o Laboratório Agrônomo, Silvânia - Goiás. Os resultados da análise físico-química do solo podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades físicas e químicas do solo utilizado para semeadura do grão-de-bico (*Cicer arietinum*) - experimento em condições de casa de vegetação e campo. Urutaí, Goiás, 2015/2016.

Atributo do solo	Casa de vegetação	Campo
pH (CaCl ₂)	5,6	5,1
MO (g dm ⁻³)	4,9	2,5
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	1,0	1,1
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,8	1,9
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,3	0,8
P (mg dm ⁻³)	1,3	3,4
K (mg dm ⁻³)	27	109,5
V (%)	54	53
Argila (g kg ⁻¹)	370	450
Areia (g kg ⁻¹)	520	440
Silte (g kg ⁻¹)	110	110
Textura	Franco argilo arenosa	Franco argilo arenosa

3.4 Cultivar de grão-de-bico

A cultivar BRS Aleppo pertence ao grupo kabuli, originada de uma população obtida através do cruzamento entre as linhagens X99TH104/FLIP84-11 x S95082, realizado no International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA, Síria). Esse material possui as seguintes características agrônômicas: arquitetura de plantas semi-ereta; ciclo precoce; altura média da planta de 66 cm; cor da flor branca; número de ramificações de 3 a 4 ramificações por planta; planta densamente coberta por tricomas glandulares; raiz robusta; folhas alternas e imparipinadas; vagens infladas com uma a duas sementes; sementes de formato angular levemente enrugada com coloração creme claro de tamanho de entre 8 a 9,5 mm (EMBRAPA, 2014).

3.5 Experimento em casa de vegetação

No experimento em casa de vegetação foram utilizados vasos de plástico com capacidade para 5 litros, preenchidos com terra retirada da camada de 0 a 0,20 m. As sementes de grão-de-bico cv. BRS Aleppo foram tratadas com 0,6 g de carboxina + 0,6 g de thiram, dose recomendada para 1 kg de semente. No substrato foram adicionados 2 g dm⁻³ do

adubo 10-28-20 e 4 g dm⁻³ de calcário dolomítico. A semeadura ocorreu no dia 15/07/2015, sendo depositadas sete sementes em cada vaso, na profundidade de 5±3 cm. Os vasos foram irrigados, periodicamente, mantendo-se o substrato com umidade próxima de 60% da capacidade de campo.

No dia 16/07/2015, um dias após a semeadura, os herbicidas foram aplicados em pré-emergência a cultura. Para isto, utilizou-se pulverizador costal, a pressão constante (mantido por CO₂ comprimido) de 2,4 kgf cm⁻², equipado de barra com quatro pontas de pulverização de jato plano Magno ADIA 110.015, espaçadas de 0,50 m, com consumo de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Os valores da temperatura do ar, da umidade do ar e solo, velocidade do vento e nebulosidade registrados no momento da aplicação estão apresentados na Tabela 3.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito repetições, em esquema fatorial hierárquico 8 x 2 + 1, sendo oito herbicidas pulverizados em duas doses (clomazone 300 e 600 g ha⁻¹; diclosulam 17,5 e 30 g ha⁻¹; flumioxazin 60 e 120 g ha⁻¹; metribuzin 240 e 480 g ha⁻¹; pendimethalin 625 e 1250 g ha⁻¹; s-metolachlor 960 e 1920 g ha⁻¹; sulfentrazone 300 e 600 g ha⁻¹ e trifluralin 1200 e 2400 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto.

Tabela 3. Temperaturas do ar, umidade relativa do ar e do solo, velocidade do vento e nebulosidade no momento das aplicações dos herbicidas - experimento em condições de casa de vegetação e campo. Urutaí, Goiás, 2015/2016.

Condição experimental	Temperatura do ar	Umidade – (%)		Velocidade do vento	Nebulosidade
	(°C)	Solo ^(*)	Ar	(km h ⁻¹)	(%)
Casa de Vegetação	28,5	17,4	41,6	0,0-3,1	25,7
Campo	26,1	12,0	29,5	0,0-4,1	49,0

^(*)Umidade do solo coletada a 5 cm de profundidade.

3.6 Experimento de campo

O experimento de campo foi realizado entre 07/08/2016 a 07/12/2016. Os herbicidas considerados mais promissores para a cultura do grão-de-bico, selecionados no experimento de casa de vegetação, foram avaliados em campo. O preparo do solo foi realizado no sistema convencional, com duas gradagens, uma aradora e outra niveladora. Em seguida, fez-se a sulcagem com espaçamento de 0,50 m entre as linhas de semeadura, utilizando um sulcador mecânico para abertura de sulcos e adubação de acordo com a análise química do solo e das necessidades do grão-de-bico. As sementes foram tratadas com produto comercial a base de: 25 g L⁻¹ piraclostrobina, 225 g L⁻¹ tiofanato metílico, 250 g L⁻¹ fipronil, na dose de 2 mL kg⁻¹ contra fungos e insetos. Após a abertura dos sulcos, foram depositados 500 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, na profundidade de 8,0 cm. A semeadura foi no dia 07/08/2016, com a

deposição de 22 sementes de grão-de-bico cv. BRS Aleppo por metro linear, na profundidade de 5,0 cm. Logo após a semeadura, foi distribuído a lanço 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio a 5,0 cm de distância do sulco de plantio. Em 07/09/2016, após 24 dias da emergência (DAE), foram aplicados 70 e 60 kg ha⁻¹ de N (ureia) e K₂O (cloreto de potássio), respectivamente em cobertura. No período vegetativo foi realizada uma aplicação de inseticida para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e no período reprodutivo, três aplicações de inseticidas para o controle de lagarta das vagens (*Helicoverpa armigera*) com os seguintes produtos respectivamente: clorpirifós (960 g ha⁻¹) + teflubenzurom (15 g ha⁻¹); clorpirifós (960 g ha⁻¹) + metomil (215 g ha⁻¹); clorfenapir (288 g ha⁻¹) + metomil (215 g ha⁻¹).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial hierárquico 3 x 2 + 1, sendo três herbicidas pulverizados em duas doses (pendimethalin 625 e 1250 g ha⁻¹; s-metolachlor 960 e 1920 g ha⁻¹; e sulfentrazone 300 e 600 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto. A unidade experimental foi constituída de quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m entre si, totalizando 8,0 m² de área total. A área útil foi composta pelas duas linhas centrais, descartando-se 0,50 m em cada uma das extremidades, perfazendo 3 m². No tratamento testemunha sem aplicação de produto, as parcelas foram periodicamente capinadas e, nas demais parcelas foram realizadas o controle dos escapes de plantas daninhas até o final do ciclo da cultura.

As aplicações dos herbicidas em pré-emergência foram realizadas um dia após a semeadura do grão-de-bico, no dia 08/08/2016. As pulverizações foram realizadas com o pulverizador costal, pressurizado a CO₂ constante, citado anteriormente. Os valores da temperatura do ar, da umidade do ar e solo, velocidade do vento e nebulosidade registrados no momento da pulverização podem ser observados na Tabela 3. No dia da aplicação dos herbicidas e três dias depois, foram feitas irrigações com lâmina de 10 mm para incorporação do pendimethalin.

3.7 Avaliações no grão-de-bico

No experimento de casa de vegetação foi conduzido até aos 45 DAA, e as seguintes variáveis avaliadas: [1] fitointoxicação: aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas; foram atribuídas notas de intoxicação visual, utilizando-se escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100, a morte da planta (SBCPD, 1995); [2] emergência da cultura: aos 21 DAA foi quantificado o número de plantas emergidas; [3] altura da planta: médias de três plantas por vaso a partir do nível do substrato, até a inserção da última folha na haste principal; [4] biomassa seca: biomassa da parte aérea +

raiz, após a coleta, lavagem e secagem das plantas em estufa com circulação de ar a 70°C, até atingir massa constante.

No experimento de campo, a colheita da cultura do grão-de-bico foi realizada pelo arranquio manual das plantas aos 120 dias após a semeadura (07/12/2016). As plantas de cada parcela, dentro de uma área útil de 0,25 m² (quadrado de 0,50 x 0,50 m), foram cortadas ao nível do solo, devidamente etiquetadas, amarradas e transportadas para o laboratório de fitotecnia. Para obtenção dos grãos, as vagens foram trilhadas manualmente. As seguintes variáveis avaliadas foram: [1] fitointoxicação: aos 20 e 40 DAA; foram atribuídas notas de fitointoxicação visual (SBCPD, 1995); [2] densidade: em pré-colheita foi determinado o número de plantas por m², para isso utilizou-se um quadrado de 0,25 m²; [3] número de dias para o florescimento: data quando 50% das plantas estiverem com pelo menos uma flor aberta na área útil, considerando-se o número de dias da emergência à floração; [4] biomassa seca, exceto raiz: foram colhidas todas as plantas em um metro por fileira central, na área útil de cada parcela; [5] massa de 100 grãos: peso de 100 grãos padronizado a 13% de umidade; [6] rendimento de grãos: peso total dos grãos colhidos na área de 0,25 m² padronizado a 13% de umidade e extrapolado para kg ha⁻¹.

3.8 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, verificou-se a normalidade e homogeneidade dos resíduos. Os dados foram analisados no esquema fatorial hierárquico com um adicional (tratamento testemunha), sem interação entre os fatores. O fator principal foram os herbicidas e dentro de cada foram testadas duas doses. As médias dos tratamentos, herbicidas e doses foram comparadas entre si pelo teste Student Newman Keuls - SNK ($p < 0,05$). Também foi aplicado o teste de Dunnett ($p < 0,05$) para comparar cada dose de cada herbicida com a testemunha sem herbicida. A análise estatística foi realizada no software R versão 3.0.3 (R CORE TEAM, 2016).

4 RESULTADOS

No experimento de casa de vegetação, aos 14 e 28 DAA, todos os herbicidas causaram fitointoxicações ao grão-de-bico, que, diferiram da testemunha sem aplicação de produto. Aos 14 DAA, os herbicidas trifluralin, flumioxazin, clomazone, diclosulam e metribuzin, ocasionaram fitointoxicações severas, seguido de s-metolachlor e pendimethalin. O herbicida sulfentrazone foi o que, causou menor injúria visual às plantas de grão-de-bico (Tabela 4).

Aos 21 DAA, o metribuzin (240 e 480 g ha⁻¹) ocasionou a morte das plantas de grão-de-bico, e os herbicidas clomazone e diclosulam provocaram aumento das injúrias visuais na cultura (Tabela 4). Para os herbicidas flumioxazin e trifluralin, observou-se leve redução das injúrias, aos 28 DAA. Diferentemente, para o sulfentrazone, s-metolachlor e pendimethalin, as plantas não apresentaram sintomas de fitointoxicação. Para o fator dose, observou-se aos 14 DAA que, a maior dose de diclosulam, flumioxazin e pendimethalin ocasionaram injúrias mais severas ao grão-de-bico, não ocorrendo diferenças entre as doses aos 28 DAA, de cada herbicida.

O fator herbicida e dose, não influenciaram na emergência do grão-de-bico, logo não diferiu da testemunha sem aplicação de produto (Tabela 4). Com relação à altura da planta, os herbicidas diclosulam, metribuzin, clomazone e trifluralin, nas duas dosagens testadas, e o flumioxazin na maior dose, reduziram o porte das plantas em comparação com a testemunha sem aplicação de produto. O sulfentrazone, s-metolachlor, pendimethalin e o flumioxazin (60 g ha⁻¹), não interferiram na estatura das plantas. A dosagem de cada herbicida não influenciou na altura da planta de grão-de-bico.

Os herbicidas sulfentrazone (300 e 600 g ha⁻¹), s-metolachlor (960 e 1920 g ha⁻¹) e pendimethalin (625 g ha⁻¹) não diminuíram a biomassa seca do grão-de-bico, e não diferiram da testemunha sem aplicação de produto (Tabela 4). Contudo, o metribuzin (240 e 480 g ha⁻¹), diclosulam (17,5 e 35 g ha⁻¹), clomazone (300 e 600 g ha⁻¹), flumioxazin (60 e 120 g ha⁻¹), trifluralin (1200 e 2400 g ha⁻¹) e pendimethalin (1250 g ha⁻¹) reduziram a biomassa seca das plantas. Quanto ao fator dose, apenas para o herbicida pendimethalin, o aumento da dose reduziu a biomassa seca do grão-de-bico.

No experimento de campo, aos 20 e 40 DAA, os herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone, nas duas dosagens testadas, não causaram fitotoxicidade que, pudesse ser visualizada nas plantas de grão-de-bico. Também não ocorreram diferenças para a densidade de plantas e florescimento da cultura. Portanto, os tratamentos herbicidas não diferiram da testemunha sem aplicação de produto (Tabela 5).

Tabela 4. Fitointoxicação (FITO), emergência (EMER), altura (ALTP) e biomassa seca das plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum*), em função das doses e dos herbicidas aplicados em pré-emergência, além da testemunha sem produto - experimento em condições de casa de vegetação. Urutaí, Goiás, 2015.

Herbicida	Dosagem (g ha ⁻¹)	FITO (%) - DAA		Emergência (%)	Altura (cm)	Biomassa (g vaso ⁻¹)
		14	28			
Clomazone	300	84,5 a*	94,1 a*	73,2 a	5,2 a*	0,9 a*
	600	89,2 a*	94,6 a*	73,2 a	6,8 a*	1,1 a*
	Média	86,9 (de)	94,4 (d)	73,2 (a)	6,0 (cd)	1,0 (d)
Diclosulam	17,5	82,1 a*	91,3 a*	64,3 a	5,6 a*	0,9 a*
	35	88,0 b*	94,7 a*	57,1 a	2,2 a*	0,6 a*
	Média	85,9 (d)	93,0 (d)	60,7 (a)	3,9 (d)	0,8 (d)
Flumioxazin	60	84,5 a*	79,0 a*	69,6 a	13,4 a	4,7 a*
	120	93,1 b*	78,6 a*	69,6 a	9,9 a*	3,6 a*
	Média	88,8 (de)	78,8 (b)	69,6 (a)	11,6 (b)	4,1 (b)
Metribuzin	240	76,9 a*	100,0 a*	78,6 a	7,2 a*	0,8 a*
	480	81,6 a*	100,0 a*	73,2 a	7,0 a*	0,6 a*
	Média	79,3 (c)	100,0 (e)	75,9 (a)	7,1 (cd)	0,7 (d)
Pendimethalin	625	43,0 a*	0,0 a	69,6 a	18,9 a	6,7 a
	1250	71,4 b*	0,0 a	67,9 a	15,1 a	4,8 b*
	Média	57,2 (b)	0,0 (a)	68,8 (a)	17,0 (a)	5,5 (a)
S-metolaclo-ro	960	52,8 a*	0,0 a	75,0 a	17,9	6,4 a
	1920	59,2 a*	0,0 a	76,8 a	15,4	5,3 a
	Média	56,0 (b)	0,0 (a)	75,9 (a)	16,7 (a)	5,8 (a)
Sulfentrazone	300	29,5 a*	0,0 a	73,2 a	16,8 a	6,1 a
	600	39,3 b*	0,0 a	69,6 a	19,5 a	6,4 a
	Média	34,4 (a)	0,0 (a)	71,4 (a)	18,2 (a)	6,3 (a)
Trifluralin	1200	89,6 a*	83,6 a*	75,0 a	9,4 a*	3,3 a*
	2400	92,9 a*	83,6 a*	71,4 a	9,0 a*	2,7 a*
	Média	91,3 (e)	83,6 (c)	73,2 (a)	9,2 (bc)	3,0 (c)
Testemunha		0,0	0,0	73,2	18,0	7,3
F _{Herbicida}		220,1**	871,5**	1,3 ^{ns}	26,4**	46,8**
F _{Dose}		17,9**	0,14**	0,2 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,7 ^{ns}
F _{Trat. vs Test.}		1350,3**	622,8**	0,1 ^{ns}	18,5**	57,5**
CV (%)		7,8	11,7	23,9	37,1	37,7

** Significativo a p<0,01 de probabilidade pelo teste F. Médias dentro de parênteses, para fator herbicida. Médias fora de parênteses, para fator dose. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Student Newman Keuls (SNK), a p<0,05 de probabilidade. Médias sucedidas de * difere da testemunha, sem aplicação de produto, pelo teste de Dunnett, a p<0,05 de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

A matéria seca da parte aérea foi semelhante entre os herbicidas pendimenthalin, s-metolachlor e sulfentrazone, não sendo observadas diferenças em função da dose de cada produto. Desse modo, os resultados não foram diferentes da testemunha sem aplicação de produto (Tabela 6). Diferentemente, a massa de 100 grãos e o número de vagens por planta foram diferentes para o fator herbicida, sendo que, maior massa de 100 grãos foi obtida com s-metolachlor, enquanto maior número de vagens foi encontrado em plantas que receberam aplicação de sulfentrazone. A produtividade grãos da cultura do grão-de-bico não diferiu entre

os herbicidas e dosagem. Logo, os componentes da produção e produtividade avaliadas nos tratamentos herbicidas foram semelhantes à testemunha sem aplicação de produto.

Tabela 5 – Fitointoxicação (FITO), densidade e florescimento das plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum*), em função das doses e dos herbicidas aplicados em pré-emergência, além da testemunha sem produto - experimento em condições de campo. Urutaí, Goiás, 2016.

Herbicida	Dosagem (g ha ⁻¹)	FITO (%) - DAA		Densidade (planta m ⁻²)	Florescimento (dias)
		20	40		
Pendimethalin	625	0,0	0,0	34,4 a	45
	1250	0,0	0,0	33,6 a	45
	Média	0,0	0,0	34,0 (a)	45
S-metolacoloro	960	0,0	0,0	36,0 a	45
	1920	0,0	0,0	34,5 a	45
	Média	0,0	0,0	35,3 (a)	45
Sulfentrazone	300	0,0	0,0	34,0 a	45
	600	0,0	0,0	33,0 a	45
	Média	0,0	0,0	33,5 (a)	45
Testemunha		0,0	0,0	39,6	45
F _{Herbicida}		---	---	0,2 ^{ns}	---
F _{Dose}		---	---	0,1 ^{ns}	---
F _{Trat. vs Test.}		---	---	2,8 ^{ns}	---
CV (%)		---	---	16,7	---

**Significativo a p<0,01 de probabilidade pelo teste F. Médias dentro de parênteses, para fator herbicida. Médias fora de parênteses, para fator dose. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Student Newman Keuls (SNK), a p<0,05 de probabilidade. Médias sucedidas de * difere da testemunha, sem aplicação de herbicida, pelo teste de Dunnett, a p<0,05 de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

Tabela 6 – Matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de 100 grãos (M100), número de vagens por planta (NVP) e produtividade de grãos (PG) na cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum*), em função das doses e dos herbicidas aplicados em pré-emergência, além da testemunha sem produto - experimento em condições de campo. Urutaí, Goiás, 2016.

Herbicida	Dosagem	MSPA	M100	NVP	PG
-----------	---------	------	------	-----	----

	(g ha ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(g)	(n°)	(kg ha ⁻¹)
Pendimenthalin	625	8,0 a	30,7 a	23,1 a	2401 a
	1250	9,4 a	30,3 a	23,4 a	2423 a
	Média	8,7 (a)	30,5 (b)	23,2 (ab)	2412 (a)
S-metolachlor	960	9,6 a	30,9 b	22,1 a	2589 a
	1920	9,0 a	32,9 a	21,1 a	2389 a
	Média	9,3 (a)	31,9 (a)	21,6 (b)	2475 (a)
Sulfentrazone	300	8,9 a	30,3 a	34,4 a	3412 a
	600	8,2 a	30,2 a	24,0 a	2576 a
	Média	8,5 (a)	30,3 (b)	29,7 (a)	2994 (a)
Testemunha		9,7	30,8	29,1	2954
F _{Herbicida}		1,3 ^{ns}	4,9 [*]	5,7 ^{**}	1,4 ^{ns}
F _{Dose}		1,6 ^{ns}	0,2 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,8 ^{ns}
F _{Trat. vs Test.}		0,65 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}
CV (%)		21,9	4,2	24,8	9,4

**Significativo a $p < 0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias dentro de parênteses, para fator herbicida. Médias fora de parênteses, para fator dose. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Student Newman Keuls (SNK), a $p < 0,05$ de probabilidade. Médias sucedidas de * difere da testemunha, sem aplicação de herbicida, pelo teste de Dunnett, a $p < 0,05$ de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

5 DISCUSSÃO

No experimento em casa de vegetação, aos 14 e 28 DAA, todos os tratamentos herbicidas apresentaram algum nível de fitotoxicidade na cultura do grão-de-bico. Os diferentes sintomas observados nas plantas são justificados pelos diferentes produtos e da capacidade natural de recuperação após a exposição aos herbicidas. A cultura do grão-de-bico mostrou-se suscetível ao metribuzin (240 e 480 g ha⁻¹), confirmado pela morte de todas as plantas aos 21 DAA, como também ao clomazone (300 e 600 g ha⁻¹) e diclosulam (17,5 e 35 g ha⁻¹), em decorrência dos danos severos no desenvolvimento das plantas, com reduções de 86,3 e 89,0% na biomassa seca, respectivamente (Tabela 4).

Em outro aspecto, as plantas de grão-de-bico demonstraram baixa capacidade natural de recuperação ao trifluralin (1200 e 2400 g ha⁻¹), em razão da redução de 58,9% na biomassa seca. Para o flumioxazin (60 e 120 g ha⁻¹) e o pendimethalin (1250 g ha⁻¹), o grão-de-bico foi considerado moderadamente suscetível, pois ocorreram reduções na biomassa seca, em 43,8 e 34,2%, respectivamente. Destaca-se que, o grão-de-bico foi tolerante ao sulfentrazone (300 e 600 g ha⁻¹), s-metolachlor (960 e 1920 g ha⁻¹) e pendimethalin (625 g ha⁻¹), uma vez que, a biomassa seca não foi diferente da testemunha sem aplicação de produto (Tabela 4).

O metribuzin (240 e 480 g ha⁻¹) causou clorose foliar generalizada, seguido da necrose e morte da planta. Os sintomas foram mais severos na presença da maior dose do herbicida. Com a morte da cultura, torna-se evidente que, a translocação do herbicida ocorreu em níveis tóxicos para os cloroplastos, acarretando a inibição da fotossíntese. Com a interrupção do transporte de elétrons, ocorre um elevado estado energético, responsável pela formação da clorofila triplet e oxigênio singlet, os quais ocasionam a peroxidação de lipídeos e proteínas nas membranas celulares de plantas sensíveis (OLIVEIRA Jr., 2011).

Tanveer et al. (2010) verificaram efeito negativo do herbicida metribuzin (262,5 g ha⁻¹) na cultura do grão-de-bico, pois ocasionou a mortalidade de 79% das plantas, com redução de 67% da produtividade. Diferentemente, Plew et al. (1994) observaram que a aplicação em pré-emergência de metribuzin (250 e 500 g ha⁻¹) não causou danos à cultura do grão-de-bico. Também, Dewangan et al. (2016) relataram como seguro a aplicação de metribuzin (250 g ha⁻¹) em pré-emergência. Entretanto, em pós-emergência, o metribuzin demonstrou efeito adverso sobre as plantas, com sintomas de clorose e necrose foliar. Apesar das injúrias desaparecerem aos 20 DAA, a produtividade do grão-de-bico foi reduzida.

Os resultados encontrados na literatura apontam grande variação de resposta do grão-de-bico ao metribuzin, tal fato pode estar relacionado à variabilidade genética das cultivares. De acordo com Gaur et al. (2013), o nível de tolerância ao herbicida metribuzin é dependente da genética das cultivares. Sendo assim, os autores identificaram oito genótipos de grão-de-

bico com potencial tolerância ao metribuzin. Acredita-se que, o mecanismo de tolerância seja explicado pelo metabolismo da molécula do metribuzin (TARAN et al., 2013).

Com relação ao clomazone (300 e 600 g ha⁻¹), as plântulas de grão-de-bico emergiram totalmente esbranquiçadas, sendo que, a folhagem despigmentada, persistiu durante todo o experimento, até os 45 DAA. Na maior dose do herbicida ocorreu necrose e morte da maioria das plantas. Os sintomas de fitotoxicidade ocorrem em razão de um bloqueio da síntese dos pigmentos carotenóides que, favorece a fotodegradação da clorofila (OLIVEIRA JR., 2011). Vale salientar que, o herbicida clomazone é considerado um pré-herbicida, sem ação herbicida. Entretanto, é provável que tenha ocorrido a sua oxidação da molécula a 5-cetoclomazone, pela enzima citocromo-450 monooxigenase, naturalmente, presente nas plantas (SANCHOTENE et al., 2010). Em razão de se tornar tóxico às plantas, não houve a seletividade para a cultura do grão-de-bico. Estudos com o herbicida isoxaflutole (DATTA et al., 2008; DATTA et al., 2009), também inibidor da biossíntese de carotenóides, revelaram tolerância ser dependente do genótipo, seguido da dose e condições de solo e clima.

A toxicidade de diclosulam (17,5 e 35 g ha⁻¹) no grão-de-bico foi observada logo após a emergência das plantas. Os sintomas observados foram clorose e deformação das folhas, seguido de necrose e morte das plantas, principalmente na dose maior de diclosulam. O efeito negativo observado de forma precoce, aos 7 DAA, sugere que no grão-de-bico, a translocação do diclosulam para o sítio de ação do herbicida ocorra com facilidade dentro da planta. Nesse sentido, certamente ocorreu à inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), interrompendo a produção de aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina, essenciais para ao crescimento das plantas, resultando na morte das plantas (OLIVEIRA Jr. et al., 2011).

Por sua vez, o trifluralin (1200 e 2400 g ha⁻¹) foi o quarto mais tóxico ao grão-de-bico, causando entumescimento do caule e folhas e crescimento inicial lento. Sintomas pontuais de necrose foram observados com a aplicação da maior dose do herbicida. Os efeitos fitotóxicos são ocasionados pela inibição temporária da mitose durante a divisão celular, que ocorre frequentemente nas células meristemáticas. De acordo com Oliveira Jr. (2011), o principal alvo dos herbicidas dinitroanilinas são os microtúbulos, assim a molécula do herbicida estabelece um complexo com a proteína tubulina, resultando na desorganização da divisão celular.

Os sintomas de fitointoxicação no grão-de-bico provocados pelo flumioxazin (60 e 120 g ha⁻¹) foram caracterizados por clorose e necrose dos tecidos da parte aérea, devido o contato com o herbicida. Destaca-se que, os sintomas apareceram por ocasião da emergência das plântulas, sendo verificada a morte de algumas plantas na maior dose do herbicida. Os expressivos danos causados por flumioxazin é relacionado a capacidade de inibir a enzima

protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), presente nos cloroplastos. Em razão disso, ocorre um acúmulo de protoporfirinogênio-IX no cloroplasto, que, posteriormente é realocado para o citoplasma da célula, onde rapidamente, é convertido e acumulado em protoporfirina-IX. Na presença de luz e oxigênio, origina-se o oxigênio singlet, responsável pela peroxidação de membranas celulares (OLIVEIRA et al., 2011).

No caso do herbicida pendimethalin, o nível de sensibilidade da cultura do grão-de-bico foi dependente da dose utilizada. Sendo assim, foram observados sintomas mais severos nas plantas com a maior dose de 1250 g i.a. ha⁻¹. Entretanto, as injúrias observadas no grão-de-bico foram semelhantes aos sintomas provocados pelo trifluralin. Isso ocorreu, pois ambos os herbicidas pertencem ao mesmo mecanismo de ação. Todavia, a severidade dos sintomas foi menor, com leve clorose foliar verificada aos 7 DAA e o entumescimento do caule e das primeiras folhas emitidas. Apesar disso, o grão-de-bico demonstrou capacidade natural de recuperação ao pendimethalin, principalmente na menor dose, de 625 g i.a. ha⁻¹.

O grão-de-bico foi tolerante ao herbicida s-metolachlor (960 e 1920 g ha⁻¹), porém foram observados sintomas de clorose foliar até os 14 DAA. A ação fitotóxica deste herbicida ocorre pela inibição da divisão celular, especificadamente, na síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa, percussores de membrana plasmática, e dos principais componentes da cera, cutina (folhas) e suberina (raízes) (OLIVEIRA et al., 2011). Contudo, não foi verificado o crescimento anormal das plantas de grão-de-bico.

Em relação ao herbicida sulfentrazone (300 e 600 g ha⁻¹), este causou leve clorose nas folhas, verificada até os 14 DAA. O sulfentrazone também é inibidor da enzima PROTOX, entretanto o grão-de-bico mostrou-se tolerante ao herbicida, o que, não ocorreu para o herbicida flumioxazin. A diferença de seletividade pode ser justificada por diferenças na capacidade de absorção, translocação e metabolização pelas plantas de grão-de-bico.

O crescimento das plantas de grão-de-bico foi prejudicado com a aplicação dos herbicidas diclosulam, clomazone, metribuzin, trifluralin e flumioxazin que, ocasionaram a diminuição da altura das plantas (Tabela 4). Este efeito negativo é explicado pelos níveis elevados de fitointoxicação causado pelos herbicidas que, interferiram no desenvolvimento das plantas. Também, foram observadas reduções drásticas da biomassa seca das plantas, na presença de metribuzin, diclosulam, clomazone e trifluralin, enquanto moderada para o flumioxazin e pendimethalin (1250 g ha⁻¹). Contrariamente, não ocorreu diminuição da biomassa seca com os herbicidas sulfentrazone, s-metolachlor e pendimethalin (625 g ha⁻¹).

Com bases nos resultados obtidos em casa de vegetação, os herbicidas clomazone, diclosulam, flumioxazin, metribuzin, e trifluralin como ocasionaram danos severos às plantas de grão-de-bico, não foram selecionados para o trabalho em condições de campo. Enquanto,

os herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone, foram considerados promissores, e, por isso, foram avaliados em campo.

No experimento de campo, aos 20 e 40 DAA, os herbicidas pendimethalin (625 e 1250 g ha⁻¹), s-metolachlor (960 e 1920 g ha⁻¹) e sulfentrazone (300 e 600 g ha⁻¹) não causaram alterações visuais (Tabela 5), o que sugere a rápida recuperação das plantas de grão-de-bico em condições de campo se comparado à condição de casa de vegetação. Em outros estudos de campo, não foram verificados sintomas de fitointoxicação provocados por pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone (LYON e WILSON, 2005; TANVEER et al., 2010).

Os tratamentos com herbicidas, nas duas dosagens, não afetaram o estabelecimento, crescimento e ciclo da cultura do grão-de-bico, pois as variáveis densidade, florescimento e matéria seca da parte aérea das plantas, tiveram valores semelhantes aos obtidos com o tratamento testemunha sem aplicação de produto (Tabela 5 e 6).

Com relação aos componentes da produção, a massa de 100 grãos e o número de vagens foram semelhantes à testemunha sem aplicação de produto, contudo houve diferenças entre os herbicidas (Tabela 6). Com aplicação de s-metolachlor, foi obtida a maior massa de 100 grãos e, em contrapartida, o menor número de vagens por planta. A dose de cada produto não influenciou nas variáveis respostas.

A produtividade de grãos do grão-de-bico não foi afetada pelos herbicidas e dosagens de cada produto, por isso os resultados foram semelhantes aos da testemunha sem aplicação de produto (Tabela 6). A ausência de redução da produtividade de grãos demonstra potencial seletividade destes herbicidas nas doses testadas para a cultura do grão-de-bico.

Taran et al. (2013) verificaram que a aplicação de sulfentrazone (140 g ha⁻¹) em seis cultivares de grão-de-bico foi a opção mais segura, pois além de não causar fitotoxicidade às plantas, a produtividade não foi diminuída. Ademais, os autores sugeriram que a tolerância ao herbicida sulfentrazone, pode ser relacionada ao mecanismo de diminuição da translocação da molécula do herbicida e do metabolismo rápido de intermediários tóxicos às plantas (SHOUD et al., 2003).

No estudo de Vasilakoglou et al. (2013) realizado em duas safras, os herbicidas s-metolachlor (960 e 1250 g ha⁻¹) e pendimethalin (1300 e 1980 g ha⁻¹) provocaram efeito fitotóxico à cultura do grão-de-bico somente na segunda safra. Os autores relacionaram ao aumento das chuvas após a aplicação dos herbicidas. Em condições de elevada umidade no solo, supõe que tenha ocorrido maior disponibilidade e, por conseguinte maior absorção dos herbicidas. Todavia, ressalva-se que estes herbicidas foram considerados como opções viáveis

para controlar plantas daninha sem causar a redução da produtividade da cultura do grão-de-bico.

6 CONCLUSÕES

Os herbicidas clomazone, diclosulam, metribuzin, trifluralin e flumioxazin, nas duas dosagens avaliadas, não são seletivos para aplicação em pré-emergência a cultura do grão-de-bico.

Os herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone, nas duas dosagens, são promissores para o uso em pré-emergência na cultura do grão-de-bico.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v.22, n.6, p.711-728, 2014.

AMARAL, C. L. et al. Relações de interferência entre plantas daninhas e a cultura do grão-de-bico. *Bioscience. Journal*, v.31, n.1, p.37-46, 2015.

ARTIAGA, O. P. et al. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.10, n.1, p.102-109, 2015.

BHAN, V. M.; KUKULA, S. **Weeds and their control in chickpea**. In: *The chickpea*. SAXENA, M. C.; SINGH, K. B. (Ed.). Wallingford: C.A.B. International, p.319-328, 1987.

DATTA, A. et al. The effect of soil pH on chickpea (*Cicer arietinum*) genotype sensitivity to isoxaflutole. **Plant and Soil**. v.303, n.1, p.49–54, 2008.

DATTA, A. et al. The Effects of Temperature and Soil Moisture on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotype Sensitivity to Isoxaflutole. **Journal Agronomy & Crop Science**. v.195, n.3, p.178–185, 2009.

DEWANGAN, M. et al. Influence of Herbicides on Phytotoxicity and Soil Dehydrogenase Enzyme Activity in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). **International Journal of Bio-resource and Stress Management**. v.7, n.4, p.533-538, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **BRS Aleppo**. 1. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2014. 2 p.

FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (FAOSTAT). Dados estatísticos de chickpeas. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/beta/en/#data/QC> >. Acessado em: 22 de dezembro de 2016.

GAUR, P. M. et al. Large genetic variability in chickpea for tolerance to herbicides imazethapyr and metribuzin. **Agronomy**. v.3, n.3, p.524-536, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados meteorológicos de Urutaí, GO. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em: 20 de dezembro de 2016.

JEFFERIES, M. L. WILLENBORG, C. J.; TARAN, B. Response of Chickpea Cultivars to Imidazolinone Herbicide Applied at Different Growth Stages. **Weed Technology**, v.30, n.3, p.664–676, 2016.

LYON, D. J.; WILSON, R. G. Chemical Weed Control in Dryland and Irrigated Chickpea. **Weed Technology**. v.19, n.4, p.959-965, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (BRASIL). Sistema de agrotóxicos fitossanitário. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acessado em: 22 de dezembro de 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR R. S. **Mecanismos de ação de Herbicidas**. In: . *Biologia e manejo de plantas daninhas*. OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE M. H. (Ed.). Curitiba: Omnipax, p.141-92, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; INOUE M. H. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. In: *Biologia e manejo de plantas daninhas*. OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE M. H. (Ed.). Curitiba: Omnipax, p.243-62, 2011.

PLEW, J. N., HILL, G. D., DASTGHEIB, F. Weed control in chickpeas (*Cicer arietinum*). **Proceedings Agronomy Society of New Zealand**. v.24, n.1, p.117-124, 1994.

R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: 15 de dezembro de 2016.

SANCHOTENE, D. M. et al. Efeito do protetor dietholate na seletividade de clomazone em cultivares de arroz irrigado. **Planta daninha**. v.28, n.2, p.339-346, 2010.

SHOUP, D. E.; AL-KHATIB, K. PETERSON, D. E. Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) resistance to protoporphyrinogen oxidase-inhibiting herbicides. **Weed Science**, v. 51, n.2, p.145-150, 2001.

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

TANVEER, A. et al. Response of chickpea (*Cicer arietinum*) and *Euphorbia dracunculoides* to pre and post-emergence herbicides. **Pakistan Journal of Weed Sciences Research**. v.16, n.3, p.267-277, 2010.

TARAN, B.; HOLM, F.; BANNIZA, S. Response of chickpea cultivars to pre- and post-emergence herbicide applications. **Canadian Journal of Plant Science**, v.93, n.2, p.279-286, 2013.

VASILAKOGLU, I. et al. Response of vetch, lentil, chickpea and red pea to pre- or post-emergence applied herbicides. **Spanish Journal of Agricultural Research**. v.11, n.4, p.1101-1111, 2013.

**CAPÍTULO 2: SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-
EMERGÊNCIA PARA A CULTURA DO GRÃO-DE-BICO**

RESUMO

No Brasil não há disponibilidade de herbicidas com registro para o uso na cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). Neste contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura do grão-de-bico. Para isso, dois experimentos foram desenvolvidos no município de Urutaí, Goiás, no ano agrícola 2015/2016. O primeiro experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial hierárquico $8 \times 2 + 1$, sendo oito herbicidas pulverizados em duas doses (bentazon 360 e 720 g ha⁻¹ + 1,0 L ha⁻¹ de óleo mineral; chlorimuron-ethyl 10 e 20 g ha⁻¹ + 0,05% v/v de óleo mineral; clethodim 54 e 108 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; fluazifop-p-butyl 94 e 188 g ha⁻¹; fomesafen 125 e 250 g ha⁻¹ + 0,2% v/v de surfactante; haloxyfop-methyl 30 e 60 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; imazethapyr 50 e 100 g ha⁻¹ + 1,0% v/v de óleo mineral; lactofen 90 e 180 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto. Os herbicidas ocasionaram sintomas de fitotoxicidade nas plantas de grão-de-bico, aos 14 e 28 DAA, exceto o clethodim e o fluazifop-p-butyl. A aplicação de bentazon, chlorimuron-ethyl nas duas dosagens, e o lactofen (180 g ha⁻¹) reduziram a altura e biomassa seca das plantas. O imazethapyr (50 e 100 g ha⁻¹) apesar de não interferir no crescimento das plantas, provocou sintomas fitotóxicos de anormalidade que foram permanentes nas plantas. Com base nos resultados obtidos nesse experimento foram selecionados os tratamentos do experimento em condições de campo. Este foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial hierárquico $5 \times 2 + 1$, sendo cinco herbicidas pulverizados em duas doses (clethodim 54 e 108 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; fluazifop-p-butyl 94 e 188 g ha⁻¹; fomesafen 125 e 250 g ha⁻¹ + 0,2% v/v de surfactante; haloxyfop-methyl 30 e 60 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; lactofen 90 e 180 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto. Os herbicidas fomesafen e lactofen causaram injúrias às plantas aos 14 e 28 DAA. Entretanto, com decorrer do tempo, as folhas com sintomas de necrose foram substituídas por folhas novas e saudáveis. A densidade, florescimento, matéria seca da parte aérea das plantas, os componentes da produção (número de vagens por planta e massa de 100 grãos) e a produtividade não foram afetados pelos herbicidas. Com base nos resultados obtidos nos experimentos em casa de vegetação e campo, concluiu-se que, apenas os herbicidas clethodim, fluazifop-p-butyl, fomesafen, haloxyfop-methyl e lactofen foram considerados seletivos para a cultura do grão-de-bico, nas duas dosagens.

Palavras-chave: Controle químico; Fitointoxicação; *Cicer arietinum* L.; Hortaliça.

ABSTRACT

Brazil still lacks herbicides registered for chickpea (*Cicer arietinum* L.). In this context, the objective of this work was to evaluate the selectivity of post-emergence sprayed herbicides for the chickpea crop. For this, two experiments were developed in the municipality of Urutaí, Goiás State, in the 2015/2016 agricultural year. The first experiment was carried out in a completely randomized design with four replications, in a hierarchical factorial scheme $8 \times 2 + 1$, with eight herbicides sprayed in two doses (bentazon: 360 and $720 \text{ g ha}^{-1} + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ mineral oil; chlorimuron-ethyl: 10 and $20 \text{ g ha}^{-1} + 0,05\% \text{ v / v}$ mineral oil; clethodim: 54 and $108 \text{ g ha}^{-1} + 0.5\% \text{ v / v}$ mineral oil; -p-butyl: 94 and 188 g ha^{-1} ; fomesafen: 125 and $250 \text{ g ha}^{-1} + 0.2\% \text{ v / v}$ surfactant; haloxyfop-methyl: 30 and $60 \text{ g ha}^{-1} + 0.5\% \text{ v / v}$ mineral oil; imazethapyr: 50 and $100 \text{ g ha}^{-1} + 1.0\% \text{ v / v}$ mineral oil; lactofen: 90 and 180 g ha^{-1}), and a control without application of product. All herbicides caused symptoms of phytotoxicity in chickpea plants at 14 and 28 DAA, except for clethodim and fluzifop-p-butyl. The application of bentazon, chlorimuron-ethyl in both dosages, and lactofen (180 g ha^{-1}) reduced plant height and biomass dryness. The imazethapyr (50 and 100 g ha^{-1}), although not interfering with plant growth, caused phytotoxic symptoms of abnormality that were permanent in plants. The treatments selected for the experiment under field conditions were based on the results obtained in the greenhouse experiments. It was carried out in a randomized block design with four replications, in a hierarchical $5 \times 2 + 1$ factorial scheme, five herbicides sprayed in two doses (clethodim: 54 and $108 \text{ g ha}^{-1} + 0.5\% \text{ v / v}$ mineral oil; fluzifop-p-butyl: 94 and 188 g ha^{-1} ; fomesafen: 125 and $250 \text{ g ha}^{-1} + 0.2\% \text{ v / v}$ surfactant; haloxyfop-methyl: 30 and $60 \text{ g ha}^{-1} + 0,5\% \text{ v / v}$ mineral oil; lactofen: 90 and 180 g ha^{-1}), and a control without product application. The herbicides fomesafen and lactofen caused harms to the plants at 14 and 28 DAA. However, over time, leaves with symptoms of necrosis were replaced by new and healthy leaves. The density, flowering, shoot dry matter, production components (number of pods per plant and mass of 100 grains) and yield were not affected by herbicides. Based on the results obtained in the greenhouse and field experiments, it was concluded that only the herbicides clethodim, fluzifop-p-butyl, fomesafen, haloxyfop-methyl, and lactofen were considered selective for chickpea, both dosages.

Keywords: Chemical control; Phytotoxicity; *Cicer arietinum* L.; Vegetables.

1 INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das mais importantes leguminosas de grãos alimentares em todo o mundo. No ano de 2014, a área colhida foi de 13,9 milhões de hectares (FAOSTAT, 2016). Apesar do notório destaque na economia mundial, no Brasil, a pequena produção de grão-de-bico tem sido insuficiente para atender ao mercado interno, havendo necessidade de importar a quase totalidade do que é consumido (ARTIAGA et al., 2015).

A crescente demanda no país pelo consumo do grão-de-bico é relacionada ao valor nutricional que, têm grande potencialidade a ser explorado, uma vez que os grãos são fontes de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras. Vale ressaltar que a proteína do grão-de-bico tem sido considerada de melhor valor nutricional entre as leguminosas (FERREIRA et al., 2006).

O cultivo de grão-de-bico é promissor no Brasil em vista do potencial econômico e das características agrônômicas da cultura. No campo, o grão-de-bico apresenta ampla adaptação às diversas condições de clima, uso em rotação de cultura, capacidade de fixação biológica de nitrogênio, tolerância ao estresse hídrico e baixo custo de produção (NASCIMENTO et al., 1998).

A fim de colaborar com a expansão do grão-de-bico no Brasil, é importante fornecer informações que viabilizem a produção dessa leguminosa nas condições brasileiras. Dentre os problemas recorrentes no cultivo de grão-de-bico, destacam-se as plantas daninhas, que são competidoras pelos recursos essenciais para o crescimento, como água, luz, nutrientes e espaço (GAUR et al., 2013). Há também os efeitos alelopáticos das plantas daninhas, as quais liberam substâncias inibitórias ao desenvolvimento do grão-de-bico (KHAN e KHAN, 2015).

Portanto, o controle de plantas daninhas é visto como principal obstáculo à produção do grão-de-bico (LYON e WILSON, 2005). Tal fato está atrelado às características culturais das plantas, o crescimento inicial lento somada à baixa estatura, arquitetura aberta e o fechamento tardio do dossel das plantas condiciona a menor capacidade competitiva do grão-de-bico (JEFFERIES et al., 2016). Assim, a produtividade desta leguminosa é severamente afetada, caso não ocorra o controle das plantas daninhas (PLEW et al., 1994).

Por isso, é importante propor o manejo adequado das plantas daninhas. O controle químico pode ser eficaz, contudo, a falta de informações sobre o uso de herbicidas na cultura é um fator limitante (PLEW et al., 1994). De acordo com Jefferies et al. (2016) é necessária disponibilidade de informações a respeito de herbicidas com ação seletiva para a cultura do grão-de-bico. No Brasil, até o ano de 2016, não existem herbicidas registrados para a cultura do grão-de-bico (BRASIL, 2016).

Em razão da escassez de informações sobre a seletividade de herbicidas para a cultura do grão-de-bico no Brasil, tem-se a necessidade de avaliá-los, para caracterizar o nível de

tolerância da cultura aos herbicidas. A seletividade a herbicidas é a característica que possibilita a sua aplicação para o controle de plantas daninhas sem causar danos à cultura. Por isso tem sido preconizado o estudo da seletividade em culturas, pois é a base do sucesso do controle químico nos sistemas agrícolas (OLIVEIRA JR. e INOUE, 2011).

2 OBJETIVOS

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência para a cultura do grão-de-bico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

Dois experimentos foram desenvolvidos no município de Urutaí, Goiás (17°28'41"S, 48°11'35"O e altitude de 800 m), um em casa de vegetação e outro em condições de campo, no período de 10/2015 a 12/2016. A área experimental utilizada no experimento de campo foi anteriormente cultivado milho (*Zea mays*), e encontrava-se em pousio desde junho de 2015.

3.2 Caracterização climática

De acordo com Köppen, a classificação climática da região é do tipo Aw, com duas estações bem definidas, seca e chuvosa (ALVARES et al., 2014). Os dados de precipitação pluvial, temperaturas e umidade relativa do ar no decorrer do período experimental foram coletados no INMET - Instituto Nacional de Meteorologia e, estão apresentados na Tabela 7. Como a distribuição de chuvas é concentrada na primavera-verão, entre os meses de agosto a outubro, foi feito uso de irrigação, com lâmina média de irrigação de 10 mm a cada dois dias, sendo que a partir de novembro, a única fonte de umidade foi por meio das chuvas e da capacidade de armazenamento de água pelo solo.

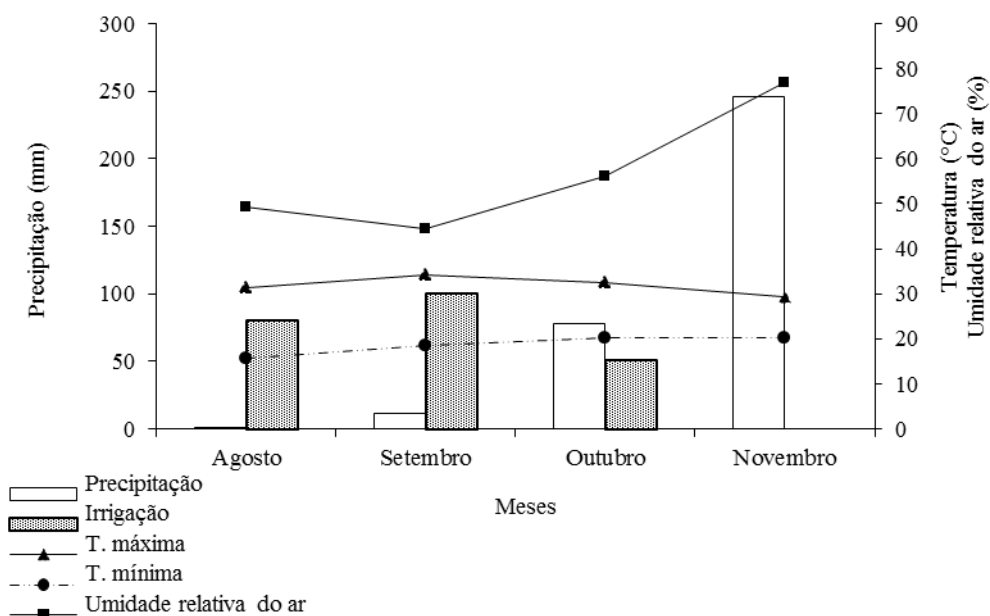


Figura 1. Precipitação, temperaturas média máxima e mínima, umidade relativa do ar e irrigação por pivô-central (aspersão) ocorrida durante a condução do experimento de campo. Urutaí, GO, 2016. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

3.3 Caracterização do solo

O solo nos experimentos de casa de vegetação e campo foi um Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). Foram coletadas amostras de solo na camada de 0,0 a 0,20 m para caracterização das propriedades físicas e químicas do solo. Uma amostra homogeneizada foi

encaminhada para o Laboratório Agronômico, Silvânia, Goiás. Os resultados da análise físico-química do solo podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8. Propriedades físicas e químicas do solo utilizado para semeadura do grão-de-bico (*Cicer arietinum*) - experimento em condições de casa de vegetação e campo. Urutaí, Goiás, 2015/2016.

Atributo do solo	Casa de vegetação	Campo
pH (CaCl ₂)	5,6	5,1
MO (g dm ⁻³)	4,9	2,5
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	1,0	1,1
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,8	1,9
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,3	0,8
P (mg dm ⁻³)	1,3	3,4
K (mg dm ⁻³)	27	109,5
V (%)	54	53
Argila (g kg ⁻¹)	370	450
Areia (g kg ⁻¹)	520	440
Silte (g kg ⁻¹)	110	110
Textura	Franco argilo arenosa	Franco argilo arenosa

3.4 Cultivar de grão-de-bico

A cultivar BRS Aleppo pertence ao grupo kabuli, originada de uma população obtida através do cruzamento entre as linhagens X99TH104/FLIP84-11 x S95082, realizado no International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA, Síria). Esse material possui as seguintes características agrônômicas: arquitetura de plantas semi-ereta; ciclo precoce; altura média da planta de 66 cm; cor da flor branca; número de ramificações de 3 a 4 ramificações/planta; planta densamente coberta por tricomas glandulares; raiz robusta; folhas alternas e imparipinadas; vagens infladas com uma a duas sementes; sementes de formato angular levemente enrugada com coloração creme claro de tamanho de entre 8 a 9,5 mm (EMBRAPA, 2014).

3.5 Experimento em casa de vegetação

No experimento em casa de vegetação, foram utilizados vasos de plástico com capacidade para 5 litros, preenchidos com terra retirada da camada de 0 a 0,20 m. Inicialmente, as sementes de grão-de-bico cv. BRS Aleppo foram semeadas em bandejas de isopor (08/10/2015), e após 7 dias da semeadura, em cada vaso foram transplantadas três plantas uniformes, colocadas de forma equidistante. O transplântio ocorreu no dia 15/10/2015. Antecedendo o transplântio foi realizada a adubação de semeadura, na dose de 2 g dm⁻³ do adubo 10-28-20 (N-P₂O₅-K₂O) e 4 g dm⁻³ de calcário dolomítico. Os vasos foram irrigados,

periodicamente, mantendo-se o substrato com umidade próxima de 60% da capacidade de campo.

No dia 04/11/2015, vinte dias após o transplântio, no estágio de 8 a 10 folhas, os herbicidas foram aplicados em pós-emergência a cultura. Para isto, utilizou-se pulverizador costal, a pressão constante (mantido por CO₂ comprimido) de 2,4 kgf cm⁻², equipado de barra com quatro pontas de pulverização de jato plano Magno ADIA 110.015, espaçadas de 0,50 m, com consumo de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Os valores da temperatura do ar, da umidade do ar, velocidade do vento e nebulosidade registrados no momento da aplicação estão apresentados na Tabela 7.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis repetições, em esquema fatorial hierárquico 8 x 2 + 1, sendo oito herbicidas pulverizados em duas doses (bentazon 360 e 720 g ha⁻¹ + 1,0 L ha⁻¹ de óleo mineral; chlorimuron-ethyl 10 e 20 g ha⁻¹ + 0,05% v/v de óleo mineral; clethodim 54 e 108 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; fluazifop-p-butyl 94 e 188 g ha⁻¹; fomesafen 125 e 250 g ha⁻¹ + 0,2% v/v de surfactante; haloxyfop-methyl 30 e 60 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; imazethapyr 50 e 100 g ha⁻¹ + 1,0% v/v de óleo mineral; lactofen 90 e 180 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto.

Tabela 9. Temperaturas do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e nebulosidade no momento das aplicações dos herbicidas - experimento em condições de casa de vegetação e campo. Urutaí/GO, 2015/2016.

Condição experimental	Temperatura	Umidade do	Velocidade	Nebulosidade
	do ar	ar	do vento	
	(°C)	(%)	(km h ⁻¹)	(%)
Casa de Vegetação	27,2	51,2	0,0 - 2,6	90,7
Campo	29,9	32,8	0,0 - 3,6	12,1

3.6 Experimento de campo

O experimento de campo foi realizado entre 07/08/2016 a 07/12/2016. Os herbicidas considerados mais promissores para a cultura do grão-de-bico, selecionados no experimento de casa de vegetação, foram avaliados em campo. O preparo do solo foi realizado no sistema convencional, com duas gradagens, uma aradora e outra niveladora. Em seguida, fez-se a sulcagem com espaçamento de 0,50 m entre as linhas de semeadura, utilizando um sulcador mecânico para abertura de sulcos e adubação de acordo com a análise química do solo e das necessidades do grão-de-bico. As sementes foram tratadas com produto comercial a base de: 25 g L⁻¹ piraclostrobina, 225 g L⁻¹ tiofanato metílico, 250 g L⁻¹ fipronil, na dose de 2 mL kg⁻¹ contra fungos e insetos. Após a abertura dos sulcos, foram depositados 500 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, na profundidade de 8,0 cm. A semeadura foi no dia 07/08/2016, com a deposição de 22 sementes de grão-de-bico cv. BRS Aleppo por metro linear, na profundidade

de 5,0 cm. Logo após a semeadura, foi distribuído superficialmente nas entrelinhas da cultura 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio a 5,0 cm de distância do sulco de plantio. Em 07/09/2016, após 24 dias da emergência (DAE), foram aplicados 70 e 60 kg ha⁻¹ de N (ureia) e K₂O (cloreto de potássio), respectivamente em cobertura. No período vegetativo foi realizada uma aplicação de inseticida para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e no período reprodutivo, três aplicações de inseticidas para o controle de lagarta das vagens (*Helicoverpa armigera*) com os seguintes produtos respectivamente: clorpirifós (960 g ha⁻¹) + teflubenzuom (15 g ha⁻¹); clorpirifós (960 g ha⁻¹) + metomil (215 g ha⁻¹); clorfenapir (288 g ha⁻¹) + metomil (215 g ha⁻¹).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial hierárquico 5 x 2 + 1, sendo cinco herbicidas pulverizados em duas doses (clethodim 54 e 108 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; fluazifop-p-butyl 94 e 188 g ha⁻¹; fomesafen 125 e 250 g ha⁻¹ + 0,2% v/v de surfactante; haloxyfop-methyl 30 e 60 g ha⁻¹ + 0,5% v/v de óleo mineral; lactofen 90 e 180 g ha⁻¹), e uma testemunha sem aplicação de produto. Cada parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m entre si, totalizando 8,0 m² de área total. A área útil foi composta pelas duas linhas centrais, descartando-se 0,50 m em cada uma das extremidades, perfazendo 3 m². No tratamento testemunha sem herbicida, as parcelas foram periodicamente capinadas e, nas demais parcelas foram realizadas o controle dos escapes de plantas daninhas até o final do ciclo da cultura.

As aplicações dos herbicidas em pós-emergência foram realizadas quando as plantas de grão-de-bico estavam com 8 a 10 folhas verdadeiras, no dia 30/08/2016. As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal, pressurizado a CO₂ constante, citado anteriormente. Os valores da temperatura do ar, da umidade do ar e solo, velocidade do vento e nebulosidade registrados no momento da pulverização podem ser observados na Tabela 9.

3.7 Avaliações no grão-de-bico

No experimento de casa de vegetação, as variáveis avaliadas foram: [1] fitointoxicação: aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas; foram atribuídas notas de intoxicação visual, utilizando-se escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100, a morte da planta (SBCPD, 1995); [2] altura da planta: médias de três plantas por vaso a partir do nível do substrato, até a inserção da última folha na haste principal; [3] biomassa seca: biomassa da parte aérea e raiz por vaso, após a coleta, lavagem e secagem das plantas em estufa com circulação de ar a 70°C, até atingir massa constante.

No experimento de campo, a colheita da cultura do grão-de-bico foi realizada pelo arranquio manual das plantas aos 120 dias após a semeadura (07/12/2016). As plantas de cada parcela, dentro de uma área útil de 0,25 m² (quadrado de 0,50 x 0,50 m), foram cortadas ao nível do solo, devidamente etiquetadas, amarradas e transportadas para o laboratório de fitotecnia. Para obtenção dos grãos, as vagens foram trilhadas manualmente. As seguintes variáveis avaliadas foram: [1] fitointoxicação: aos 14, 28 e 42 DAA; foram atribuídas notas de intoxicação visual (SBCPD, 1995); [2] densidade: em pré-colheita foi determinado o número de plantas por m², para isso utilizou-se um quadrado de 0,25m²; [3] número de dias para o florescimento: data quando 50% das plantas estiverem com pelo menos uma flor aberta na área útil, considerando-se o número de dias da emergência à floração; [4] biomassa seca, exceto raiz: foram colhidas todas as plantas em um metro por fileira central, na área útil de cada parcela; [5] massa de 100 grãos: peso de 100 grãos padronizado a 13% de umidade; [6] rendimento de grãos: peso total dos grãos colhidos na área de 0,25 m² padronizado a 13% de umidade e extrapolado para kg ha⁻¹.

3.8 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, verificou-se a normalidade e homogeneidade dos resíduos. Os dados foram analisados no esquema fatorial hierárquico com um adicional (tratamento testemunha), sem interação entre os fatores. O fator principal foram os herbicidas e dentro de cada foram testadas duas doses. As médias dos tratamentos, herbicidas e doses foram comparadas entre si pelo teste Student Newman Keuls - SNK ($p < 0,05$). Também foi aplicado o teste de Dunnett ($p < 0,05$) para comparar cada dose de cada herbicida com a testemunha sem herbicida. A análise estatística foi realizada no software R versão 3.0.3 (R Core Team, 2016).

4 RESULTADOS

No experimento de casa de vegetação, aos 14 e 28 DAA, o bentazon, chlorimuron-ethyl, imazethapyr, lactofen, fomesafen e haloxyfop-methyl ocasionaram fitointoxicação nas plantas de grão-de-bico, diferindo do tratamento testemunha sem aplicação de produto. Para o fator dose, as maiores dosagens de bentazon, imazethapyr, lactofen e fomesafen resultaram em maiores injúrias visuais às plantas, aos 14 e 28 DAA (Tabela 10).

Para a altura da planta, a aplicação de chlorimuron-ethyl (10 e 20 g ha⁻¹), bentazon (360 e 720 g ha⁻¹), imazethapyr (50 e 100 g ha⁻¹) e lactofen (180 g ha⁻¹) causaram a redução do porte das plantas de grão-de-bico, quando comparado à testemunha sem aplicação de produto. Com relação à dose do herbicida, à medida que, foi aumentado à dose de bentazon e lactofen, ocorreu a redução da altura da planta, não sendo observados efeitos negativos para a dose dos demais herbicidas (Tabela 10).

A biomassa seca da planta também foi reduzida com a aplicação de chlorimuron-ethyl (10 e 20 g ha⁻¹), bentazon (360 e 720 g ha⁻¹), e lactofen (180 g ha⁻¹), diferindo da testemunha sem aplicação de produto. A maior dosagem de bentazon e lactofen reduziram a biomassa seca das plantas de grão-de-bico (Tabela 10).

No experimento de campo, as aplicações de fomesafen (125 e 250 g ha⁻¹) e lactofen (90 e 180 g ha⁻¹) resultaram nas maiores notas de fitointoxicação às plantas de grão-de-bico, aos 14 e 28 DAA (Tabela 11). A maior dose de fomesafen e lactofen foi responsável pelo aumento das injúrias às plantas. Em razão disso, diferiram do tratamento testemunha sem aplicação do produto. Ao contrário, os herbicidas clethodim (54 e 108 g ha⁻¹) e fluazifop-p-butyl (94 e 188 g ha⁻¹) e haloxyfop-methyl (30 e 60 g ha⁻¹), não ocasionaram injúrias visuais nas plantas. Aos 42 DAA, não foram observadas sintomas de fitointoxicação para nenhum herbicida.

A densidade, florescimento, matéria-seca da parte aérea das plantas, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade da cultura do grão-de-bico, não foram afetados pelas aplicações dos herbicidas, portanto foram semelhante à testemunha sem aplicação de produto (Tabela 11 e 12).

Tabela 10. Fitointoxicação visual (FITO), altura e biomassa seca de plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum*), em função das doses e dos herbicidas aplicados em pós-emergência, além da testemunha sem herbicida - experimento em condições de casa de vegetação. Urutaí, Goiás, 2015.

Herbicida	Dosagem	FITO (%) - DAA	Altura	Biomassa
-----------	---------	----------------	--------	----------

	(g ha ⁻¹)	14	28	(cm)	(g vaso ⁻¹)
Bentazon	360	95,4 a*	92,3 a*	18,0 a*	3,7 a*
	720	100,0 b*	100,0 b*	12,9 b*	0,9 b*
	Média	97,7 (a)	96,2 (a)	15,5 (e)	2,3 (d)
Chlorimuron-ethyl	10	93,7 a*	99,4 a*	11,8 a*	0,8 a*
	20	91,9 a*	98,2 a*	11,5 a*	0,7 a*
	Média	92,8 (b)	98,8 (a)	11,6 (f)	0,7 (d)
Clethodim	54	0,0 a	0,0 a	35,1 a	16,9 a
	108	1,6 a	0,0 a	32,4 a	15,1 a
	Média	0,78 (g)	0,0 (f)	33,7 (bc)	16,0 (b)
Fluazifop-p-butyl	94	0,1 a	0,00 a	37,2 a	16,4 a
	188	1,7 a	1,16 a	37,7 a	15,8 a
	Média	0,9 (g)	0,59 (f)	37,5 (a)	16,3 (b)
Fomesafen	125	26,1 a*	28,3 a*	37,5 a	16,1 a
	250	35,8 b*	42,2 b*	34,9 a	14,5 a
	Média	30,9 (e)	35,2 (d)	36,2 (ab)	15,3 (b)
Haloxifop- methyl	30	6,3 a*	6,6 a*	36,4 a	18,0 a
	60	6,3 a*	5,3 a	39,4 a	18,7 a
	Média	6,3 (f)	5,9 (e)	37,8 (a)	18,4 (a)
Imazethapyr	50	68,9 a*	78,4 a*	30,1 a*	15,6 a
	100	81,8 b*	83,6 b*	28,6 a*	13,6 a
	Média	75,4 (c)	80,9 (b)	29,4 (d)	14,6 (bc)
Lactofen	90	48,7 a*	52,3 a*	34,5 a	15,0 a
	180	70,6 b*	77,7 b*	30,7 b*	11,4 b*
	Média	59,6 (d)	65,0 (c)	32,6 (c)	13,2 (c)
Testemunha		0,0	0,0	36,5	16,2
F _{Herbicida}		1412,5**	1492,8**	113,5**	98,5**
F _{Dose}		20,2**	23,7**	2,2*	2,2*
F _{Trat. vs Test.}		137,9**	152,1**	3,5**	16,7**
CV (%)		8,6	8,2	10,9	19,1

**Significativo a $p < 0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias dentro de parênteses, para fator herbicida. Médias fora de parênteses, para fator dose. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de LSD de Fisher, a $p < 0,05$ de probabilidade. Médias sucedidas de * difere da testemunha, sem aplicação de herbicida, pelo teste de Dunnett, a $p < 0,05$ de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

Tabela 11. Fitointoxicação, densidade e florescimento das plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum*), em função das doses e dos herbicidas aplicados em pós-emergência, além da testemunha sem herbicida - experimento em condições de campo. Urutaí, Goiás, 2016.

Herbicida	Dosagem (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação (%) - DAA			Densidade (planta m ⁻²)	Florescimento (dias)
		14	28	42		
Clethodim	54	0,0 a	0,0 a	0,0	32,0 a	45
	108	0,0 a	0,0 a	0,0	34,5 a	45

	Média	0,0 (a)	0,0 (c)	0,0	33,3 (a)	45
Fluazifop-p-butílico	94	0,0 a	0,0 a	0,0	35,0 a	45
	188	0,0 a	0,0 a	0,0	32,0 a	45
	Média	0,0 (a)	0,0 (c)	0,0	33,5 (a)	45
Fomesafen	125	16,4 a*	2,7 a*	0,0	34,5 a	45
	250	19,8 b*	5,1 b*	0,0	32,0 a	45
	Média	18,1 (b)	3,9 (b)	0,0	33,3 (a)	45
Haloxifop-p-metílico	30	0,0 a	0,0 a	0,0	33,5 a	45
	60	0,0 a	0,0 a	0,0	32,0 a	45
	Média	0,0 (a)	0,0 (c)	0,0	32,8 (a)	45
Lactofen	90	29,6 a*	11,6 a*	0,0	34,5 a	45
	180	40,9 b*	17,6 b*	0,0	34,0 a	45
	Média	35,3 (c)	14,4 (a)	0,0	34,3 (a)	45
Testemunha		0,0	0,0	0,0	30,0	45
F _{Herbicida}		1822,3**	504,4**	---	1,7 ^{ns}	---
F _{Dose}		50,3**	30,1**	---	0,1 ^{ns}	---
F _{Trat. vs Test.}		417,6**	85,9**	---	2,0 ^{ns}	---
CV (%)		10,3	22,6	---	13,7	---

**Significativo a $p < 0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias dentro de parênteses, para fator herbicida. Médias fora de parênteses, para fator dose. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de LSD de Fisher, a $p < 0,05$ de probabilidade. Médias sucedidas de * difere da testemunha, sem aplicação de herbicida, pelo teste de Dunnett, a $p < 0,05$ de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

Tabela 12. Matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de 100 grãos (M100), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e produtividade de grãos (PG) na cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum*), em função das doses e dos herbicidas aplicados em pós-emergência, além da testemunha sem produto - experimento em condições de campo. Urutaí, Goiás, 2016.

Herbicida	Dosagem	MSPA	NVP	M100	PG
-----------	---------	------	-----	------	----

	(g ha ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(n ^o)	(g)	(kg ha ⁻¹)
Clethodim	54	14,2 a	33,3 a	30,3 a	3347 a
	108	13,0 a	31,0 a	30,3 a	2961 a
	Média	13,6 (a)	32,1 (a)	30,3 (a)	3154 (a)
Fluazifop-p-butílico	94	14,3 a	31,5 a	31,0 a	3132 a
	188	13,5 a	31,3 a	32,3 a	3104 a
	Média	13,9 (a)	31,4 (a)	31,2 (a)	3118 (a)
Fomesafen	125	12,6 a	35,3 a	30,9 a	3210 a
	250	12,4 a	26,5 a	30,7 a	2522 a
	Média	12,5 (b)	30,9 (a)	30,8 (a)	2866 (a)
Haloxifop-p-metílico	30	13,2 a	35,7 a	30,7 a	3240 a
	60	13,8 a	35,8 a	31,8 a	2948 a
	Média	13,5 (a)	35,7 (a)	31,3 (a)	3094 (a)
Lactofen	90	10,1 a	26,7 a	30,4 a	2798 a
	180	11,4 a	25,4 a	30,7 a	2391 a
	Média	10,7 (a)	26,1 (a)	30,6 (a)	2595 (a)
Testemunha		15,9	39,5	31,2	3331
F _{Herbicida}		1,5 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,9 ^{ns}	1,52 ^{ns}
F _{Dose}		0,2 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,19 ^{ns}
F _{Trat. vs Test.}		4,1 ^{ns}	4,8 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,60 ^{ns}
CV (%)		21,2	22,5	2,6	18,4

*Significativo a $p < 0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias dentro de parênteses, para fator herbicida. Médias fora de parênteses, para fator dose. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Student Newman Keuls (SNK), a $p < 0,05$ de probabilidade. Médias sucedidas de * difere da testemunha, sem aplicação de herbicida, pelo teste de Dunnett, a $p < 0,05$ de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

5 DISCUSSÃO

De modo geral, os herbicidas bentazon (360 e 720 g ha⁻¹) e chlorimuron-ethyl (10 e 20 g ha⁻¹) ocasionaram fitointoxicações severas variando de 92 a 100%; seguido de imazethapyr (50 e 100 g ha⁻¹) e lactofen (90 e 180 g ha⁻¹) de 49 a 84%; fomesafen (125 e 250 g ha⁻¹) de 26 a 42%; haloxyfop-methyl (30 e 60 g ha⁻¹), clethodim (54 e 108 g ha⁻¹) e fluazifop-p-butyl (94 e 188 g ha⁻¹) de 0 a 7% (Tabela 10). Logo, notou-se que, o grão-de-bico apresentou maior sensibilidade aos herbicidas considerados como latifolicidas do que, os graminicidas.

As plantas de grão-de-bico foram afetadas severamente e/ou mortas com aplicações de 360 e 720 g ha⁻¹ de bentazon. As injúrias nas plantas manifestaram logo aos 7 DAA, com sintomas de severa clorose foliar e necrose, resultando na queda de folhas. O bentazon é inibidor da fotossíntese, interrompendo o fluxo de elétrons no complexo do FSII. Neste caso, devido à ação de contato, promove a rápida peroxidação de lipídios e proteínas das membranas celulares e morte das plantas sensíveis (OLIVEIRA JR., 2011).

Plew et al. (1994) e Tanveer et al. (2010) verificaram que o bentazon causou injúrias severas às plantas de grão-de-bico, com redução drástica da produtividade e/ou a morte da cultura, como observado neste estudo. De acordo com Roman et al. (2007), a seletividade do herbicida bentazon é relacionada à metabolização rápida da molécula, convertido em formas não tóxicas. Desse modo, verificou-se que, o grão-de-bico não apresenta esta capacidade de metabolização e, portanto, não deve ser recomendado para o controle de espécies daninhas dicotiledôneas em pós-emergência à cultura.

O chlorimuron-ethyl é um herbicida inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS), responsável pela produção de aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina (OLIVEIRA JR., 2011). Em razão disso, ocasionou intensa clorose foliar, seguido de necrose e morte das plantas. Logo, confirma-se que tenha ocorrido a translocação da molécula do chlorimuron-ethyl para regiões meristemáticas, inibindo a divisão celular e causando redução do crescimento e, conseqüentemente a morte da cultura do grão-de-bico.

Por outro lado, o herbicida imazethapyr não causou a morte das plantas, mesmo sendo inibidor da enzima ALS. No entanto, ocorreu severa clorose foliar, principalmente na maior dose do produto. Destacam-se as folhas e ramos novos, os quais se apresentaram cloróticos e anormais. Estes sintomas permaneceram durante todo o experimento, até aos 56 DAA. Esses resultados são indícios de que, o grão-de-bico seja menos sensível ao imazethapyr comparado ao herbicida chlorimuron-ethyl, embora o nível de injúrias observado, não seja aceitável agronomicamente.

O uso de imazethapyr (53 g ha⁻¹) aplicado em pré-emergência na cultura do grão-de-bico ocasionou lesões visuais de clorose foliar, resultando na redução da altura das plantas e produtividade (LYON & WILSON, 2005). Já Taran et al. (2013), mencionam que a aplicação,

em pré-emergência de imazethapyr (16,5 g ha⁻¹), representa uma alternativa viável, enquanto, em pós-emergência foi verificado a redução da produtividade de seis cultivares. Mudalagiriappa et al. (2013) relataram como promissor o uso de imazethapyr (40 g ha⁻¹), quando aplicado entre 30 e 35 dias após a semeadura do grão-de-bico.

Com base nos trabalhos mencionados anteriormente, houve variabilidade de resposta da cultura do grão-de-bico ao herbicida imazethapyr. Este fato é relacionado às variações genéticas (GAUR et al. 2013). Neste aspecto, Chaturvedi et al. (2014) conseguiram identificar genótipos tolerantes e suscetíveis à molécula de imazethapyr. Quando avaliada a seletividade de quatro cultivares, foi encontrada ausência da redução de produtividade de duas cultivares convencionais (JEFFERIES et al., 2016). Acredita-se que, o mecanismo de tolerância é devido à capacidade e a taxa de metabolização da molécula de imazethapyr (TECLE et al., 1993; HANSON et al., 2007). Em outro aspecto, para cultivares resistentes ao imazethapyr, foi descoberta uma mutação pontual da enzima ALS, causada pela substituição de aminoácidos, alanina por valina. Por conseguinte, os herbicidas da classe imidazolinonas não são capazes de inibir a enzima ALS no grão-de-bico (THOMPSON & TARAN, 2014).

Já o lactofen (90 e 180 g ha⁻¹) e o fomesafen (125 e 250 g ha⁻¹) ocasionaram a necrose dos tecidos foliares, entretanto a manifestação dos sintomas de fitotoxicidade no grão-de-bico foi maior quando aplicado o herbicida lactofen. A semelhança dos sintomas é atribuída aos herbicidas, que por sua vez, apresentam o mesmo mecanismo de ação, inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). As aplicações dos herbicidas não inibiram a emissão de novas folhas e não promoveram a reposição daquelas afetadas severamente. Mesmo tendo ocorrido sintomas de fitotoxicidade, as plantas continuaram o seu desenvolvimento. Como o efeito desses herbicidas é unicamente de contato, a emissão de folhas novas não foi afetada (OLIVEIRA JR., 2011). No entanto, cabe destacar a recuperação mais rápida das plantas que, receberam a aplicação do herbicida fomesafen.

Em relação aos graminicidas, haloxyfop-methyl (30 e 60 g ha⁻¹), clethodim (54 e 108 g ha⁻¹) e fluazifop-p-butyl (94 e 188 g ha⁻¹), estes demonstraram seletividade para a cultura do grão-de-bico, apesar de serem visualizadas injúrias pontuais nas folhas, após a aplicação de haloxyfop-methyl decorrente da mistura com 0,5% v/v de óleo mineral. A grande seletividade desses herbicidas às espécies dicotiledôneas, como no grão-de-bico, em geral é explicado no tipo e na compartimentalização da enzima acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) na célula. Enquanto, as espécies gramíneas apresentam uma forma de ACCase, tanto no citoplasma quanto no estroma dos cloroplastos, as dicotiledôneas se sobressaem com duas formas, sendo a do citoplasma equivalente à das gramíneas, e a presente nos cloroplastos, seria insensível à

ação dos graminídeos e responderia por toda síntese de lipídios, mesmo na ausência da enzima citoplasmática (SASAKI et al., 1995).

No desenvolvimento das plantas, observando a altura e biomassa seca (Tabela 10), verifica-se que, os elevados níveis de fitointoxicação com aplicação dos herbicidas bentazon, chlorimuron-ethyl e lactofen (180 g ha^{-1}), explicam a redução da altura e biomassa seca das plantas de grão-de-bico. A exceção foi o herbicida imazethapyr (50 e 100 g ha^{-1}), que, causou elevada fitointoxicação, porém ocorreu redução da altura e não da biomassa seca. As maiores doses de bentazon e lactofen promoveram diminuição da altura e biomassa seca das plantas.

Com base nos resultados obtidos em casa de vegetação, os herbicidas bentazon, chlorimuron-ethyl e imazethapyr, como ocasionaram danos severos às plantas de grão-de-bico, não foram selecionados para o trabalho em condições de campo. Já, o clethodim, fluazifop-p-butyl, fomesafen, haloxyfop-methyl e lactofen foram considerados promissores, e, por isso, foram avaliados em campo.

A aplicação dos herbicidas latifolicidas, fomesafen e lactofen, tiveram algum nível de fitotoxicidade, aos 14 e 28 DAA, nas plantas de grão-de-bico avaliadas no experimento de campo (Quadro 11). A manifestação de sintomas de fitotoxicidade foi maior quando foi aplicado o lactofen, sendo verificado o aumento das injúrias às plantas decorrente do aumento da dose deste herbicida. Os sintomas mais evidentes de fitotoxicidade foram a necrose nas folhas que foram atingidas pelo jato de pulverização. No entanto, foi evidente a retomada no crescimento, com a emissão de folhas novas e saudáveis, principalmente a partir de 14 DAA. Aos 42 DAA, não foram observadas injúrias às plantas. Para os herbicidas clethodim, fluazifop-p-butyl e haloxyfop-methyl cuja ação seletiva sobre culturas agrícolas dicotiledôneas é conhecida, esperava-se que estes não causassem fitotoxicidade ao grão-de-bico.

A densidade de plantas de grão-de-bico não foi afetada pelo fator herbicida e dose (Tabela 11), o que, confirma que apesar da fitointoxicação ocorrida aos 14 e 28 DAA, com aplicação de fomesafen (125 e 250 g ha^{-1}) e lactofen (90 e 180 g ha^{-1}), estes não causaram a morte da cultura. O florescimento das plantas ocorreu na mesma época, logo os tratamentos herbicidas não afetaram o ciclo do grão-de-bico.

Os tratamentos com herbicidas não afetaram a matéria seca da parte aérea, número de vagens por planta e, massa de 100 grãos da cultura do grão-de-bico (Tabela 12), portanto foi semelhante à testemunha sem aplicação de produto. Para os herbicidas haloxyfop-methyl, clethodim e fluazifop-p-butyl, esperava-se que não houvesse alterações nas plantas, devido a grande seletividade. Já os herbicidas fomesafen e lactofen, estes causaram injúrias visuais às plantas, contudo a fitointoxicação observada, não interferiu no desempenho agrônomo da cultura e nos componentes da produção.

A produtividade de grãos da cultura do grão-de-bico, com aplicação dos herbicidas foi semelhante à testemunha sem aplicação de produto (Tabela 12). Comprovou-se que as plantas, mesmo aquelas com sintomas de fitointoxicação, observados aos 14 e 28 DAA, devido à aplicação de fomesafen e lactofen, conseguiram se recuperar e não apresentaram diferença na produção de grãos.

Malik et al. (2001) observaram que o uso de fomesafen (130 g ha^{-1}) isolado ou em mistura com fluazifop-p-butyl (50 e 75 g ha^{-1}) causou ligeira fitotoxicidade ao grão-de-bico, que foi, contudo recuperado nos estádios de crescimento avançado. Desse modo, confirma-se a seletividade do herbicida fomesafen. Plew et al. (1994) relatam a tolerância natural do grão-de-bico aos herbicidas clethodim e haloxyfop-methyl.

CONCLUSÕES

Os herbicidas bentazon, chlorimuron-ethyl e imazethapyr, nas doses avaliadas, não são seletivos para aplicação em pós-emergência a cultura do grão-de-bico.

Os herbicidas clethodim, fluazifop-p-butyl e haloxyfop-methyl, nas duas dosagens avaliadas, são seletivos para aplicação em pós-emergência a cultura grão-de-bico.

Os herbicidas fomesafen e lactofen, nas duas dosagens, são promissores para o uso em pós-emergentes na cultura do grão-de-bico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v.22, n.6, p.711-728, 2014.

ARTIAGA, O. P. et al. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.10, n.1, p.102-109, 2015.

CHATURVEDI, S. K. et al. Genetic variations for herbicide tolerance (imazethapyr) in chickpea (*Cicer arietinum*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**. v.84, n.8, p.968-70, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **BRS Aleppo**. 1. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2014. 2 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (FAOSTAT). Dados estatísticos de chickpeas. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/beta/en/#data/QC> >. Acessado em: 22 de dezembro de 2016.

FERREIRA, A. C. P. et al. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.1, p.80-88, 2006.

GAUR, P. M. et al. Large genetic variability in chickpea for tolerance to herbicides imazethapyr and metribuzin. **Agronomy**. v.3, n.3, p.524-536, 2013.

HANSON, B. D. et al. Recovery of imidazolinone-resistant hard red wheat lines following imazamox application. **Crop Science**. v.47, n.5, p.2058-2066, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados meteorológicos de Urutaí, GO. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/> >. Acessado em: 20 de dezembro de 2016.

JEFFERIES, M. L.; WILLENBORG, C. J.; TARAN, B. Response of conventional and imidazolinone-resistant chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to imazamox and/or imazethapyr applied post-emergence. **Canadian Journal of Plant Science**. v.96, n.1, p.48-58, 2016.

KHAN, R.; KHAN, I. A. Varietal response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) towards the allelopathy of different weeds. **Sains Malaysiana**. v.44, n.1, p.25-30, 2015.

LYON, D. J.; WILSON, R. G. Chemical Weed Control in Dryland and Irrigated Chickpea. **Weed Technology**. v.19, n.4, p.959-965, 2005.

MALIK, M. R. et al. Economic Efficacy of different pre and post-emergence herbicides to control weeds in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Biological Sciences**. v.1, n.5, p.372-377, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (BRASIL). Sistema de agrotóxicos fitossanitário. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acessado em: 22 de dezembro de 2016.

MUDALAGIRIYAPPA et al. Performance of New Post Emergence Herbicides for Weed Management in Chickpea. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**. v.47, n.2, p.333-336, 2013.

NASCIMENTO, W. M. et al. **Cultivo do grão-de-bico**. Gama: CNPH, 1998. 13p. (Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças 14).

OLIVEIRA JÚNIOR R. S. **Mecanismos de ação de Herbicidas**. In: . *Biologia e manejo de plantas daninhas*. OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE M. H. (Ed.). Curitiba: Omnipax, p.141-92, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; INOUE M. H. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. In: *Biologia e manejo de plantas daninhas*. OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE M. H. (Ed.). Curitiba: Omnipax, p.243-62, 2011.

PLEW, J. N., HILL, G. D., DASTGHEIB, F. Weed control in chickpeas (*Cicer arietinum*). **Proceedings Agronomy Society of New Zealand**. v.24, n.1, p.117-124, 1994.

R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: 15 de dezembro de 2016.

ROMAN, E. S. et al. Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. Passo Fundo, **Berthier**, 2007, 158p.

SASAKI, Y.; KONISHI, T.; NAGANO, Y. The Compartmentation of Acetyl-Coenzyme A Carboxylase in Plants. **Plant Physiology**. v.108, n.2, p.445-449, 1995.

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

TANVEER, A. et al. Response of chickpea (*Cicer arietinum*) and *Euphorbia dracunculoides* to pre and post-emergence herbicides. **Pakistan Journal of Weed Sciences Research**. v.16, n.3, p.267-277, 2010.

TARAN, B.; HOLM, F.; BANNIZA, S. Response of chickpea cultivars to pre- and post-emergence herbicide applications. **Canadian Journal of Plant Science**. v.93, n.2, p.279-286, 2013.

TECLE, B.; DA CUNHA, A.; SHANER, D. L. Differential routes of metabolism of imidazolinones: Basis for soybean (*Glycine max*) selectivity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. v.46, n.2, p.120-130, 1993.

THOMPSON, C.; TARAN, B. Genetic characterization of the acetohydroxyacid synthase (AHAS) gene responsible for resistance to imidazolinone in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Theoretical and Applied Genetics**. v.127, n.7, p.1583-1591, 2014.

CONCLUSÕES GERAIS

O grão-de-bico cv. BRS Aleppo é tolerante ao pendimethalin, s-metolachlor e sulfentrazone quando pulverizados em pré-emergência e aos herbicidas clethodim, fluazifop-p-butyl e haloxyfop-methyl, fomesafen e lactofen aplicados em pós-emergência.

O grão-de-bico cv. BRS Aleppo é sensível aos herbicidas cujo mecanismo de ação atua na inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), como clorimuron-ethyl, diclosulam e imazethapyr, aos inibidores do fotossistema II, sendo o metribuzin e bentazon e ao inibidor da biossíntese do carotenóides.

A grande variação de resposta das plantas de grão-de-bico aos herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox) e aos inibidores da divisão celular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, C. L. Interferência das plantas daninhas na cultura do grão-de-bico cultivado sob doses de adubação nitrogenada. 2013. 67 f. Dissertação (mestrado) – Universidade

Estadual Paulista Câmpus de Jaboticabal Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

ARTIAGA, O. P. **Avaliação de genótipos de grão-de-bico no cerrado do planalto central brasileiro**. 2012. 92 f. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

BHAN, V. M.; KUKULA, S. **Weeds and their control in chickpea**. In: *The chickpea*. SAXENA, M. C.; SINGH, K. B. (Ed.). Wallingford: C.A.B. International, p.319-328, 1987.

BIÇER, B. T. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. **African Journal of Biotechnology**. v.8, n.8, p.1482-1487, 2009.

CARNEGIE, P.R. Structure and properties of homologue of glutathione. **Biochemical Journal**. v.89, n.3, p.471-478, 1963.

CARVALHO, S. J. P. et al. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia Agricola**. v.66, n.1, p.136-142, 2009.

FERREIRA, A. C. P. et al. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.1, p.80-88, 2006.

GAUR, P. M.; et al. Chickpea seed production manual. Andhra Pradesh, Índia, **ICRISAT**. 2010. 28 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (BRASIL). Sistema de agrotóxicos fitossanitário. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acessado em: 22 de dezembro de 2016.

NASCIMENTO, W. M. et al. **Grão-de-bico**. In: *Hortaliças leguminosas*. NASCIMENTO, W. M. (Ed.), Brasília, DF: Embrapa, 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR R. S. Mecanismos de ação de Herbicidas. In: . *Biologia e manejo de plantas daninhas*. OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE M. H. (Ed.). Curitiba: Omnipax, p.141-92, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; INOUE M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: *Biologia e manejo de plantas daninhas*. OLIVEIRA JÚNIOR R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE M. H. (Ed.). Curitiba: Ompax, p.243-62, 2011.

REDDEN, R. J.; BERGER, J. D. **History and Origin of chickpea**. In: *Chickpea Breeding and Management*. YADAV, S. S.; REDDEN, R. J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.) Pondicherry, Índia: CABI, p.1-13, 2007.

SINGH, F.; DIWAKAR, B. Chickpea Botany and Production Practices. Índia. **ICRISAT**. 1995. 64p. (Skill Development Series, nº.16)

SINGH, K. B.; SAXENA, M. C. Chickpeas. The tropical Agriculturalist Series. CTA/Macmillan/ICARDA. Macmillan Education Ltd., London: UK, 1999.134p.

TEPE, I. et al. Critical period of weed control in chickpea under non-irrigated conditions. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**. v.35, n.5, p. 525-534, 2011.

VIEIRA, R. F.; RESENDE, M. A. V.; CASTRO, M. C. S. Comportamento de cultivares de grão-de-bico na Zona da Mata e Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, p.166-170, 1999.

YUAN, J.S.; TRANEL, P.J.; STEWART JR., C.N. Non-target-site herbicide resistance: a family business. **Trends in Plant Science**, v.12, n.1, p.6-13, 2007.