

Efeito de diferentes doses e volumes de calda do herbicida aclonifena no controlo em pré-emergência de infestantes na cultura do grão-de-bico

Effect of different doses and spray volumes of the herbicide aclonifen for pre-emergence weed control in Chickpea crop

José Barros, José Calado, Mário Carvalho e Isabel Duarte

Revista de Ciências Agrárias

Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal

ISSN 0871-018 X (impressão/print)

ISSN 2183-041X (Online)

Volume 41, Nr. 2 (abr-jun 2018)

Rev. Ciênc. Agr. (2018), vol. 41, n. 2, p. 432-442

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17224>



Efeito de diferentes doses e volumes de calda do herbicida aclonifena no controlo em pré-emergência de infestantes na cultura do grão-de-bico

Effect of different doses and spray volumes of the herbicide aclonifen for pre-emergence weed control in Chickpea crop

José Barros^{1,*}, José Calado¹, Mário Carvalho¹ e Isabel Duarte²

¹Departamento de Fitotecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Instituto de Investigação e Formação Avançada, Universidade de Évora, Núcleo da Mitra, 7002-554, Évora, Portugal

²INIAV, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Pólo de Elvas, Apt.6, 7350-901 Elvas, Portugal

(*E-mail: jfcb@uevora.pt)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17224>

Recebido/received: 2017.09.01

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.12.28

Aceite/accepted: 2018.02.12

RESUMO

Nos anos agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017, realizaram-se dois ensaios de campo, na Herdade da Almocreva (Beja) e na Herdade do Passinho (Elvas), respetivamente. O objetivo destes ensaios foi estudar o efeito de diferentes doses do herbicida de pré-emergência aclonifena, em interação com dois volumes de calda, no controlo das infestantes e na produtividade da cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). As doses de herbicida estudadas foram 1500, 1800, 2100 e 2400 g s.a ha⁻¹, correspondendo a dose menor à mínima recomendada pelo fabricante do produto para esta cultura e a dose mais elevada, à dose máxima recomendada. Os volumes de calda aplicados foram 300 e 400 L ha⁻¹, com os volumes recomendados a variarem entre 300 e 500 L ha⁻¹. Quer as doses, quer os volumes de calda usados, são recomendados em Espanha, estando este herbicida, em fase final de homologação para Portugal. Verificou-se, uma maior reinfestação no segundo ano de ensaio, mas a interação ano x dose x volume não foi significativa relativamente à produção de grão por unidade de área, havendo diferenças significativas relativamente a este parâmetro, apenas para as doses de herbicida e para a interação ano x dose. A correlação entre a eficácia do herbicida e a produção de grão foi altamente significativa para os dois anos de ensaio e diferentes modalidades (dose x volume). Em cada um dos anos de ensaio, a produção de grão por unidade de área está correlacionada significativamente com o número de vagens por planta, a altura das plantas e o número de sementes por unidade de área, o mesmo não sucedendo com o número de plantas por unidade de área e com o peso médio da semente.

Palavras-chave: grão-de-bico, controlo de infestantes, doses de herbicida, leguminosas, defeniléter

ABSTRACT

During a two year period (2015/2016 and 2016/2017) two field trials were carried out on the Experimental farms of Almocreva (Beja) and Passinho (Elvas) respectively. The aim of these trials was to study the effect of a pre-emergence herbicide aclonifen (60%) applied in different doses in interaction with two water volumes, in the weed control and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) crop. The herbicide doses studied were 1500, 1800, 2100 and 2400 g a.i. ha⁻¹, corresponding the lower dose to the minimum recommended by the herbicide manufacturer for this crop, and the highest dose, to the maximum recommended. The water volumes were 300 and 400 L ha⁻¹ with the recommended application volume varying between 300 and 500 L ha⁻¹. Both, doses and spray volumes used are recommended in Spain, being this herbicide in the final phase of approval for Portugal. There was a higher reinfestation at the second year of the trials, but the interaction year x dose x volume was not significant in relation to the grain yield per unit of area, with significant differences in this parameter, only to herbicide doses and to the interaction year x dose. The correlation between the efficacy of the herbicide and grain yield was highly significant for the two experimental years and different modalities (dose x volume). For each year, there was a significant correlation between seed yield per unit of area and number of pod per plant, plant height and number of seeds per unit of area. The opposite was registered regarding the number of plants per unit area and mean seed weight.

Keywords: chickpea, weed control, herbicide doses, leguminous, diphenylether

INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa para grão de elevado e crescente consumo em algumas regiões do mundo, como é o caso de Portugal, utilizando-se normalmente como cultura integrada na rotação de cereais. Tem sido demonstrado o seu benefício em termos de fornecimento de azoto ao trigo, quando em rotação com este, além de ser uma cultura muito importante para o controlo de doenças nos cereais (Taran *et al.*, 2013).

O grão-de-bico apresenta uma baixa competitividade com as infestantes, consequência da sua taxa de crescimento lenta e do crescimento limitado da sua área foliar, nos primeiros estados de desenvolvimento, apresentando uma canópis curta e aberta (Knights, 1991). A quebra de produção devido à competição com as infestantes depende do nível de infestação, da duração da competição, das espécies presentes e das condições climáticas (Tanveer *et al.*, 2010). A flora infestante presente é função do clima, do tipo de solo e sua fertilidade, da rotação de culturas, da gestão da água, da tecnologia usada no controlo das infestantes e da data de sementeira (Knott e Halila, 1988). Na região Mediterrânica há mais de 75 espécies referenciadas como infestantes do grão-de-bico, sendo estas espécies principalmente dicotiledóneas anuais e pertencentes a 26 famílias diferentes (Solh e Pala, 1990). Não obstante as infestantes terem diferentes efeitos na quebra de produção do grão-de-bico, são as dicotiledóneas anuais, as que mais competem com esta cultura, devido ao seu padrão similar de crescimento e, a severidade dessa competição, aumenta com o avanço no desenvolvimento da cultura (Bhan e Kukula, 1987). A quebra na produção de grão poderá variar de 20 – 49,5 % (Bhuatada e Bhale, 2015) ou 40-90 % (Gore *et al.*, 2015), havendo um acréscimo na quebra de produção de grão por unidade de área e nos componentes da produção, com o acréscimo da densidade de infestantes (Mohammadi *et al.*, 2005). Para Kaushik *et al.* (2014), a redução na produção do grão-de-bico pode ser atribuída à competição das infestantes, particularmente nos estádios de desenvolvimento mais tardios, quando o efeito dos herbicidas já for reduzido e a cultura sofrer um segundo fluxo de infestação. Segundo Bhuatada e Bhale (2015), um controlo eficaz nos primeiros estados de desenvolvimento, resulta num aumento

da produtividade, sendo também importante, a eliminação das infestantes nas fases mais tardias do desenvolvimento da cultura. Solh e Pala (1990) e Singh e Singh (1992) referem o período inicial de 60 dias, como o período crítico para a competição do grão-de-bico com as infestantes. Por sua vez, Tepe *et al.* (2011) referem, que o período crítico varia com as condições ambientais, o nível de infestação, a composição da população de infestantes, a humidade do solo e o nível de fertilidade do mesmo. Para Patel *et al.* (2006), o controlo eficaz de infestantes em fases críticas da competição destas com a cultura, conduz a um aumento da absorção de nutrientes, com consequência num maior crescimento da cultura e enchimento das sementes, ou seja, a um maior peso de 1000 sementes.

O controlo de infestantes na cultura do grão-de-bico beneficia a cultura, favorecendo o número de ramos/planta, o número de vagens/planta, a altura das plantas e o peso das sementes (Kaushik *et al.*, 2014). Hasanuzzaman *et al.* (2007) encontraram uma relação linear positiva e significativa entre a produção de grão por unidade de área e o número de vagens/planta. Por sua vez Kayan e Adak (2012), obtiveram altos coeficientes de determinação entre a produção de grão, a altura das plantas e o número de vagens/planta.

O controlo de infestantes nas culturas poderá ser realizado manualmente, mecanicamente, culturalmente, incluindo as rotações de culturas e a competição da própria cultura, através de métodos biológicos e, quimicamente, pela aplicação de herbicidas. Vários estudos têm demonstrado um substancial controlo de infestantes e um acréscimo significativo na produção de grão na cultura do grão-de-bico com aplicação de diferentes herbicidas (Yadav *et al.*, 2007). Segundo Ramakrishna *et al.* (1992), na cultura do grão-de-bico, obtém-se um melhor controlo de infestantes com os herbicidas de pré-emergência do que com os de pós-emergência, além de os primeiros não causarem fitotoxicidade na cultura. Também Denish *et al.* (2011) referem, que em condições de sequeiro, devido ao baixo teor de humidade na camada superficial do solo, os herbicidas de pré-emergência são pouco eficazes e as aplicações em pós-emergência necessitam de muito cuidado para não provocar fitotoxicidade na cultura, sendo o estado de desenvolvimento desta e a temperatura, fatores

extremamente importantes (Bhan e Kukula, 1987), assim como a própria cultivar e a dose de herbicida aplicada (VanGessel *et al.*, 2000). Por sua vez, Taran *et al.* (2013) referem, que o controlo de infestantes no grão-de-bico restringe-se à aplicação de herbicidas de pré-emergência, para evitar danos na cultura, o que limita significativamente a eficácia do seu controlo.

Kayane e Adak (2005) demonstraram, que a produção de grão por unidade de área e os componentes da produção no grão-de-bico, não aumentaram significativamente pela aplicação de herbicidas, mas sim quando o controlo de infestantes se realizou manualmente. Segundo Thakar *et al.* (1995), o controlo manual 30 e 60 dias após a sementeira eliminou o efeito adverso da competição das infestantes. Por sua vez, Kaushik *et al.* (2014), obtiveram um maior e significativo número de vagens/planta em talhões onde o controlo de infestantes foi realizado manualmente e um menor e significativo número de vagens/planta em talhões testemunha (sem controlo de infestantes). Também Ahmad *et al.* (1990), em ensaios realizados com um herbicida de pré-emergência (pendimetalina) concluíram, que o controlo manual de infestantes foi o que obteve o maior controlo e a maior produção de grão por unidade de área. Por sua vez, Khope *et al.* (2011) referem um maior número de vagens/planta, peso de 1000 sementes, produção de grão por unidade de área e de palha com dois controlos manuais de infestantes, consequência do efeito indireto do maior crescimento das plantas em talhões livres de infestantes durante os estádios críticos do desenvolvimento da cultura. Segundo os mesmos autores, a redução da produção de grão em talhões testemunha (sem controlo de infestantes) foi cerca de 68 %, consequência da redução do número de vagens/planta e do número de grãos/vagem. Também Pooniya *et al.* (2009) e Gore *et al.* (2015) obtiveram menores produções de grão e de palha em talhões testemunha, consequência de uma maior população de infestantes, que competem com o grão-de-bico pelo espaço, água e nutrientes.

A aclonifena (2-cloro-nitro-3-fenoxianilina, IUPAC) pertence ao grupo químico dos difeniléteres. É um herbicida de pré-emergência que atua por contato, indicado em Espanha, para o controlo de infestantes mono e dicotiledóneas em várias culturas, entre as quais o grão-de-bico (Terralia, 2017). É absorvido

exclusivamente pelos órgãos aéreos das plântulas infestantes e a sua translocação no interior destas, é muito limitada. Não existe absorção radicular e tem dois modos de ação, atuando por inibição da biossíntese dos carotenóides e da biossíntese das clorofilas (Kilinc *et al.*, 2010). Não apresenta grande dependência da humidade do solo para ser ativo. A humidade não influencia a sua atividade, mas sim a temperatura, correspondendo uma maior atividade com temperaturas mais altas. Em solos ligeiros, são necessárias doses mais reduzidas do que em solos argilo-húmicos, degradando-se por via microbiana e sendo a sua vida média de 7 a 12 semanas (Terralia, 2017).

O presente trabalho tem como objetivo estudar o efeito de quatro doses diferentes do herbicida aclonifena em interação com dois volumes de calda, no controlo de infestantes e na produtividade da cultura do grão-de-bico, utilizando-se a sementeira direta e a mobilização reduzida, como técnicas de instalação da cultura. A importância deste estudo prende-se com o facto de existirem poucos herbicidas homologados em Portugal para controlo de infestantes nesta cultura, estando a aclonifena em fase de homologação no nosso país, mas com bons resultados obtidos em condições edafo-climáticas idênticas às nossas, na vizinha Espanha. Deste modo, outro objetivo da realização do presente trabalho, foi o de obter informação científica relevante, nomeadamente para técnicos agrícolas e agricultores.

MATERIAL E MÉTODOS

Para estudar o efeito de diferentes doses do herbicida aclonifena, em interação com dois volumes de calda, no controlo de infestantes e na produtividade da cultura do grão-de-bico, realizaram-se dois ensaios de campo, sendo o primeiro destes ensaios realizado no ano agrícola de 2015/2016 (ensaio 1) e o segundo, no ano agrícola de 2016/2017 (ensaio 2).

Ensaio 1 (2015/2016)

Este ensaio foi realizado na Herdade Experimental da Almocreva (Beja), pertença da Universidade de Évora, num solo cartografado por Cardoso (1965a)

como Vc (solo calcário, vermelho de calcário). Este solo apresenta uma textura franco-argilosa, $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ de 7,8 e teor de matéria orgânica, de aproximadamente 1,6 % no horizonte superficial. Os valores da precipitação e temperaturas, tanto para este ano de ensaio, como para o ano de 2016/2017, estão indicados no Quadro 1. A cultura foi instalada no início de Fevereiro através da técnica da sementeira direta, com uma densidade de 150 kg ha^{-1} . O controlo químico das infestantes em pré-sementeira foi realizado sete dias antes da sementeira com a aplicação da mistura extemporânea de $1224 \text{ g s.a ha}^{-1}$ de glifosato (Touchdown®, 360 g L^{-1} , SL, Syngenta) com $345 \text{ g e.a ha}^{-1}$ de 2,4 – D (dimetilamónio) + $345 \text{ g s.a ha}^{-1}$ de MCPA (U 46 Combi®, 345 g L^{-1} + 345 g L^{-1} , SL, Nufarm). O volume de água utilizado foi de 200 L ha^{-1} . À sementeira, foram aplicados 140 kg ha^{-1} do adubo 14:36:0, com 7,6 % de enxofre. Aos primeiros sintomas de ataque do fungo *Ascochyta rabiei*, o que sucedeu no início de Abril, aplicaram-se em 300 litros de água e por hectare, $162,5 \text{ g s.a ha}^{-1}$ de protioconazol + $162,5 \text{ g s.a ha}^{-1}$ de tebuconazol (Prosaro®, 125 g L^{-1} + 125 g L^{-1} , SL, Bayer), tendo o tratamento sido repetido, cerca de um mês depois. Em finais de Maio, aplicaram-se em 300 litros de água e por hectare, 10 g s.a ha^{-1} do inseticida deltramina (Decis Expert®, 100 g L^{-1} , SL, Bayer), para controlar a lagarta *Helicoverpa armigera*.

Ensaio 2 (2016/2017)

Este ensaio foi instalado na Herdade do Passinho (Elvas), pertença do INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária), num solo cartografado por Cardoso (1965b) como Vcc (Solo Mediterrâneo vermelho ou amarelo de calcários cristalinos ou mármore ou rochas cristalofílicas cálcio-siliciosas). Este solo apresenta uma textura franca, $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ de 7,9 e teor de matéria orgânica, de cerca de 1,2 % no horizonte superficial. A cultura foi instalada no início de Janeiro, utilizando-se o sistema de mobilização reduzida, sendo o controlo de infestantes em pré-sementeira e a preparação da cama da semente, levados a cabo com um vibrocultor. A densidade de sementeira foi de 140 kg ha^{-1} , tendo-se realizado simultaneamente uma adubação de fundo, onde se aplicaram 200 kg ha^{-1} do adubo 20:08:10. O aparecimento de uma clorose férrica no grão-de-bico, conduziu

a que no início de Março se tivesse aplicado 378 g ha^{-1} de quelato de ferro [Fe solúvel em água] + 189 g ha^{-1} de Fe quelatado com [O,O] EDDHA + 189 g ha^{-1} de Fe quelatado com [O,P] EDDHA (Keliron®, 60 g kg^{-1} + 30 g kg^{-1} + 30 g kg^{-1} , SC, Biolchim). Em finais de Março e como prevenção para o ataque do fungo *Ascochyta rabiei*, aplicaram-se em 300 litros de água e por hectare, $125 \text{ g s.a ha}^{-1}$ de protioconazol + $125 \text{ g s.a ha}^{-1}$ de tebuconazol (Prosaro®, 125 g L^{-1} + 125 g L^{-1} , SL, Bayer).

Em ambos os ensaios, a variedade de grão-de-bico estudada foi a "Krema", que possui um ciclo longo e porte ereto, sendo tolerante ao frio, admitindo sementeiras de inverno (Janeiro, ou Fevereiro). Apresenta grãos de calibre elevado (9 mm), semiesféricos, com o embrião ligeiramente bicudo e de textura rugosa com sulcos pronunciados. A sua cor externa é castanha para o alaranjado.

Os ensaios foram delineados em blocos casualizados, estando as modalidades, em combinação factorial de dois factores (dose e volume de calda), sendo quatro, o número de repetições. O herbicida aplicado (pré-emergência) foi a aclonifena (Challenge®, 600 g s.a L^{-1} , SL, Bayer). As doses estudadas foram: D1-1500, D2-1800, D3-2100 e D4-2400 g s.a ha^{-1} , em interação com dois volumes de calda (V1-300 e V2-400 L ha^{-1}). Além das modalidades anteriores, o ensaio incluiu também, uma modalidade LIVRE, em cujos talhões, as infestantes foram controladas manualmente 30, 60, 90 e 120 dias após a sementeira e, uma modalidade testemunha (D0), em que não houve qualquer controlo de infestantes.

Em Espanha, as doses recomendadas deste herbicida para o grão-de-bico, variam entre 1500 e 2400 g s.a ha^{-1} e os volumes de calda, entre 300 e 500 L ha^{-1} . Este herbicida foi aplicado, em ambos os anos de ensaio, três dias após a sementeira. Para aplicar o herbicida, bem como o fungicida e o insecticida, utilizou-se um pulverizador de jato projetado próprio para ensaios, marca Baumann Saatzeitbedarf e modelo PL1. Este pulverizador tem uma barra horizontal de 3 m de largura e está equipado com bicos de fenda, espaçados de 50 cm, com um ângulo de abertura do jato de 110° e diâmetro do orifício, variável em função do volume de calda aplicado, tendo-se adaptado os bicos com 1,2 mm de diâmetro do orifício para

aplicar 300 L ha⁻¹ e os de 1,4 mm para aplicar os 400 L ha⁻¹. A pressão de funcionamento foi de 300 kPa fornecida por oxigénio armazenado em garrafa de ar comprimido e a presença de um velocímetro, auxilia a manter uma velocidade de avanço constante ao longo do comprimento dos talhões. As espécies de infestantes foram identificadas e contadas numa área fixa (quadrados com 50 cm x 50 cm), em cada um dos talhões do ensaio, tendo essa contagem sido efetuada 30, 60, 90 e 120 dias após a sementeira da cultura.

Para determinar a eficácia do herbicida utilizou-se a fórmula de Abbott:

$$\text{Eficácia (\%)} = (1 - T/Co) * 100$$

Onde,

T – número de infestantes após o tratamento

Co – número de infestantes nos talhões testemunha.

A dimensão dos talhões foi de 10 m x 3m e a área de colheita correspondeu a 13,5 m² (10 x 1,35) da parte central de cada talhão, para evitar o efeito de bordadura, usando-se para tal, uma ceifeira-debulhadora própria para ensaios, cuja largura de trabalho é de 1,35 m. Para determinar a produção total de matéria seca, o número de vagens por

Quadro 1 - Precipitação mensal (mm) temperatura média mensal, temperatura média das máximas e média das mínimas (°C), para os dois anos de ensaio (2015/2016 e 2016/2017)

Anos	Meses	Precipitação	Temperatura		
			Média	Máxima (média)	Mínima (média)
2015/2016	Jan.	85,0	11,5	14,9	11,5
	Fev.	55,5	10,2	14,8	10,2
	Mar.	27,0	10,5	16,5	10,5
	Abr.	74,0	13,6	19,2	13,6
	Mai.	108,5	16,6	22,2	16,6
	Jun.	0,0	22,4	30,9	22,4
2016/2017	Jan.	24,2	8,4	14,2	2,7
	Fev.	85,9	11,7	16,5	8,1
	Mar.	61,0	12,7	18,9	6,5
	Abr.	2,0	17,2	25,1	9,2
	Mai.	26,2	20,5	27,9	13,2
	Jun.	6,4	26,4	35,1	17,6

Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA)

planta e o índice de colheita, colheram-se 10 plantas na parte central de cada talhão.

A análise de dados consistiu na análise de variância e ajustamento de modelos de regressão à produção de grão por unidade de área, à eficácia do herbicida e aos componentes da produção. A análise de variância fez-se de acordo com o delineamento experimental. A separação de médias foi efetuada com recurso ao teste F para um nível de significância de 5 % (p≤5%), de acordo com o teste de separação múltipla de médias de Duncan. O programa estatístico utilizado foi o MSTAT-C (modelo 19). Os modelos de regressão foram determinados utilizando-se o programa Excel, 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de ensaios (2015/2016), a população de infestantes foi constituída essencialmente por dicotiledóneas. As infestantes mais representativas foram as seguintes: *Senecio vulgaris* L. (tasneirinha); *Polygonum aviculare* L. (sempre-noiva); *Anagallis arvensis* L. (morrião); *Lactuca serriola* L. (alface-brava-menor); *Picris echioides* L. (raspa-saias); *Papaver rhoeas* L. (papoila-das-searas) e *Convolvulus arvensis* L. (corriola).

No segundo ano de ensaios (2016/2017), as infestantes mais abundantes foram: *Daucus carota* L. (cenoura-brava); *Reseda luteola* L. (lírio-dos-tintureiros); *Amaranthus albus* L. (breda-branco); *Chrysanthemum segetum* L. (pampilho-das-searas); *Sinapis arvensis* L. (mostarda-dos-campos); *Centaurea melitensis* L. (beija-mão); *Centaurea pullata* L. (cardinho-das-almorreimas); *Lolium rigidum* G. (erva-febra); *Avena sterilis* L. (balanco-maior); *Cynodon dactylon* L. (grama) e *Cyperus rotundus* L. (junça). Como se constata, em ambos os anos de ensaio, as infestantes mais representativas foram as dicotiledóneas anuais, o que está de acordo com Solh e Pala (1990) os quais referem, serem estas, as principais infestantes da cultura do grão-de-bico na região Mediterrânica. De salientar, que no segundo ano de ensaio, as infestantes monocotiledóneas perenes ou vivazes *Cynodon dactylon* L. (grama) e *Cyperus rotundus* L. (junça), surgiram já numa fase adiantada do desenvolvimento da cultura. A dicotiledónea *Convolvulus arvensis* L. (corriola), apesar de ser também perene e de ciclo

mais tardio, esteve presente em ambos os anos de ensaio.

Como se pode verificar no Quadro 2, a reinfestação após a sementeira da cultura foi muito superior no segundo ano de ensaio (2016/2017), para todas as doses e volumes de calda aplicados. A antecipação da sementeira em cerca de um mês relativamente ao primeiro ano de ensaio (2015/2016) terá contribuído para uma maior reinfestação, como se pode observar pelos talhões testemunha, o que está de acordo com Knott e Halila (1988). Também o facto de no primeiro ano de ensaio se ter utilizado a sementeira direta como técnica de instalação da cultura, terá sido determinante para essa menor reinfestação, o que está de acordo com Calado *et al.* (2008). Estes autores referem, que a sementeira direta, ao não causar distúrbio no solo, permite uma germinação das sementes das infestantes menos escalonada ao longo do ciclo das culturas. O Quadro 3 mostra, para todos os tratamentos (dose x volume) e períodos de contagem, que a eficácia do herbicida foi maior no ano de 2015/2016, o que terá também contribuído para uma menor reinfestação neste ano de ensaio. A menor eficácia do herbicida no ano de 2016/2017 terá sido consequência provável das temperaturas mais baixas verificadas após a aplicação do mesmo, principalmente das mínimas (Quadro 1), tal como referido em Terralia (2017).

Quadro 2 - Número de plantas infestantes por m² 30, 60, 90 e 120 dias após a sementeira (média de quatro repetições)

Anos	Tratamento	30 DAS	60 DAS	90 DAS	120 DAS
2015/ /2016	D0V0	2	27	41	42
	D1V1	0	3	3	3
	D1V2	0	4	9	6
	D2V1	0	1	2	2
	D2V2	0	4	4	2
	D3V1	0	3	4	5
	D3V2	0	2	3	2
	D4V1	0	1	2	2
	D4V2	0	2	4	3
	2016/ /2017	D0V0	35	46	86
D1V1		14	32	41	46
D1V2		22	34	41	48
D2V1		19	25	28	36
D2V2		22	25	31	38
D3V1		9	14	21	27
D3V2		12	18	26	28
D4V1		5	16	24	28
D4V2		6	13	21	26

DAS – Dias Após a Sementeira

No primeiro ano de ensaio, apenas aos 90 DAS se verificaram diferenças significativas na eficácia do controlo das infestantes, com o tratamento D1V2 a obter uma menor eficácia relativamente aos tratamentos D1V1, D2V1, D3V2 e D4V1 e, todos os tratamentos, foram mais eficazes em relação ao segundo ano de ensaio (Quadro 3). No segundo ano, só aos 60 DAS, as duas doses mais altas de herbicida, foram mais eficazes que as duas doses mais baixas, para ambos os volumes de aplicação. Aos 90 DAS a dose menor de herbicida, obteve uma eficácia menor que qualquer outra dose, também para ambos os volumes de calda.

Quadro 3 - Eficácia (%) do herbicida, 30, 60, 90 e 120 dias após a sementeira para os diferentes tratamentos e os dois anos de ensaio

Anos	Tratamento	30 DAS	60 DAS	90 DAS	120 DAS
2015/ /2016	D1V1	100,0 a	88,9 a	92,7 a	92,9 a
	D1V2	100,0 a	85,2 a	78,1 bc	85,7 a
	D2V1	100,0 a	96,3 a	95,1 a	95,2 a
	D2V2	100,0 a	85,2 a	90,2 ab	95,2 a
	D3V1	100,0 a	88,9 a	90,2 ab	88,1 a
	D3V2	100,0 a	92,6 a	92,7 a	95,2 a
	D4V1	100,0 a	96,3 a	95,1 a	95,2 a
	D4V2	100,0 a	92,6 a	90,3 ab	92,9 a
	D1V1	60,0 e	30,4 d	46,5 e	53,1 de
	D1V2	37,2 f	26,1 d	46,5 e	51,0 e
2016/ /2017	D2V1	45,8 f	45,7 c	67,4 cd	63,3 bd
	D2V2	37,2 f	45,7 c	64,0 d	61,3 ce
	D3V1	74,3cd	69,6 b	75,6 cd	72,5 b
	D3V2	65,7 de	60,9 b	69,8 cd	71,5 bc
	D4V1	85,7 b	65,3 b	72,1 cd	71,5 bc
	D4V2	82,9 bc	71,6 b	75,6 cd	73,5 b

D – dose de herbicida

V – volume de calda

DAS – Dias Após a Sementeira

Os valores seguidos pela mesma letra ou letras não são significativamente diferentes para um nível de 5% de probabilidade, pelo teste de separação múltipla de médias de Duncan.

A baixa produtividade do grão-de-bico no ano de 2016/2017 (Quadro 4) estará relacionada com diversos fatores entre os quais, as características do próprio solo, mas também com a baixa precipitação ocorrida nos meses de Abril e Maio (Quadro 1), quando a cultura se encontrava em fases de desenvolvimento muito importantes na definição da produção, como a floração e a formação e enchimento do grão. No entanto, a interação ano x dose x volume não foi significativa, sendo essa diferença significativa para os anos de ensaio, doses de herbicida e para a interação ano x dose (Quadro 4). A diferença não significativa na produtividade da

cultura no primeiro ano de ensaio entre os talhões LIVRE (monda manual) e todas as doses de herbicida e, no segundo ano, entre os talhões LIVRE e as doses mais altas de herbicida, demonstra claramente não ter havido qualquer fitotoxicidade deste, relativamente à cultura. Estes resultados estão de acordo com Ramakrishna *et al.* (1992) e Taran *et al.* (2013), mas que contraria Ahmad *et al.* (1990) e Kayan e Adak (2005), os quais demonstraram que o controlo manual de infestantes aumentou significativamente a produção de grão por unidade de área. Em ambos os anos de ensaio, os talhões testemunha foram os que menos produziram, consequência de uma maior população de infestantes que competem com o grão-de-bico pelo espaço, água e nutrientes, tal com referido por Pooniya *et al.* (2009) e Gore *et al.* (2015). No primeiro ano de ensaios, não se verificaram diferenças significativas entre as doses de herbicida aplicadas, mas no segundo ano, a produção na dose mais baixa (1500 g s.a ha⁻¹), foi menor relativamente à observada nas duas doses mais altas (2100 e 2400 g s.a ha⁻¹), consequência da sua menor eficácia no controlo das infestantes, principalmente no período até 60 dias após a sua aplicação (Quadro 3), o que estará de acordo com Thakar *et al.* (1995). Para todas as doses

de herbicida, o volume de calda não foi importante na definição da produção de grão na cultura.

Quando se correlaciona a eficácia dos diferentes tratamentos com a produção de grão por unidade de área, verifica-se para todos os períodos, que é altamente significativa (Equações 1, 2, 3 e 4).

Equação 1: $1,277 x + 5,45$ (n-1=15; $r^2 = 0,823$; $p \leq 0,001$) (30 DAS)

Equação 2: $1,327 x + 13,65$ (n-1= 15; $r^2 = 0,851$; $p \leq 0,001$) (60 DAS)

Equação 3: $1,858 x - 35,88$ (n-1= 15; $r^2 = 0,774$; $p \leq 0,001$) (90 DAS)

Equação 4: $2,012 x - 49,89$ (n-1= 15; $r^2 = 0,774$; $p \leq 0,001$) (120 DAS)

Relativamente a todos os parâmetros de produção estudados, constata-se que a interação ano x dose x volume, apenas foi significativa para a altura das plantas, com o segundo ano de ensaios a apresentar para todas as modalidades, um menor valor relativamente ao primeiro ano (Quadro 5).

Quadro 4 - Produção de grão (g m⁻²) da cultura de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) para todas as doses de herbicida aclonifena e volumes de calda, nos dois anos de ensaio (2015/2016 e 2016/2017)

Ano	Volume (L ha ⁻¹)	aclonifena (g s.a ha ⁻¹)						Média
		0,0	Livre	1500	1800	2100	2400	
2015/16	300	118,9	142,6	140,1	142,4	145,8	132,5	137,1
	400	118,9	142,6	150,9	133,7	143,0	129,8	136,5
	Média	118,9 b	142,6 a	145,5 a	138,1 a	144,4 a	131,2 ab	136,8 A
2016/17	300	39,2	98,9	69,4	71,1	94,3	77,8	75,1
	400	39,2	98,9	59,3	67,0	86,2	90,0	73,4
	Média	39,2 f	98,9 c	64,4 e	69,1 de	90,2 c	83,9 cd	74,3 B
	300	79,1	120,8	104,7	106,7	120,0	105,1	106,1
	400	79,1	120,8	105,1	100,3	114,6	109,9	104,9
	Média	79,1 d	120,8 a	104,9 bc	103,5 c	117,3 ab	107,5 bc	
Factores	Graus de liberdade	Valor de F	Quadrado médio	Valor de K prob.)				
Anos	1	297,9225	93754,999	0,0000				
Repetições	6	7,5949	2390,074	0,0000				
Doses	5	10,9568	3448,060	0,0000				
Anos x Doses	5	3,4114	1073,545	0,0084				
Volumes	1	0,095	30,038					
Anos x Volumes	1	0,0225	7,096					
Doses x Volumes	5	0,2178	68,529					
Anos x Doses x Volumes	5	0,4453	140,128					
Erro	66		314,696					

CV (Coeficiente de Variação) = 16,81 %

Os valores seguidos pela mesma letra ou letras não são significativamente diferentes para um nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de separação múltipla de médias de Duncan.

Quadro 5 - Produção de matéria seca (g m^{-2}), índice de colheita (IC) e componentes da produção, nos dois anos de ensaio (2015/2016 e 2016/2017)

Anos	Tratamento	Nº plantas m^{-2}	Nº vagens / planta	Altura das plantas (cm)	Peso de mil sementes (g)	Nº sementes m^{-2}	Mat.seca (g m^{-2})	IC
2015/16	D0V0	12	27	50,8 c	305,3	394	305,2	0,398
	LIVRE	13	43	59,6 ab	314,6	461	360,0	0,407
	D1V1	13	34	60,4 a	320,4	436	341,6	0,417
	D1V2	12	37	58,3 ab	301,0	500	365,1	0,413
	D2V1	12	34	59,1 ab	310,4	460	372,1	0,388
	D2V2	13	33	58,9 ab	321,3	417	348,7	0,392
	D3V1	12	36	60,0 ab	311,8	469	360,3	0,408
	D3V2	11	40	59,1 ab	312,0	461	349,0	0,415
	D4V1	11	35	57,0 b	317,9	418	345,4	0,385
	D4V2	11	34	60,4 a	314,7	414	322,7	0,405
2016/17	D0V0	7	21	35,1 d	292,6	138	70,2	0,532
	LIVRE	12	36	36,8 d	299,8	333	193,2	0,520
	D1V1	10	30	35,9 d	295,6	237	127,3	0,535
	D1V2	8	31	38,1 d	293,1	206	112,2	0,535
	D2V1	7	42	37,6 d	287,8	248	131,2	0,545
	D2V2	9	31	37,6 d	292,9	237	132,7	0,517
	D3V1	11	38	38,1 d	318,6	305	177,0	0,540
	D3V2	10	40	38,0 d	296,3	297	163,6	0,527
	D4V1	10	41	38,1 d	287,6	275	154,1	0,507
	D4V2	10	42	36,5 d	292,2	310	171,1	0,527

Os valores seguidos pela mesma letra ou letras não são significativamente diferentes para um nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de separação múltipla de médias de Duncan.

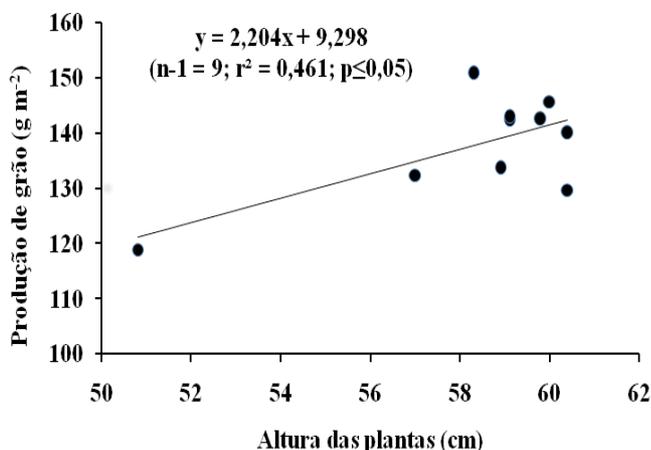


Figura 1 - Relação entre a produção de grão (g m^{-2}) de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e a altura das plantas (cm), em diferentes doses e volumes de calda para o ano de 2015/2016.

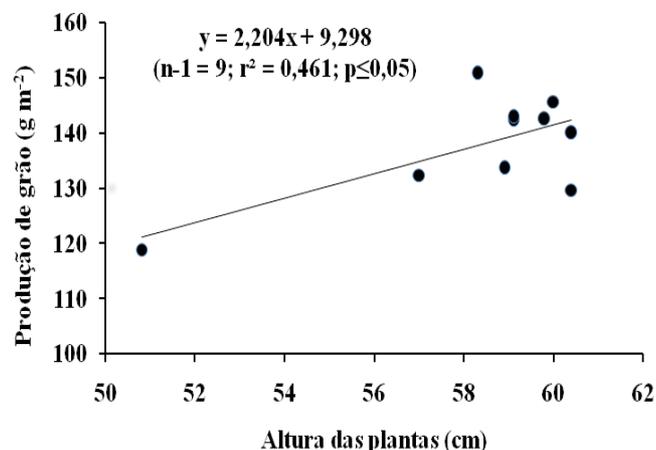


Figura 2 - Relação entre a produção de grão (g m^{-2}) de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e a altura das plantas (cm), em diferentes doses e volumes de calda para o ano de 2016/2017.

Quando se correlaciona a produção de grão por unidade de área com a altura das plantas (Figuras 1 e 2), verifica-se que em ambos os anos de ensaio, essa correlação é positiva e significativa, sendo no segundo ano, polinomial, o que está de acordo com Kayan e Adak (2012).

Também, em ambos os anos, o número de vagens por planta, esteve positiva e significativamente correlacionada com a produção de grão por unidade de área (Figuras 3 e 4), confirmando os resultados obtidos por Hasanuzzaman *et al.* (2007) e Kayan e Adak (2012).

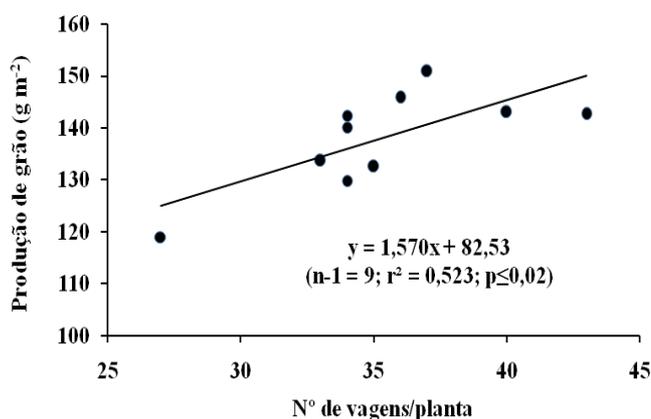


Figura 3 - Relação entre a produção de grão (g m^{-2}) de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e o número de vagens/planta, em diferentes doses e volumes de calda para o ano de 2015/2016.

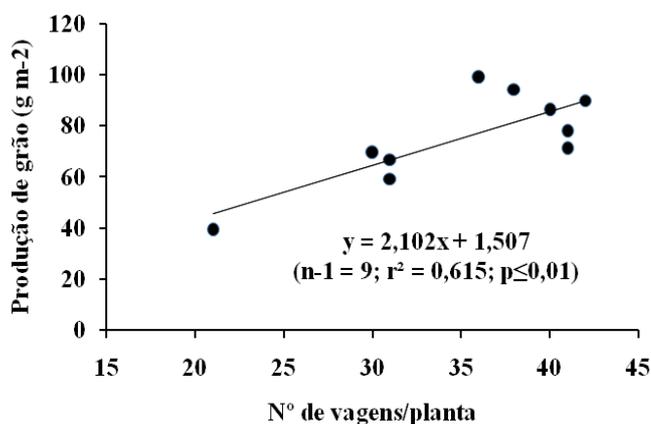


Figura 4 - Relação entre a produção de grão (g m^{-2}) de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e o número de vagens/planta, em diferentes doses e volumes de calda para o ano de 2016/2017.

Dos dois componentes da produção (peso médio da semente e número de sementes por unidade de área), verificou-se que o número de sementes por unidade de área, apresentou uma correlação positiva e altamente significativa com a produção de grão por unidade de área (equação 5), enquanto a correlação entre esta e o peso médio da semente, não foi significativa, em ambos os anos de ensaio (equação 6).

Equação 5: $y = 0,273 x + 16,65$ ($n-1 = 9$; $r^2 = 0,915$; $p \leq 0,001$)

Equação 6: $y = -0,240 x + 213,3$ ($n-1 = 9$; $r^2 = 0,027$; n.s)

CONCLUSÕES

A eficácia do herbicida de pré-emergência aclo-nifena na cultura do grão-de-bico depende de diversos fatores, sendo a temperatura o mais importante de todos eles, mas também o próprio solo. No entanto, e tendo em conta as condições em que se realizaram estes ensaios, poder-se-á afirmar que em sementeiras mais tardias e quando se utiliza a sementeira direta como técnica de instalação da cultura, a aplicação deste herbicida poderá ser suficiente para se obter uma boa produtividade, não dependendo a mesma, da dose aplicada e do volume de calda utilizado. Em sementeiras mais precoces e quando se utilizam sistemas de mobilização que causem distúrbio no solo, com uma conseqüente maior reinfestação, a aplicação deste herbicida poderá não ser suficiente para se conseguir uma produção satisfatória de grão por unidade de área, mesmo aplicando doses mais elevadas. Neste caso, poderá ter que se recorrer a aplicações de herbicidas de pós-emergência para se obter um satisfatório controlo das infestantes. Contudo, atualmente em Portugal, apenas existe uma substância ativa homologada para aplicação em pós-emergência, que é o piridato, mas cujos resultados têm sido até agora insatisfatórios, pelo facto de ser seletivo para muitas infestantes que surgem na cultura do grão-de-bico e principalmente por poder causar alguma fitotoxicidade na cultura. Por estas razões, a investigação deverá no futuro, ser direcionada no sentido da procura de substâncias ativas de pós-emergência, as quais possam ser eficazes na cultura do grão-de-bico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade de Évora, à Empresa Bayer CropScience (Portugal) e ao INIAV de Elvas, a colaboração prestada na elaboração do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M.; Khalid, S. & Siddiqui, S.U. (1990) – Efficacy of pre- and post-emergence herbicides and their application methods on the growth, yield and nodulation of chickpea (*Cicer arietinum*). *Pakistan Journal of Weed Science Research*, vol. 3, n. 1, p. 89-97.
- Bhan, V.M. & Kukula, S. (1987) – Weeds and their control in chickpea. In: (Saxena, M.C. and Singh, K.B. (Eds.) – *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, p. 319-328.
- Bhuatada, P.O. & Bhale, V.M. (2015) – Effect of herbicides and cultural practices on nutrient uptake by chickpea and weed. *Journal of Crop and Weed*, vol. 11, n. 1, p. 232-235.
- Calado, J.M.G.; Basch, G. & Carvalho, M. (2008) – Aparecimento de plantas espontâneas com e sem perturbação do solo em condições Mediterrânicas. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 31, n. 2, p. 68-78.
- Cardoso, J.V.C. (1965a) – *Os solos de Portugal: sua classificação e génese: I. A sul do rio Tejo*. Direção Geral dos Serviços Agrícolas, 1.^a ed., p. 113-117.
- Cardoso, J.V.C. (1965b) – *Os solos de Portugal: sua classificação e génese: I. A sul do rio Tejo*. Direção Geral dos Serviços Agrícolas, 1.^a ed. p. 190-193.
- Denish, K.; Kumar, S. & Pannu, R.K. (2011) – Evaluation of Post-emergence Herbicides in Chickpea (*Cicer arietinum*). *Indian Journal of Weed Science*, vol. 43, n. 1-2, p. 92-93.
- Gore, A.K.; Gobade, S.M. & Patil, P.V. (2015) – Effect of pre and post emergence herbicides on yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Tropical Agriculture*, vol. 33, n. 2, p. 909-912.
- Hasanuzzaman, M.; Karim, M.F; Fattah, Q.A. & Near, K. (2007) – Yield performance of chickpea varieties following application of growth regulator. *American-Eurasian Journal of Science Research*, vol. 2, n. 2, p. 117-120.
- Kayan, N & Adak, M.S. (2005) – Effects of different soil tillage methods, weed control and phosphorus fertilizer doses on yield components in chickpea under Central Anatolian conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 8, n. 11, p. 1503-1506.
- Kayan, N. & Adak, M.S. (2012) – Associations of some characters with grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, vol. 44, n. 1, p. 267-272.
- Kaushik, S.S.; Rai, A.K.; Sirothia, P.; Sharma, A.K. & Shukla, A.K. (2014) – Growth, yield and economics of rain fed chickpea (*Cicer arietinum* L.) as influenced by integrated weed management. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, vol. 5, n. 3, p. 282-285.
- Khope, D.; Kumar, S. & Pannu R.K. (2011) – Evaluation of Post-emergence Herbicides in Chickpea (*Cicer arietinum*). *Indian Journal of Weed Science*, vol. 43, n. 1-2, p. 92-93.
- Kilinc, O.; Grasset, R.; Couloume, B.; Lasselin, C.; Tissut, M.; Reynaud, S. & Ravanel, P. (2010) – Aclonifen has a double mode of action: this herbicide acts both on the biosynthesis of chlorophyll and carotenoids. In: *21ème Conférence du COLUMA. Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes*, Dijon, France, 8-9 décembre.
- Knights, E. (1991) – Chickpea. In: Jessop, R. S. and Wright, R. L. (Eds.) – *New crops, agronomy and potential of alternative crop species*. Inkata Press, Melbourne, Australia, p. 27-38.
- Knott, C.M. & Halila, H.M. (1988) – Weed in food legumes: problems, effects and control. In: Summerfield, R.J. (Ed.) – *World Crops: Cool Season Food Legumes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 535-548.
- Mohammadi, G.; Javanshir, A.; Khooie, F.R.; Mohammadi, S.A. & Salmasi, S.Z. (2005) – Critical period of weed interference in chickpea. *Weed Research*, vol. 45, n. 1, p. 57-63. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00431.x>
- Patel, B.D.; Patel, V.J. & Patel, R.B. (2006) – Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. *Indian Journal of Crop Science*, vol. 1 n. 1-2, p. 180-183.
- Pooniya, V.; Rai, B. & Jat, R.K. (2009) – Yield and yield attributes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as influenced by various row spacing and weed control. *Indian Journal of Weed Science*, vol. 41, n. 3-4, p. 222-223.
- Ramakrishna, A.; Rupels, O.P.; Reddy, S.L.N. & Sivaramakrishna, C. (1992) – Promising herbicides for weed control in chickpeas. *Tropical Pest Management*, vol. 38, n. 4, p. 398-399. <https://doi.org/10.1080/09670879209371735>
- Singh, G. & Singh, D. (1992) – Weed-crop competition studies in chickpea (*Cicer arietinum*). *Indian Journal of Weed Science*, vol. 24, n. 1-2, p. 1-5.

- Solh, M.B. & Pala, M. (1990) – Weed control in chickpea. In: *CIHEAM-Options Méditerranéennes-Série Séminaires*, n. 9, Rabat, p. 93-99.
- Tanveer, A.; Imran, S.; Ayub, M. & Jasin, M. (2010) – Response of chickpea (*Cicer arietinum*) and euphorbia dracunculoides to pre and post-emergence herbicides. *Pakistan Journal Weed Science Research*, vol. 16, n. 3, p. 267-277.
- Taran, B.; Holm, F. & Banniza, S. (2013) – Response of chickpea cultivars to pre -and post-emergence herbicide applications. *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 93, n. 2, p. 279-286. <https://doi.org/10.4141/cjps2012-167>
- Tepe, I.; Erman, M.; Yergin, R. & Bükün, B. (2011) – Critical period of weed control in chickpea under non-irrigated conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 35, p. 525-534. <http://dx.doi.org/10.3906/tar-1007-956>
- Terralia (2017) – *Información técnica Actualizada sobre productos Fitosanitarios y Nutricionales para la agricultura convencional y orgánica, noticias y empresas del sector*. http://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/view_composition?composition_id=718
- Thakar, S.; Brar, L.S.; Walia, U.S. & Singh, T. (1995) – Comparative efficiency of herbicides for weed control in chickpea, (*Cicer arietinum* L.). *Crop Research*, vol. 19, n. 1, p. 1-5.
- VanGessel, M.J.; Monks, D.W. & Johson, Q.R. (2000) – Herbicides for potential use in lima bean (*Phaseolus lunatus*) production. *Weed Technology*, vol. 14, n. 2, p. 279-286. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2000\)014\[0279:HFPUIL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2000)014[0279:HFPUIL]2.0.CO;2)
- Yadav, P.K.; Khan, A.H. & Yadav, A.S. (2007) – Effect of herbicides on biochemical and growth parameters of chickpea (*Cicer arietinum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 76, n. 11, p. 682-684.