



Diferentes tipos de herbicidas na indução do efeito hormético na cultura da soja

Different types of herbicides in inducing the hormetic effect on soybean culture

A. M. Silva¹, V. M. M. Lima¹, V. L. Silva², C. L. R. Santos¹, J. N. Castro¹

¹ Centro Universitário do Vale do Araguaia

² Universidade Estadual de Goiás - Campus São Luís de Montes Belos

Author for correspondence: valeria.silva21@hotmail.com

Resumo. Objetivou-se avaliar o efeito de subdosagens de 2,4-D e Clorimuron etílico, buscando o efeito hormético na soja. O estudo foi realizado nas dependências do Centro Universitário do Vale do Araguaia (UNIVAR), em Barra do Garças, Mato Grosso. Foi o delineamento de blocos casualizados (DBC) com cinco repetições para cada tratamento, onde realizou-se um experimento para 2,4-D e outro para Clorimuron etílico. Os tratamentos utilizados foram: 2,4-D (0, 5, 10; 15 e 20 g ha⁻¹ de i.a) e Clorimuron etílico (0, 0,4; 0,8; 1,2 e 1,6 g ha⁻¹ de i.a). A utilização da menor dose de clorimuron e a maior 2,4-D testada apresentaram resultados significativos para a altura de plantas, diâmetro do caule, acúmulo de biomassa e matéria seca.

Palavras-chave: 2,4-D, Clorimuron etílico, hormético.

Abstract. The objective of this study was to evaluate the effect of 2,4-D and chlorimuron-ethyl under dosage on the soybean hormesis effect. The study was conducted in the facilities of the University Center of Vale do Araguaia (UNIVAR), in Barra do Garças, Mato Grosso. Was used or the randomized block design (DBC) with five replications for each treatment, where an experiment was performed for 2,4-D and another for chlorimuron ethyl. The treatments used were: 2,4-D (0, 5, 10, 15 and 20 g ea ha⁻¹) and Ethyl Chlorimuron (0.4, 0.8, 1.2 and 1.6 g eaha⁻¹). The use of the lowest chlorimuron dose and the highest 2,4-D tested showed significant results for plant height, stem diameter, biomass accumulation and dry matter.

Keywords: 2,4-D, Chlorimuron-ethyl, hormesis.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem ganhado cada vez mais importância na agricultura mundial, promovendo o investimento anual na produção agrícola. A alta demanda por alimentos e diversidade do uso da oleaginosa transformou Brasil no principal país produtor, tornando-se a principal cultura, em extensão de área e volume de produção, sendo que a estimativa da produção nacional para 2018/19 de 117 milhões de toneladas (CONAB, 2017; USDA, 2019).

A utilização do manejo de insumos para plantas daninhas é uma ação bem efetuada no Brasil a fim de promover ganhos na produtividade e otimizar eficientemente os custos. Desta forma, os herbicidas, de ação pré e pós-emergência são

utilizados no controle de ervas daninhas além de contribuir para o desenvolvimento saudável dos plantios, com grandes vantagens, como a economia de tempo nos processos operacionais na produção. Quando utilizados em pequenas quantidades podem ser estimuladoras ou benéficas para as culturas (CARBONARI et al., 2008; VIRGINIO, 2014; MARQUES, 2019).

O efeito de pequenas quantidades de uma substância tóxica é conhecido como efeito hormético. A primeira utilização da hormese foi registrada no Século XIX, marco que só foi descrito no ano de 1942, com atividade de substâncias secretadas pelo fungo *Penicillium* como antibiótico natural (visto na casca de tronco de uma árvore) que eram beneficiados em pequenas concentrações

e dizimados perante à fortes concentrações (SAGAN, 1991).

A maior parte dos herbicidas foram desenvolvidos como reguladores de crescimento, o exemplo mais conhecido é o do produto 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D), originalmente desenvolvido como ácido indolilacético (AIA) e que, em doses elevadas, tem atividade herbicida, caracterizada por hormese (MOUSDALE; COGGINS 1991).

O 2,4-D pertence ao grupo químico das auxinas sintéticas, também conhecidos como mimetizadores de auxina (ROMAN et al., 2007). O resultado à subdosagens de auxinas sintéticas têm sido observadas por muitos pesquisadores nos últimos anos, como exemplo estudos com o 2,4-D, demonstrando respostas horméticas em plantas. Deste modo, os herbicidas auxínicos podem promover o crescimento de plantas em concentrações não tóxicas imitando a auxina, hormônio do crescimento (ALLENDER et al, 1997; CEDERGREEN et al., 2007; MOTA, 2015; MARQUES, 2019). Herbicidas à base de auxinas são modelos bem conhecidos de produtos químicos que promovem o desenvolvimento das plantas em concentrações não tóxicas, mimetizando a auxina, podendo se tornar letais a alguns vegetais quando aplicado em doses mais elevadas (AMÉRICO; PINHEIRO; FURLANI, 2017).

O herbicida Clorimuron etílico é um inibidor da enzima acetolactatosintase (ALS) e tem como principal função catalisar a primeira reação na produção dos aminoácidos de cadeia ramificada (PARIS JUNIOR, 2018). Com a inibição da ALS ocorre redução da síntese de aminoácidos, inibição da divisão celular e diminuição da translocação de fotoassimilados no floema (ROMAN et al., 2007). Herbicidas que apresentam esse tipo de mecanismo de ação dos inibidor da ALS, em geral podem provocar redução do número de ramos laterais e reduzir o número de legumes por planta, quando aplicados no início da formação das vagens em doses consideradas tóxicas a cultura (FLECK et al., 1998).

A utilização de subdoses do herbicida clorimuron foi pouco estudada e por isso não se sabe quais resultados podem-se esperar aplicando o herbicida em subdoses na cultura da soja. Embora nem todos os herbicidas são igualmente eficazes na indução do crescimento, estudos indicam que não apenas os estímulos de crescimento acontecem, dessa maneira existem várias curvas de resposta a serem analisadas. Contudo, não se pode excluir que o uso de subdoses podem revelar uma resposta hormética para todos os herbicidas, confirmando as teorias de curvas de dose-resposta bifásica ser um fenômeno geral (CALABRESE; BALDWIN, 2001).

O glifosate está dentre os mais estudados por ocasião de estar rigorosamente ligado ao processo de síntese de aminoácidos. Ele é visto como herbicida na medida em que ele é colocado

em porções altas, mas pode mostrar uma eficácia diante de subdosagens, onde irá apresentar um estímulo no desenvolvimento vegetal (DÖR, 2015; FERRARI, 2015). Estudos com glifosate mostraram respostas horméticas computando aumento de matéria verde em milho e crescimento da parte aérea e radicular de diferentes plantas (WAGNER; KOGAN; PARADA, 2003; MESCHEDE et al. 2007).

Com intuito de buscar alternativas no uso de herbicidas com homeose na cultura da soja, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito hormético dos herbicidas 2,4-D e Clorimuron etílico.

Métodos

O experimento foi realizado nas dependências do Centro Universitário do Vale do Araguaia – UNIVAR, no município de Barra do Garças – MT, com a localização geográfica situada na latitude sul 15° 53' 18" e longitude oeste 52° 16' 44", o clima classificado em Tropical Aw (conforme descrição de Köppen-Geiger) e altitude 322m em relação ao nível do mar.

A variedade de soja utilizada para o experimento foi a cultivar Bonus 8579RSF IPRO (Brasmax) semeada em vasos de 11 litros. Os tratamentos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 5x2, sendo 5 subdoses crescentes dos herbicidas 2,4D e Clorimuron etílico com 4 repetições, totalizando-se 40 parcelas.

As parcelas foram constituídas por vasos de plástico com capacidade de 11 Litros preenchidos com substrato coletado da camada arável de um latossolo vermelho de textura média. De acordo com a análise de solo foi realizada a correção de acidez, com calcário dolomítico, que também foi utilizado para fornecer os macronutrientes Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) e a saturação por bases do solo. Além disso, pela mesma metodologia, foi realizado a adubação corretiva de Nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P).

Em cada vaso plástico foram semeados 6 sementes de soja (tratadas com inoculante) com posterior desbaste, padronizando a quantidade de 4 plantas por vaso.

O primeiro fator dos tratamentos experimentais foram dispostos por cinco frações da dose média recomendada pelo fabricante do herbicida 2,4-D (de acordo com bula) resultando em: 0 g (água), 5g, 10g, 15g e 20 g ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.) que foram estabelecidas em função da dose comercial de 1005 g de i.a. equivalente do ácido de 2,4-D recomendada, correspondendo a concentração de: 0%, 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0 % da mesma. O segundo fator foi estipulado da mesma forma sendo as doses dispostas por cinco frações da dose média recomendada pelo fabricante do herbicida Clorimuron Etílico: 0,0 (testemunha) 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 g ha⁻¹ de i.a. que foram estabelecidas em função da dose de 20 g de i.a. ha⁻¹ recomendada, correspondendo às concentrações de: 0%, 0,5%;

1,0 %; 1,5%; 2,0% Todos os tratamentos foram aplicados entre os estádios V2 da cultura, sendo os tratamentos implantados de acordo com o croqui com a utilização de um pulverizador pressurizado de CO₂.

As características altura e diâmetro de colmo) das plantas foram avaliadas aos 47 e 60 dias após semeadura (DAS). Com 60 dias foram coletadas as plantas e pesadas para coleta de Matéria seca (MS) e biomassa total. Também foram avaliados toxidez do herbicida em notas visuais de 0 a 100% com relação a dose sem herbicida com 10, 20 e 30 dias após a aplicação.

A análise de altura (cm) das plantas foi feita uma vez aos 45 e 60 dias, foi utilizada uma trena, medindo-se a partir da base da planta até a ponta da folha mais jovem, e para diâmetro de colmo (cm), foi utilizado um paquímetro, onde serão realizadas medições a 0,5 cm da base da planta.

Já, para as avaliações de peso de matéria seca e biomassa foi utilizada toda a planta em 60 DAS, onde foram pesadas em balança digital, posteriormente colocadas em uma estufa a 68 °C

por 72 horas para retirada de umidade e pesada novamente, sendo estipulado a porcentagem de matéria seca.

Todos os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise de variância (teste F a $p < 0,05$ de significância), e posteriormente, analisados por análise de regressão no programa de análises estatísticas AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JÚNIOR 2008).

Resultados e discussão

A aplicação de subdoses dos herbicidas clorimuron etílico e 2,4-D influenciaram em plantas maiores aos 45 DAS (Tabela 1). A menor concentração de clorimuron etílico 0,1 g ea há⁻¹ equivalente a 0,5% da dose recomendada comercialmente e a maior concentração de 2,4-D 20 g ea ha⁻¹ correspondente a 2% da recomendação apresentaram os melhores resultados para esta variável. Desta maneira ambos herbicidas demonstraram superação de crescimento das plantas em relação ao tratamento sem aplicação.

Tabela 1- Altura de plantas (cm) de soja, com 45 dias após semeadura, submetidas a diferentes concentrações de doses comerciais de dois herbicidas (Clorimuron etílico e 2,4 D). Barra do Garças – MT.

% Recomendação Comercial	Clorimuron etílico		2,4 D	
0	25,17	B	25,24	B
0,5	28,33	Aa	25,82	Bb
1,0	25,24	Ba	25,32	Ba
1,5	25,66	Ba	25,32	Ba
2,0	25,33	Ba	28,58	Ab

Coeficiente de Variação 4,05%

Médias seguidas de mesma *letra* não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na *coluna* e minúscula na *linha*, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2- Altura de plantas (cm) de soja, com 60 dias após semeadura, submetidas a diferentes concentrações de doses comerciais de dois herbicidas (Clorimuron etílico e 2,4 D). Barra do Garças – MT.

% Recomendação Comercial	Clorimuron etílico		2,4 D	
0	29,95	BCa	28,68	Ba
0,5	34,72	Aa	29,63	Bb
1,0	32,62	Aba	29,75	Bb
1,5	29,43	BCa	31,25	Aba
2,0	28,75	Cb	33,25	Aa

Coeficiente de Variação 5,17%

Médias seguidas de mesma *letra* não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na *coluna* e minúscula na *linha*, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados para a variável de altura 60 DAS apresentaram diferença significativa no crescimento (Tabela 2). Da mesma maneira que a avaliação 45 DAS, a menor concentração de clorimuron etílico 0,1 g ea há⁻¹ equivalente a 0,5% da dose recomendada comercialmente, obteve melhor desempenho, do que os tratamentos com doses maiores do mesmo produto e testemunha. Para as doses de 2,4-D as duas maiores concentrações obtiveram diferença significativa sendo 15 e 20 g ea ha⁻¹ correspondente a 1,5 e

2,0% da recomendação apresentaram os melhores resultados para esta variável. Para esta variável ambos herbicidas demonstraram superação de altura de plantas em relação ao tratamento sem aplicação.

A altura de plantas é uma variável bastante observada na literatura, em trabalhos referentes ao efeito hormese (FLECK et al., 1998; DÖR, 2015; FERRARI, 2015; MARQUES, 2019). Neste estudo, os resultados referentes às doses de 2,4-D e clorimuron etílico não se ajustaram a nenhum

modelo testado, porém, observou-se uma diferença no crescimento entre os tratamentos. Para a altura de plantas de soja 45 e 60 DAS submetidas a aplicação de subdoses de 2,4-D e clorimuron etílico em estágio V3, notou-se que os valores máximos para as variáveis foram estimados nas doses de 0,1 g ea ha⁻¹ do herbicida clorimuron e 20,0 g ea ha⁻¹ do herbicida 2,4-D, apresentando incremento de 3,16 e 3.34 (cm) respectivamente, em relação a testemunha (Tabela 1). Destaca-se que doses acima de 0,5% de clorimuron e abaixo de 2,0% de 2,4-D não apresentaram diferença significativa em relação a testemunha para esta variável.

Os resultados para a altura de soja deste estudo para os tratamentos com 2,4-D estão de acordo com os relatos de Silva et al. (2018) não havendo redução na altura de plantas na aplicação do herbicida 2,4-D em seus tratamentos 5,16 e 10,4 g ea ha⁻¹ equivalente a 0,5 e 1,0% da recomendação comercial utilizado neste estudo.

O que pode explicar o maior desenvolvimento de plantas tratadas com 20 g ea há⁻¹ (Tabela 2) é a capacidade que o herbicida 2,4-D possui de interagir com os fito-hormônios. Auxinas são reguladores de crescimento das plantas que controlam a divisão e o crescimento celular durante o ciclo planta. Os tratamentos com 0,5 g ea ha⁻¹ clorimuron etílico pode ter causado influência no crescimento, pelo modo de ação deste herbicida, que faz parte do grupo dos inibidores da enzima ALS, que apresentam moléculas exercem

interação com a síntese de aminoácidos, podendo assim influenciar no crescimento (ROMAN et al., 2007).

O herbicida clorimuron etílico apresentou redução de crescimento no tratamento com a maior dose. Fato que pode ser observado pelo decréscimo no desenvolvimento das plantas (Tabela 2) quando aplicado a 2,0% da dose comercial. A dose do herbicida pode ter causado insuficiência de produtos fotossintéticos, por induzir deficiência proteica na planta. Esses fatos podem ocorrer por este herbicida inibir a ação da primeira enzima da rota da síntese dos aminoácidos, essenciais ao desenvolvimento normal das plantas (FLECK et al., 1998; ROMAN et al., 2007; CORREIA; DURIGAN; ESPANHOL, 2011).

Os resultados para a variável diâmetro do caule 45 DAS apresentaram diferença significativa (Tabela 3). A menor concentração de clorimuron etílico 0,1 g ea há⁻¹ equivalente a 0,5% da dose recomendada comercialmente, obtendo desempenho superior as demais doses e também a testemunha. Para os tratamentos com o herbicida 2,4-D as duas maiores concentrações obtiveram diferença significativa sendo 15 e 20 g ea ha⁻¹ correspondente a 1,5 e 2,0% da recomendação comercial apresentaram os melhores resultados para esta variável. Desta forma ambos herbicidas demonstraram superação no diâmetro do caule das plantas em relação ao tratamento sem aplicação.

Tabela 3- Diâmetro de caule (cm) de plantas de soja, com 45 dias após semeadura, submetidas a diferentes concentrações de doses comerciais de dois herbicidas (Clorimuron etílico e 2,4 D). Barra do Garças – MT.

% Recomendação Comercial	Clorimuron etílico	2,4 D
0	3,50Ba	3,69Aba
0,5	4,45Aa	3,53Bb
1,0	3,66Ba	3,45Ba
1,5	3,83Ba	4,16Aa
2,0	3,70Bb	4,20Aa

Coefficiente de Variação 6,88%

Médias seguidas de mesma *letra* não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na *coluna* e minúscula na *linha*, pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.

O maior desenvolvimento de caule durante o desenvolvimento vegetativo para a ação do 2,4-D, pode estar relacionado ao relato de Cardoso (2017) onde a ação das auxinas e citocininas entre as fases V3 e V5 que promovem um alongamento em altura e um aumento no diâmetro do caule conferindo aumento do número de nós, resultando num maior engalhamento as plantas de soja.

A aplicação de subdoses do herbicida clorimuron etílico influenciou em plantas com maior diâmetro do caule. A menor concentração desse herbicida 0,1 g ea há⁻¹ equivalente a 0,5% da dose recomendada comercialmente apresentou os melhores resultados para esta variável. Nesta avaliação o 2,4-D não demonstrou superação no desenvolvimento de caule das plantas em relação ao tratamento sem aplicação (Tabela 4).

Os tratamentos com as doses de 2,4-D podem não ter apresentado diferença significativa pois as auxinas promovem nas células a sua expansão estando envolvidas na incorporação de materiais na parede celular, afetando a divisão celular (ROMAN et al., 2007). Nesse sentido o herbicida pode atuar no mecanismo de controle do crescimento do caule, folhas, raízes, iniciação da atividade cambial e dominância apical. A auxina participa principalmente na promoção do crescimento de caules de plantas. A maior concentração de IAA (ácido indolil-3-acético) na gema nas gemas laterais podem inibir o desenvolvimento da gema apical por atuar como um dreno de nutrientes e citocininas para a gema apical (CARDOSO, 2017)

Os resultados dos tratamentos para a variável biomassa 60 DAS apresentaram diferença significativa (Tabela 5). Adose de clorimuron etílico 0,1 g ea há⁻¹ equivalente a 0,5% da dose recomendada obteve desempenho superior as demais concentrações. Para os tratamentos com o

herbicida 2,4-D o melhor resultado foi com o tratamento 20 g ea ha⁻¹ correspondente a e 2,0% da recomendação comercial. Dessa maneira ambos herbicidas demonstraram superação no acúmulo de biomassa em relação as outras concentrações.

Tabela 4- Diâmetro plantas (cm) de soja, com 60 dias após semeadura, submetidas a diferentes concentrações de doses comerciais de dois herbicidas (Clorimuron etílico e 2,4 D). Barra do Garças – MT.

% Recomendação Comercial	Clorimuron etílico		2,4 D	
0	3,58	Ba	3,75	Aa
0,5	4,67	Aa	3,82	Ab
1,0	3,83	Ba	3,75	Aa
1,5	3,95	Aba	4,01	Aa
2,0	3,75	Ba	4,21	Aa

Coefficiente de Variação 9,22%

Médias seguidas de mesma *letra* não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na *coluna* e minúscula na *linha*, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5- Biomassa (g planta⁻¹) de plantas de soja, com 60 dias após semeadura, submetida a diferentes concentrações de doses comerciais de dois herbicidas (Clorimuron etílico e 2,4 D). Barra do Garças – MT.

% Recomendação Comercial	Clorimuron etílico		2,4 D	
0	19,86	BCa	20,18	Ba
0,5	33,75	Aa	20,42	Bb
1,0	25,88	Ba	20,93	Bb
1,5	23,25	BCa	21,63	Ba
2,0	19,02	Cb	33,07	Aa

Coefficiente de Variação 12,47%

Médias seguidas de mesma *letra* não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na *coluna* e minúscula na *linha*, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando aplicado a 2,0% da dose comercial recomendada o clorimuron apresentou a menor peso de biomassa. A inibição do desenvolvimento da planta, foi associado redução do peso da biomassa (Tabela 5) pela maior dose de clorimuron etílico. O decréscimo na variável pode estar relacionado a ação do herbicida, que ocorre em regiões meristemáticas, impedindo a divisão celular, podendo causar decréscimo da biomassa (FLECK et al., 1998; BORGES, 2014).

Os herbicidas expressaram-se diferentemente ao julgar por suas concentrações em relação a dose comercial no acúmulo de MS de plantas de soja 60 DAS (Tabela 6), onde pode-se observar diferença significativa para a dose de clorimuron etílico 0,1 g ea há⁻¹ equivalente a 0,5% da dose recomendada comercialmente, obtendo melhor desempenho, do que as demais concentrações. Para as doses de 2,4-D a concentração com maior resultado foi 20 g ea ha⁻¹ correspondente a 2,0% da recomendação. Contudo ambos herbicidas em suas respectivas doses demonstraram um acúmulo de MS significativo em relação ao tratamento sem aplicação. Para os demais tratamentos sendo, doses acima de 0.5% de

clorimuron e abaixo de 2,0% de 2,4-D não obtiveram diferença significativa.

Os maiores valores para o tratamento com 20 g ea ha⁻¹ está de acordo com o que Marques (2019) relata, onde subdoses do herbicida 2,4-D puderam incrementar a variável altura e induzir a maior produção de folhas nas plantas, apresentando assim um acúmulo de MS visto que o modelo de hormesis foi significativo para estas variáveis.

Não foram observados sintomas visual marcantes de fitointoxicação dentro da faixa de doses avaliada (Figura 1). O herbicida 2,4-D não apresentou nenhum sintoma visual de injúria nos tratamentos, como também relata Silva et al., (2018) quando utilizado 5,16 e 10,4 g ea há⁻¹ aplicados em V5 e R2 da cultura da soja. Por outro lado, doses acima de 150 g ea há⁻¹ do herbicida já mostraram lesões significativas na cultura (ROBINSON; SIMPSON; JOHNSON, 2013). O herbicida clorimuron não apresentou sintomas de fitotoxicidade em ambas os tratamentos. Mas pode-se esperar que em maiores doses injúrias poderiam ser vistas, o herbicida promove efeitos negativos em características morfológicas podendo causar injúria em doses superiores a 20 g ea há⁻¹ do produto (FLECK et al., 1998).

Tabela 6- Matéria Seca (g planta⁻¹) de plantas de soja, com 60 dias após semeadura, submetidas a diferentes concentrações de doses comerciais de dois herbicidas (Clorimuron etílico e 2,4 D). Barra do Garças – MT.

% Recomendação Comercial	Clorimuron etílico	2,4 D
0	9,46Ba	9,67Ba
0,5	15,63Aa	11,59Bb
1,0	9,42Bb	11,64Ba
1,5	9,70Ba	8,93Ba
2,0	9,56Bb	15,87Aa

Coefficiente de Variação 13,19%

Médias seguidas de mesma *letra* não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na *coluna* e minúscula na *linha*, pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.



Figura 01: A) Planta de soja sem sinais de fitointoxicação 10 dias após a aplicação DAA por herbicidas. B) Tratamentos em DBC em esquema fatorial 5x2 contendo 5 subdoses crescentes dos herbicidas 2,4D e Clorimuron etílico com 4 repetições, totalizando-se 40 parcelas.

Conclusão

De maneira geral, as subdoses dos herbicidas clorimuron etílico e 2,4-D influenciaram em efeitos positivos para algumas variáveis no desenvolvimento da cultura da soja como altura de plantas, diâmetro do caule, acúmulo de biomassa e matéria seca, proporcionando efeito hormético esperado. Ambos herbicidas não demonstraram sinais visuais de fitotoxicidade nas doses avaliadas, embora a dosagem mais alta de clorimuron etílico demonstrou decréscimo significativo em altura de plantas em uma das avaliações.

Referências

ALLENDER, W.J.; CRESSWELL, G.C.; KALDOR, J.; KENNEDY, I.R. Effect of lithium and lanthium on herbicide induced hormesis in hydroponically-grown cotton and corn. *Journal of Plant Nutrition*, n. 20, p. 81–95, 1997.

AMERICO, G. H. P.; AMERICO-PINHEIRO, J. H. P.; FURLANI JR, E. Hormesis Effect of Dichlorophenoxy Acetic Acid Sub-Doses and Mepiquat Chloride on Cotton Plant. *Planta Daninha*, n. 1, v. 35, p. 1-9, 2017.

BARBOSA, J. C., MALDONADO JÚNIOR, W. *AgroEstat - Sistema para Análises Estatística de Ensaios Agronômicos*, Jaboticabal, versão 1.0., 2008.

BORGES, M.; REZENDE, W. S.; LUZ, J. M. Q.; SANTANA, D. G. Desenvolvimento de batateira sob deriva simulada do herbicida clorimuron etílico. *Horticultura Brasileira*, Uberlândia, v. 31, n. 2, p.826-834, 2014.

CALABRESE, E.J.; BALDWIN, L.A. Hormesis: U-shaped dose responses and their centrality in toxicology. *Trends in Pharmacological Science*, v. 22, p. 285-291, 2001.

CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; CORREA, M. R.; NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; CEDERGREEN, N. Herbicides can stimulate plant growth. *WeedResearch*. v. 48, n. 5, p. 429-438, 2008.

CARDOSO, T. Uso de biorreguladores na cultura da soja. 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/uso-de-biorreguladores-na-cultura-da-soja-thiago-cardoso/>>. Acesso em: 01 out. 2011.

- CEDERGREEN, N.; STREIBIG, J. C.; KUDSK, P.; MATHIASSEN, S. K.; DUKE, S. O. The occurrence of hormesis in plants and algae. Dose-response, v. 1, n. 5, p. 150-162, 2007.
- CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. A produtividade da soja: análise e perspectivas safra 2016/2017. Brasília, v. 6, n. 6, p. 15-19, Sexto levantamento, mar. 2017. Disponível em:
<https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compendio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_analise_e_perspectivas_volume_10_2017.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2019.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; ESPANHOL, M. Manejo de plantas daninhas em soja geneticamente modificada tolerante ao glyphosate. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, n. 2, p. 242-247, 2011.
- DÖR, F. Efeito do herbicida glifosato sobre o crescimento e produção de metabólitos secundários em *MycrocystisaeruginosaeCylindrospermopsisiraciborrskii*. 2015. 198 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- FERRARI, J. V. Sistemas de aplicação de subdoses de glifosato e regulador de crescimento em algodoeiro. 2015. 66 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- Unesp, Ilha Solteira, 2015.
- FLECK, N. G.; NEVES, R.; VIDAL, R. A.; VARGAS, L. Avaliação de subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos em soja. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Eldorado do Sul, v. 4, n. 2, p.151-156, 1998.
- MARQUES, R. F. Hormesis de 2,4-d sal colina em algodoeiro cultivado no cerrado. 2019. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2019.
- MESCHÉDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Efeito de subdoses de glyphosate sobre o crescimento e desenvolvimento de *Commelinabenghalensis*. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 15 a 19 de outubro, 2007, Botucatu. Anais... Botucatu: FEPAF, 2007. p. 65-67.
- MOTA, A. A. B. Espectro de gotas e potencial de deriva de caldas contendo o herbicida 2,4-D amina em misturas em tanque. 2015. 69f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.
- MOUSDALE, D. M.; COGGINS, J. R. Amino acid synthesis. In: KIRKWOOD, R. C. Target sites for herbicide action. New York: Premium Press, 1991. p. 29-56.
- PARIS JUNIOR, M. A. Curvas de dose e resposta e isobogramas dos inibidores de ALS como formas de descrever a associação. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.
- ROBINSON, A. P.; SIMPSON, D. M.; JOHNSON, W. G. Response of Glyphosate-Tolerant Soybean Yield Components to Dicamba Exposure. Weed Science Society of America, Lafayette, v. 61, n. 1, p.526-536, 2013.
- ROMAN, E. S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: Ferro e Manganês. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.; ABREU, C.A. Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação. Passo Fundo: Berthier, 2007. p.152.
- SAGAN, L. A. Radiation hormesis: evidence for radiation stimulation and speculation regarding mechanisms. Radiation Physics and Chemistry, Melbourne, v. 37, n. 2, p. 313-317, 1991.
- SILVA, R. O. da.; SILVA, E. D. N. da.; NOVELLO, B. D.; BASSO, C. J. Dicamba Ruy Orsolin da et al. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. Ciência Rural, Viçosa, v. 48, n. 8, p.1-7, 2018.
- USDA-UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World agricultural Production. Washington, v. 4, n. 1, p. 3-8 Foreign Agricultural Service, April. 2019. Disponível em:
<<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2019
- VIRGINIO, G. L. Influência do uso de herbicidas sob as características de crescimento e produção do sorgo. 2014. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.
- WAGNER, R.; KOGAN, M.; PARADA, A. M. Phytotoxic activity of root absorbed glyphosate in corn seedlings (*Zea mays* L.). Weed Biology Management, Danvers, v. 3, n. 4, p. 228-232, 2003.