

UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO HORMONAL 2,4 D (ÁCIDO 2,4D
DICLOROFENOXIÁCETICO) EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA**
(Glycine max L. Merrill)

RAÍSSA FERNANDA MATIAS

MARINGÁ – PR

2018

RAÍSSA FERNANDA MATIAS

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO HORMONAL 2,4 D (ÁCIDO 2,4D
DICLOROFENOXIACÉTICO) EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA
(*Glycine max* L. Merrill)**

Artigo apresentado ao curso de graduação em Agronomia da UniCesumar – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharela em Engenharia Agrônoma, sob a orientação do Prof^a. Dr^a. Aline M. Orbolato Gonçalves Zuliani.

MARINGÁ – PR

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

M653a

MATIAS, Raíssa Fernanda

Avaliação da Ação Hormonal 2,4 D (Ácido 2,4D Diclorofenoxiácetico) em Tratamento de sementes de Soja (*Glycine max* L. Merrill). Raíssa Fernanda Matias. Maringá-Pr.: UNICESUMAR, 2018.

14p.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia

Orientadora: Profa. Dra.: Aline Maria Orbolato Gonçalves Zuliani

1. Hormese. 2. Mimetizadores de auxina. 3. Oleaginosas. I. Título. UNICESUMAR.

CDD 22ª. 633.85
NBR 12.899 – AACR2

RAÍSSA FERNANDA MATIAS

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO HORMONAL 2,4 D (ÁCIDO 2,4D
DICLOROFENOXIACÉTICO) EM TRATAMENTOS DE SEMENTES DE SOJA
(*Glycine max* L. Merrill)**

Artigo apresentado ao curso de graduação em Agronomia da UniCesumar – Centro
Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharela em
Engenheira Agrônoma, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Aline M. Orbolato Gonçalves Zuliani.

Aprovado em: 08 de Novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Aline maria Orbolato G. Zuliani

Prof^a. Dr^a. Aline M. O. Gonçalves Zuliani (Unicesumar- Centro Universitário de Maringá)

Graciene de Souza Bido

Prof^a. Dr^a. Graciene de Souza Bido (Unicesumar- Centro Universitário de Maringá)

André Ribeiro de Costa

Prof^o. Dr^o. André Ribeiro da Costa (Unicesumar- Centro Universitário de Maringá)

**AVALIAÇÃO DA AÇÃO HORMONAL 2,4 D (ÁCIDO 2,4D
DICLOROFENOXIACÉTICO) EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA
(*Glycine max L. Merrill*)**

Raíssa Fernanda Matias

RESUMO

A soja [*Glycine max* (L). Merrill] é considerada uma das principais oleaginosas cultivadas no mundo. O Brasil se destaca por possuir grandes áreas produtoras de soja e por ter altos índices de produtividade. O trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento das plantas de soja com aplicação de diferentes doses de 2, 4-D (ácido 2,4-diclorofenóxiacético) via tratamento de sementes, com intuito de verificação da sua ação hormonal. O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia Aplicada NBA- UEM e implantado em Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado DIC, sendo composto de cinco tratamentos com oito repetições. O 2,4 D foi utilizado nas dosagens de 0,005; 0,05; 0,5; 5 e 50mL ha⁻¹. As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 Dias Após a Emergência (DAE), nas quais verificou o tamanho da parte aérea, analisou-se a clorofila, o peso da massa verde da parte aérea e o comprimento radicular. Os resultados mostraram que 2,4 D apresenta um limite para sua atuação hormonal, doses até 5mL ha⁻¹ causaram danos no desenvolvimento das plantas, no entanto em dosagens inferiores a 0,5 mL ha⁻¹, o herbicida 2,4 D apresentou ação hormonal permitindo crescimento e desenvolvimento das plantas de soja.

Palavras-chave: Hormese, Mimetizadores de auxina, Oleaginosas.

**EVALUATION OF 2,4D HORMONAL ACTION (2,4D
DICHLOROPHENOXYACETIC ACID) IN SOYBEAN SEEDS TREATMENTS
(*Glycine max* L. Merrill)**

ABSTRACT

The soybean [*Glycine max* (L). Merrill] is considered one of the world's most cultivated oilseeds. Brazil stands out for having large soybean producing areas and a high productivity indexes. The goal of this study is to evaluate the development of soybean plants with different doses of 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) by seed treatment, in order to verify their hormonal action. The experiment performed at the Nucleus of Research in Applied Biotechnology NBA- UEM. The experiment was implemented by an Experimental Completely Randomized Design, composed of five treatments with eight repetitions. The 2,4 D was used in dosages of 0.005; 0.05; 0.5; 5 and 50mL ha⁻¹. The appraisements were carried out at 7, 14, 21 and 28 Days After Emergence (DAE), in which the size of the aerial part was verified, the chlorophyll was analysed, as the weight of the green mass of the aerial part and the root length. The results showed that 2,4 D presents a limitation for its hormonal activity. Doses up to 5 mL ha⁻¹ caused damages in the development of the plants, however in dosages lower than 0.5 mL ha⁻¹, the herbicide 2,4 D presented hormonal activity allowing growth and development of soybean plants.

Keywords: Hormese, Auxin mimics, Oilseeds.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais plantas oleaginosas cultivadas no mundo. A composição química do grão desta espécie possui alto teor proteico (cerca de 40%) e proporciona múltiplas aplicações na alimentação humana e animal (EMPRAPA, 2007; CRUZ et al., 2016). Pertencente à família Fabaceae, a soja é originária de regiões tropicais e possui metabolismo C3 de assimilação de carbono e, portanto, menor eficiência fotossintética se comparada a plantas de milho, por exemplo, (CASAROLI et al., 2007). O Brasil se destaca no cenário mundial como grande produtor de soja, com aumento de 4,6% na produção, sendo que na safra 2017/2018, se comparada à anterior, e com um aumento de aproximadamente 3,7% na área plantada (CONAB, 2018a). Além disso, no Brasil, ela é a principal cultura em extensão de área e volume de produção. A produção brasileira de soja alcançou 95.434,6 mil toneladas na safra 2015/16 (CONAB, 2018b). O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira estão aliados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias no setor produtivo como a utilização de fertilizantes minerais foliares, entre outras tecnologias (SOUZA et al. 2008).

Os reguladores de crescimento têm efeito sobre o potencial das sementes de diversas espécies, podendo favorecer a germinação, uniformizando e acelerando a velocidade de emergência, além de melhorar o vigor das plântulas (CATO, 2006). O uso de hormônios estimulantes na cultura da soja é recente, porém pode ser definido como o conjunto de hormônios do grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, ou até mesmo, aminoácidos, vitaminas e sais minerais. Algumas culturas revelam a necessidade de alto nível técnico, desta forma, o uso de estimulantes tem o intuito de incrementar a produtividade, desde que o manejo nutricional e hídrico não seja limitante (CASTRO, 2006).

Os hormônios vegetais são compostos orgânicos, não nutrientes, produzidos na planta, os quais em baixas concentrações promovem ou inibem processos fisiológicos e morfológicos do vegetal (CASTRO; VIEIRA, 2001; MONTANS, 2007). Taiz & Zeigler (2004), relatam que as auxinas foram os primeiros hormônios vegetais descobertos pelo homem, e esses estão relacionados ao crescimento das plantas no que diz respeito aos mecanismos de expansão celular. Outro efeito fisiológico de relevada importância econômica das auxinas é a redução da senescência de folhas, retardo na abscisão de órgãos, desenvolvimento de partes florais, responsáveis pela produtividade, e ainda distribuição de

fotoassimilados no vegetal em função do local de maior concentração de auxina, que se torna dreno mais forte, relacionado a translocação de solutos via floema (DAVIES,2004).

Segundo Calabrese & Baldwin (2001), quando um elemento considerado tóxico sobre uma determinada característica biológica apresenta efeito estimulatório, em baixas concentrações, porém com efeito inibitório em altas doses, isso é conhecido como efeito hormese. Herbicidas de uso comum como 2,4-D e glyphosine (antecessor do glyphosate), inicialmente foram trabalhados em baixas concentrações, como reguladores de crescimento, apresentando-se eficientes na estimulação da síntese de auxina (HALTER, 2009).

De maneira que Cedergreen et al. (2009), Furlani Júnior et al. (2009) e Silva et al. (2012) observaram que subdoses de glyphosate promoveram incremento de produtividade nas culturas da cevada, algodão e feijão. As pequenas doses por área, o baixo custo do produto e a grande disponibilidade do ingrediente ativo no mercado são fatores que favorecem a utilização do glyphosate como regulador de crescimento (GITTI et al., 2011). Velini et al. (2008) observaram estímulos de crescimento da parte aérea de soja (não transgênica e susceptível ao glyphosate), eucalipto, milho, pinus, milho, café e citros, para doses de glyphosate inferiores a 36 g e.a.ha⁻¹, aplicadas em simulação de deriva.

O herbicida 2,4-D (ácido 2,4- diclorofenilacético) é um regulador de crescimento que possui efeito análogo ao hormônio auxina (ASHTON & CRAFTS, 1973). O desenvolvimento do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e dos outros herbicidas fenoxiacéticos transformou a agricultura em grande parte do mundo e deve ser classificado como uma grande contribuição da ciência (ZIMDAHL, 2010). Diante disso, o trabalho teve por objetivo avaliar a ação hormonal de 2,4 D em pequenas doses no desenvolvimento das plantas de soja.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação no Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia Aplicada NBA, pertencente à Universidade Estadual de Maringá UEM, Maringá-PR, localizado 23°23'56.5" latitude Sul 51°57'07.1" longitude Oeste.

As sementes utilizadas pertenciam a cultivar Baup 5400 IPRO, plantadas em vasos de 3,5 Litros, com substrato composto por (casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez e macronutriente, CTC= 200mmolc kg, CRA 60% em massa) e sendo esta anteriormente tratada com inseticida Imidacloprido 150g L (150% m/v) e Tiodicarbe 450 g L (450% m/v) e o fungicida Carboxina 200g L e Tiram 200g L. No tratamento de semente foram adicionados as

diferentes doses de 2,4 D misturadas na porcentagem de 80% com água e 20% açúcar, para melhor adesão do produto as mesmas. O experimento foi implantado em Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado DIC, com cinco tratamentos e oito repetições, sendo que o tratamento ocorreu com sal de dimetilamina de (2,4-dichlorophenoxy) acetic acid (2,4-D) 806g L, equivalente acid de 2,4-D 670g L (67% m/v) nas dosagens de T0 = sem adição de 2,4 D; T1= 0,005; T2= 0,05; T3= 0,5; T4= 5,0; T5= 50,0 mL ha⁻¹. Após o plantio os vasos foram mantidos em estufa, com irrigação periódica. As avaliações ocorreram aos 7, 14, 21 e 28 DAE, sendo analisadas as seguintes variáveis:

- *Análise do tamanho da parte aérea:* Aos 7, 14, 21 e 28 Dias após a emergência DAE foram feitas medidas de altura das plantas, com auxílio de uma régua.

- *Análise indireta da clorofila:* Após os 30 dias foi efetuada a determinação indireta do teor de clorofila, com uso do clorofilômetro SPAD-502 (Soil-Plant Analysis Development Section, Minolta Câmera CO.; Osaka, Japan), o medidor de clorofila usa diodos que emitem luz na faixa de 650 a 940 nm através da folha. O comprimento de onda de 650 nm situa-se próximo ao dos dois comprimentos primários de onda associadas com a atividade da clorofila (645 e 663 nm). O comprimento de onda de 940 nm serve como referência interna para compensar diferenças na espessura da folha e no teor de água. O clorofilômetro mede a diferença de atenuação da luz entre 650 e 940 nm como um índice de intensidade de cor ou de concentração de clorofila (YADAVA, 1986). Para essa leitura foi considerada a média de três leituras na parte mediana da primeira folha totalmente expandida, em cada planta da unidade experimental, suficiente para estabelecer ótima relação do N e a leitura SPAD em plantas de soja, (BOAS et al., 2002).

- *Análise massa verde da parte aérea:* Análise da massa verde da parte aérea foi realizada após 30 DAE, onde foi efetuado o peso médio.

- *Análise de comprimento de raiz:* Análise das raízes foi efetuada após os 30 DAE, onde foi medido o tamanho das raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de significância, com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram notados sintomas visuais de fitointoxicação do herbicida 2,4-D sobre as plantas de soja, onde as sementes foram tratadas nas dosagens de 5,0 e 50,0 mL ha⁻¹ do herbicida. Algumas sementes não chegaram a germinar e apresentaram aspectos de deterioração. As plantas que emergiram mostraram injúrias e epinastia, sendo que com o passar dos dias esses sintomas acentuaram e as mesmas necrosaram e morreram. Alguns autores explicam que, em concentrações mais altas, estes herbicidas inibem a divisão celular e o crescimento, geralmente nas regiões meristemáticas, as quais acumulam tanto assimilados provenientes da fotossíntese quanto o herbicida transportado pelo floema. Estes herbicidas estimulam a liberação de etileno que, em alguns casos, pode produzir sintomas característicos de epinastia (SENSEMAN, 2007). Ainda de acordo com Yamashita et al. (2013) a sintomatologia do 2,4-D pode variar nas plantas desde uma leve epinastia nas folhas, seguida pela deformação até a morte da planta. As plantas apresentaram além da epinastia, o encarquilhamento das folhas. Tal sintoma também foi observado por Constantin et al. (2007) em trabalho simulando deriva de 2,4-D na cultura do algodoeiro. Tavares et al. (2017) mostraram em seus trabalhos realizados com plantas de pequi, que o 2,4-D em maiores doses podem promover redução no crescimento das plantas, estando isso direcionado a redução das variáveis relacionadas às folhas e conseqüentemente à massa seca total das plantas.

Na tabela 1, constam os dados referentes à análise de variância dos tamanhos médios de plantas (cm) de soja tratadas com 2,4 D, via tratamento de sementes avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 DAE. Os resultados dos tratamentos 1, 2 e 3 não mostraram diferença significativa a 5% de probabilidade, em relação a testemunha.

Tabela 1 - Tamanho médio de plantas (cm) de soja tratadas com 2,4-D, via tratamento de sementes e avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência (DAE).

| Tratamento | Dose mL ha ⁻¹ | Dias | | | | | | | |
|------------|-----------------------------|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|
| | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | |
| 0 | 0 | 7.46 | a | 13.30 | a | 17.34 | a | 21.81 | A |
| 1 | 0.005 | 8.00 | a | 14.53 | a | 18.33 | a | 24.53 | A |
| 2 | 0.05 | 7.89 | a | 12.58 | a | 17.08 | a | 23.70 | A |
| 3 | 0.5 | 7.90 | a | 10.94 | a | 16.08 | a | 19.30 | A |
| 4 | 5.0 | - | | - | | - | | - | |
| 5 | 50.0 | - | | - | | - | | - | |
| CV% | | 21.62 | | 21.08 | | 18.47 | | 18.67 | |

Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro de cada categoria, não diferem significativamente entre si (teste Scott-Knott ao nível de 5 %)

Esses resultados mostram que o 2,4 D utilizado no tratamento de sementes em baixas concentrações, tem ação de Hormese, ou seja, não apresentando nenhuma interferência negativa no crescimento e desenvolvimento das plantas nas doses 0,005mL ha⁻¹, 0,05 mL ha⁻¹ e 0,5mL ha⁻¹. De acordo com Raven et al. (2007), os hormônios são capazes de regular o crescimento e o desenvolvimento, sendo que nessas doses, em alguns tratamentos, as plantas apresentaram injúrias, mais continuaram o seu desenvolvimento e o crescimento, sendo que as raízes podem crescer normalmente. Tavares et al. (2017) avaliando o efeito da deriva simulada por meio de subdoses de 2,4-D em plantas de pequi verificou que em relação a área foliar houve um efeito significativo promovido pela deriva do herbicida. Em dosagens correspondendo a 0,5% da dose comercial foi observado efeito de Hormese, representando 20,7% de aumento nesta variável em relação ao controle. Os autores afirmam ainda, que as variáveis da área foliar, área foliar específica e razão de área foliar das plantas apresentam hormese às doses reduzidas de 2,4-D. Resultados contrários foram apresentados por Silva et al. (2011) em trabalhos com 2,4-D avaliando sua atividade residual e sua ação na emergência de soja onde observaram que para o comprimento da parte aérea, houve efeito significativo das doses, mesmo doses baixas e também relataram, para todos os períodos de aplicação, redução da altura em relação à testemunha.

Na tabela 2, constam os resultados referentes aos dados da leitura do clorofilômetro, onde não apresentaram diferença significativa da testemunha, demonstrando de forma indireta que o teor de clorofila apresentado pela testemunha foi igual ao dos tratamentos com 2,4 D. Na mesma tabela são apresentadas as médias de comprimento radicular e massa verde da parte aérea, onde também não tiveram significância. Evidenciando que em doses baixas o 2,4-D apresentou uma ação hormonal e não interferiu no desenvolvimento radicular e aéreo das plantas de soja. Estudos realizados por Pereira et al. (2015) em plantas de pau-viola (*Cyntharexylum myrianthum*) e araçá amarelo (*Psidium cattleianum*), testando diferentes doses de glyphosate, evidenciaram que doses reduzidas do herbicida podem induzir a um maior crescimento de plantas (hormese), promovendo aumento de massa da matéria seca que pode culminar em maior área fotossintética, possibilitando crescimento mais rápido e, assim, propiciar uma rápida ocupação do nicho ecológico.

Tabela 2 - Dados da leitura do clorofilômetro (%), Comprimento de raiz (cm) e peso da parte aérea de plantas de soja tratadas com 2,4 D, via tratamento de sementes.

| Tratamento | Dose mL ha ⁻¹ | Leitura do clorofilômetro | Comprimento da Raiz | Massa Verde da parte aérea |
|------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 0 | 0 | 41.04 a | 49.70 a | 21.78 A |
| 1 | 0.005 | 39.78 a | 64.75 a | 26.46 A |
| 2 | 0.05 | 38.63 a | 40.00 a | 25.96 A |
| 3 | 0.5 | 39.32 a | 58.63 a | 18.18 A |
| 4 | 5.0 | - | - | - |
| 5 | 50.0 | - | - | - |
| CV% | | 8.0 | 33.35 | 45.28 |

Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro de cada categoria, não diferem significativamente entre si (teste Scott- Knott ao nível de 5 %)

Os resultados confirmam que as doses de 2,4-D apresentam um limite para sua atuação hormonal. Doses superiores a 5mL ha⁻¹ afetaram significativamente o desenvolvimento das plantas, com sintomas típicos da ação do herbicida. No entanto, em dosagens inferiores a 0,5 mL ha⁻¹, o 2,4- D apresentou ação hormonal, permitindo o crescimento e desenvolvimento da soja sem interferir em nenhuma característica fisiológica nem morfológica das plantas, sendo isso verificado pela comparação ao desenvolvimento da testemunha. Isso sugere que em condições naturais podem ocorrer danos, limitando a fisiologia e a produtividade da espécie vegetal em questão. Por outro lado, estudos mais aprofundados sobre sua ação hormonal são importantíssimos para verificação de alterações fisiológicas e morfológicas que poderiam levar a planta a uma maior fixação biológica de nitrogênio ou a um maior desenvolvimento vegetativo e conseqüentemente a uma maior produtividade. Neste cenário, tanto estudos com deriva simulada de 2,4-D como de aplicação via semente, são de singular importância para obtenção de informações sobre a dimensão dos riscos e os níveis que culturas como soja podem tolerar ao serem expostas a ação desse herbicida e seu efeito de Hormese.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o 2,4 D via tratamento de sementes em dosagens menores que 0,5 mL ha⁻¹ apresentou efeito de hormese, não interferindo significativamente no desenvolvimento de plantas de soja. E em dosagens acima de 5 mL ha⁻¹, impossibilitou o desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

- ASHTON, F. M.; CRAFTS, A. S. **Mode of action of herbicides**. New York: John Wiley, 1973. 504p.
- BOAS, R. L. V.; GODOY, L. J. G.; PANTANO, S. C. Índice Relativo de Clorofila: um indicativo auxiliar no manejo do nitrogênio em Videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA-DOT/CNPq, 2002. p. 18-22.
- CALABRESE E. J. & Baldwin LA (2001) Hormesis: a generalizable and unifying hypothesis. **Critical Reviews in Toxicology**, 31:353- 424
- CASAROLI, D. et al. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja: uma revisão. **Revista FZVA**, Uruguaiiana, v. 14, n. 2, p. 102-120, 2007.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p
- CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba, 2006. 46p.
- CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1311-1318, out. 2008.
- CATO, S. C. **Ação de biorregulador vegetal nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba
- CEDERGREEN, N. et al. Chemical stress can increase crop yield. **Field Crops Research**, v. 114, n. 1, p. 54-57, 2009.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Disponível em: <file:///C:/Users/aline.zuliani/Downloads/BoletimZGraosZsetembroZ2018.pdf>. Acesso em 26 de setembro de 2018a.
- CONAB. **Compêndios de estudo CONAB**. v10, 2017 - A Produtividade da Soja. Disponível em: https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compêndio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_-_análise_e_perspectivas_-_volume_10_2017.pdf. Acesso em: 26 de Setembro 2018b.
- CONSTANTIN, J. et al. Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade do algodão e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. esp. p. 24-29, 2007.

CRUZ, S. C. S. et al. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-Ms, v. 3, n. 1, p. 1–6, jan./mar DAVIES, P. J. (ed.). Plant hormones. Biosynthesis, signal transduction, action. **Kluwer Academic Publishers**. Dordrecht, 2004. 750p.

DUKE, S.O. et al. Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy? **Outlooks Pest Manag**, v.17, n.1, p.29-33, 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2007. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina-PR. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/470318/o-complexo-agroindustrial-da-soja-brasileira>>. Acesso em: 25 de Setembro 2018.

FERGUSON B. J. et al. (2010) **Molecular analysis of legume nodule development and autoregulation**. *J Integr Plant Biol* 52: 61–76.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FURLANI JUNIOR, E. et al. Efeito de subdoses de glifosato na produtividade do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1295-1300.

GITTI, D. C. et al. Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 500-507, 2011.

HALTER, S. **História do herbicida agrícola phyphosate**. In: VELLINI, E. D. e outros. Glyphosate. Botucatu: Fepaf, 2009, p. 11-16.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 995-1001, 2008.

MONTANS, F.M. **Inoculação e aplicação de regulador vegetal na cultura do amendoim cultivado em dois solos de diferentes texturas**. Marília: Universidade de Marília, 2007, 55p. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia.

NEVES, D. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; VALÉRIO FILHO, V. V. Hormese no crescimento do algodoeiro por subdoses de glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 915-922.

OLIVEIRA JR, R.S. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 1. ed. Curitiba. Omnipax. 2011.

PEREIRA, M. R. R. et al. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 326- 332, 2015. DOI: 10.14393/bj-v31n2a2015-21924.

RAVEN P. H, Evert RF, Eichhorn S.E. **Biologia vegetal**. 7a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2007. 856p.

SENSEMAN, S.A. (Ed.), *Herbicide Handbook*. 9ª edição. Lawrence, EUA: **Weed Science Society of America**, 2007. 458p.

SILVA, L. M. F. Atividade residual de 2,4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.

SILVA, J. C. et al. Efeito hormético de glyphosate em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 295-302, 2012.

SOUZA, L.C.D. et al. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**.V.8, n.2, 2008

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAVARES, C. J. et al. Crescimento inicial de plantas de pequi após aplicação de 2, 4-D. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 37(89), 2017, 81-87.

VELINI, E.D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, v.64, n.2, p.489-496, 2008.

YADAVA, U. L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 6, p. 1449-1450, 1986.

YAMASHITA, O. M. et al. Deriva simulada de herbicidas em mudas de Coffea canephora. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 2, p. 148-156, 2013.

ZIMDAHL, R. L. Chapter 6 – **Development of herbicides after 1945**. In: ZIMDAHL, R. L. *A History of Weed Science in the United States*. USA: Elsevier, 2010, p. 79-113.