**Universidade de São Paulo**
**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**

# Seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada e associada em soja RR/STS

**André Felipe Moreira Silva**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba**
**2015**

**André Felipe Moreira Silva**
**Engenheiro Agrônomo**

# Seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada e associada em soja RR/STS

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba**
**2015**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Silva, André Felipe Moreira
Seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada e associada em soja RR/STS / André Felipe Moreira Silva. - - Piracicaba, 2015.
53 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Soja Tolerante a Sulfoniluréias (STS) 2. Herbicidas Inibidores da ALS 3. Glyphosate 4. Fitointoxicação I. Título

CDD 633.34
S586s

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

## DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais José Cícero e Vera Lúcia.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me colocado ao lado de pessoas que sempre me apoiaram e me ajudaram.

Aos meus pais José Cícero e Vera Lúcia, pelo amor e compreensão. Ao meu irmão Guilherme pelo apoio e amizade incondicional. A toda minha família, meus avós, tios e primos, nos quais sempre busquei apoio mesmo à distância.

Agradeço aos Professores que me auxiliaram e orientaram durante a graduação, possibilitando meu ingresso no mestrado, em especial a Prof.ª Juliana Parisotto Palotine e Prof. Leandro Paiola Albrecht, cujos ensinamentos guardarei para toda a vida. Agradeço também todos os Professores desta instituição que contribuíram para minha formação, em especial ao meu orientador Prof. Ricardo Victoria Filho, pelos conhecimentos transmitidos, pelo apoio, confiança e amizade.

Agradeço a esta instituição de ensino e a seus colaboradores, à secretária Luciane Ap. Lopes Toledo e aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal: Aparecido D. Serrano, Luiz Ferrari, Aparecido Mendes e Clayton Coratito.

Agradeço também a todos os amigos que fizeram e ainda fazem parte do grupo PRO-HORT: Bruno, Luiz, Marcelo, Vitor Damião, Henrique, Beatriz, Victor Pellicci, enfim todos que me ajudaram e continuam me ajudando. Também a todos estagiários vindos da UFPR que sempre me auxiliaram.

Agradeço também aos companheiros da pós-graduação, orientados do Prof. Ricardo, Fabrícia, Murilo, Leonardo, Guilherme, Marco, Gustavo, e de maneira especial ao Roberto, pelas sugestões e revisão final desta dissertação.

Agradeço aos meus amigos de infância, do colégio, do futebol. Meus amigos da graduação Philipp, André e Matheus. A todos os meus amigos e companheiros de pós-graduação, José Guilherme, João Pedro, Cristiano, Silas, Clóvis, Rafaela, Fernando... E é claro ao grande amigo Alfredo, pela amizade e grande apoio.

Agradeço grandemente ao CNPq, pela concessão da bolsa, ainda à Coodetec, C. Vale Cooperativa Agroindustrial e UFPR – Setor Palotina, que possibilitaram a condução adequada deste trabalho.

# SUMÁRIO

RESUMO.....9
ABSTRACT.....11
1 INTRODUÇÃO.....13
Referências.....16
2 DOSES CRESCENTES DE CHLORIMURON-ETHYL APLICADAS EM SOJA RR/STS.....21
Resumo.....21
Abstract.....21
2.1 Introdução.....22
2.2 Material e Métodos.....24
2.3 Resultados e Discussão.....28
2.4 Conclusão.....34
Referências.....36
3 APLICAÇÃO EM PÓS-EMERGÊNCIA DE HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS ASSOCIADOS OU NÃO AO GLYPHOSATE, EM SOJA RR/STS.....37
Resumo.....37
Abstract.....37
3.1 Introdução.....39
3.2 Material e Métodos.....40
3.3 Resultados e Discussão.....43
3.4 Conclusão.....50
Referências.....50
4 CONCLUSÕES GERAIS.....53

# RESUMO


## Seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada e associada em soja RR/STS

Mundialmente, a soja é considerada uma das principais fontes de produção de óleos e proteínas vegetais para alimentação humana e animal. Constitui-se atualmente um dos produtos de maior importância na economia brasileira. É notório o crescimento das áreas ocupadas pelas lavouras de soja no Brasil, que na safra 2014/2015 atingiram 32,09 milhões de hectares, com previsão de expansão para 32,20 milhões de hectares para a safra 2015/2016. Outro aspecto a ser salientado é que as lavouras de soja RR (Roundup Ready) corresponderam a 93,5%, da área total cultivada com soja no Brasil na safra 2014/2015. Cultivares STS (Soja Tolerante à Sulfoniluréias) contém um gene que aumenta a degradação de alguns herbicidas na planta, como por exemplo, o chlorimuron-ethyl, para o qual são posicionados tolerando doses até quatro vezes as doses recomendadas para cultivares não tolerantes, sem apresentar danos significativos. A soja STS foi desenvolvida através da técnica de mutagênese de sementes utilizando o agente alquilante etilmetanosulfonato (EMS), não sendo uma cultura transgênica. Os objetivos do presente trabalho foram: avaliar a seletividade do herbicida chlorimuron-ethyl aplicado em pós-emergência de soja RR/STS; avaliar a seletividade de herbicidas inibidores da ALS aplicados em pós-emergência de soja RR/STS. Para tanto foram conduzidos dois experimentos principais. O primeiro conduzido durante quatro safras (2011/2012 a 2014/2015), os tratamentos foram constituídos por sete doses do herbicida chlorimuron-ethyl (0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 g i. a. $ha^{-1}$). Foi realizada avaliação das variáveis relacionadas ao desempenho agronômico (altura, número de vagens por planta, produtividade, e massa de mil sementes). O segundo durante a safra 2014/2015 no campo e casa de vegetação, em que a soja RR/STS foi submetida à aplicação de herbicidas inibidores da ALS, associados ou não ao glyphosate. Foi realizada avaliação de fitointoxicação, índice SPAD, bem como variáveis relacionadas ao desempenho agronômico para o experimento no campo (número de vagens por planta e produtividade). Os cultivares de soja CD 250 e CD 2630 RR/STS apresentaram-se tolerantes para aplicação, em pós-emergência (V4), do herbicida chlorimuron-ethyl até a dose de 90 g i. a. $ha^{-1}$. O cultivar de soja CD 2630 RR/STS apresentou-se tolerante à aplicação, em pós-emergência, dos herbicidas utilizados, isolada ou em associação com glyphosate. Exceção feita ao metsulfuron-methy (2,4 g i. a. $ha^{-1}$), associado ou não com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$).


Palavras-chave: Soja Tolerante a Sulfoniluréias (STS); Herbicidas Inibidores da ALS; Glyphosate; Fitointoxicação

## ABSTRACT

### Selectivity of herbicides applied alone and associated on RR/STS soybean

Worldwide soybean is considered one of the major sources of production of vegetable oils and proteins for food and feed. It currently is one of the most important products in the Brazilian economy. It is notable growth areas occupied by soybean crops in Brazil, that in the 2014/2015 season reached 32.09 million hectares, with expansion forecast to 32.20 million hectares for the season 2015/2016. Another aspect to be noted is that the RR soybean (Roundup Ready) crops corresponded to 93.5% of the total area cultivated with soybeans in Brazil in the 2014/2015 season. Cultivars STS (Sulfonylurea Tolerant Soybeans) contains a gene that increases the degradation of some herbicides in the plant, for example, chlorimuron-ethyl, to which are positioned tolerated doses up to four times the recommended dosages for non-tolerant cultivars, without presenting significant damage. STS soybean was developed by seed mutagenesis technique using the alkylating agent ethyl methane sulfonate (EMS), not being a transgenic crop. The aims of this study were to evaluate the selectivity of the herbicide chlorimuron-ethyl applied post-emergence of RR/STS soybean; evaluate the selectivity of ALS-inhibiting herbicides applied post-emergence of RR/STS soybean. Therefore, two main experiments were conducted. The first conducted for four seasons (2011/2012 to 2014/2015), the treatments were seven doses of the herbicide chlorimuron-ethyl (0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 g a. i. $ha^{-1}$). Performed an assessment of variables related to agronomic performance (height, number of pods per plant, yield and mass of one thousand seeds). The second during the 2014/2014 season in the field and the greenhouse, where RR/STS soybean was subjected to application of ALS inhibitor herbicides, with or without glyphosate. It was conducted evaluation phytointoxication, SPAD index, as well as variables related to agronomic performance (number of pods per plant and productivity). The soybean cultivars CD 250 and CD 2630 RR/STS were tolerant to application, post-emergence (V4) of herbicide chlorimuron-ethyl up to a dose of 90 g a. i. $ha^{-1}$. Cultivar CD 2630 RR/STS presented tolerance to application in post-emergence herbicides used alone or in combination with glyphosate. Except for the metsulfuron-methy (2.4 g a. i. $ha^{-1}$), associated or not with glyphosate (960 g a. e. $ha^{-1}$).


Keywords: Sulfonylurea Tolerant Soybeans (STS); Herbicides ALS Inhibitors; Glyphosate; Phytointoxication

# 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma leguminosa que começou a ser cultivada na China há cerca de cinco mil anos. Apenas no século passado, iniciou-se o seu cultivo na América Latina. Hoje é um dos principais produtos agrícolas nacionais, ocupando lugar de destaque no país, gerando importante fonte de capital (ITO & TANAKA, 1993).

Mundialmente, a soja é considerada uma das principais fontes de produção de óleos e proteínas vegetais para alimentação humana e animal. Constitui-se atualmente um dos produtos de maior importância na economia brasileira, pois ocupa um lugar de destaque na oferta de óleo para o consumo interno, na alimentação animal como principal fonte proteica, na produção de biocombustível, além de gerar outros produtos, e ainda grande destaque na pauta de exportação do país (SEDIYAMA et al., 1993; COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015).

É notório o crescimento das áreas ocupadas pelas lavouras de soja no Brasil, na safra 2014/2015 atingiram 32,09 milhões de hectares (CONAB, 2015), com previsão de expansão para 32,20 milhões de hectares para a safra 2015/2016 (CÉLERES, 2015a). Outro aspecto a ser salientado é que as lavouras de soja RR (Roundup Ready) corresponderam a 93,5%, da área total cultivada com soja no Brasil na safra 2014/2015 (CÉLERES, 2015b).

Tradicionalmente, os agricultores sempre utilizaram herbicidas seletivos para o controle de plantas daninhas. A pesquisa encarregava-se de buscar novas moléculas e formulações que fossem seguras aos cultivos, e controlassem efetivamente as plantas daninhas. Contudo, atualmente é possível conferir tolerância a herbicidas para as culturas, via alterações nas mesmas. Essas alterações podem ser feitas por meio de transferência de genes ou por seleção de mutações genéticas, utilizando sementes ou cultura de tecidos (GREEN, 2007).

O desenvolvimento da soja transgênica tolerante ao herbicida glyphosate (soja RR) foi obtido através da introdução do gene que codifica uma enzima EPSPs insensível ao glyphosate, presente na bactéria *Agrobacterium tumefaciens* estirpe CP4, no genoma da planta, de maneira que o glyphosate não tem a capacidade de bloquear a EPSPs. Esta enzima CP4-EPSPs está disponível comercialmente no Brasil para soja, milho e algodão. (PADGETTE et al., 1996; DILL, 2009).

Devido a sua grande importância, a cultura da soja tem demonstrado intensa atividade de pesquisa direcionada à obtenção de informações que possibilitem aumentos na qualidade e quantidade produzida, bem como reduzir os custos de produção. Isto tem exigido a constante reformulação e adaptação de tecnologias e manejos, como um posicionamento mais adequado do herbicida glyphosate, além do surgimento de novas tecnologias. Nesse contexto a Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), no Estado do Paraná, desenvolveu a Soja Tolerante a Sulfoniluréias (STS), que foi liberada comercialmente a partir da safra 2010/2011 (COOPERATIVA CENTRAL DE PESQUISA AGRÍCOLA - COODETEC, 2011). Atualmente além da Coodetec, outras empresas possuem distintos cultivares de soja apresentando esta tecnologia.

A soja STS foi desenvolvida como uma ferramenta auxiliar para o controle mais eficiente de plantas daninhas dicotiledôneas, como por exemplo, a *Conyza* spp., que apresenta resistência ao glyphosate. Casos de resistência de *C. bonariensis* e *C. canadensis* ao glyphosate foram relatados por Vargas et al. (2007), Lamego e Vidal (2008) no Rio Grande do Sul, e Moreira et al. (2007) em São Paulo. Santos et al. (2012), relatou caso de *C. sumatrensis* resistentes ao glyphosate e ao chlorimuron-ethyl, o primeiro relato de resistência múltipla desta planta daninha no mundo.

Esta alta tolerância da soja a algumas sulfoniluréias, foi obtida via técnicas convencionais de melhoramento genético. Assim, cultivares STS contém um gene que aumenta a degradação de alguns herbicidas na planta, como por exemplo, o chlorimuron-ethyl, para o qual são posicionados tolerando doses até quatro vezes as doses recomendadas para cultivares não tolerantes, sem apresentar danos significativos (COODETEC, 2011; ROSO & VIDAL, 2011). Assim é possível o uso mais flexível de sulfoniluréias na cultura da soja, proporcionando mais opções para o manejo de plantas daninhas (WALTER et al., 2014).

Quando adotadas culturas RR, deve-se ressaltar que o uso continuado de uma mesma molécula pode resultar em resistência de plantas daninhas, como está acontecendo no Brasil com o glyphosate. No Brasil já se tinha registro de resistência de plantas daninhas ao glyphosate antes da introdução legal da soja RR, como por exemplo, o *Lolium multiflorum* identificada a resistência no ano de 2003 no estado Rio Grande do Sul. Além desta as outras plantas daninhas com resistência ao glyphosate no Brasil são: *Conyza bonariensis*, identificada em 2005, nos estados do

Rio Grande do Sul e São Paulo; *Conyza canadensis*, identificada em 2005, nos estado de São Paulo; *Digitaria insularis*, identificada em 2008, no estado do Paraná; *Conyza sumatrensis*, identificada em 2010, no estado do Paraná; *Chloris elata*, identificada em 2014, no estado de São Paulo (HEAP, 2015).

Esta situação causa prejuízos ao produtor, e dentre as práticas de manejo integrado das plantas daninhas, que evitam este problema, tem-se a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Segundo Green et al. (2008) a combinação das tecnologias RR e STS representa uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas de difícil controle na cultura da soja.

Atualmente na Argentina mais de 26 cultivares de soja STS, de todos os grupos de maturação, estão disponíveis para os agricultores. A tecnologia STS vem sendo utilizada como ferramenta para o manejo de gramíneas em geral, plantas voluntárias de milho RR e ainda *Conyza* spp. Juntamente com aplicação de um herbicida, que apresenta em sua formulação duas sulfoniluréias: sulfometuron-methyl (111,11 g $kg^{-1}$) e chlorimuron-ethyl (148,15 g $kg^{-1}$), com dose recomendada de 90 a 100 g p. c. $ha^{-1}$, em associação com glyphosate (DUPONT, 2012; INFOCAMPO, 2015).

A soja STS foi desenvolvida através da técnica de mutagênese de sementes utilizando o agente alquilante etilmetanosulfonato (EMS), não se tratando de uma cultura transgênica. O agente EMS não causa mutação pela inserção no DNA, mas sim pela modificação da base já presente, introduzindo um radical alquil. Neste caso um etil, frequentemente na base nitrogenada Guanina (ROGOZIN et al., 2001; GREENE et al., 2001).

Sementes mutantes do cultivar de soja 'Williams 82' foram selecionadas de acordo com tolerância a sulfoniluréia chlorsulfuron. Assim foi selecionado o cultivar de soja W20, que apresentou um elevado grau de tolerância, em pós-emergência e pré-emergência, para algumas sulfoniluréias. Pesquisas demonstraram que esta característica é determinada por um alelo semi-dominante que foi designado Als1. Estudos como esses são de fundamental importância para identificar outras mutações, e por consequência aumentar a tolerância destes cultivares de soja a sulfoniluréias e a outras famílias de herbicidas inibidores da ALS (SEBASTIAN et al., 1989; GHIO et al., 2013; WALTER et al., 2014).

Os herbicidas do grupo da sulfoniluréias atuam via a inibição da acetolactato sintase (ALS), de maneira irreversível. A ALS é a enzima inicial da biossíntese dos

aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina, catalisando duas reações paralelas, a condensação de piruvato, para formar acetolactato; e a condensação de piruvato com 2-oxibutirato, para formar aceto-hidroxibutirato (EBERLEIN et al., 1997). Esses aminoácidos, valina, leucina e isoleucina, são requeridos para a produção de novas células e também para componentes essenciais em proteínas (VIDAL, 1997; RUSSELL et al., 2002; ZHOU et al., 2007).

Os herbicidas inibidores da ALS são absorvidos pelas raízes e folhas, sendo encaminhados via xilema e floema para o sítio de ação nos pontos de crescimento (PETERSON et al., 2001). Esses herbicidas controlam principalmente dicotiledôneas, mas também algumas sulfoniluréias podem suprimir ciperáceas. Após o tratamento com o produto, a planta suscetível torna-se clorótica e a sua morte ocorre em um prazo de 7 a 14 dias (SCHLOSS, 1990; DURNER et al., 1991;GREY e McCULLOUGH, 2012).

O grupo das sulfoniluréias tem sido largamente utilizado por apresentar alta eficácia em doses muito baixas, tendo boa seletividade em várias culturas de importância econômica e baixa toxicidade para mamíferos (TRANEL & WRIGTH, 2002; OLIVEIRA JR, 2011).

Portanto, devido à carência por informações científicas concretas referentes à tecnologia STS somada à tecnologia RR, muitos aspectos precisam ser mais bem elucidados, relacionados ao posicionamento adequado desta tecnologia.

O presente trabalho teve como objetivos gerais avaliar os possíveis efeitos da aplicação de herbicidas inibidores da ALS, associados ou não ao herbicida glyphosate, em pós-emergência de cultivares de soja RR/STS.

Como objetivos específicos: avaliar a seletividade do herbicida chlorimuron-ethyl aplicado em pós-emergência de soja apresentando as tecnologias RR/STS; avaliar a seletividade de herbicidas inibidores da ALS, associados ou não ao glyphosate, em pós-emergência na soja RR/STS.

## Referências

CÉLERES. **Informativo Céleres – Projeção de safra - 2015/2016:** soja, setembro de 2015. 2015a. Disponível em: <http://celeres.com.br/ic15-09-projecao-de-safra-soja-setembro-2015/>. Acesso em: 14 set. 2015.

_____. **Informativo biotecnologia:** safra 2014/2015, terceiro levantamento, julho de 2015. Uberlândia, 2015b. 7p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos: safra 2014/2015, décimo segundo levantamento, set.de 2015. Brasília, 2015. 139p.

COOPERATIVA CENTRAL DE PESQUISA AGRÍCOLA - COODETEC, 2011. **Sistema STS.** 2011. Disponível em: <http://www.coodetec com.br/sts />. Acesso em: 21 mai. 2015.

DILL, G.M. Desenvolvimento e uso de culturas resistentes ao glyphosate. In: VELINI, E.D.; MESCHEDE, D.K.; CARBONARI, C.A.; TRINDADE, M.L.B. (Ed.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 299-308.

DUPONT. **Ligate STS.** 2012. Disponível em: <http://www.dupont.com.ar/content /dam /assets/products-and-services/crop-protection/assets/Brochure_Ligate.pdf >. Acesso em: 13 jul. 2015.

DURNER, J.; GAILUS, V.; BÖGER, P. New aspects on inhibition of plant acetolactate synthase depend on flavin adenine dinucleotide. **Plant Physiology**, Rockville, v. 81, n. 4, p. 1144-1149, 1991.

EBERLEIN, C.V.; GUTTIERI, M.J.; THILL, D.C.; BAERG, R.J. Altered acetolactate synthase activity in ALS - inhibitor resistant prickly lettuce (Lactuca serriola). **Weed Science**, Champaign, v. 45, n. 2, p. 212-217, 1997.

GHIO, C.; RAMOS, M.L.; ALTIERI, E.; BULOS, M.; SALA, C.A. Molecular characterization of Als1, an acetohydroxyacid synthase mutation conferring resistance to sulfonylurea herbicides in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 126, n. 12, p. 2957–2968, 2013.

GREENE, E.A.; CODOMO, C.A.; TAYLOR, N.E.; HENIKOFF, J.G.; TILL, B.J.; REYNOLDS, S.H.; ENNS, L.C.; BURTNER, C.; JOHNSON, J.E.; ODDEN, A.R.;ROGOZIN, I.B.; BERIKOV, V.B.; VASUNINA, E.A.; SINITSINA, O.I. The effect of the primary structure of DNA on induction of mutations by alkylating agents. **Russian Journal of Genetics**, Moscow, v. 37, n. 6, p. 704-710, 2001.

GREEN, J.M. Review of Glyphosate and ALS-Inhibiting Herbicide Crop Resistance and Resistant Weed Management. **Weed Technology**, Champaign, v. 21, n. 2, p. 547–558, 2007.

GREEN, J.M.; HAZEL, C.B. FORNEY, D.H.; PUGH, L.M. New multiple-herbicide crop resistance and formulation technology to augment the utility of glyphosate **Pest Management Science**, Malden, v. 64, n. 4, p. 332-339, 2008.

GREY, T.L.; McCULLOUGH, P.E. Sulfonylurea Herbicides' Fate in Soil: Dissipation, Mobility, and Other Processes. **Weed Technology,** Champaign, v. 26, n. 3, p. 579–581, 2012.

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds.** 2015. Disponível em: < http://www.weedscience.org>. Acesso em: 19 nov. 2015

INFOCAMPO. **Nuevas estrategias de DuPont para acorralar al Rye Grass.** 2015. Disponível em: < http://infocampo.com.ar/nota/campo/70486/nuevas-estrategias-de-dupont-para-acorralar-al-rye-grass >. Acesso em: 19 out. 2015.

ITO, M.F.; TANAKA, M.A.S. **Soja: principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides**. Campinas: Fundação Cargill, 1993. 234p

LAMEGO, F.; VIDAL, R.A. Resistance to glyphosate in Conyza bonariensis and Conyza canadensis biotypes in Rio Grande do Sul, Brazil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.

MOREIRA, M.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de Conyza canadensis e C. bonariensis ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 323-326, 2007.

OLIVEIRA JR, R.S. Mecanismos de Ação dos Herbicidas. In: OLIVEIRA JR, R.S; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Curitiba: Omnipax, 2011. p. 141-192.

PADGETTE, S.R.; REDDY, D.B.; BARRY, G.F.; EICHHOLTZ, D.E.; DELANNAY, X.; FUCHS, R.L.; KISHORE, G.M.; FRALEY, R.T. New weed control opportunities: development of soybeans with a roundup ready gene. In: DUKE, S.O (Ed.). **Herbicide resistante crops:** agricultural, economic, environmental, regulatory and technological aspects. Boca Raton: CRC Press, 1996, p. 53-84.

PETERSON, D.E.; THOMPSON, C.R.; REGEHR, D.L.; AL-KHATIB, K. **Herbicide Mode of Action.** Topeka: Kansas State University, 2001. 24p.

ROGOZIN, I.B.; BERIKOV, V.B.; VASUNINA, E.A.; SINITSINA, O.I. The effect of the primary structure of DNA on induction of mutations by alkylating agents. **Russian Journal of Genetics**, Moscow, v. 37, n. 6, p. 704-710, 2001.

ROSO, A.C.; VIDAL, R.A. Culturas resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS: Revisão de literatura. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 21, p. 13-24, 2011.

RUSSELL, M.H.; SALADINI, J.L.; LICHTNER, F. Sulfonylurea herbicides. **Pesticide Outlook**, Cambridge, v. 13, n. 5, p. 166-173, 2002.

SANTOS, G.; OLIVEIRA JR, R.S; CONSTANTIN, J.; MACHADO, M.F.P. Buva com resistência múltipla a herbicidas é identificada como Conyza sumatrensis no Paraná. **Informe Técnico PGA – UEM**, Maringá, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2012.

SCLOSS, J.V. Acetolactate synthase, mechanism of action and its herbicide binding site. **Pesticide Science,** Malden, v. 29, n. 3, p. 283-292, 1990.

SEBASTIAN, S.A.; FADER, G.M.; ULRICH, J.F.; FORNEY, D.R; CHALEFF, R.S. Semidominant soybean mutation for resistance to sulfonylurea herbicide. **Crop Science,** Madison, v. 29, n. 6, p. 403–1408, 1989.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja:** pt I. Viçosa, MG: UFV, 1993. 97p.

TRANEL, P.; WRIGHT, T.R. Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned? **Weed Science**, Champaign, v. 50, n. 6, p. 700-712, 2002.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (Conyza bonariensis) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VIDAL, R.A. **Herbicidas:** mecanismo de ação e resistência de plantas. Porto Alegre, 1997. 165p.

WALTER, K.L.; STRACHAN, S.D.; FERRY, N.M.; ALBERT, H.H.; CASTLE, L.A.; SEBASTIAN, S.A. Molecular and phenotypic characterization of Als1 and Als2 mutations conferring tolerance to acetolactate synthase herbicides in soybean. **Pest Management Science**, Malden, v. 70, n. 12, p. 1831-1839, 2014.

ZHOU, Q.; LIU, W.; LIU, K.K. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. **Pesticide Biochemistry and Physicolgy**, San Diego, v. 89, n. 2, p. 89-96, 2007.

# 2 DOSES CRESCENTES DE CHLORIMURON-ETHYL APLICADAS EM SOJA RR/STS


## Resumo

O chlorimuron-ethyl, bem como as demais sulfoniluréias, é ativo em doses baixas, com alta eficácia, controlando principalmente plantas daninhas dicotiledôneas. A susceptibilidade ao chlorimuron-ethyl pode variar de acordo com o genótipo de soja. Cultivares STS (Soja Tolerante a Sulfoniluréias) contém um gene que aumenta a degradação de algumas sulfoniluréias na planta. A soja STS foi desenvolvida através da técnica de mutagênese de sementes utilizando o agente alquilante etilmetanosulfonato (EMS), não sendo uma cultura transgênica. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade do herbicida chlorimuron-ethyl aplicado em pós-emergência nos cultivares de soja CD 250 RR/STS e CD 2630 RR/STS. O experimento foi conduzido nas safras 2011/2012 a 2014/2015. Foi utilizado o cultivar CD 250 RR/STS, nas três primeiras safras, enquanto que na safra 2014/2015 foi utilizado o cultivar CD 2630 RR/STS. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por sete doses do herbicida chlorimuron-ethyl (0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 g i. a. $ha^{-1}$). Foi realizada avaliação de variáveis relacionadas ao desempenho agronômico (altura, número de vagens por planta, produtividade, e massa de mil sementes). Os cultivares de soja CD 250 RR/STS e CD 2630 RR/STS apresentaram-se tolerantes para aplicação, em pós-emergência, do herbicida chlorimuron-ethyl até a dose máxima utilizada (90 g i. a. $ha^{-1}$).


Palavras-chave: Soja Tolerante a Sulfoniluréias; Seletividade; Fitointoxicação


## Abstract

The chlorimuron-ethyl and other sulfonylureas, is active at low doses, with high control notes. Mainly controlling dicotyledonous weeds. The susceptibility to chlorimuron-ethyl varies according soybean genotype. STS cultivars (Sulfonylurea Tolerant Soybeans) contain a gene that increases the degradation of some sulfonylureas in the plant. STS soybean was developed by seed mutagenesis technique using the alkylating agent ethyl methane sulfonate (EMS), not being a transgenic crop. The aim of this study was to evaluate the selectivity of the herbicide chlorimuron-ethyl applied post-emergence of soybean cultivars CD 250 RR/STS and CD 2630 RR/STS. The experiment was conducted in 2011/2012 to 2014/2015 seasons. It used the cultivar CD 250 RR/STS in the first three seasons, while in the 2014/2015 season was used to cultivar CD 2630 RR/STS. The experimental design was a randomized block with four replications. The treatments were seven doses of the herbicide chlorimuron-ethyl (0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 g a. i. $ha^{-1}$). Performed an assessment variables related to agronomic performance (height, number of pods per plant, yield and mass of one thousand seeds). The soybean cultivars CD 250 RR/STS and 2630 RR/STS presented tolerant to application, post-emergence of herbicide chlorimuron-ethyl up to a dose of 90 g a. i. $ha^{-1}$.


Keywords: Sulfonylurea Tolerant Soybeans; Selectivity; Phytointoxication

## 2.1 Introdução

O grupo químico das sulfoniluréias foi descoberto e inicialmente desenvolvido pela Du Pont de Nemours & Co. em 1975 e o primeiro produto comercializado foi o chlorsulfuron, em 1981 (OLIVEIRA JR, 2011). Por sua vez o chlorimuron-ethyl começou a ser desenvolvido em janeiro de 1982, também pela Du Pont, ensaios no campo foram conduzidos nos Estados Unidos da América do Norte e no Brasil (CLAUS, 1987). As sulfoniluréias controlam principalmente plantas daninhas dicotiledôneas, entretanto algumas moléculas demonstram boa ação contra gramíneas. Assim são amplamente utilizadas para o controle de plantas daninhas nas culturas do trigo, arroz, soja, cevada, algodão, batata e milho (BROWN, 1990; ZHOU et al., 2007).

As sulfoniluréias apresentam o mecanismo de inibição da enzima Aceto Lactato Sintase (ALS), interrompendo assim a síntese dos aminoácidos ramificados leucina, isoleucina e valina. Por consequência interrompe-se a síntese proteica, que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular. Após a absorção são translocadas para os meristemas e ápices, que são áreas de crescimento ativo e as plantas suscetíveis tem o crescimento inibido. As plantas sensíveis tornam-se cloróticas, definham e morrem, no prazo de 7 a 14 dias após o tratamento (SCHLOSS, 1990; DURNER et al., 1991).

Dentre as sulfoniluréias podem ser citadas metsulfuron-methyl, nicosulfuron e chlorimuron-ethyl. O chlorimuron-ethyl tem destaque no controle de espécies anuais de dicotiledôneas, sendo mais eficaz quando estas se encontram na fase inicial de crescimento (até seis folhas). É comum associá-la com outros herbicidas, para controle de dicotiledôneas em soja, porém não deve ser associada com graminicidas. Para cultivares de soja, que não são STS, a dose recomendada é de 15 a 20 g i. a. $ha^{-1}$ (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

As sulfoniluréias são muito ativas em doses baixas, como por exemplo, o metsulfuron-methyl, ativo a 2 g i. a. $ha^{-1}$. Resultam em altas porcentagens de controle para diferentes espécies de plantas daninhas. Além de controlarem principalmente infestantes dicotiledôneas, algumas moléculas demonstram boa ação de controle de algumas gramíneas. As sulfuniluréias são ativas tanto em via foliar, quanto via solo, translocando-se via apo-simplasto. Apresentam toxicidade aguda

muito baixa para mamíferos (CLAUS, 1987; SILVA et al., 2010; OLIVEIRA JR, 2011; GOZZI et al., 2012).

O herbicida chlorimuron-ethyl inibe rapidamente o crescimento de plantas daninhas susceptíveis, sendo os sintomas visíveis ao redor de três a cinco dias após a aplicação, quando as folhas apresentam clorose inicial entre as nervuras centrais, seguidas de necrose. As plantas susceptíveis são controladas de sete a 21 dias após aplicação (CLAUS, 1987). Trata-se de importante ferramenta no manejo de plantas daninhas, com grande utilização em associação com glyphosate, na soja RR. Verifica-se então eficaz controle, sem danos significativos à cultura de interesse (PROCÓPIO et al., 2006; MACIEL et al., 2009; MARCHI et al., 2013; BELFRY et al., 2015).

A susceptibilidade ao chlorimuron-ethyl pode variar de acordo com o genótipo de soja (MIAN et al., 1997). Merotto Jr et al., (2000) trabalhou com um dos primeiras cultivares de soja da Coodetec que apresentaram tolerância a algumas sulfoniluréias e posteriormente daria origem a soja STS.

Soja apresentando as tecnologias RR/STS apresentou-se altamente tolerante ao herbicida chlorimuron-ethyl, em que este, não trouxe danos significativos às cultivares até a dose de 90 g i. a. $ha^{-1}$ (ALBRECHT et al., 2012a) e até a dose de 60 g i. a. $ha^{-1}$ (SILVA et al., 2014). Segundo Maciel et al. (2014) a aplicação de chlorimuron-ethyl + sulfometuron-methyl (7,5 + 7,5 g i. a. $ha^{-1}$) associado com glyphosate (1440 g e. a. $ha^{-1}$) não provocou injúrias e não afetou a produtividade de soja RR/STS.

A aplicação de glyphosate + chlorimuron-ethyl (1080 g e. a. $ha^{-1}$ + 10 g i. a. $ha^{-1}$) não afetou negativamente a produtividade de soja RR/STS (RACHETTI & ACEVEDO, 2013). Também a soja STS demonstrou-se tolerante ao herbicida chlorimuron-ethyl (22 g i. a. $ha^{-1}$), em aplicação sequencial (pós-emergência inicial e tardia) (REDDY & WHITING, 2000).

Contudo a mistura glyphosate + chlorimuron-ethyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 25 g i. a. $ha^{-1}$) comprometeu o desempenho agronômico do cultivar de soja CD 214 RR (ALBRECHT et al., 2012b), evidenciando os riscos da utilização de dose acima da recomendada para o herbicida chlorimuron-ethyl, em cultivares não STS.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade do herbicida chlorimuron-ethyl aplicado em pós-emergência dos cultivares de soja CD 250 RR/STS e CD 2630 RR/STS.

## 2.2 Material e Métodos

O presente trabalho foi constituído por quatro experimentos, os quais foram conduzidos nas safras 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015 no Município de Palotina, situado na Região Oeste do Estado do Paraná.

Nas três primeiras safras (2011/12 a 2013/14), os experimentos foram instalados em área localizada na Unidade de Palotina da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), altitude: 310m; classe de solo: Latossolo Vermelho eutroférrico de textura muito argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006).

Já na safra 2014/2015 em área localizada na Fazenda Experimental da Cooperativa Agroindustrial C. Vale, classe de solo: Latossolo Vermelho eutroférrico de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

A seguir nas Tabelas 2.1 e 2.2 são apresentadas análises químicas e físicas do solo das áreas experimentais.

Tabela 2.1 – Análise química e física do solo da área experimental (COODETEC), na profundidade de 0 a 20 cm. Palotina – PR, 2011

| P (Mehlich) | K | C | Ca | Mg | H + Al | pH (CaCl2) | Al | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 41,06 | 0,47 | 12,46 | 2,63 | 0,52 | 9,00 | 4,20 | 1,06 | 10,90 |
| Zn | Fe | Mn | SB | V | CTC | argila | silte | areia |
| 2,72 | 42,29 | 169,40 | 3,62 | 28,68 | 12,62 | 77,00 | 18,00 | 5,00 |

Unidades: P, Cu, Zn, Fe, Mn (mg $dm^{-3}$); K, Ca, Mg, H + Al, Al, SB, CTC ($cmol_c$ $dm^{-3}$); C (g $dm^{-3}$); V, argila, silte, areias (%).

Tabela 2.2 – Análise química e física do solo da área experimental (Cooperativa Agroindustrial C. Vale), na profundidade de 0 a 20 cm. Palotina – PR, 2014.

| P (Mehlich) | K | C | Ca | Mg | H + Al | pH (CaCl2) | Al | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50,72 | 0,25 | 10,05 | 3,87 | 0,92 | 2,36 | 5,80 | 0,00 | 1,76 |
| Zn | Fe | Mn | SB | V | CTC | argila | silte | Areia |
| 4,78 | 24,46 | 35,05 | 5,04 | 68,11 | 7,40 | 68,00 | 17,00 | 15,00 |

Unidades: P, Cu, Zn, Fe, Mn (mg $dm^{-3}$); K, Ca, Mg, H + Al, Al, SB, CTC ($cmol_c$ $dm^{-3}$); C (g $dm^{-3}$); V, argila, silte, areias (%).

O emprego das práticas de adubação, instalação da cultura e manejos fitossanitários foram realizados de acordo com as recomendações da Embrapa (2011), A adubação foi realizada para a correção do solo, pensando-se na extração

da cultura. E todas as parcelas foram mantidas livres da inteferência das plantas daninhas, por meio de capinas manuais.

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático predominante nas áreas é o Cfa – subtropical úmido mesotérmico. Esse tipo de clima se caracteriza pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas severas e uma tendência de concentração de chuvas no período de verão (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 1987). A seguir, nota-se nas Figuras de 2.1, a 2.4 a distribuição de precipitação e das temperaturas médias mínimas e máximas ao longo do período de condução dos diferentes experimentos, nas quatro safras.

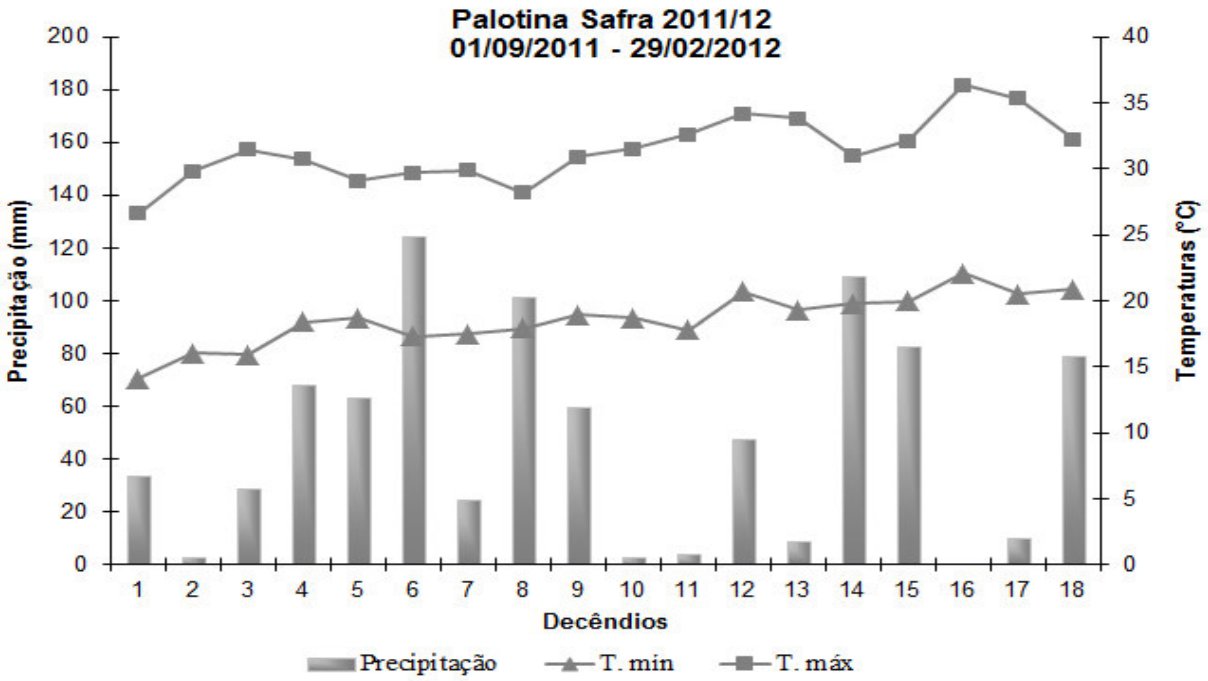


Figura 2.1 - Representação da precipitação, temperatura média mínima e temperatura média máxima para o período referente ao ciclo da cultura da soja, no Município de Palotina, na safra 2011/12

Fonte: SIMEPAR.

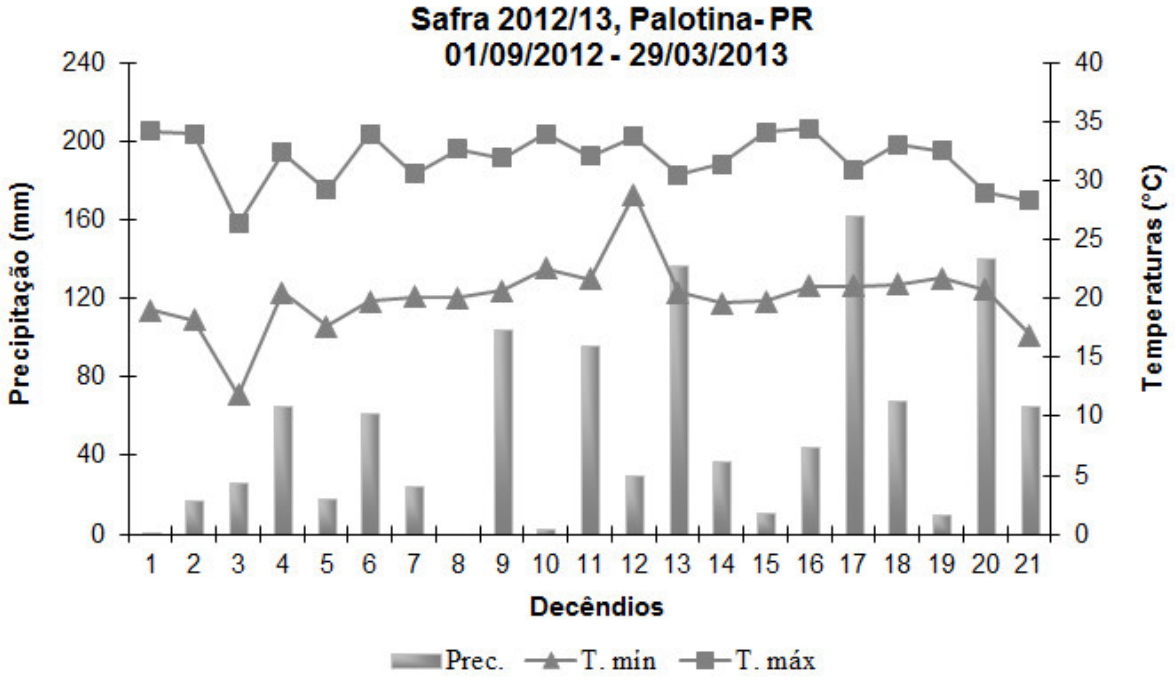


Figura 2.2 - Representação da precipitação, temperatura média mínima e temperatura média máxima para o período referente ao ciclo da cultura da soja, no Município de Palotina, na safra 2012/13
Fonte: SIMEPAR.

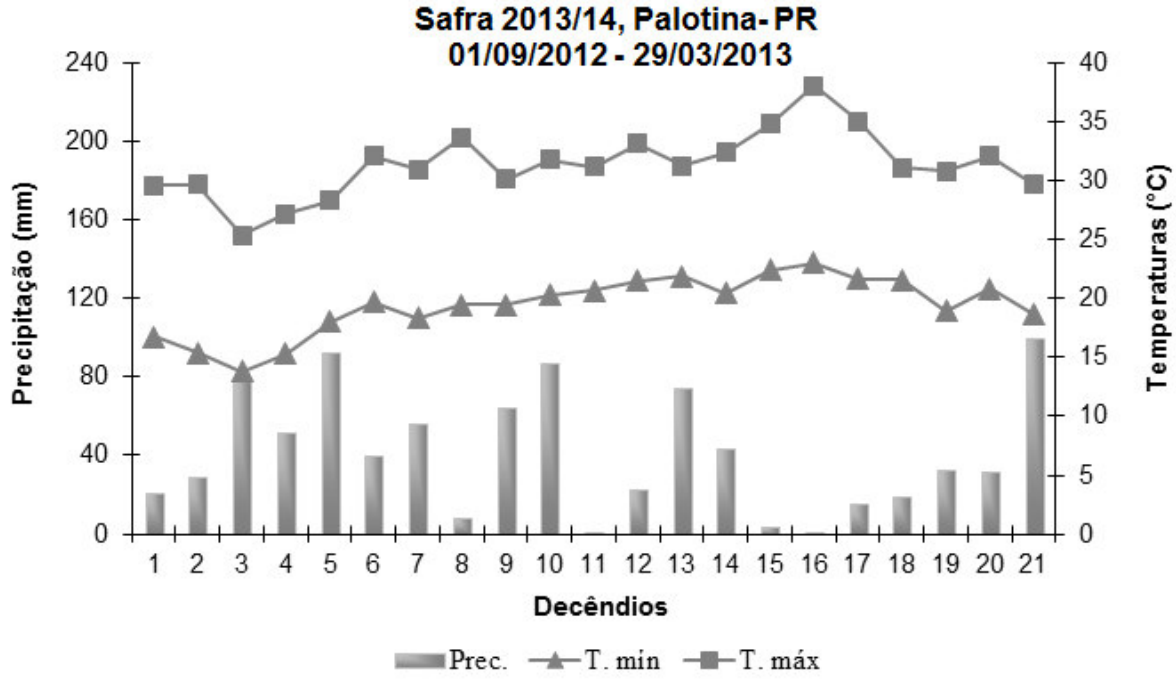


Figura 2.3 - Representação da precipitação, temperatura média mínima e temperatura média máxima para o período referente ao ciclo da cultura da soja, no Município de Palotina, na safra 2013/14
Fonte: SIMEPAR.

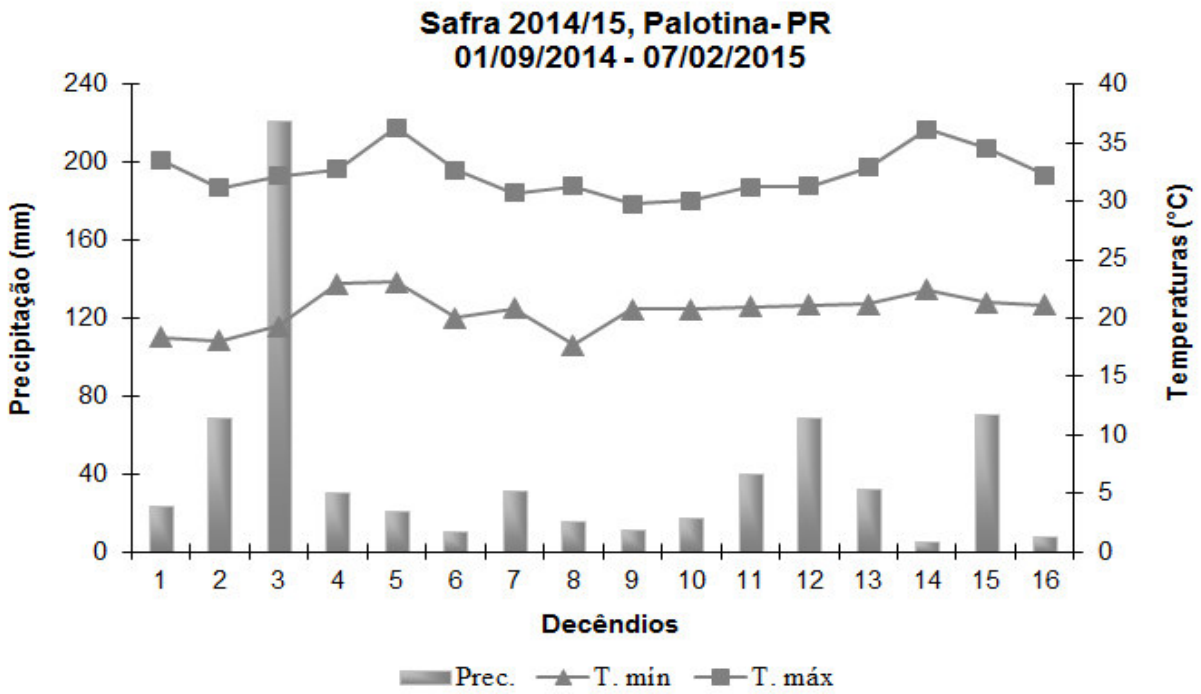


Figura 2.4 - Representação da precipitação, temperatura média mínima e temperatura média máxima para o período referente ao ciclo da cultura da soja, no Município de Palotina, na safra 2014/15
Fonte: SIMEPAR.

Foi utilizado o cultivar CD 250 RR/STS nas três primeiras safras (2011/2012 a 2013/2014) enquanto que na safra 2014/2015 foi utilizado o cultivar CD 2630 RR/STS.

O cultivar CD 250 RR/STS apresenta hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturidade relativa (GMR) 5.5, resistência a mancha olho-de-rã, oídio e cancro da haste. É adaptada a região Sul do Brasil, Paraguai e regiões de Mato Grosso do Sul e São Paulo, com semeadura recomendada de 20 de setembro a 10 de dezembro e população de plantas de 200 a 300 mil plantas $ha^{-1}$ (COODETEC, 2012).

O cultivar CD 2630 RR/STS apresenta hábito de crescimento indeterminado, ciclo precoce, GMR 6.3, resistência a mancha olho-de-rã, oídio, cancro da haste e nematoides de cisto, raças 3 e 14. É adaptada a região Sul do Brasil, Paraguai e regiões de Mato Grosso do Sul e São Paulo, com semeadura recomendada de 20 de setembro a 10 de dezembro e população de plantas de 240 a 300 mil plantas $ha^{-1}$ (COODETEC, 2012).

O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por sete doses do herbicida chlorimuron-ethyl (Classic®) (0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 g i. a. $ha^{-1}$). A aplicação dos

tratamentos foi via pulverizador costal propelido a $CO_2$, com barra equipada com quatro pontas de pulverização, a uma pressão constante de 2 BAR, uma vazão de 0,65 L min.$^{-1}$, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo, e a uma velocidade de 1 m s$^{-1}$, atingindo uma faixa aplicada de 50 cm de largura por ponta de pulverização, e propiciando um volume de calda de 200 L ha$^{-1}$.

Foi avaliada a fitointoxicação, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), através de avaliações visuais, em que foram atribuídas notas percentuais a cada unidade experimental (0 para ausência de injúrias, até 100% para morte das plantas), considerando-se neste caso sintomas significativamente visíveis nas plantas, de acordo com seu desenvolvimento (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD, 1995).

Foi realizada avaliação de variáveis relacionadas ao desempenho agronômico (altura de plantas, número de vagens por planta, produtividade, e massa de 100 sementes).

Para a determinação da altura das plantas, foram avaliadas 10 plantas, escolhidas ao acaso na área útil das parcelas, realizando as medições com o auxílio de régua milimetrada de madeira, com os resultados expressos em centímetros. O número de vagens por planta foi avaliado por ocasião da maturação plena (estádio R8), por meio da contagem manual do número de vagens presentes, igualmente em 10 plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

As plantas foram colhidas manualmente, no estádio R8, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura (FEHR et al., 1971). Em sequência, as vagens foram debulhadas em trilhadeira para experimentos, limpas com o auxílio de peneiras e acondicionadas em sacos de papel, para realização de posteriores análises e avaliações.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade, conforme Pimentel-Gomes e Garcia (2002). Não foram verificadas as pressuposições básicas para análise estatística e análise de variância.

## 2.3 Resultados e Discussão

A seguir são apresentados resultados referentes à safra 2011/2012 (Tabela 2.3, Figura 2.5). A análise dos dados possibilitou inferir que não ocorreu efeito significativo da aplicação, em pós-emergência, de chlorimuron-ethyl nas doses

utilizadas (0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 g i. a. ha$^{-1}$), nas variáveis analisadas para o cultivar CD 250 RR/STS. Não sendo possível o ajuste significativo de modelo regressão linear, segundo os critérios observados (explicação biológica, regressão significativa, desvios da regressão não-significativos, coeficiente de determinação e análise de resíduos).

Tabela 2.3 - Efeito da aplicação das doses de chlorimuron-ethyl quando aplicado em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 250 RR/STS sobre as variáveis analisadas. Safra 2011/2012, Palotina – PR.

| Dose (g i.a. ha$^{-1}$) | Altura (cm) | Nº de vagens (vagens planta$^{-1}$) | Produtividade (kg ha$^{-1}$) | Massa (g 100 sementes$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 68,31 | 22,32 | 1566,12 | 15,36 |
| 15 | 69,13 | 19,13 | 1363,63 | 15,08 |
| 30 | 69,31 | 20,44 | 1463,77 | 14,67 |
| 45 | 63,13 | 15,31 | 1297,03 | 14,49 |
| 60 | 67,32 | 16,69 | 1483,97 | 14,92 |
| 75 | 66,75 | 18,82 | 1521,76 | 14,73 |
| 90 | 67,19 | 16,19 | 1490,19 | 15,48 |
| C.V. (%) | 6,51 | 12,46 | 10,88 | 5,70 |
| Média | 67,30 | 18,41 | 1455,21 | 14,96 |

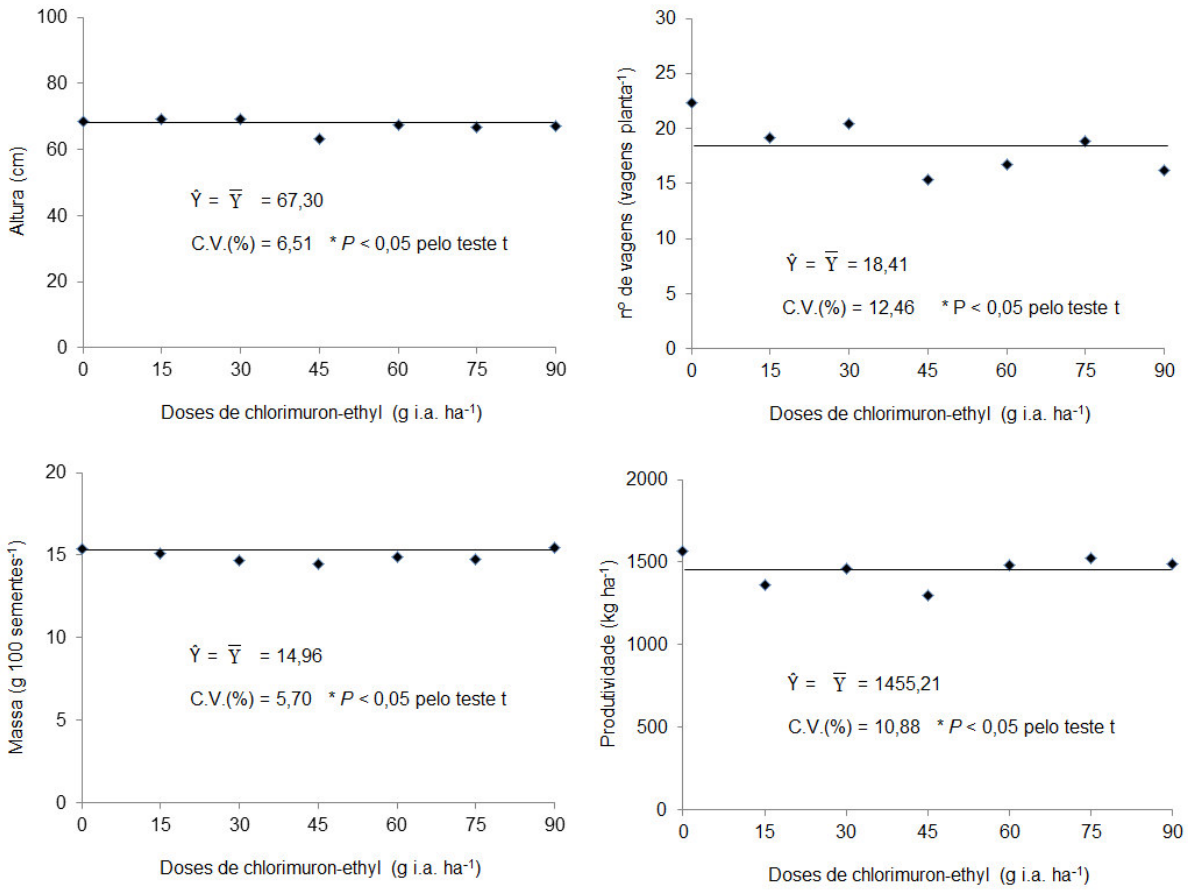


Figura 2.5 – Comportamento das variáveis analisadas sob aplicação de doses de chlorimuron-ethyl em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 26300 RR/STS. Safra 2011/2012, Palotina - PR

Os resultados observados neste trabalho parcialmente estão de acordo com os encontrados por Albrecht et al. (2012a) que não verificou efeitos negativos na produtividade devido a aplicação, em pós-emergência, de chlorimuron-ethyl até a dose de 90 g i. a. $ha^{-1}$, sobre RR/STS. O mesmo observado por Rachetti & Acevedo (2013) na dose de 10 g i. a. $ha^{-1}$, Maciel et al. (2014) na dose de 7,5 g i. a. $ha^{-1}$ e Silva et al. (2014) até a dose de 90 g i. a. $ha^{-1}$,

A aplicação, em pós-emergência de chlorimuron-ethyl não afetou negativamente a produtividade, em nenhuma das doses. Assim como observado por Reddy & Whiting (2000), em que o cultivar de soja DP 3571 S (tolerante à sulfoniluréias) não teve a produtividade influenciada negativamente pela aplicação de chlorimuron-ethyl (22 g i. a. $ha^{-1}$), em aplicação sequencial em pós-emergência inicial e tardia.

Nas safras seguintes, 2012/2013 e 2013/2014, a cultivar CD 250 RR/STS apresentou-se novamente tolerante a aplicação, em pós-emergência, de chlorimuron-ethyl até a dose de 90 g i. a. $ha^{-1}$ (Tabelas 2.4 e 2.5, Figuras 2.6 e 2.7). Não sendo possível o ajuste de modelo regressão adequado, segundo os critérios observados. Resultados estes de acordo com os verificados na safra anterior e com os trabalhos de Reddy & Whiting (2000); Albrecht et al. (2012a); Rachetti & Acevedo (2013); Maciel et al. (2014); Silva et al. (2014), anteriormente citados.

Tabela 2.4 - Efeito da aplicação das doses de chlorimuron-ethyl quando aplicado em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 250 RR/STS sobre as variáveis analisadas. Safra 2012/2013, Palotina – PR.

| Dose (g i.a. $ha^{-1}$) | Altura (cm) | Nº de vagens (vagens $planta^{-1}$) | Produtividade (kg $ha^{-1}$) | Massa (g 100 $sementes^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 67,60 | 37,95 | 2232,45 | 15,61 |
| 15 | 67,35 | 32,70 | 2201,10 | 16,63 |
| 30 | 68,15 | 34,80 | 2582,11 | 15,74 |
| 45 | 68,90 | 37,30 | 2607,49 | 15,99 |
| 60 | 65,10 | 30,15 | 2451,56 | 15,75 |
| 75 | 64,20 | 34,65 | 2448,46 | 16,46 |
| 90 | 63,90 | 34,90 | 2472,05 | 16,21 |
| C.V. (%) | 10,57 | 13,61 | 13,00 | 5,12 |
| Média | 66,45 | 34,64 | 2427,17 | 16,06 |

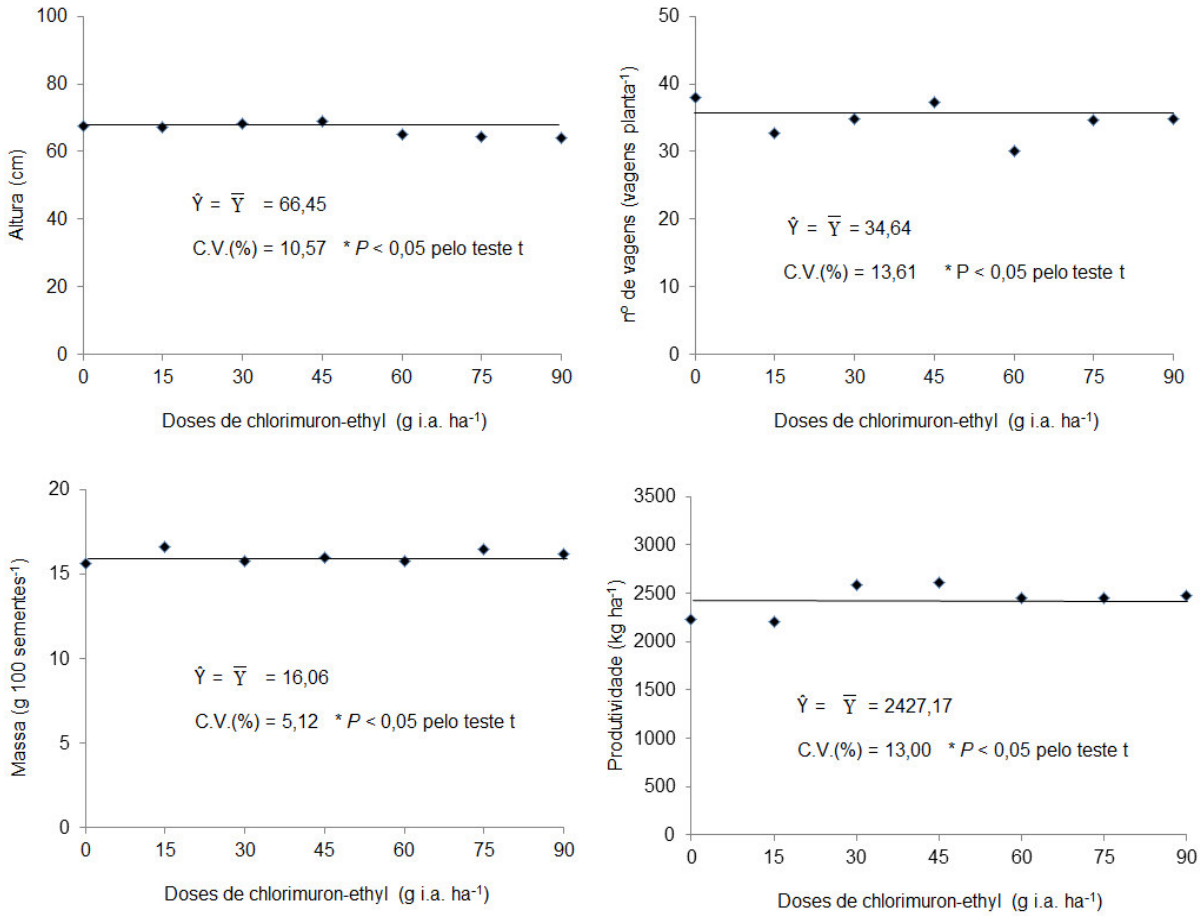


Figura 2.6 – Comportamento das variáveis analisadas sob aplicação de doses de chlorimuron-ethyl em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 250 RR/STS. Safra 2012/2013, Palotina - PR.

Tabela 2.5 - Efeito da aplicação das doses de chlorimuron-ethyl quando aplicado em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 250 RR/STS sobre as variáveis analisadas Safra 2013/2014, Palotina – PR.

| Dose (g i.a. ha$^{-1}$) | Altura (cm) | Nº de vagens (vagens planta$^{-1}$) | Produtividade (kg ha$^{-1}$) | Massa (g 100 sementes$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 78,22 | 44,00 | 4115,00 | 16,85 |
| 15 | 78,50 | 45,19 | 4253,05 | 17,83 |
| 30 | 81,34 | 53,56 | 5226,64 | 16,75 |
| 45 | 74,66 | 45,06 | 4238,51 | 17,23 |
| 60 | 75,44 | 41,00 | 3766,25 | 17,74 |
| 75 | 78,84 | 49,38 | 4739,84 | 17,67 |
| 90 | 75,59 | 43,06 | 4006,02 | 17,70 |
| C.V. (%) | 4,13 | 20,06 | 24,69 | 4,23 |
| Média | 77,51 | 45,89 | 4335,04 | 17,39 |

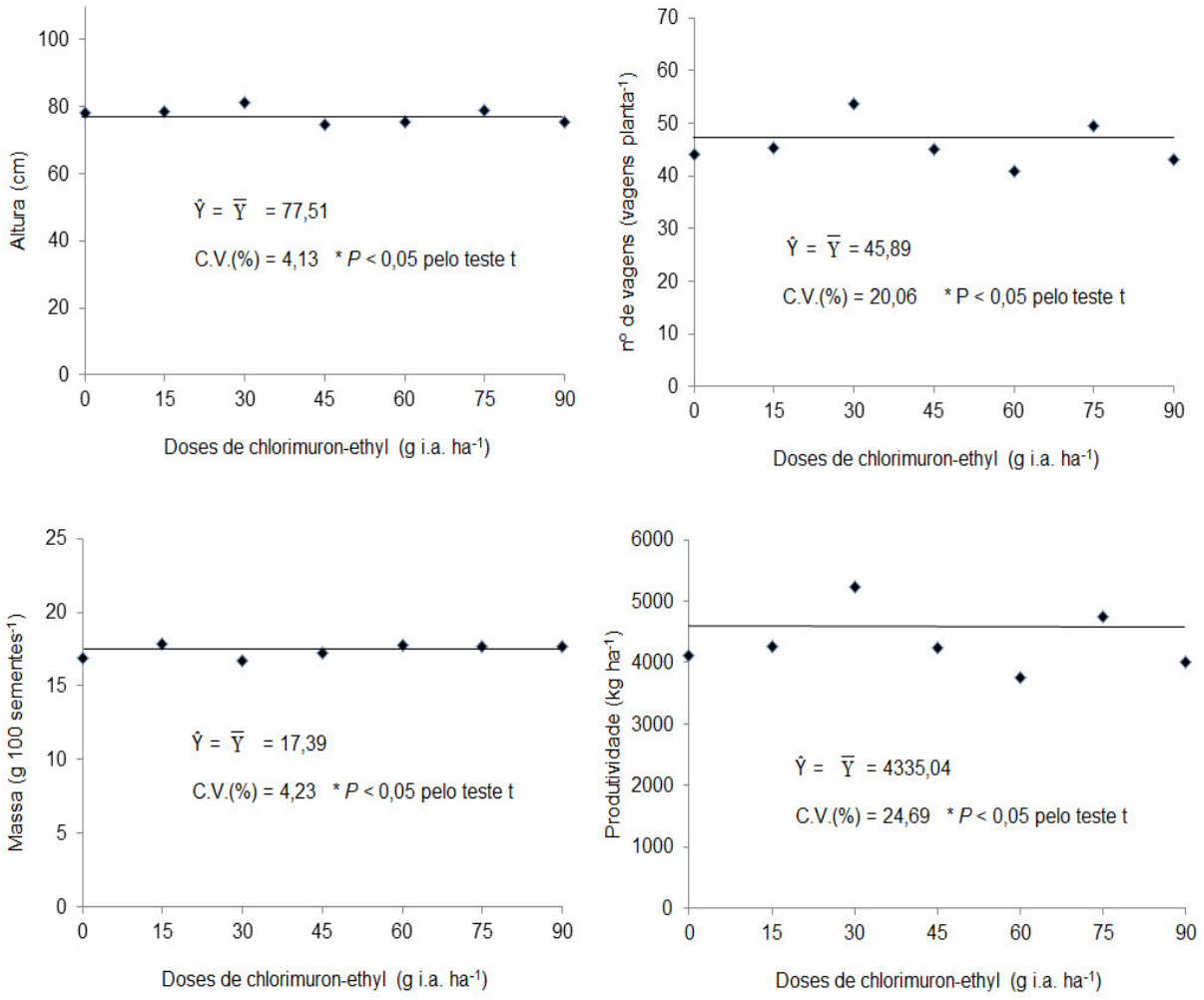


Figura 2.7 – Comportamento das variáveis analisadas sob aplicação de doses de chlorimuron-ethyl em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 26300 RR/STS. Safra 2013/2014, Palotina - PR.

A seguir são apresentados resultados referentes à safra 2014/2015 (Tabela 2.6, Figura 2.8). A análise dos dados possibilitou inferir que não ocorreu efeito significativo da aplicação, em pós-emergência, de chlorimuron-ethyl nas doses de (0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 g i. a. $ha^{-1}$) para as variáveis analisadas na cultivar CD 2630 RR/STS. Não foi possível o ajuste de modelo regressão adequado.

Tabela 2.6 - Efeito da aplicação das doses de chlorimuron-ethyl quando aplicado em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 2630 RR/STS sobre as variáveis analisadas Safra 2014/2015, Palotina – PR.

| Dose (g i.a. ha$^{-1}$) | Altura (cm) | Nº de vagens (vagens planta$^{-1}$) | Produtividade (kg ha$^{-1}$) | Massa (g 100 sementes$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 108,06 | 43,63 | 1786,50 | 16,62 |
| 15 | 103,87 | 45,82 | 2022,00 | 16,48 |
| 30 | 104,40 | 53,06 | 1820,00 | 16,67 |
| 45 | 103,00 | 49,78 | 1788,50 | 16,57 |
| 60 | 104,09 | 43,97 | 1673,50 | 16,57 |
| 75 | 97,72 | 48,47 | 1916,00 | 16,28 |
| 90 | 95,91 | 48,22 | 1742,00 | 16,95 |
| C.V. (%) | 5,69 | 16,47 | 12,67 | 4,73 |
| Média | 102,44 | 47,56 | 1821,21 | 16,59 |

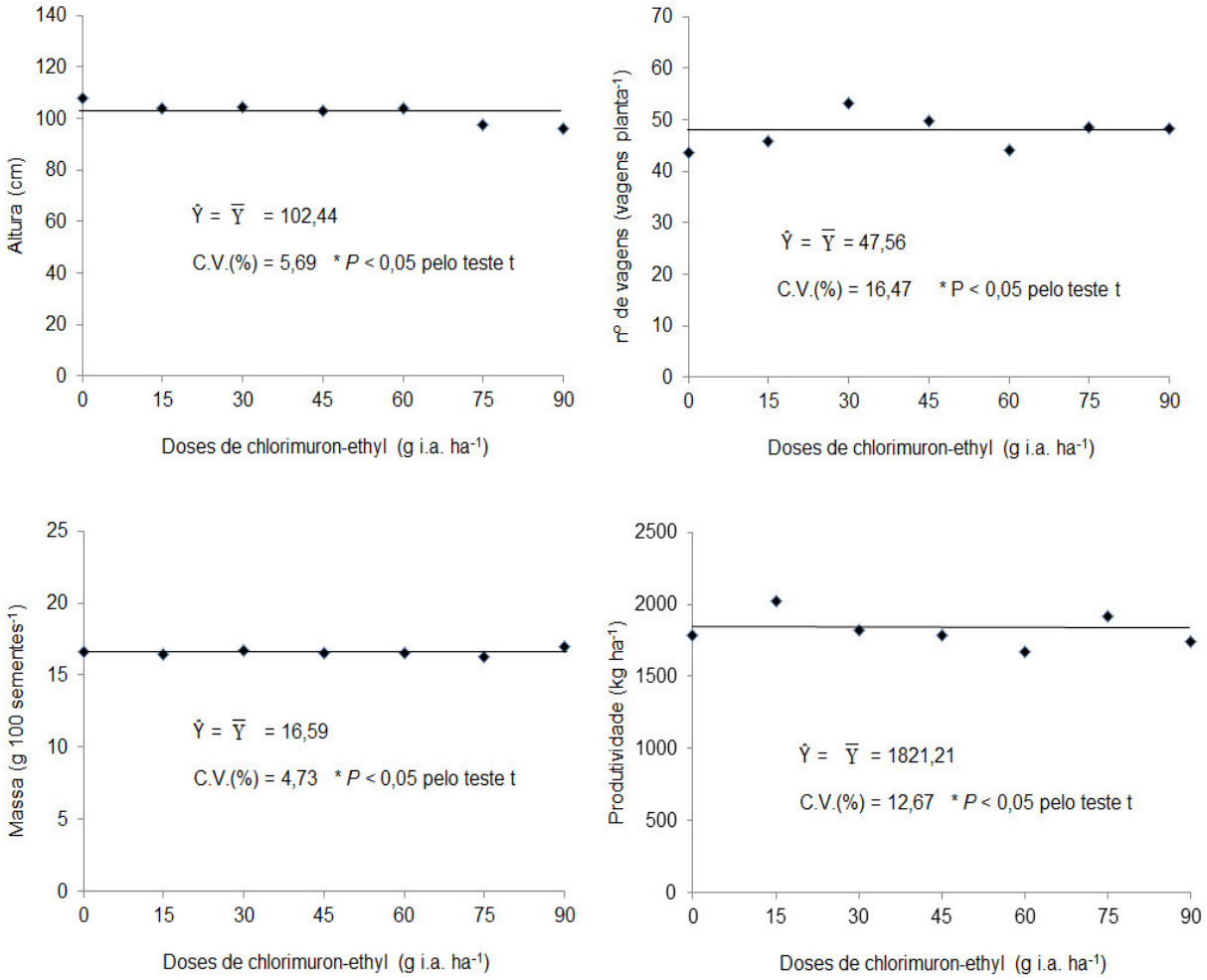


Figura 2.8 – Comportamento das variáveis analisadas sob aplicação de doses de chlorimuron-ethyl em pós-emergência (V4) do cultivar de soja CD 26300 RR/STS Safra 2014/2015, Palotina - PR.

Foi realizada avaliação de fitointoxicação, nas quatro safras, aos 7, 14, 21 e 28 DAA. Entretanto não foram aferidas notas percentuais, uma vez que as plantas

de soja não apresentaram quaisquer sintomas de fitointoxicação, resultados estes de acordo com os observados para demais variáveis.

Ressalta-se ainda, a elevada tolerância dos cultivares CD 250 RR/STS e CD 2630 RR/STS para a aplicação do chlorimuron-ethyl, demonstrando-se tolerante até a dose máxima utilizada (90 g i. a. $ha^{-1}$). A dose máxima recomendada para cultivares de soja não STS de chlorimuron-ethyl é 20 g i. a. $ha^{-1}$, ou seja, 4,5 vezes menor que dose máxima aplicada neste trabalho (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011). Segundo Roso & Vidal (2011) cultivares STS toleram doses até quatro vezes maiores do que a dose máxima recomendada de chlorimuron-ethyl.

## 2.4 Conclusão

Os cultivares de soja CD 250 RR/STS e CD 2630 RR/STS apresentaram-se tolerantes à aplicação, em pós-emergência (V4), do herbicida chlorimuron-ethyl, até a dose de 90 g i. a. $ha^{-1}$.

## Referências

ALBRECHT, L.P.; ALONSO, D.G.; ALBRECHT, A.J.P.; OLIVEIRA JR., R.S.; BRACCINI, A.L.; CONSTANTIN, J. Glyphosate e associações em pós-emergência no desempenho agronômico e na qualidade das sementes de soja RR®. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 139-146, 2012b.

ALBRECHT, L.P.; EVANGELISTA, A.; KUNZ, V.L.; ALBRECHT, A.J.P.; KRENCHINSKI, F.H.; PLACIDO, H.F.; SANTOS, W.G.; TESSELE, A. Aplicações de chlorimuron-ethyl em soja contendo as tecnologias RR e STS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS,8., 2012, Campo Grande. **Anais**... São Paulo: SBCPD, 2012a. p. 323-327.

BELFRY, K.D.; SOLTANI, N.; BROWN, L.R.; SIKKEMA, P.H. Tolerance of identity preserved soybean cultivars to preemergence herbicides. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v. 95, n. 4, p. 719-726, 2015.

BROWN, H.M. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. **Pesticide Science**, Malden, v. 29, n. 3, p. 263–281, 1990.

CLAUS, J.S. Chlorimuron-Ethyl (Classic)®: A New Broadleaf Postemergence Herbicide in Soybean. **Weed Technology**, Champaign, v. 1, n. 1, p. 114–115, 1987.

COODETEC. **2012 – Guia de produtos.** 2012. Disponível em: < http://www.coodetec.com.br/downloads/Guia_de_produtos_Soja_-_Sul_e_Paraguai.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2015.

DURNER, J.; GAILUS, V.; BÖGER, P. New aspects on inhibition of plant acetolactate synthase depend on flavin adenine dinucleotide. **Plant Physiology,** Rockville, v. 81, n. 4, p. 1144-1149, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 240p.

_____. **Tecnologias de produção de soja:** região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja. 2011. 262p. (Sistemas de Produção, 15).

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; GURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v.11, n.6, p.929-931, 1971.

GOZZI, F.; MACHULEK JR, A; FERREIRA, V.S; OSUGI, M.E.; SANTOS, A.P.F.; NOGUEIRA, J.A.; DANTAS, R.F; ESPLUGAS, S.; OLIVEIRA, S.C. Investigation of chlorimuron-ethyl degradation by Fenton, photo-Fenton and ozonation processes. **Chemical Engineering Journal**, Amsterdan, v. 210, n. 1, p. 440-450, 2012.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1987. 35p.

MACIEL, C.D.G.; AMSTALDEN, S.L.; RAIMONDI, M.A.; LIMA, G.R.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; ARTUZI, J.P. Seletividade de cultivares de soja RR submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2009.

MACIEL, C.D.G.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; CASON, J.B.; BRAZ, G.B.P.; SILVA, A.A.P. Eficiência e seletividade de [clorimurom-elílico+sulfometurom-metílico] em dessecação de pré-semeadura no controle de buva resistente ao glifosato na cultura soja CD 250 RR-STS®. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado, RS. **Anais**..Gramado, 2014.

MARCHI, S.R.; BOGORNI, D.; BIAZZI, L.; BELLÉ, J.R. Associações entre glifosato e herbicidas pós-emergentes para o controle de trapoeraba em soja RR®. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 23-30, 2013.

MEROTTO JR, A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Tolerância da cultivar de soja Coodetec 201 aos herbicidas inibidores de ALS. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 93-102, 2000.

MIAN, M.A.R.; SHIPE, E.R.; ALVERNAZ, J.; MUELLER, J.D.; ASHLEY, D.A.; BOERMA, H.R. RFLP Analysis of Chlorimuron Ethyl Sensitivity in Soybean. **Journal of Heredity**, Oxford, v. 88, n. 1, p. 38-41, 1997.

OLIVEIRA JR, R. S. Mecanismos de Ação dos Herbicidas. In: OLIVEIRA JR, R. S; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Curitiba: Omnipax, 2011. p. 141-192.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2006.

RACHETTI, F.L.; ACEVEDO, R.L. **Selectividad de sulfonilureas en soja STS.** 2013. 73p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidad de la República, Montevideo, 2013.

REDDY, K.N.; WHITING, K. Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-Resistant, Sulfonylurea-Tolerant, and Conventional Soybean (Glycine max) Systems. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, n. 1, p. 204–2011, 2000.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**, 6.ed. Londrina: Edição dos autores, 2011. 697p.

ROSO, A.C.; VIDAL, R.A. Culturas resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS: Revisão de literatura. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 21, p. 13-24, 2011.

SCLOSS, J.V. Acetolactate synthase, mechanism of action and its herbicide binding site. **Pesticide Science,** Malden, v. 29, n. 3, p. 283-292, 1990.

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

SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Herbicidas: Classificação e mecanismos de ação. In: SILVA, A.A.; FERREIRA, E.A.; PIRES, F. R.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, J.B.; SILVA, J.F.; SILVA, J.F.; VARGAS, L; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R.; JÚNIOR, R.S.O.; PROCÓPIO, S. (Ed.). **Proteção de Plantas - Manejo de Plantas Daninhas,** Viçosa: UFV, 2010. p. 83-148

SILVA, A.F.M.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; MIGLIAVACCA, R.A.; CESCO, V.J.S.; RODRIGUES, D.M.; KRENCHINSKI, F.H.; VICTORIA FILHO, R. Efeito da aplicação de doses de chlorimuron-ethyl sobre soja RR/STS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado, RS. **Anais**...Gramado, 2014.

ZHOU, Q.; LIU, W.; LIU, K.K. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. **Pesticide Biochemistry and Physicolgy**, San Diego, v. 89, n. 2, p. 89-96, 2007.

# 3 APLICAÇÃO EM PÓS-EMERGÊNCIA DE HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS ASSOCIADOS OU NÃO AO GLYPHOSATE, EM SOJA RR/STS


## Resumo

O controle químico é uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas. Atualmente é possível proporcionar tolerância a herbicidas em culturas comerciais, via alterações nas mesmas, que podem ser feitas por meio de transferência de genes ou por seleção de mutações genéticas. Neste contexto surgiu a soja tolerante as sulfoniluréias (STS), como uma ferramenta para o manejo mais eficiente de plantas daninhas com resistência ao herbicida glyphosate. A soja STS foi desenvolvida através da técnica de mutagênese de sementes utilizando o agente alquilante etilmetanosulfonato (EMS), não sendo uma cultura transgênica. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas inibidores da ALS, associados ou não com glyphosate, aplicados em pós-emergência de cultivar de soja apresentando as tecnologias RR/STS. O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados com quatro repetições e dez tratamentos. A aplicação dos tratamentos ocorreu no estádio de desenvolvimento V4 das plantas. Foi realizada avaliação de fitointoxicação, índice SPAD, bem como variáveis relacionadas ao desempenho agronômico (número de vagens por planta, produtividade e massa de mil sementes). Ainda ensaio complementar, com o mesmo cultivar e tratamentos, foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O cultivar de soja CD 2630 RR/STS apresentou-se tolerante aos herbicidas utilizados, associado ou não a glyhosate, exceção feita ao metsulfuron-methyl, associado ou não a glyhosate.


Palavras-chave: Soja Tolerante as Sulfoniluréias; Fitointoxicação; Manejo Químico


## Abstract

Chemical control is an important tool in weed management. Currently it is possible to confer herbicide resistance to crops via changes in them. That can be made by transfer of genes or genetic mutations selection. In this context it appears Sulfonylurea Tolerant Soybeans (STS) as a tool for more efficient weed control with resistance to glyphosate. STS soybean was developed by seed mutagenesis technique using the alkylating agent ethyl methane sulfonate (EMS), not being a transgenic crop. The aim of this study was to evaluate the selectivity of ALS inhibitor herbicides, associated or not with glyphosate applied in post-emergence of soybean cultivar presenting the RR/STS technologies. The experimental design was a randomized block with four replications and ten treatments. The application of treatments occurred in V4 stage of development of plants. It was conducted evaluation phytointoxication, SPAD index, as well as variables related to agronomic performance (height, number of pods per plant, yield and mass of one thousand seeds). Also additional test with the same cultivar and treatment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design with four replications. Cultivar CD 2630 RR/STS presented itself tolerant to herbicides used with or without the glyhosate, except to metsulfuron-methyl, with or without the glyhosate.

Keywords: Sulfonylurea Tolerant Soybeans; Phytointoxication; Chemical management

## 3.1 Introdução

O controle químico é uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas. Podem ser utilizados herbicidas seletivos ou não à cultura, aplicados no manejo antes do plantio, pré-plantio incorporado (PPI), pré-emergência (PRÉ) das plantas daninhas e da cultura e ainda em pós-emergência (PÓS) da cultura e das plantas daninhas (CONSTANTIN, 2011).

Com o advento da soja RR (Roundup Ready), o herbicida que passou a ser mais utilizado foi o glyphosate, contudo outros herbicidas, como as sulfoniluréias e outros inibidores da ALS, tem sua importância e devem ser considerados no manejo. Visando a rotação de mecanismos de ação e consequentemente a prevenção da seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes. Shaner (2000) já alertava que, embora os cultivos tolerantes ao glyphosate fossem uma grande ferramenta no manejo de plantas daninhas, o uso intensivo do glyphosate nas culturas RR poderia acarretar em problemas, principalmente na seleção de biótipos resistentes.

Rotação de mecanismos de ação de herbicidas tem papel fundamental na prevenção de seleção biótipos resistentes. Nesse contexto novas tecnologias e cultivares tolerantes a herbicidas, como por exemplo, soja tolerante a imidazolinonas; 2,4-D; sulfoniluréias, entre outras moléculas merecem destaque (RIAR et al., 2013).

A associação de herbicidas trata-se de uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas de difícil controle, diversos trabalhos relatam suas aplicações, vantagens e desvantagens. Pesquisa de Gazziero (2015), que entrevistou produtores rurais e profissionais da área, concluiu que para 97% dos entrevistados a mistura em tanque é uma prática usual. Faz-se assim necessária a discussão do tema com os órgãos competentes.

A associação de herbicidas é objeto de estudo de diversos autores, com o objetivo de verificar principalmente a seletividade para as culturas e controle de plantas daninhas com resistência a herbicidas. A associação de chlorimuron-ethyl com outras moléculas, destaque para glyphosate, foi estudada recentemente em diversos trabalhos, dentre os quais podem ser citados Albrecht et al. (2012), Lamego et al. (2013), Oliveira Neto et al. (2013), Chahal et al. (2014), Belfry et al. (2015).

Devido à escassez de informações referentes à tecnologia STS, somada à tecnologia RR, é importante caracterizar a seletividade de herbicidas inibidores da ALS, isolados ou associados ao glyphosate em pós-emergência na cultura da soja RR/STS, pois existem poucos relatos na literatura sobre esta tecnologia, que tem grande potencial de utilização pelos agricultores no controle de plantas daninhas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas inibidores da ALS, associados ou não a glyphosate, em pós-emergência do cultivar de soja CD 2630 RR/STS.

## 3.2 Material e Métodos

O presente trabalho foi constituído por dois experimentos e conduzido na safra 2014/2015, na Cidade de Piracicaba (Região Centro Leste do Estado de São Paulo). O experimento I foi realizado no campo em área experimental pertencente ao Departamento de Produção Vegetal – ESALQ/USP, altitude: 536m; classe do Solo: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (EMBRAPA, 2006). Enquanto que o experimento II foi conduzido em casa de vegetação. A seguir (Tabela 3.1) é apresentada análise química do solo da área experimental e do solo utilizado para preencher os vasos do experimento em casa de vegetação.

Tabela 3.1 – Resultado da análise química do solo, na profundidade de 0 a 20 cm Piracicaba – SP, safra 2014/2015.

| Experimento I | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH ($CaCl_2$) | Al | H+Al | P (resina) | K | Ca | Mg | SB | CTC | V |
| 5,3 | < 1,0 | 25,0 | 10,0 | 2,8 | 26,0 | 13 | 41,8 | 66,8 | 63 |
| | | | Argila | Silte | areia | | | | |
| | | | 41,0 | 5,0 | 54,0 | | | | |
| Experimento II | | | | | | | | | |
| pH ($CaCl_2$) | Al | H+Al | P (resina) | K | Ca | Mg | SB | CTC | V |
| 5,3 | < 1,0 | 25,0 | 7,0 | 2,6 | 39,0 | 16 | 57,6 | 82,8 | 70 |
| | | | Argila | silte | areia | | | | |
| | | | 40,0 | 6,0 | 54,0 | | | | |

Unidades: Al, H+Al, K, Ca, Mg, SB e CTC ($mmol_c\ dm^{-3}$); P (resina) ($mg\ dm^{-3}$); V, argila, silte, areia (%).

O emprego das práticas de adubação, instalação da cultura e manejos fitossanitários foram realizados de acordo com as recomendações da Embrapa

(2013), A adubação foi realizada para a correção do solo, pensando-se na extração da cultura. E todas as parcelas foram mantidas livres da inteferência das plantas daninhas, por meio de capinas manuais.

O clima da região é caracterizado como Cwa pela classificação climática de Köppen, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno. A seguir (Figura 3.1) é apresentada a distribuição de precipitação e temperatura ao longo do período de condução do experimento.

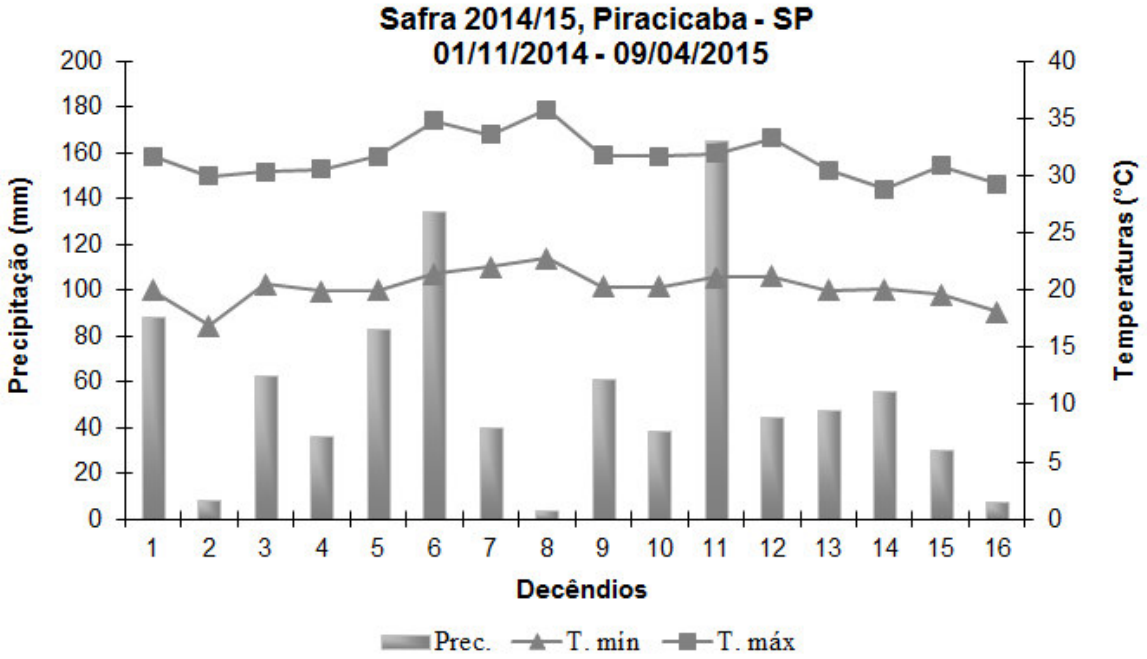


Figura 3.1 - Representação da precipitação, temperatura média mínima e temperatura média máxima para o período referente ao ciclo da cultura da soja, no Município de Piracicaba, na safra 2014/15.
Fonte: LEB – ESALQ/USP

Foi utilizado o cultivar de soja CD 2630 RR/STS que apresenta hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturidade relativa (GMR) 6.3, resistência a mancha olho-de-rã, oídio, cancro da haste e nematoides de cisto, raças 3 e 14. É adaptada a região Sul do Brasil, Paraguai e regiões de Mato Grosso do Sul e São Paulo, com semeadura recomendada de 20 de setembro a 10 de dezembro e população de plantas de 240 a 300 mil plantas $ha^{-1}$ (COODETEC, 2012).

O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados para o experimento I e inteiramente casualizado para o experimento II, com quatro repetições e dez tratamentos (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Tratamentos compostos pela aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate. Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Produto comercial | Doses (g i.a.ha$^{-1}$)* |
|---|---|---|
| 1. testemunha | - | - |
| 2. glyphosate | Roundup Ready | 960 |
| 3. metsulfuron-methyl | Ally | 2,4 |
| 4. chlorimuron-ethyl | Classic | 20 |
| 5. nicosulfuron | Sanson | 60 |
| 6. cloransulam-methyl | Pacto | 40 |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | Roundup Ready + Ally | 960 + 2,4 |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | Roundup Ready + Classic | 960 + 20 |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | Roundup Ready + Sanson | 960 + 60 |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | Roundup Ready + Pacto | 960 + 40 |

*Gramas de ingrediente ativo por hectare. Doses em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a.ha$^{-1}$), para o herbicida glyphosate.

Para o experimento I a aplicação dos tratamentos foi via pulverizador costal propelido a $CO_2$, com barra equipada com quatro pontas de pulverização, a uma pressão constante de 2 BAR, uma vazão de 0,65 L min.$^{-1}$, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo, e a uma velocidade de 1 m s$^{-1}$, atingindo uma faixa aplicada de 50 cm de largura por ponta de pulverização, e propiciando um volume de calda de 200 L ha$^{-1}$. Para o experimento II a aplicação foi via câmara de pulverização automatizada, com pulverizador contendo uma ponta tipo leque, com jato plano, modelo XR 80.02, calibrada para um volume de calda de 200 L ha$^{-1}$.

Para o experimento I as unidades experimentais foram constituídas por parcelas de 5 m de comprimento e seis linhas de soja, espaçadas a 0,45 m. Para o experimento II as unidades experimentais foram constituídas por vasos de 7 L completos com solo de textura média, apresentando três plantas por vaso.

Foi avaliada a fitointoxicação, através de avaliações visuais, em que foram atribuídas notas percentuais a cada unidade experimental (0 para ausência de injúrias, até 100% para morte das plantas), considerando-se neste caso sintomas significativamente visíveis nas plantas, de acordo com seu desenvolvimento (SBCPD, 1995). Esta avaliação foi realizada, para o experimento I, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) e para o experimento II aos 7, 14 e 21 DAA.

Também foi realizada avaliação do índice SPAD, para a qual foi utilizado o medidor portátil SPAD-502, da empresa Minolta. Este instrumento avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, via medição das transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o equipamento calcula um número ou índice SPAD que, normalmente, é altamente correlacionado com o teor

de clorofila da folha (MARKWELL et al., 1995). Para o experimento I a avaliação ocorreu aos 21 e 28 DAA foram avaliadas 10 plantas, escolhidas ao acaso na área útil das parcelas. Enquanto que para o experimento II aos 7, 14 e 21 DAA e avaliadas as três plantas de cada vaso.

Foi realizada avaliação de variáveis relacionadas ao desempenho agronômico (altura de plantas, número de vagens por planta, produtividade, e massa de 1000 sementes).

Para a determinação da altura das plantas (experimento I) foram avaliadas 10 plantas, escolhidas ao acaso na área útil das parcelas, realizando as medições com o auxílio de régua milimetrada de madeira, com os resultados expressos em centímetros. O número de vagens por planta foi avaliado por ocasião da maturação plena (estádio R8), por meio da contagem manual do número de vagens presentes, igualmente em 10 plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

As plantas foram colhidas manualmente, no estádio R8, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura (FEHR et al., 1971). Em sequência, as vagens foram debulhadas em trilhadeira para experimentos, limpas com o auxílio de peneiras e acondicionadas em sacos de papel, para realização de posteriores análises e avaliações.

Já para o experimento II foi realizada avaliação de altura aos 7, 14 e 21 DAA, sendo aferidas as três plantas de cada vaso. Quando a maioria das plantas chegou ao estádio de desenvolvimento R2, foram coletadas a parte aérea e o sistema radicular de cada planta. Foi aferida a massa fresca e seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular. Para secagem foi utilizada estufa com ventilação forçada por 72h a 65ºC e para mensurar as massas, balança analítica com precisão de três casas decimais.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p<0,05$), conforme Pimentel-Gomes e Garcia (2002).

### 3.3 Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 3.3, aos 28 DAA as aplicações em pós-emergência de metsulfuron-methyl (2,4 g i. a. $ha^{-1}$) e glyphosate + metsulfuron-methyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 2,4 g i. a. $ha^{-1}$) causaram severos danos às plantas de soja, com

porcentagens de fitointoxicação de 32,5 e 87,5, respectivamente. Enquanto que demais tratamentos não apresentaram fitointoxicação.

Resultados semelhantes foram verificados por Marchi et al. (2013), em que as aplicações de glyphosate + chlorimuron-ethyl, até a dose de 960 g e. a. $ha^{-1}$ + 10,0 g i. a. $ha^{-1}$ e glyphosate + cloransulam-methyl até a dose de 960 g e. a. $ha^{-1}$ + 40,0 g i. a. $ha^{-1}$, não causaram sintomas de fitointoxicação visíveis na cultivar de soja P98Y70, aos 31 DAA.

Belfry et al. (2015) verificou que a aplicação de chlorimuron-ethyl (18 g i. a. $ha^{-1}$), em pré-emergência, não causou sintomas significativos de fitointoxicação, nas avaliações de 2 e 4 semanas após a emergência da soja, para as cultivares S03W4, Madison, OAC Lakeview e S23T5.

O mesmo foi observado para a aplicação de cloransulam-methyl na dose de 70 g i.a. $ha^{-1}$ A aplicação de imazethapyr, molécula pertencente ao grupo dos inibidores da ALS, também não causou injúrias em soja (WALSH et al., 2015).

Tabela 3.3 – Avaliação da fitointoxicação (%) aos 7, 14 e 21 DAA das plantas de soja RR/STS sob aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Doses (g i.a.$ha^{-1}$) (1) | Fitointoxicação | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 7* | 14* | 21* | 28* |
| | | (DAA) | | | |
| 1. testemunha | - | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 2. glyphosate | 960 | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 3. metsulfuron-methyl | 2,4 | 5,0 c | 20,0 b | 23,8 b | 32,5 b |
| 4. chlorimuron-ethyl | 20 | 0,8 ab | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 5. nicosulfuron | 60 | 3,5 c | 5,5 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 6. cloransulam-methyl | 40 | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | 960 + 2,4 | 30,0 d | 70,0 c | 76,3 c | 87,5 c |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | 960 + 20 | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | 960 + 60 | 3,3 bc | 3,8 a | 3,3 a | 0,0 a |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | 960 + 40 | 0,8 ab | 0,8 a | 0,8 a | 0,0 a |
| | Média | 4,33 | 10,00 | 10,40 | 12,00 |
| | C.V. (%) | 23,95 | 36,72 | 24,38 | 14,79 |

(1)Gramas de ingrediente ativo por hectare. Doses em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a.$ha^{-1}$), para o herbicida glyphosate.
*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Resultados condizentes com a avaliação de fitointoxicação são observados para a avaliação do índice SPAD (Tabela 3.4). A aplicação de glyphosate + metsulfuron-methyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 2,4 g i. a. $ha^{-1}$), em pós-emergência, apresentou valores de índice SPAD inferiores aos dos demais tratamentos, nas duas avaliações. A altura de plantas também foi influenciada negativamente pela

aplicação de glyphosate + metsulfuron-methyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 2,4 g i. a. $ha^{-1}$). A aplicação de metsulfuron-methyl (2,4 g i. a. $ha^{-1}$) também reduziu a altura de plantas, sendo superior apenas para a aplicação de glyphosate + metsulfuron-methyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 2,4 g i. a. $ha^{-1}$).

Tabela 3.4 – Avaliação do índice SPAD e altura (cm) das plantas de soja RR/STS sob aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate. Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Doses (g i.a.$ha^{-1}$)(1) | SPAD 1* | SPAD 2* | Altura |
|---|---|---|---|---|
| 1. testemunha | - | 42,7 a | 42,3 a | 101,2 a |
| 2. glyphosate | 960 | 41,5 a | 42,3 a | 99,3 a |
| 3. metsulfuron-methyl | 2,4 | 42,5 a | 39,5 a | 74,6 b |
| 4. chlorimuron-ethyl | 20 | 41,5 a | 41,0 a | 99,2 a |
| 5. nicosulfuron | 60 | 42,2 a | 39,8 a | 101,4 a |
| 6. cloransulam-methyl | 40 | 42,5 a | 41,3 a | 99,5 a |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | 960 + 2,4 | 35,8 b | 33,5 b | 0,0 c |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | 960 + 20 | 41,5 a | 42,2 a | 100,9 a |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | 960 + 60 | 41,8 a | 41,0 a | 101,4 a |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | 960 + 40 | 41,6 a | 40,4 a | 101,4 a |
| | Média | 41,34 | 40,34 | 87,86 |
| | C.V. (%) | 3,72 | 4,56 | 2,55 |

(1)Gramas de ingrediente ativo por hectare. Doses em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a.$ha^{-1}$), para o herbicida glyphosate.
* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A aplicação em pós-emergência de metsulfuron-methyl (2,4 g i.a. $ha^{-1}$), isoladamente ou em associação com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$), reduziu a zero o número de vagens por planta. A massa de 1000 sementes também foi influenciada negativamente. Entretanto demais tratamentos não reduziram número de vagens e altura de plantas (Tabela 3.5). Resultados estes contrastam com Viana et al. (2014), em que o cultivar de soja CD 250 RR/STS foi tolerante a aplicação de metsulfuron-methyl nas doses de 1,8; 3,6; 5,4 e 7,2 (g i. a. $ha^{-1}$).

A variável produtividade foi influenciada negativamente pela aplicação em pós-emergência de metsulfuron-methyl (2,4 g i. a. $ha^{-1}$), isolada ou em associação com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$). Enquanto que a aplicação dos demais tratamentos não influenciaram, assim como a aplicação em pós emergência de cloransulam-methyl (40 g i. a. $ha^{-1}$), isolada ou em associação com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$). Cloransulam-methyl também é um herbicida inibidor da ALS, entretanto não é uma sulfoniluréia, pertence ao grupo das triozolopirimidinas.

Segundo Procópio et al. (2006) aplicação de glyphosate + chlorimuron-ethyl (1620 g e. a. $ha^{-1}$ + 20 g i. a. $ha^{-1}$), em pré-semeadura, não reduziu a produtividade

de soja RR. O mesmo observado por Maciel et al. (2009) para a aplicação, em pós-emergência, de glyphosate + chlorimuron-ethyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 10 g i. a. $ha^{-1}$). Giovanelli et al. (2014) verificou o mesmo para a aplicação, em pós-emergência, de nicosulfuron, até a dose de 200 g i. a. $ha^{-1}$, para o cultivar CD 250 RR/STS.

Tabela 3.5 - Número de vagens, produtividade (kg $ha^{-1}$) e massa de 1000 sementes (g) das plantas de soja RR/STS sob aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate. Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Doses [(1)] (g i.a.$ha^{-1}$) | Nº de vagens* | Massa 1000 sementes* | Produtividade* |
|---|---|---|---|---|
| 1. testemunha | - | 38,9 a | 169,8 a | 3388,6 a |
| 2. glyphosate | 960 | 36,1 a | 168,1 a | 3283,6 a |
| 3. metsulfuron-methyl | 2,4 | 0,0 b | 0,0 b | 0,0 b |
| 4. chlorimuron-ethyl | 20 | 37,2 a | 168,6 a | 3238,2 a |
| 5. nicosulfuron | 60 | 38,3 a | 165,1 a | 3079,0 a |
| 6. cloransulam-methyl | 40 | 38,6 a | 174,5 a | 3091,5 a |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | 960 + 2,4 | 0,0 b | 0,0 b | 0,0 b |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | 960 + 20 | 39,8 a | 157,6 a | 3045,2 a |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | 960 + 60 | 38,0 a | 164,6 a | 3286,1 a |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | 960 + 40 | 38,2 a | 166,3 a | 3121,4 a |
| | Média | 30,52 | 133,47 | 2554,37 |
| | C.V. (%) | 8,91 | 5,38 | 7,31 |

[(1)]Gramas de ingrediente ativo por hectare. Doses em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a.$ha^{-1}$), para o herbicida glyphosate.
* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Marchi et al. (2013) observou que a aplicação, em pós-emergência, de glyphosate + chlorimuron-ethyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 10 g i. a. $ha^{-1}$) e glyphosate + cloransulam-methyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 40 g i. a. $ha^{-1}$) não reduziram a produtividade de soja RR. Segundo Reddy & Whiting (2000) o cultivar de soja DP 3571 S (tolerante à sulfoniluréias) não teve a produtividade influenciada negativamente pela aplicação de chlorimuron-ethyl (22 g i. a. $ha^{-1}$), em aplicação sequencial em pós-emergência inicial e tardia. Resultados estes que corroboram com os do presente trabalho.

Resultados semelhantes aos obtidos no experimento I foram observados no experimento II (conduzido em casa de vegetação).

Para avaliação de fitointoxicação (Tabela 3.6) observou-se que a aplicação em pós-emergência de glyphosate + metsulfuron-methyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 2,4 g i. a. $ha^{-1}$) apresentou maiores percentagens que os demais tratamentos nas três avaliações, 23,8; 48,8; 61,3, respectivamente. Aos 21 DAA é possível observar que somente a aplicação, em pós-emergência, de metsulfuron-methyl (2,4 g i. a. $ha^{-1}$), isoladamente ou em associação com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$), diferiu estatisticamente da testemunha.

Demais tratamentos não causaram sintomas significativos de fitointoxicação nas plantas de soja aos 14 e 21 DAA. Aos 7 DAA verifica-se fitointoxicação de 5% para a aplicação, em pós emergência, de nicosulfuron (60 g i. a. $ha^{-1}$) diferindo da testemunha. Entretanto nas seguintes avaliações não são verificados sintomas significativos. Resultados estes que corroboram parcialmente com Giovanelli et al. (2014) para a aplicação, em pós emergência, de nicosulfuron em que até a dose de 200 g i. a. $ha^{-1}$, não causou efeito negativo sobre o desenvolvimento do cultivar CD 250 RR/STS.

Também aos 7 DAA verifica-se fitointoxicação de 2,3% para a aplicação, em pós emergência, de chlorimuron-ethyl (20 g i. a. $ha^{-1}$), diferindo da testemunha. Contudo nas seguintes avaliações não são verificados sintomas significativos. De acordo com Reddy & Whiting (2000) o cultivar de soja DP 3571 S (tolerante à sulfoniluréias) não teve o desenvolvimento influenciado negativamente pela aplicação de chlorimuron-ethyl (22 g i. a. $ha^{-1}$), em aplicação sequencial em pós-emergência inicial e tardia.

Tabela 3.6 – Avaliação da fitointoxicação (%) aos 7, 14 e 21 DAA das plantas de soja RR/STS sob aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Doses (g i.a.ha¹)[1] | Fitointoxicação | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 7* | 14* | 21* |
| | | | DAA | |
| 1. testemunha | - | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 2. glyphosate | 960 | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 3. metsulfuron-methyl | 2,4 | 10,0 d | 28,8 b | 30,0 b |
| 4. chlorimuron-ethyl | 20 | 2,3 b | 1,5 a | 0,8 a |
| 5. nicosulfuron | 60 | 5,5 c | 3,8 a | 3,8 a |
| 6. cloransulam-methyl | 40 | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | 960 + 2,4 | 23,8 e | 48,8 c | 61,3 c |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | 960 + 20 | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | 960 + 60 | 3,5 bc | 5,0 a | 3,3 a |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | 960 + 40 | 2,8 bc | 2,0 a | 0,8 a |
| | Média | 4,78 | 8,98 | 16,81 |
| | C.V. (%) | 14,22 | 19,02 | 16,81 |

[1]Gramas de ingrediente ativo por hectare. Doses em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a.$ha^{-1}$), para o herbicida glyphosate.
* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

De acordo com a Tabela 3.7, a aplicação, em pós-emergência, de glyphosate + metsulfuron-methyl (960 g e. a. $ha^{-1}$ + 2,4 g i. a. $ha^{-1}$) apresentou valores inferiores de índice SPAD a todos os demais tratamentos, os quais são condizentes com os sintomas de fitointoxicação. Resultados estes que contrastam com Viana et al.

(2014), em que o cultivar de soja CD 250 RR/STS foi tolerante a aplicação de metsulfuron-methyl nas doses de 1,8; 3,6; 5,4 e 7,2 (g i. a. $ha^{-1}$).

Tabela 3.7 – Avaliação do índice SPAD aos 7, 14 e 21 D.A.A. das plantas de soja RR/STS sob aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate. Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Doses (g i.a.ha¹)(1) | SPAD | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 7* | 14* | 21* |
| | | | D.A.A. | |
| 1. testemunha | - | 41,1 a | 44,7 a | 44,3 a |
| 2. glyphosate | 960 | 40,4 a | 40,4 abc | 41,9 a |
| 3. metsulfuron-methyl | 2,4 | 31,5 bc | 36,2 bc | 33,6 b |
| 4. chlorimuron-ethyl | 20 | 41,5 a | 41,4 ab | 41,0 a |
| 5. nicosulfuron | 60 | 39,4 a | 38,9 bc | 40,2 a |
| 6. cloransulam-methyl | 40 | 39,4 a | 41,0 abc | 40,6 a |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | 960 + 2,4 | 29,4 c | 28,1 d | 24,2 c |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | 960 + 20 | 38,0 a | 35,7 c | 39,0 ab |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | 960 + 60 | 36,5 ab | 38,5 bc | 39,9 ab |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | 960 + 40 | 36,3 ab | 38,3 bc | 41,5 a |
| | Média | 37,33 | 38,29 | 38,60 |
| | C.V. (%) | 6,55 | 6,03 | 6,89 |

(1)Gramas de ingrediente ativo por hectare. Doses em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a.$ha^{-1}$), para o herbicida glyphosate.
* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Comportamento semelhante ao das demais variáveis também foi observado para a altura (Tabela 3.8). A aplicação, em pós-emergência, de metsulfuron-methyl (2,4 g i. a. $ha^{-1}$), isolada ou em associação com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$), reduziu significativamente a altura das plantas de soja, apresentando os menores valores nas três avaliações. Demais tratamentos não reduziram significativamente a altura das plantas de soja.

Tabela 3.8 – Avaliação da altura (cm) aos 7, 14 e 21 DAA das plantas de soja RR/STS sob aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate. Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Doses (g i.a.ha¹)(1) | Altura 7* | 14* D.A.A. | 21* |
|---|---|---|---|---|
| 1. testemunha | - | 42,8 ab | 54,6 a | 61,4 a |
| 2. glyphosate | 960 | 44,7 a | 54,1 a | 59,7 a |
| 3. metsulfuron-methyl | 2,4 | 36,2 bc | 37,4 b | 39,0 b |
| 4. chlorimuron-ethyl | 20 | 47,9 a | 57,1 a | 61,4 a |
| 5. nicosulfuron | 60 | 46,3 a | 53,7 a | 60,2 a |
| 6. cloransulam-methyl | 40 | 44,8 a | 52,8 a | 59,9 a |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | 960 + 2,4 | 34,4 c | 33,2 b | 31,4 b |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | 960 + 20 | 43,7 a | 51,2 a | 57,9 a |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | 960 + 60 | 44,2 a | 51,8 a | 58,6 a |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | 960 + 40 | 45,3 a | 52,1 a | 58,9 a |
| | Média | 43,01 | 49,78 | 54,80 |
| | C.V. (%) | 6,63 | 6,47 | 6,90 |

(1)Gramas de ingrediente ativo por hectare. Doses em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a.ha$^{-1}$), para o herbicida glyphosate.
* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A aplicação de chlorimuron-ethyl (20 g i. a. ha$^{-1}$) e cloransulam-methyl (40 g i. a. ha$^{-1}$) não reduziram a matéria fresca das plantas de soja. Entretanto demais tratamentos reduziram significativamente a matéria fresca das plantas de soja, em comparação com a testemunha (Tabela 3.9).

Tabela 3.9 - Massa fresca e seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (g) das plantas de soja RR/STS sob aplicação isolada ou associada de inibidores da ALS com glyphosate. Safra 2014/2015, Piracicaba – SP.

| Tratamentos | Doses (g i.a.ha¹)(1) | MFPA** | MSPA** | MSSR** |
|---|---|---|---|---|
| 1. testemunha | - | 143,2 a | 28,7 a | 15,9 a |
| 2. glyphosate | 960 | 117,5 bc | 24,0 bc | 14,2 ab |
| 3. metsulfuron-methyl | 2,4 | 38,4 d | 9,7 e | 8,8 bc |
| 4. chlorimuron-ethyl | 20 | 125,7 ab | 25,9 ab | 14,0 ab |
| 5. nicosulfuron | 60 | 111,2 bc | 22,7 bcd | 11,6 ab |
| 6. cloransulam-methyl | 40 | 121,5 abc | 23,9 bcd | 13,9 ab |
| 7. glyphosate + metsulfuron-methyl | 960 + 2,4 | 25,9 d | 7,4 e | 4,2 c |
| 8. glyphosate + chlorimuron-ethyl | 960 + 20 | 109,3 bc | 21,2 cd | 15,3 ab |
| 9. glyphosate + nicosulfuron | 960 + 60 | 99,5 c | 19,5 d | 13,3 ab |
| 10. glyphosate + cloransulam-methyl | 960 + 40 | 113,9 bc | 23,9 bcd | 13,5 ab |
| | Média | 100,60 | 20,70 | 12,47 |
| | C.V. (%) | 9,01 | 8,82 | 22,66 |

(1) Doses em gramas de equivalente ácido, para o herbicida glyphosate.
* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.
** MFPA (massa fresca da parte aérea), MSPA (massa seca da parte aérea), MSSR (massa seca do sistema radicular).

A aplicação em pós-emergência de chlorimuron-ethyl (20 g i. a. $ha^{-1}$) não reduziu matéria da seca das plantas de soja, em comparação com a testemunha, sendo único tratamento a não reduzir a matéria seca. Enquanto que matéria seca do sistema radicular foi reduzida apenas pela aplicação, em pós-emergência, de metsulfuron-methyl (2,4 g i. a. $ha^{-1}$), isolada ou em associação com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$) (Tabela 3.9).

## 3.4. Conclusão

A cultivar soja de soja CD 2630 RR/STS apresentou-se tolerante à aplicação, em pós-emergência (V4), dos herbicidas utilizados, isolados ou em associação com glyphosate. Exceção feita ao metsulfuron-methy (2,4 g i. a. $ha^{-1}$), que associado ou não com glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$), causou sérios e irreversíveis danos à cultura.

## Referências

ALBRECHT, L.P.; ALONSO, D.G.; ALBRECHT, A.J.P.; OLIVEIRA JR., R.S.; BRACCINI, A.L.; CONSTANTIN, J. Glyphosate e associações em pós-emergência no desempenho agronômico e na qualidade das sementes de soja RR®. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 139-146, 2012.

BELFRY, K.D.; SOLTANI, N.; BROWN, L.R.; SIKKEMA, P.H. Tolerance of identity preserved soybean cultivars to preemergence herbicides. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v .95, n. 4, p. 719-726, 2015.

CHAHAL, P.S.; KRUGER, G.; BLANCO-CANQUI, H.; JHALA, A.J. Efficacy of pre-emergence and post-emergence soybean herbicides for control of glufosinate-, glyphosate-, and imidazolinone-resistant volunteer corn. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 6, n. 8, p. 131-140, 2014.

CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Ominipax, 2011. p. 67-78

COODETEC. **2012 – Guia de produtos.** 2012. Disponível em: < http://www.coodetec.com.br/downloads/Guia_de_produtos_Soja_-_Sul_e_Paraguai.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 240p.

_____. **Tecnologias de produção de soja:** região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja. 2013. 266p. (Sistemas de Produção, 16).

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; GURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v.11, n.6, p.929-931, 1971.

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GIOVANELLI, B.F.; ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; MIGLIAVACCA, R.A.; SILVA, A.F.M.; WOBETO, K.S.; PELLICCI, V.A.; VICTORIA FILHO, R. Efeito da aplicação de doses de nicosulfuron sobre soja RR/STS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado, RS. **Anais**... Gramado, RS., 2014.

LAMEGO, F.P.; KASPARY, T.E.; RUCHEL, Q.; GALLON, M.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate: coberturas de inverno e herbicidas em pré-semeadura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 433-442, 2013.

MACIEL, C.D.G.; AMSTALDEN, S.L.; RAIMONDI, M.A.; LIMA, G.R.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; ARTUZI, J.P. Seletividade de cultivares de soja RR submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2009.

MARCHI, S.R.; BOGORNI, D.; BIAZZI, L.; BELLÉ, J.R. Associações entre glifosato e herbicidas pós-emergentes para o controle de trapoeraba em soja RR®. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 23-30, 2013.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J.L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Lubbock, v. 46, n. 3, p. 467-472, 1995.

OLIVEIRA NETO, A.M.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; GUERRA, N.; BRAZ, G.B.P.; VILELA, L.M.S.; BOTELHO, L.V.P.; ÁVILA, L.A. Sistemas de dessecação em áreas de trigo no inverno e atividade residual de herbicidas na soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 14-22, 2013.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2006.

REDDY, K.N.; WHITING, K. Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-Resistant, Sulfonylurea-Tolerant, and Conventional Soybean (Glycine max) Systems. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, n. 1, p. 204–2011, 2000.

RIAR, D.S.; NORSWORTHY, J.K.; STECKEL, L.E.; STEPHENSON, D.O.; EUBANK, T. W.; BOND, J.; SCOTT, R. C. Adoption of Best Management Practices for Herbicide-Resistant Weeds in Midsouthern United States Cotton, Rice, and Soybean. **Weed Technology**, Champaign, v. 27, n. 4, p. 788-797, 2013.

SHANER, D.L. The impact of glyphosate-tolerant crops on the use of other herbicides and on resistance management. **Pest Management Science**, Malden, v. 56, n. 4, p. 320-326, 2000.

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

VIANA, H.R.M.; SILVA, A.F.M.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L. P.; MIGLIAVACCA, R. A.; GIOVANELLI, B. F.; CUNHA, B. R.; VICTORIA FILHO, R. Efeito da aplicação de doses de metsulfuron-methyl sobre soja RR/STS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS, 2014.

WALSH, K.D.; SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P.H. Weed Control in Soybean with Imazethapyr Applied Alone or in Tank Mix with Saflufenacil/Dimethenamid-P. **Weed Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 329–335, 2015.

## 4 CONCLUSÕES GERAIS

- Os cultivares de soja CD 250 RR/STS e CD 2630 RR/STS apresentaram-se tolerantes para aplicação, em pós-emergência (V4), do herbicida chlorimuron-ethyl até a dose de 90 g i. a. $ha^{-1}$.

- O cultivar soja de soja CD 2630 RR/STS apresentou-se tolerante à aplicação, em pós-emergência (V4), dos herbicidas utilizados, isolada ou em associação com glyphosate. Exceção feita ao metsulfuron-methy (2,4 g i. a. $ha^{-1}$), associado ou não a glyphosate (960 g e. a. $ha^{-1}$).