

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

MARIANA SILVEIRA BATISTA

DIFERENÇAS NO METABOLISMO DAS PLANTAS QUE DETERMINAM
RESISTÊNCIA AO *glyphosate* EM *Conyza canadensis* (L.) Cronquist

Ilha Solteira

2016

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARIANA SILVEIRA BATISTA

DIFERENÇAS NO METABOLISMO DAS PLANTAS QUE DETERMINAM
RESISTÊNCIA AO *glyphosate* EM *Conyza canadensis* (L.) Cronquist

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira,
para obtenção do título de Mestre em
Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho

Orientador

Ilha Solteira

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Batista, Mariana Silveira.
B333d Diferenças no metabolismo das plantas que determinam resistência ao
glyphosate em *Conyza canadensis* (L.) cronquist / Mariana Silveira Batista. --
Ilha Solteira: [s.n.], 2016
48 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2016

Orientador: Fernando Tadeu de Carvalho
Inclui bibliografia

1. Matologia. 2. Fisiologia vegetal. 3. Herbicida.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Diferenças no metabolismo das plantas que determinam resistência a herbicidas em *Conyza canadensis* (L.) Cronquist

AUTORA: MARIANA SILVEIRA BATISTA

ORIENTADOR: FERNANDO TADEU DE CARVALHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. FERNANDO TADEU DE CARVALHO
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. EDSON LAZARINI
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Ilha Solteira, 02 de março de 2016

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus primeiramente, por me ajudar a concluir mais uma etapa da minha vida cheia de desafios e superações e por sempre estar ao meu lado me protegendo em todas as horas de meu dia.

Aos meus pais Paulo e Thais que não mediram esforços para que eu pudesse crescer profissionalmente, pelo carinho, pela dedicação, pelo apoio, pelo amor e pelos momentos ao meu lado me ajudando.

Ao Professor Dr. Fernando Tadeu de Carvalho, orientador desse trabalho, pela dedicação, confiança, apoio, paciência e principalmente, pela amizade, pela grande contribuição à minha vida acadêmica e profissional.

Ao Professor Dr. Sebastião Ferreira de Lima, coordenador de graduação da UFMS, campus Chapadão do Sul, pelo apoio e ajuda em me coorientar com o projeto a campo e com o auxílio em todas as etapas, pelo companheirismo, pela amizade, paciência, e pela grande contribuição na minha vida profissional.

A faculdade UFMS pelo apoio com as instalações e área experimental para que pudesse realizar o meu experimento, e minhas avaliações.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/ Produção Vegetal, e à Universidade Estadual Paulista - Campus de Ilha Solteira, seu corpo docente e funcionários, pela valiosa oportunidade proporcionada para a realização deste curso.

A todos meus amigos de pós-graduação, que durante esses anos estiveram comigo e que não foram mencionados, mas foram de igual importância para tornar os dias mais agradáveis em todas as ocasiões aqui vividas.

A todas as pessoas que direta e indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A planta daninha está entre as espécies de maior importância nos campos de diversas culturas. Por se tratar de uma espécie que apresenta alto poder de produzir milhares de sementes que tem se adaptado ao uso de herbicidas, seu estudo se torna de grande importância para amenizar os danos causados às culturas. O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar as características morfofisiológicas da espécie *Conyza canadensis* (L.) Cronquist quanto à resistência ao herbicida do grupo químico das glicinas substituídas em plantas com histórico de resistência. O experimento foi instalado e conduzido durante o segundo semestre de 2014 em condição de campo na área da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – Campus Chapadão do Sul. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com 4 repetições, os tratamentos em esquema fatorial 5x5, totalizando 25 tratamentos. O fator A correspondeu ao estágio de desenvolvimento: Tamanho I – plantas com 5 cm de altura; Tamanho II – 10 cm de altura; Tamanho III – 15 cm de altura; Tamanho IV – 20 cm de altura; Tamanho V – 25 cm de altura. O fator B foram as doses do *glyphosate*: Dose I (sem aplicação) - Testemunha; Dose II (1200 g i.a ha⁻¹); Dose III (2400 g i.a ha⁻¹); Dose IV (3600 g i.a ha⁻¹) e Dose V (4800 g i.a ha⁻¹). Foram realizadas análises de crescimento das plantas: altura de plantas e diâmetro do caule, aos 0, 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos e uma avaliação de altura de plantas remanescentes ou rebrota realizada aos 100 dias após a aplicação. Para a análise de perdas de transpiração de folhas destacadas e hidratadas as plantas estavam em fase vegetativa e coletadas no terço-médio das plantas aos 0, 4 e 8 DAA. Os dados foram submetidos à análise de variância e as medias dos tratamentos comparadas pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Concluiu-se que tanto o tamanho das plantas como as doses do *glyphosate* influenciaram na altura de plantas, no diâmetro da haste e nas perdas de transpiração da espécie *Conyza canadensis* (L.) Cronquist. A porcentagem de redução da altura das plantas de tamanho menor foi maior conforme as doses de *glyphosate* aumentaram em todos os períodos das avaliações.

Plantas de tamanho menor transpiram mais do que plantas de tamanho maior sem a aplicação de herbicida. Para as perdas de transpiração, as plantas de menor tamanho que receberam a aplicação do *glyphosate* em doses maiores, transpiraram menos. As plantas de tamanhos maiores transpiraram mais quando submetidas a doses medianas do *glyphosate* quando comparadas as doses maiores.

Palavras-chave: Buva. Seletividade. *Glyphosate*.

ABSTRACT

The weed is among the species of greatest importance in the fields of different cultures. Because it is a species that has a high power to produce thousands of seeds that have adapted to the use of herbicides, their study becomes very important to mitigate the damage to crops. The work was to study the morphological and physiological characteristics of species *Conyza canadensis* (L.) Cronquist for resistance to the herbicide chemical group of glycines substituted in plants with a history of resistance. The experiment was installed and conducted during the second half of 2014 under field conditions at the Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-Campus Chapadão do Sul. The experimental design was blocks randomized with four repetitions, the treatments in a factorial 5x5, totaling 25 treatments. The factor A corresponded to the stage of development: Size I - plants with 5 cm; Size II - 10 cm; Size III - 15 cm; Size IV - 20 cm; Size V - 25 cm. The factor B were the *glyphosate* doses: Dose I (without application) - witness; Dose II (1200 g a.i. ha⁻¹); Dose III (2400 g a.i. ha⁻¹); Dose IV (3600 g a.i. ha⁻¹) and Dose V (4800 g a.i. ha⁻¹). Plant growth analysis were performed: plant height and stem diameter at 0, 14 and 28 days after application of treatments and an assessment height of remaining plants or regrowth held at 100 days after application. For the analysis of transpiration losses highlighted and hydrated leaves the plants were in vegetative stage and collected the third-medium plants at 0, 4:08 DAA. The data were submitted to analysis of variance and the averages of the treatments compared by Scott Knott test at 5% probability. It was concluded that both the size of the plants as *glyphosate* doses influence on plant height, stem diameter and the losses in perspiration of species *Conyza canadensis* (L.) Cronquist. The percentage reduction of the height of the smaller plants was higher as the *glyphosate* rates increased in all periods of evaluations. smaller plants transpire more than plants of large size without the application of herbicide. For transpiration losses, smaller plants that received the application of *glyphosate* in larger doses, transpired less. The larger size plants transpired more when subjected to *glyphosate* median doses when compared to higher doses.

Keywords: Horseweed. Selectivity. *Glyphosate*.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Características morfológicas de *Conyza canadensis*. 1- Plantas em fase de desenvolvimento; 2- Características das inflorescências; 3- Planta com flores; 4- Morfologia das folhas.....13
- FIGURA 2** - Diagrama que mostra a atividade enzimática através do modelo do encaixe induzido.....18
- FIGURA 3** - A via do chiquimato (linhas tracejadas) e relação com outras vias metabólicas.....21
- FIGURA 4** - Foto aérea do local onde o experimento foi instalado. Chapadão do Sul, 2014.....27
- FIGURA 5** - Folhas destacadas e hidratadas inseridas em tubos eppendorfs com 2 ml de água destilada. Chapadão do Sul, MS (2014).....30
- FIGURA 6** - Determinação da área foliar por meio de folhas sobrepostas em uma folha de papel sulfite branco e identificadas para posterior registro fotográfico. Chapadão do Sul, MS (2014).....30
- FIGURA 7** - Plantas aos 14 DAA do *glyphosate*, apresentando redução na altura devido a morte da parte superior das folhas mais novas, nos tamanhos de 15 (a), 20 (b) e 25 (c) cm, respectivamente. Chapadão do Sul, MS (2014).....35
- FIGURA 8** - Plantas de *C. canadensis* com a parte aérea morta após 28 dias da aplicação do *glyphosate*. Chapadão do Sul, MS (2014).....36

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** – Anova da altura e diâmetro das plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist ao 0, 14 e 28 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....32
- TABELA 2** - Avaliação de altura e diâmetro da haste das plantas ao 0 DAA do *glyphosate*, em função do tamanho de plantas. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....33
- TABELA 3** - Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas referentes à altura de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 14 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....34
- TABELA 4** - Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas referentes à altura de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 28 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....34
- TABELA 5** - Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas referentes à diâmetro de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 28 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....36
- TABELA 6** - Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes à altura remanescente ou rebrota de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 100 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....37
- TABELA 7** - Anova das perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist em três diferentes épocas após a aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....38
- TABELA 8** - Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes às perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas (g cm^{-2}) de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 0 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....39

TABELA 9 - Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes às perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas (g cm^2) de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 4 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....40

TABELA 10 - Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes às perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas (g cm^2) de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 8 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.....41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Efeitos da competição de plantas daninhas com as culturas.....	12
2.2 <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.....	12
2.3 Tipos de resistência.....	15
2.4 Resistência de plantas daninhas às herbicidas.....	16
2.5 Herbicidas.....	17
2.5.1 Glyphosate.....	19
2.6 Resistência de <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist a Herbicidas.....	21
2.7 Transpiração - Perda de água em folhas destacadas.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1. Avaliações.....	28
3.1.1 Altura e diâmetro das plantas.....	29
3.1.2. Altura remanescente ou rebrota.....	29
3.1.3. Transpiração em folhas destacadas e hidratadas.....	29
3.2. Análise estatística.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Biometria das Plantas.....	32
4.2 Estudo fisiológico.....	38
4.2.1 Transpiração em folhas destacadas e hidratadas.....	38
5 CONCLUSÕES	42
6 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

As culturas de grande importância econômica no Brasil, como a soja, o milho, a cana-de-açúcar e outras, estão sujeitas a diferentes fatores abióticos e bióticos que afetam direta ou indiretamente sua produção. Um dos fatores de redução de produtividade é a interferência negativa causada pela infestação das plantas daninhas. A adoção de medidas de controle deve ser bem executada para reduzir ou até eliminar essa interferência, pois estas representam um percentual significativo no custo de produção da cultura.

A presença de plantas daninhas nas culturas causa problemas que se refletem em perdas na qualidade do produto e no rendimento pela interferência direta no crescimento, e até mesmo na inviabilização da colheita, e na produção da cultura e por competirem por recursos essenciais ao crescimento e ainda poderem liberar substâncias alelopáticas (BLANCO; OLIVEIRA, 1978; SINGH; ACHHIREDDY, 1987) e, indiretamente, por atuarem como plantas hospedeiras e intermediárias de pragas e patógenos (CHIAVEGATO, 1986).

As plantas da família botânica Asteraceae é o grupo sistemático mais numeroso dentro das Angiospermas, compreendendo cerca de 1.100 gêneros e 25.000 espécies (VERDI, et al., 2005). O gênero *Conyza* spp. inclui, aproximadamente, 50 espécies, as quais se distribuem por quase todo o mundo (KISSMANN e GROTH, 1999). As espécies que mais se destacam, pela sua fácil adaptabilidade e pela sua capacidade de produção de sementes em ampla faixa de condições ambientais são as *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist e *Conyza canadensis* (L.) Cronquist (LAZAROTO et al., 2008). Estas são conhecidas popularmente por “buvas”, destacam-se por infestarem áreas abandonadas, pastagens, culturas perenes e lavouras anuais (algodão, milho, soja e trigo) (THEBAUD; ABBOTT, 1995).

Christoffoleti e López-Ovejero (2003) citavam que à intensa utilização de herbicidas nas últimas décadas foram selecionando algumas populações de plantas daninhas em resposta ao distúrbio ambiental, provocado pela pressão de seleção dos herbicidas, com a seleção de biótipos a eles resistentes.

A FAO considera o problema da resistência de plantas daninhas, pragas e doenças uma das grandes preocupações para a defesa sanitária vegetal, desta forma há a necessidade de se estudar as causas dessas possíveis resistências antes mesmo de investir em pesquisas com novos produtos químicos (KISSMANN, 2009).

A buva (*Conyza canadensis* [L.] Cronquist) é uma das espécies que tem desenvolvido resistência à molécula de *glyphosate*. Considerando a hipótese de que nestes casos podem

existir alterações no metabolismo das plantas, tornam-se importantes os estudos básicos envolvendo aspectos relacionados à sua reprodução, crescimento, dormência de sementes e outras características anatômicas que possam relacionar-se aos seus mecanismos de resistência.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar as características morfofisiológicas da espécie *Conyza canadensis* (L.) Cronquist quanto à resistência ao herbicida do grupo químico das glicinas substituídas em plantas com histórico de resistência.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Efeitos da competição de plantas daninhas com as culturas

Os efeitos das plantas daninhas podem ser prejudiciais mesmo antes da competição por água, nutrientes e quantidade de luz com as culturas. Estes efeitos acontecem devido às variações na qualidade da luz, que é alterada pelas folhas do dossel, e pode servir como um importante sinal entre as plantas da comunidade (SCHIMITT e WULFF, 1993). Dessa forma, a eliminação de plantas daninhas desde a emergência da cultura é importante para a diminuição dos seus efeitos sobre o rendimento da cultura em destaque (BEDMAR et al., 1999). A tradicional indicação de que os efeitos das plantas daninhas somente passam a acontecer algumas semanas após a emergência da cultura pode não ser válida para todas as situações (HOLT, 1995), principalmente em se tratando de uma espécie que possui resistência.

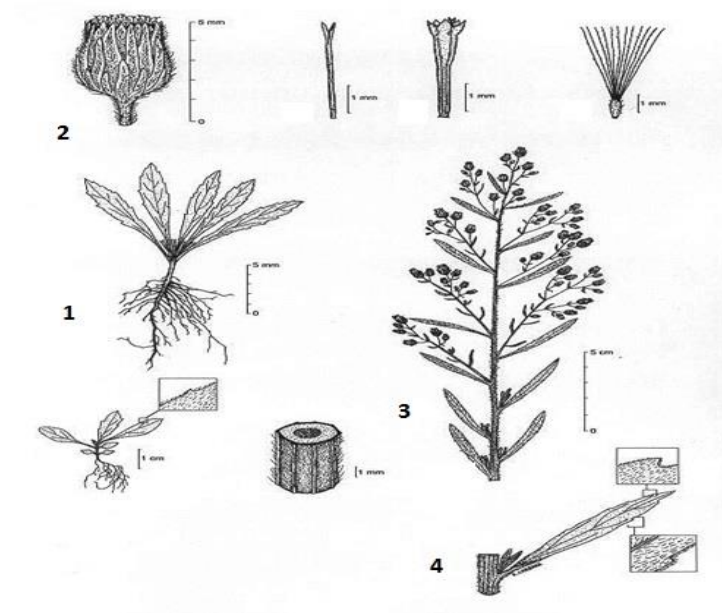
2.2 *Conyza canadensis* (L.) Cronquist

As espécies do gênero *Conyza* spp. destacam-se devido à habilidade reprodutiva e à diversidade genética, o que facilita o aparecimento de biótipos com resistência a herbicidas e dificulta seu manejo (DAN et al., 2013). A buva é uma espécie anual, nativa da América, que produz elevada quantidade de semente por planta, com características e estruturas que conferem fácil dispersão e agressividade competitiva (KISSMANN e GROTH, 1999), fatores que contribuem para a boa adaptabilidade ecológica, sobrevivência dos biótipos resistentes e presença em sistemas de conservação do solo (MOREIRA et al., 2007).

Segundo Kissmann e Groth (1999) o gênero *Conyza* é constituído por cerca de 50 espécies, que se distribuem em quase todo o mundo. A buva foi primeiramente catalogada no ano de 1753 por Linnaeus e desde então já foram descritas 399 diferentes espécies deste gênero (OSIPE et al., 2013).

As espécies *C. bonariensis* e *C. canadensis* são as que mais se destacam como infestantes de cultivos (KISSMANN e GROTH, 1999). Em outros ambientes também ocorre uma terceira espécie de importância agrônômica como planta daninha, a *C. sumatrensis* (SANTOS et al., 2013).

Figura 1. Características morfológicas de *Conyza canadensis*. 1- Plantas em fase de desenvolvimento; 2- Características das inflorescências; 3- Planta com flores; 4- Morfologia das folhas.



Fonte: Mariana Silveira Batista, 2014.

A *C. canadensis* é nativa da América do Norte (FRANKTON e MULLIGAN, 1987), sendo uma das espécies mais amplamente distribuídas no mundo (THEBAUD e ABBOTT, 1995). É uma espécie cosmopolita, sendo mais encontrada em zonas temperadas do hemisfério norte (HOLM et al., 1997) e regiões subtropicais do hemisfério sul, mas é pouco frequente em regiões tropicais (KISSMANN; GROTH, 1999). Porém devido a sua alta habilidade reprodutiva e adaptabilidade em diferentes ecossistemas essa espécie tem se tornado de grande importância econômica no Brasil, principalmente nas regiões tropicais, nos dias atuais. Sua infestação tem aumentado significativamente em áreas de produção do sistema de cultivo de soja-trigo-milho especialmente nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul (DAN et al., 2013), e recentemente nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso com mecanismos de resistência ao *glyphosate* nas lavouras transgênicas.

A grande capacidade das espécies se estabelecerem em um sistema de produção agrícola deve-se à sua elevada produção de sementes, onde as mesmas são dotadas de adaptações para disseminação a curta e a longa distância, à capacidade de germinação em muitos ambientes e o rápido crescimento vegetativo e reprodutivo (PITELLI; PAVANI, 2005). As plantas de *C. bonariensis* são capazes de produzir, em média 110 mil sementes (WU; WALKER, 2004), ao

passo que a *C. canadensis* produz de 135 a 200 mil sementes por planta (BHOWMIK; BEKECH, 1993; DAUER et al., 2007).

A buva ou voadeira é uma planta de ciclo anual ou bianual (no caso de *C. canadensis*), dependendo das condições ambientais (REGEHR; BAZZAZ, 1979), que se reproduz exclusivamente por sementes (HOLM et al, 1997). No Sul do Brasil, *C. bonariensis* é considerada uma espécie que germina no outono/inverno, com encerramento do ciclo no verão, caracterizando-se assim como uma planta de inverno e verão (VARGAS et al., 2007). A temperatura ótima para a sua germinação situa-se em torno de 20°C (VIDAL et al., 2007; VIVIAN et al., 2008).

Consiste em planta de porte ereto, herbácea, com caule cilíndrico, muito enfolhado, verde, pouco ramificado, podendo surgir alguns ramos nas proximidades do ápice do caule principal. As folhas são simples, desprovidas de pecíolo, alternadas e helicoidais, alongadas, estreitas, providas de cílios, limbo longo lanceolado com predomínio de margens inteiras ou muito raramente aparecendo acidentes serreados, cor verde-acinzentada. Sua inflorescência é terminal do tipo cacho de capítulos, de coloração branca. Os capítulos são globosos, pedunculados, margeados por brácteas de coloração verde, as quais protegem as flores femininas localizadas na periferia e as hermafroditas ocupam o centro. Na maturação rompem-se as brácteas para liberação dos frutos. Fruto do tipo aquênio coroado por um tufo de pelos sedosos (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010).

O tamanho das plantas de buva são fatores limitantes para o seu manejo dentro do sistema de cultivo, pois quanto maior forem as plantas mais folhas e mais eficientes são os seus processos fisiológicos que as tornam capazes de sobreviver à interferência dos herbicidas. Sendo assim, é de extrema importância o monitoramento de áreas com histórico de ocorrência de *C. canadensis*, pois as sementes emergem no período outonal e no inverno, sendo comum observar elevadas infestações nas áreas de milho safrinha e trigo, as quais se encontram entre 4 folhas a 5 cm de altura por ocasião da colheita. Isto se deve ao fato do sombreamento imposto pelas culturas dificultar o crescimento da buva. No entanto, após a colheita do milho safrinha ou trigo, tem sido observado que a buva consegue rapidamente se desenvolver chegando a apresentar mais de 50 cm de altura (CONSTANTIN et al., 2013).

Patel et al. (2010) e Gazziero et al. (2010), demonstraram que a buva apresenta elevado potencial competitivo com a cultura da soja, pelo fato de apresentar grande capacidade em explorar os recursos do ambiente. Uma infestação com 12,2 hastes m⁻² de buva convivendo com

a cultura da soja desde a emergência até a colheita da soja tem a capacidade de reduzir a produtividade da cultura em mais de 700 kg ha⁻¹ e conforme aumenta o número de hastes, aumenta a redução da produtividade, chegando até 1500 kg ha⁻¹ de perdas.

2.3 Tipos de resistência

A resistência pode ser cruzada ou múltipla. A resistência cruzada ocorre quando um biótipo é resistente a dois ou mais herbicidas, devido a apenas um mecanismo e a resistência múltipla ocorre nas plantas que possuem dois ou mais mecanismos distintos; neste caso, são resistentes à herbicidas de diversos grupos químicos com diferentes mecanismos.

A resistência cruzada pode ser conferida a um biótipo por qualquer dos mecanismos que conferem resistência. A verificação pelo local de ação ocorre quando uma mudança bioquímica, no ponto de ação de um herbicida, também confere resistência a outras moléculas de diferentes grupos químicos, que agem no mesmo local na planta e não confere, necessariamente, resistência aos herbicidas de todos os grupos químicos que possuem o mesmo local de ação (Powles e Preston, 1998). Também podem existir variações no nível de resistência cruzada dos biótipos à herbicidas de grupos diferentes.

A resistência múltipla caracteriza um problema complexo e de difícil solução. Nos casos mais simples, dois ou mais mecanismos conferem resistência a apenas um herbicida ou a um grupo de herbicidas. Os casos mais complexos são aqueles em que dois ou mais mecanismos conferem resistência a diversos herbicidas de diferentes grupos químicos; um exemplo são os biótipos de *Alopecurus myosuroides* encontrados na Austrália, que resistem a 15 herbicidas diferentes, dentre eles o diclofop, pendimethalin e simazine. Além disso, as dificuldades de controle dos biótipos resistentes aumentam ainda mais quando os mecanismos que conferem resistência estão relacionados ao local de ação e a outros mecanismos, como metabolismo. Para controlar estas plantas daninhas, é necessário empregar misturas de herbicidas que não tenham sua atividade afetada pelos mecanismos de resistência em questão.

Há poucos casos registrados de espécies com resistência múltipla, o caso mais complicado, é o encontrado na Austrália, de biótipos de *Lolium rigidum*, que metabolizam herbicidas inibidores da ACCase, ALS e FSII e possuem ACCase e ALS mutadas (Powles e Preston, 1998).

2.4 Resistência de plantas daninhas às herbicidas

As plantas daninhas são organismos biológicos que apresentam determinadas características que permitem denominá-las como infestantes. Características estas que as capacitam crescer em condições adversas, a ter rusticidade, resistência a pragas e doenças e a ter habilidade de produzir grande número de sementes viáveis com adaptações que auxiliam na dispersão da espécie.

O aparecimento de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas está condicionado a uma mudança genética na população, imposta pela pressão de seleção, causada pela aplicação repetitiva do herbicida na dose recomendada. Os biótipos podem apresentar níveis diversos de resistência, sendo que esses níveis podem ser quantificados mediante a C50 ou GR50, ou seja, dose do herbicida em g i.a. ha⁻¹ necessária para proporcionar 50% de controle ('C') ou redução do crescimento ('GR') da planta daninha (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

A Weed Science Society of America (WSSA) definiu resistência de plantas daninhas a herbicidas como “a habilidade de uma planta sobreviver e reproduzir, após exposição a uma dose de herbicida normalmente letal para um biótipo normal da planta” (Weed Science, 2006). Assim, a tolerância de plantas daninhas aos herbicidas é diferenciada da resistência, pois a tolerância é uma característica inata da espécie em sobreviver a aplicações de herbicida na dose recomendada, que seria letal a outras espécies, sem alterações marcantes em seu crescimento e desenvolvimento. É uma característica que existe na planta antes mesmo da primeira aplicação do herbicida naquela área que leva à seleção natural das plantas daninhas aí existentes sobre as quais o produto tiver efeito reduzido. Assim como a tolerância, a suscetibilidade, também, é uma característica inata de uma espécie. Nesse caso, há alterações com efeitos marcantes no crescimento e desenvolvimento da planta, como resultado de sua incapacidade de suportar a ação do herbicida (CHRISTOFFOLETI et al., 2000). Segundo o autor, qualquer população em que os indivíduos mostram uma base genética variável quanto à tolerância a uma medida de controle, irá com o tempo, mudar sua composição populacional como mecanismo de fuga para sobrevivência, diminuindo a sua sensibilidade a esta medida de controle.

Os principais fatores que afetam a evolução da resistência de plantas daninhas aos herbicidas têm sido agrupados em: genéticos, bioecológicos e agrônômicos. Os genéticos são inerentes aos indivíduos de uma mesma população de plantas daninhas (frequência inicial de resistência, dominância e número de alelos resistentes, tipo de fecundação e adaptação). Os

fatores bioecológicos são resultantes de uma interação entre as características dos indivíduos e a ação do ecossistema sobre essa população (espécie, número de gerações, longevidade das sementes, densidade da espécie e suscetibilidade ao herbicida) e os agrônômicos são resultantes da seleção proporcionada pelas práticas agrícolas (CHRISTOFOLETI et al., 2008).

Atualmente existem pelo menos três mecanismos gerais que podem explicar o desenvolvimento da resistência a herbicidas e influenciar o modo de ação dos compostos encontrados nos herbicidas, sendo: a perda de afinidade do herbicida pelo local de ação da enzima; a desintoxicação ou metabolização do herbicida a substâncias de menor fitotoxicação; a diminuição da concentração do herbicida no local de ação, translocação do herbicida e/ou absorção foliar pelo biótipo resistente.

Cortez (2000) mencionava que entre as pesquisas desenvolvidas sobre este fenômeno no Brasil, eram poucos os trabalhos relacionados com as causas fisiológicas e/ou bioquímicas do desenvolvimento de biótipos resistentes de plantas daninhas. Porém atualmente devido ao aumento do número de plantas invasoras resistentes, tem ocorrido um aumento nas pesquisas relacionadas às causas fisiológicas e/ou bioquímicas.

Estão registrados doze parâmetros para a resistência de plantas daninhas a herbicidas, sendo eles: resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS (grupo B); aos inibidores da ACCase (grupo A); aos mimetizadores das auxinas (grupo O); aos inibidores da protox (grupo E); aos inibidores da EPSPs (grupo G); aos inibidores do fotossistema II (Grupo C); aos inibidores do fotossistema I (Grupo D); aos inibidores da biossíntese de carotenos (Grupo F); aos inibidores da glutamina sintetase (Grupo H); aos inibidores da formação dos microtúbulos (Grupo K1); aos inibidores da divisão celular (Grupo K3); e aos inibidores da fosforilação oxidativa (Grupo Z).

Os gêneros com maior número de biótipos resistentes no mundo são: *Lolium*, *Avena*, *Amaranthus*, *Chenopodium*, *Setaria*, *Echinochloa*, *Eleusine*, *Kochia* e *Conyza* (Weed Science, 2006).

2.5 Herbicidas

Os herbicidas são agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de controlar ou suprimir o crescimento de espécies vegetais. Entre os agentes biológicos estão os fungos e outros microrganismos e, as substâncias químicas se dividem em orgânicas, que envolvem a

maioria dos herbicidas utilizados atualmente, ou inorgânicos, que compreendem os produtos que eram utilizados para controle de plantas daninhas no passado, como NaCl e o H_2SO_4 (ROMAN et al., 2007).

Roman et al. (2007) estudou que para que os herbicidas tenham eficácia quando aplicados às folhas das plantas daninhas, os mesmos devem ser retidos pela folhagem, penetrar e/ou ultrapassar a cutícula, mover-se nos espaços com água ao redor da célula, entrar na célula por meio da membrana celular, atingir o local de ação, geralmente uma enzima, e ligar-se à enzima-alvo inibindo-a. As enzimas são proteínas compostas por uma cadeia de aminoácidos, em blocos dobrados em formato tridimensional complexo. E as mesmas são catalisadoras de reações biológicas, acelerando essas reações e reduzindo a quantidade de energia requerida para que estas se completem. Possuem sítios ativos onde o substrato se liga e é modificado para formar os produtos da reação (Figura 2).

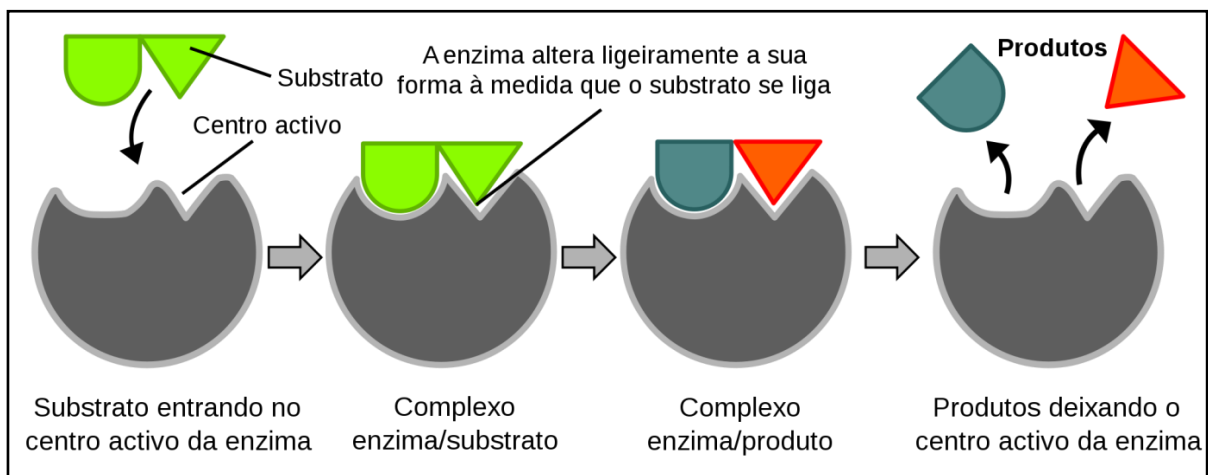


Figura 2. Diagrama que mostra a atividade enzimática através do modelo do encaixe induzido.

Fonte: Modificada de Daniel Koshland, 1958.

As moléculas de herbicidas podem se ligar aos sítios ativos das enzimas, impedindo que o substrato se ligue a estes, impossibilitando, dessa maneira, a ocorrência da reação entre o substrato e a enzima. Algumas moléculas herbicidas podem se ligar a sítios ativos da enzima diferentes daqueles aos quais o substrato se liga, alterando, possivelmente, a forma da enzima e do sítio ao qual o substrato se ligaria, o que impede a ligação enzima-substrato e, conseqüentemente, a reação. Dessa forma, os herbicidas matam as plantas (ROMAN et al., 2007).

A seletividade do herbicida é uma manifestação das complexas interações entre uma planta, o herbicida e o ambiente no qual a planta se desenvolve. Um herbicida seletivo é aquele que é muito mais tóxico para algumas plantas do que para outras dentro dos limites de: uma faixa específica de doses; método de aplicação e condições ambientais que precedem e sucedem a aplicação. Herbicida seletivo é aquele que controla plantas indesejáveis (plantas daninhas) sem afetar seriamente aquelas que são de interesse, ou seja, a cultura (ROMAN et al., 2007; CHRISTOFOLETI et al., 2008).

2.5.1 *Glyphosate*

O *glyphosate* é um herbicida registrado para o controle de *C. canadensis* (L.) Cronquist em pós-emergência. Não seletivo e de ação sistêmica (translocação via vasos condutores, floema e xilema). O seu grupo químico é das glicinas substituídas e é caracterizado como ácido fraco que pode ser transportado para o interior da célula, por meio da membrana celular por um carreador fosfato, uma proteína localizada na membrana plasmática que normalmente transporta fosfato para o interior da célula (ROMAN et al., 2007).

Sua absorção é via foliar na parte aérea das plantas. Inicialmente ocorre uma rápida penetração, seguida por uma longa fase de lenta penetração, sendo que a duração dessas fases depende de numerosos fatores, dentre eles, espécie, idade, condições ambientais e concentração do produto. O *glyphosate* é móvel no floema e é rapidamente translocado por todas as partes da planta, tendendo a se acumular nas regiões meristemáticas. Há estudos que provam a movimentação do *glyphosate* também pelo apoplasto e que a penetração na planta pode ocorrer através de outras rotas (YAMADA; CASTRO, 2007).

Devido ao *glyphosate* translocar-se preferencialmente através do simplasto, aplicações do produto em regiões-fonte (folhas maduras) possibilitam o carregamento do herbicida para as regiões-dreno (de crescimento) no restante da planta, juntamente com os fotoassimilados (PETERSON et al. 1978).

Um fato que ocorre para limitar a translocação do *glyphosate* no floema, mesmo nas espécies sensíveis ao produto, é a interferência indireta desse herbicida no metabolismo de carbono nas fontes dos fotossintatos. O acúmulo do produto na folha de aplicação é mais

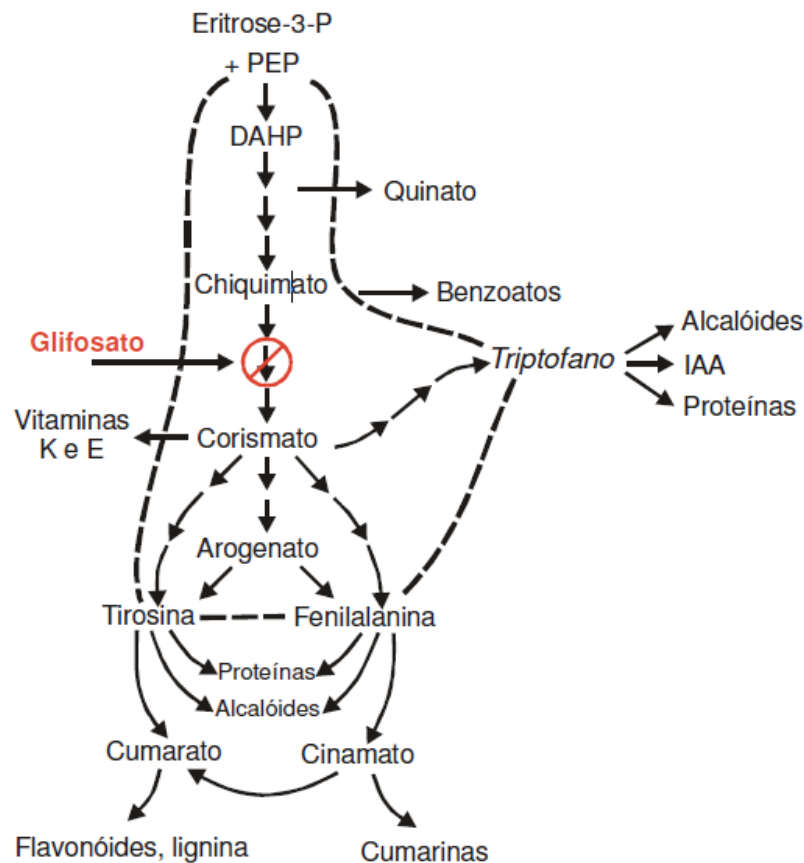
significativo nos biótipos resistentes, onde existe menor carregamento do produto nos elementos crivados do floema (VELINI et al., 2009).

Roman et al. (2007); Yamada e Castro (2007) descrevem o mecanismo de ação do *glyphosate* como bastante singular, devido o mesmo ser o único herbicida capaz de liga-se à enzima ácido 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase (EPSPs), inibindo-a, a qual catalisa a síntese de aminoácidos essenciais, tais como, triptofano, fenilalanina e tirosina, essenciais para o crescimento e sobrevivência da planta. A inibição da enzima leva à desregulação do fluxo de carbono na planta e a um acúmulo de compostos intermediários tóxicos, o shikimato ou shikimato-3-fosfato.

A enzima EPSPS de todas as plantas, fungos e da maioria das bactérias isoladas e caracterizadas até hoje é inibida pelo *glyphosate*. O *glyphosate* é um potente inibidor submicromolar da enzima EPSPS. As bactérias que super produzem a EPSPS podem desenvolver-se na presença de concentrações que seriam tóxicas para outros organismos. Por outro lado, a transferência de gene com tolerância ao *glyphosate* a uma planta suscetível confere a esta à tolerância ao *glyphosate* (GRUYS; SIKORSKI, 1999).

Conforme a Figura 3, o ponto final da rota do chiquimato é a formação do corismato, do qual muitos metabólitos secundários são formados. Entre estes temos tetrahydrofolato (THF), ubiquinona e vitamina K, que são essenciais para a vida da planta. A fenilalanina, além de participar da biossíntese de proteínas, é também substrato para a via do fenilpropanóide que produz numerosos produtos secundários de plantas, tais como antocianinas, lignina, promotores e inibidores de crescimento e compostos fenólicos. O triptofano é precursor do ácido indolacético (AIA), hormônio vegetal necessário para expansão celular, manutenção da dominância apical e muitos outros processos regulatórios (DEVINE et al., 1993; GRUYS; SIKORSKI, 1999).

Figura 3. A via do chiquimato (linhas tracejadas) e relação com outras vias metabólicas.



Fonte: Yamada e Castro (2004).

2.6 Resistência de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist a Herbicidas

A buva (*Conyza* spp.) considerada uma espécie infestante, tornou-se uma das principais plantas daninhas distribuídas ao redor do mundo. As espécies do gênero *Conyza* se destacam devido à habilidade reprodutiva e à diversidade genética, o que facilita o aparecimento de biótipo com resistência às herbicidas e dificulta o seu manejo (DAN et al., 2013).

O aumento da importância desta planta daninha como espécie infestante em áreas agrícolas decorre tanto da realização de práticas inadequadas, como o uso intensivo do *glyphosate*, a sucessão de culturas transgênicas resistentes ao mesmo grupo químico, na agricultura quanto de aspectos particulares da biologia destas plantas, como a sua grande

capacidade de produção de sementes por plantas, e o formato linear e estreito de suas folhas (CONSTANTIN et al., 2013).

Segundo Dan et al. (2013) os principais casos de resistência a herbicidas para espécies deste gênero foram descritos em 1980 para os herbicidas inibidores da fotossíntese (FSI – paraquat e diquat), no Japão, para as espécies *C. sumatrensis* e *C. canadensis*. Na década de 1980 também foram registrados na Europa os primeiros casos de resistência de buva (*C. canadensis* e *C. bonariensis*) aos herbicidas inibidores da fotossíntese (FSII).

Nos anos 90, as espécies *C. canadensis* e *C. bonariensis* passaram a apresentar biótipos com resistência aos herbicidas inibidores de ALS, na Polônia e Israel, respectivamente; e atualmente, há vários relatos de biótipos de buva que apresentam resistência cruzada aos inibidores do fotossistema I e do fotossistema II, aos inibidores da ALS e aos derivados da glicina (HEAP, 2013).

Especialmente em relação à resistência ao *glyphosate*, nos Estados Unidos, apenas três anos de uso contínuo do *glyphosate* como única alternativa de controle pós-emergente em culturas transgênicas foram suficientes para ocasionar as primeiras falhas de controle devido à resistência (CONSTANTIN et al., 2013).

Feng et al. (2005) e Dinelli et al. (2006) verificaram no biótipo resistente de *C. canadensis* maior acúmulo de EPSPs (enol-piruvil-shikimato-fosfato-sintetase), e essa maior produção de enzima pode ser um dos fatores responsáveis pela resistência dos biótipos ao *glyphosate*. A translocação do herbicida nos biótipos resistentes é diferente dos biótipos suscetíveis, pois o herbicida aplicado na área foliar tende a permanecer na folha do biótipo resistente não translocando pela planta, diferente do biótipo suscetível que a translocação do produto é mais eficiente.

Assim como nos Estados Unidos, historicamente, a buva não era considerada uma planta daninha de grande importância para a agricultura brasileira. Atualmente esta espécie consiste em uma das mais problemáticas com relação ao manejo dentro dos sistemas agrícolas, especialmente entre aquelas que infestam as áreas de cultivo de grãos durante o período de entressafra, sendo que nas principais regiões agrícolas do Brasil podem infestar também os cultivos de verão (DAN et al., 2013).

Moreira et al. (2007) relatou os primeiros indícios de buva com resistência ao *glyphosate* no Brasil, as sementes produzidas por plantas com suspeita de resistência haviam sido coletadas durante o ano anterior em pomares de laranja do Estado de São Paulo.

A buva encontra-se disseminada praticamente em todas as regiões produtoras do país, apresentando maior ocorrência em cultivos de grãos nas regiões Sul e Sudeste, com alguns focos na região Centro-Oeste do Brasil. A emergência desta planta daninha concentra-se no período entre o final do outono e o início da primavera, o que faz com que áreas em pousio e/ou cultivadas no inverno, apresentem explosões populacionais da planta daninha (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2011).

A área onde esta planta daninha tem apresentado maior ocorrência são aquelas onde o distúrbio do solo é limitado e o manejo da vegetação é realizado basicamente com o herbicida *glyphosate*, como nas lavouras de soja e em áreas de frutíferas perenes (VIDAL et al., 2007; YAMAUTI; BAROSO, 2010). O aumento da pressão de seleção imposta pela limitada alternância de mecanismo de ação de herbicidas nos sistemas de cultivo tem aumentado a sua importância.

Segundo Dinelli et al. (2006) são três os possíveis mecanismos de resistência de *C. canadensis* ao *glyphosate*, sendo que todos atuam em conjunto no biótipo resistentes:

1. Translocação diferenciada do *glyphosate* nos biótipos resistentes, pois a maior parte do produto permanece nas folhas aplicadas, não sendo translocado para os demais órgãos da planta. A translocação é predominantemente no sentido acrópeto, em direção as pontas das folhas, via xilema. O herbicida permanece no apoplasto sem ser absorvido pelas células e o seu carregamento no floema pode ocorrer com menor eficiência no biótipo resistente devido a diferença de pH do apoplasto e do simplasto. Uma alteração na bomba de prótons da membrana do biótipo resistente poderia inibir a capacidade de acidificação do apoplasto e, assim interferir na absorção do herbicida. Esse mecanismo também poderia interferir na absorção da sacarose e outras moléculas importantes para a célula, e isso levaria a uma queda na adaptabilidade ecológica do biótipo resistente.
2. Maior produção de EPSPs pelo biótipo resistente, considerando que a aplicação de *glyphosate* não induz a síntese da enzima. Assim, a pequena quantidade de herbicida que chega aos meristemas não causa maiores efeitos.
3. No biótipo resistente, as folhas morrem após a aplicação do herbicida, no entanto, os meristemas não são atingidos e ocorre a emissão de novas folhas e novas brotações.

2.7 Transpiração - Perda de água em folhas destacadas

De todos os recursos de que as plantas necessitam para crescer e funcionar, a água é o mais abundante e ainda, frequentemente, o mais limitante. A maior parte (~97%) da água é absorvida pelas raízes é transportada pela planta e evaporada pelas superfícies foliares, denominando-se, transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2013). A evapotranspiração é a somatória da perda de água de um ecossistema pelos processos de evaporação (das superfícies de água e solo) e de transpiração (das plantas principalmente e animais) em área (mm ou cm) por tempo (dia). A evapotranspiração potencial é um índice da taxa máxima teórica na qual a água do déficit de pressão de vapor no ar, a velocidade do vento e a temperatura influenciam (MACEDO, 2000).

A água é o solvente que permite que gases, minerais e outras substâncias possam penetrar nas células e fluir entre as mesmas e entre os vários órgãos do vegetal. Também é o reagente em muitos processos fisiológicos, incluindo a fotossíntese e a hidrólise do amido em açúcar. Além do seu papel na turgescência da célula e, conseqüentemente, no crescimento do vegetal permitindo que a planta se mantenha ereta e exponha suas folhas túrgidas com estômatos abertos à radiação solar (SILVA; FREITAS, 1998; PAIVA; OLIVEIRA, 2006).

Segundo Costa (2001), as principais funções da água nas plantas podem ser analisadas de acordo com sua estrutura, crescimento, transporte, metabolismo e outras. Na estrutura das plantas, a água é a substância mais abundante em plantas em crescimento ativo. Também é o constituinte principal do protoplasma, formando um meio contínuo através da planta. Devido às suas propriedades (viscosidade, tensão superficial, grandes forças de adesão e coesão) a água penetra na maioria dos espaços capilares, estabelecendo um meio contínuo através das paredes celulósicas e permeando totalmente o corpo da planta. Este volume de água atua como absorvente de calor e permite, em parte, a tamponização da temperatura interna.

A água também permite o desenvolvimento de pressão de turgescência que dá um elevado grau de rigidez ao conteúdo celular e à parede celular envolvente. Nas plantas herbáceas é esta pressão que representa, em parte, o “esqueleto” que fornece suporte aos caules. A entrada e saída de água de certos tecidos ou células é responsável por uma série de micro movimentos nas plantas, como exemplo, nas células guarda dos estômatos, e no movimento dos folíolos. Além de ser o meio onde se processa o transporte de várias substâncias nas plantas,

é também o veículo de transporte através do qual os gametas móveis efetuam a fertilização (COSTA, 2001).

A entrada da água na planta ocorre por meio da absorção, as plantas absorvem-a em toda a sua superfície, mas a maior parte do suprimento vem do solo, através da absorção nas raízes, retendo água e sais minerais da solução do solo. Mas, se a absorção é possível ao longo de toda a raiz, é, no entanto, através dos pêlos radiculares (zona pilosa da raiz) que a absorção é maior. Os pêlos radiculares são células epidérmicas com prolongamentos que se estendem por entre as partículas do solo, eles fazem um contato íntimo com as partículas do solo, amplificando grandemente a área de superfície utilizada para a absorção. A planta pode retirar água do solo desde que o potencial hídrico das suas raízes mais finas seja mais negativo que o da solução do solo na rizosfera (PAIVA; OLIVEIRA, 2006; LARCHER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O movimento da água das células mais externas da raiz até o xilema radicular pode ocorrer via apoplasto (através dos espaços intercelulares) ou via simplasto (entre células via plasmodesmas). Até a endoderme, a rota principal para o movimento da água é via apoplasto. Da endoderme até o xilema o movimento ocorre via simplasto (PAIVA, 2000).

De toda a água absorvida pelo sistema radicular apenas uma pequena fração fica retida na planta. A maior parte é evaporada pela parte aérea para o ar circundante. A esta perda de água pelas plantas, na forma de vapor, dá-se o nome de transpiração. A transpiração nas plantas pode ser cuticular, lenticular e estomática. A primeira é uma interface líquido-vapor na qual ocorre a evaporação, as outras duas são uma via estrutural para o movimento do vapor que existe entre um espaço já preenchido com vapor de água e a atmosfera (SALISBURY; ROSS, 1992).

A transpiração total de uma planta acontece principalmente nas folhas, em menor porcentagem pela cutícula (transpiração cuticular) e a maior parte pelos estômatos (transpiração estomática). A transpiração cuticular é pequena, porém constante, ocorrendo de dia e de noite. Entretanto a transpiração estomática, apesar de ser maior, depende do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos. De uma maneira geral, os estômatos abrem na presença de luz e se o fluxo de água na planta estiver normalizado, na ausência de luz ou na falta de água, os estômatos fecham. Sendo assim, quando uma folha é destacada da planta ela começa a perder água por transpiração, e à medida que as folhas perdem água, os estômatos vão se fechando,

devido ao déficit hídrico. Em um determinado período todos os estômatos estarão fechados e a transpiração passa a ser apenas cuticular (TONON; OKUMA, 2016).

A transpiração de folhas doentes pode ser maior ou menor que aquela de folhas saudáveis (DUNIWAY; DURBIN, 1971; SHTIENBERG, 1992; BASSANEZI et al., 1997). O aumento da transpiração pode ser ocasionado pela destruição da cutícula, pelo aumento da permeabilidade da membrana das células da folha e pela inibição do fechamento dos estômatos. A redução da transpiração pode ser resultante do fechamento induzido dos estômatos pela aplicação do herbicida, obstrução dos tecidos condutores e estômatos, desfolha e/ou murcha e seca precoce das folhas (GODOY et al., 2001).

É necessário que pesquisas relacionadas a fatores de perdas de transpiração sejam realizadas para complementar a literatura e gerar conhecimento a todos que estejam ligados à agricultura e aos estudos de resistência de plantas daninhas aos *glyphosate*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido durante o segundo semestre de 2014 em campo na área da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – Campus Chapadão do Sul, localizada no município de Chapadão do Sul, no Estado do Mato Grosso do Sul, nas coordenadas geográficas, latitude de 18°46'21.56" Sul e longitude de 52°37'24.46" Oeste com elevação de 811 metros.

Figura 4. Foto aérea do local onde o experimento foi instalado. Chapadão do Sul, 2014.



Fonte: Google Earth (2016).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa e média com baixa fertilidade natural, com horizonte B latossólico. O clima da região é classificado como tropical de altitude (Cwa), com estação chuvosa no verão e seca no inverno, segundo Köppen e Geiger (1928). A região de Chapadão do Sul possui uma

temperatura média anual de 20,5°C e precipitação pluviométrica anual com a média de 1.820 mm.

Foram utilizadas plantas emergidas no campo de uma área com histórico de resistência (área com utilização de *glyphosate* em sequência nos cultivos anteriores). A cultura que antecedeu o experimento foi o milho. Após a sua colheita a área permaneceu em sistema de pousio, sem realização de qualquer tipo de preparo do solo ou plantio de espécies de cobertura. As parcelas foram constituídas de 4 metros quadrados contendo uma planta de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist com o mesmo tamanho, com 4 repetições.

O delineamento experimental foi blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5x5, onde o fator A correspondeu ao estágio de desenvolvimento: Tamanho I – plantas com 5 cm de altura da base do solo ao ápice das plantas; Tamanho II - plantas com 10 cm de altura; Tamanho III – plantas com 15 cm de altura; Tamanho IV – plantas com 20 cm de altura; Tamanho V – plantas com 25 cm de altura. O fator B foram as doses do *glyphosate*: Dose I (sem aplicação) - Testemunha; Dose II (1200 g i.a ha⁻¹); Dose III (2400 g i.a ha⁻¹); Dose IV (3600 g i.a ha⁻¹) e Dose V (4800 g i.a ha⁻¹). Em todos os tratamentos foram adicionados 0,5 l ha⁻¹ de óleo mineral.

O Roundup® é um sal de Isopropilamina de N - (fosfometil) glicina que contém um equivalente ácido de N - (fosfometil) glicina, com o nome comum de Glifosato, na concentração de 480 g/L, formulado em solução concentrável. Pertencente à classe de herbicida não seletivo, de ação sistêmica do grupo químico glicina substituída. Fabricado pela MONSANTO DO BRASIL LTDA.

As aplicações foram realizadas com pulverizador costal com pressão constante de 2,4 bar, pressurizado com CO₂, e equipado com barra com um bico de jato leque (110.02), provido de tanque com capacidade de três litros (garrafas descartáveis), aplicando um volume de calda correspondente a 150 l.ha⁻¹.

A aplicação dos tratamentos iniciou-se com a infestação estabelecida da planta daninha *C. canadensis* (L.) Cronquist, na safra 2014/2015. As condições atmosféricas no momento da aplicação apontavam temperatura de 26,2°C, umidade relativa do ar de 51,7% e velocidade do vento de 6,6 km/h.

3.1 Avaliações

3.1.1 *Altura e diâmetro das plantas*

As análises de crescimento das plantas foram realizadas por meio das avaliações de altura no intervalo de 0, 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos. Com o auxílio de uma régua foi realizado a medida da base das plantas até a última folha emergida. A análise de diâmetro do caule foi realizada imediatamente antes da aplicação e aos 28 dias após a aplicação. Com o auxílio de um paquímetro foi medido a espessura da haste próxima ao solo na região basal das plantas.

3.1.2 *Altura remanescente ou rebrota*

Avaliação de altura de plantas remanescentes ou rebrota foi realizada aos 100 dias após a aplicação, com o objetivo de verificar quais plantas sobreviveram e emitiram uma nova haste de rebrota após a aplicação dos tratamentos de herbicida. Com o auxílio de uma régua foi realizado a medida da base das plantas até a última folha emergida da haste mais alta, daquelas plantas que emitiram brotações.

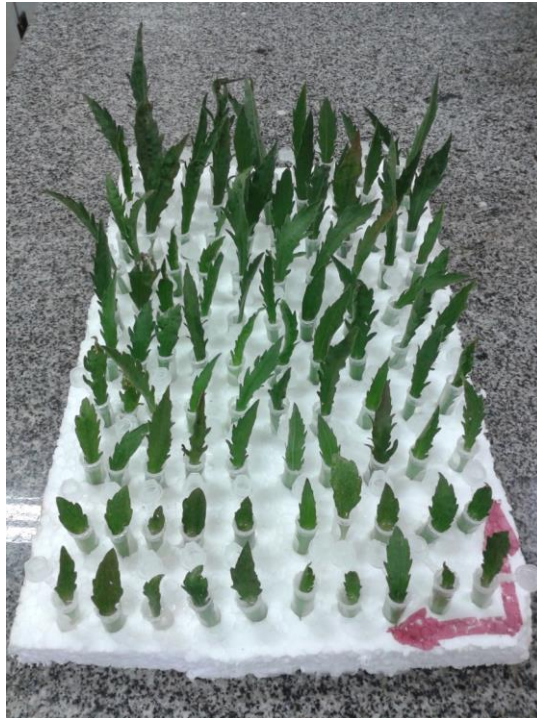
3.1.3 *Transpiração em folhas destacadas e hidratadas*

As plantas utilizadas para a realização da avaliação estavam em fase vegetativa e posicionadas no campo para todos os tratamentos. As folhas foram coletadas no terço-médio das plantas em três períodos diferentes, tais como, logo após a aplicação (0 dias após a aplicação), aos quatro e oito dias após a aplicação (DAA) do *glyphosate*. As mesmas foram destacadas na base do pecíolo e levadas ao laboratório onde foram inseridas em tubos eppendorfs contendo 2 ml de água destilada e posicionadas sobre uma base de isopor para a avaliação de transpiração (Figura 4).

Para a determinação da perda de água foi avaliada a massa do conjunto eppendorf contendo água mais folha no método de pesagem em gramas, utilizando uma balança de precisão do laboratório de biologia da UFMS, no período de oito horas a cada duas horas. No final do intervalo de pesagem, as folhas das plantas foram depositadas sobre uma folha de papel branca e fotografadas para a determinação da área foliar em metros quadrados. Posteriormente

as imagens foram avaliadas pelo software ImageJ, onde resultou em um cálculo de área foliar de cada folha avaliada. Para a determinação da perda total de água da folha por tratamento, foi realizada a diferença da massa de tempo em inicial menos a massa do tempo final (oito horas após a coleta), dividida pelo valor da área foliar, resultando em um valor em g.cm^2 .

Figura 5. Folhas destacadas e hidratadas inseridas em tubos eppendorfs com 2 ml de água destilada. Chapadão do Sul, MS (2014).



Fonte: Da própria autora.

Figura 6. Determinação da área foliar por meio de folhas sobrepostas em uma folha de papel sulfite branco e identificadas para posterior registro fotográfico. Chapadão do Sul, MS (2014).



Fonte: Da própria autora.

3.2 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biometria das Plantas

Na avaliação de biometria (altura e diâmetro) realizada ao 0, 14 e 28 dias após a aplicação, foi verificada diferença estatística para a variável tamanho de planta, enquanto que para a variável doses de *glyphosate* observou-se diferença estatística aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) do herbicida tanto para altura como para diâmetro. Para a interação entre o tamanho de plantas e doses de *glyphosate*, também foi constatado diferença estatística aos 14 e 28 DAA (Tabela 1).

Tabela 1. Anova da altura e diâmetro das plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist ao 0, 14 e 28 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

FV	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro
	0 DAA		14DAA		28 DAA	
Bloco	4,4292 ^{ns}	0,0200 ^{ns}	4,4451 ^{ns}	0,7525 ^{ns}	5,0292 ^{ns}	1,3735 ^{ns}
Tamanho(T)	1363,86**	28,0753**	1065,30**	48,2259**	524,71**	4,8713**
<i>Glyphosate</i> (G)	1,822 ^{ns}	0,2690 ^{ns}	1460,680**	15,8557**	3951,970**	198,1958**
T x G	1,8068 ^{ns}	0,4772 ^{ns}	94,8465**	6,2257**	236,5561**	2,3146**
Erro	1,4274	0,6578	49,2882	0,4792	10,6246	0,8713
CV (%)	7,35	17,71	54,53	61,20	32,10	40,60
Média Geral	16,26	4,58	12,87	1,13	10,15	2,30

Nota: **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Fonte: Da própria autora.

De acordo com as avaliações de altura de plantas e diâmetro do caule ao 0 dia após a aplicação verificou-se que as plantas estavam em seu pleno desenvolvimento, sem nenhum tipo de interferência tanto climática quanto do produto aplicado (Tabela 2). Sendo assim comprovando os parâmetros utilizados na seleção dos tamanhos das plantas para implantação do experimento.

Constantin et al. (2013) verificou que os tamanhos das plantas devem ser determinantes para definir o momento da aplicação.

Tabela 2. Avaliação de altura e diâmetro da haste das plantas ao 0 DAA do *glyphosate*, em função do tamanho de plantas. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Tamanho das plantas na aplicação (cm)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
5	5,62 e	2,97 e
10	10,92 d	3,99 d
15	16,92 c	4,65 c
20	21,35 b	5,18 b
25	26,50 a	6,10 a

Nota: Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

De acordo com o desdobramento da interação de doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação (Tabela 3 e 4), ao comparar a média da testemunha (dose 0 g i.a ha⁻¹) dos tamanhos de plantas com as doses aplicadas constatou-se que quando há um aumento de dose de *glyphosate* resulta em menor altura de plantas, e as doses nas quais se obteve a menor altura das plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist nas datas da interação foram as de 2400, 3600 e 4800 g i.a ha⁻¹, respectivamente. Pelo fato das plantas possuírem um mecanismo de resistência ao herbicida à dose de 1200 g i.a ha⁻¹ que é acima da dose recomendada (960 g i.a ha⁻¹) foi ineficiente para o controle e redução da altura das plantas. Sendo necessária a aplicação de doses superiores a dose recomendada.

Nota-se na Tabela 3 que as plantas com o tamanho de plantas na aplicação de 5 cm sofreram interferência pelo herbicida, podendo-se observar uma redução no porte das mesmas. Porém o período de 14 dias não foi suficiente para causar a morte de todas as plantas da parcela. O mesmo comprova-se nos outros tamanhos de plantas onde as plantas reduziram sua parte aérea, com exceção dos tamanhos de 10 e 15 cm que perderam sua parte foliar (Figura 6).

Resultados estes que corroboram com os encontrados por Cutti et al. (2013), onde verificaram a diminuição da porcentagem de controle das plantas de buva, quando aplicado o herbicida em plantas com a altura acima de 15 cm.

Blainski et al. (2009) também observou elevados índices de controle da buva em estágio inicial de desenvolvimento, com até no máximo 8 cm de altura. No caso de buva com até 16 cm, o controle se tornou mais difícil.

Tabela 3. Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas referentes à altura de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 14 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Doses (g i.a ha ⁻¹)	Tamanho das plantas na aplicação (cm)				
	5	10	15	20	25
0	8,50 aC	11,75 aC	26,00 aB	29,97 aB	40,09 aA
1200	8,62 aB	13,00 aB	21,06 aA	27,65 aA	28,75 bA
2400	5,12 aB	11,75 aB	9,06 bB	20,97 aA	12,62 aB
3600	1,50 aB	0,00 bB	0,00 bB	11,25 bA	14,44 cA
4800	1,25 aA	0,00 bA	10,00 bA	5,81 bA	12,66 cA

Nota: Médias com letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

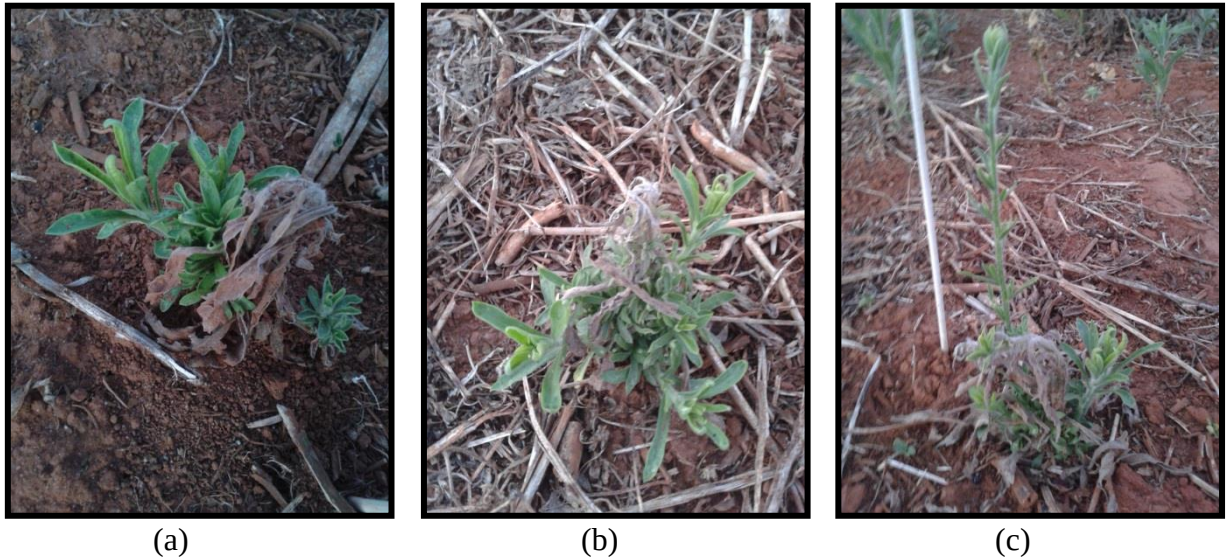
Tabela 4. Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas referentes à altura de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 28 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Doses (g i.a ha ⁻¹)	Tamanho das plantas na aplicação (cm)				
	5	10	15	20	25
0	9,12 aC	13,25 aC	32,63 aB	37,25 aB	49,25 aA
1200	9,75 aD	16,62 aC	24,50 bB	31,75 bA	29,75 bA
2400	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA
3600	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA
4800	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA

Nota: Médias com letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

Figura 7 – Plantas aos 14 DAA do *glyphosate*, apresentando redução na altura devido a morte da parte superior das folhas mais novas, nos tamanhos de 15 (a), 20 (b) e 25 (c) cm, respectivamente. Chapadão do Sul, MS (2014).



Fonte: Da própria autora.

Pelos resultados apresentados na Tabela 5 foi possível constatar que as aplicações de doses de *glyphosate* nas plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist proporcionaram redução do diâmetro da haste aos 28 DAA. As doses foram significativas, tendo um ajuste linear, sendo que a menor espessura do diâmetro ocorreu com a aplicação da dose acima de 1200 g i.a ha⁻¹. Nesse período as doses influenciaram na mortalidade da parte foliar das plantas. Observa-se que as plantas que foram submetidas aos tratamentos com as doses de 0 e 1200 g i.a ha⁻¹ de *glyphosate* continuaram o seu desenvolvimento vegetativo independente do tamanho das plantas, ao contrário das plantas que foram submetidas aos tratamentos nas doses de 2400, 3600 e 4800 g i.a ha⁻¹, as quais as plantas perderam sua parte aérea, devido a ação do herbicida na área foliar, como observado também na avaliação de altura de plantas (Figura 6).

Tabela 5. Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas referentes à diâmetro de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 28 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Doses de <i>glyphosate</i> (g i.a ha ⁻¹)	Tamanho das plantas na aplicação (cm)				
	5	10	15	20	25
0	4,79 Ab	3,72 bB	6,26 aA	6,38 aA	7,61 aA
1200	4,46 aB	5,40 aB	5,88 aB	5,48 aB	7,50 aA
2400	0,00 bA	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
3600	0,00 bA	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
4800	0,00 bA	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA

Nota: Médias com letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

Figura 8 – Plantas de *C. canadensis* com a parte aérea morta após 28 dias da aplicação do *glyphosate*. Chapadão do Sul, MS (2014).



Fonte: Da própria autora.

Verificou-se que a aplicação de *glyphosate* em doses crescentes proporcionou a redução da altura das hastes que rebrotaram após a aplicação. Aos 100 DAA, as plantas já haviam emitido novas brotações laterais devido à morte do meristema apical e o desbalanço hormonal entre citocinina e auxina. Ao comparar as alturas das plantas da testemunha (0 g i.a ha⁻¹) com

as plantas que foram submetidas à aplicação das doses, nota-se que houve interação entre doses de *glyphosate* x tamanho de plantas (Tabela 6), sendo que todas as doses aplicadas reduziram a altura da nova brotação, com exceção ao tamanho 5 cm sendo que a altura da brotação foi maior que a altura da planta que não recebeu a aplicação do herbicida.

Dinelli et al. (2006), também trabalhou com biótipos de *Conyza canadensis* resistentes ao *glyphosate*, e verificou que as plantas apresentavam morte das folhas nas quais foram feitas aplicações do herbicida, entretanto, com o tempo, as folhas rebrotaram. Com isso, os autores concluíram que o herbicida não estava sendo translocado para os meristemas das plantas nos biótipos resistentes.

Sendo assim, com base nos resultados acima, a dose máxima que reduziu a altura das plantas que rebrotaram foi a de 4800 g i.a ha⁻¹ e no tamanho de 5 cm esta mesma dose foi a que causou a morte total das plantas, visto que não houve rebrotas, sendo a aplicação de doses mais concentradas necessárias para o controle efetivo das plantas.

Tabela 6. Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes à altura remanescente ou rebrota de plantas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 100 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Doses de <i>glyphosate</i> (g i.a ha ⁻¹)	Tamanho das plantas na aplicação (cm)				
	5	10	15	20	25
0	55,25 abBC	44,00 aC	109,50 aAB	109,25 aAB	112,75 aA
1200	80,00 aA	45,00 aA	91,25 aA	76,75 abA	68,75 abA
2400	39,50 abAB	26,50 aB	88,75 aA	31,50 bB	43,25 bAB
3600	38,00 abA	29,75 aA	30,00 bA	30,75 bA	37,75 bA
4800	0,00 bB	28,50 aAB	19,50 bAB	24,50 bAB	32,50 bA

Nota: Médias com letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

Segundo Constantin et al. (2013) deve-se buscar nível de controle o mais alto possível, visando minimizar o potencial de rebrota das plantas de *Conyza canadensis*, de modo que tais rebrotas não venham construir um problema ainda mais complexo posteriormente, pois as plantas perdem apenas a área foliar e as suas raízes permanecem em atividade com reservas para o seu desenvolvimento em um ambiente de estresse.

Mesmo utilizando tratamentos com diferentes modos de ação misturados com *glyphosate*, foi verificado por Belani et al. (2010) e Osipe et al. (2010), que os melhores níveis de controle são obtidos quando a aplicação é realizada com a buva ao redor de 15 cm de altura. Para plantas até de 35 cm de altura a aplicação precisa ser sequencial, visando um controle eficiente e a diminuição da rebrota.

A necrose total da parte foliar das plantas após a aplicação do *glyphosate*, caracterizam um efeito mascarado da morte das plantas, pois as folhas morrem, porém, ela rebrota no período em que as culturas, como a soja, já estão implantadas dificultando ainda mais o seu manejo.

4.2 Estudo fisiológico

4.2.1 Transpiração em folhas destacadas e hidratadas

Pela análise dos dados apresentados na Tabela 7, verificou-se que houve significância tanto para tamanho de plantas na aplicação como para as perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas em todos os períodos avaliados (0, 4 e 8 dias após a aplicação), assim como para a interação entre os fatores estudados.

Tabela 7. Anova das perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist em três diferentes épocas após a aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

FV	0 DAA	4 DAA	8 DAA
Bloco	0,000765 ^{ns}	0,00643 ^{ns}	0,000163 ^{ns}
Tamanho (T)	0,006386**	0,004307**	0,002620**
<i>Glyphosate</i> (G)	0,000898*	0,008896**	0,018028*
T x G	0,000994**	0,002633**	0,001206**
Erro	0,000267	0,001128	0,000465
CV (%)	30,09	57,73	54,40
Média Geral	0,054	0,058	0,040

Nota: **Significativo a 1%; * Significativo a 5%; ^{ns} não significativo.

Fonte: Da própria autora.

Observa-se na Tabela 8 que as perdas médias da transpiração das folhas destacadas ao 0 dia após a aplicação do *glyphosate* no tamanho 5 cm, foi maior na dose 1200 g i.a ha⁻¹ quando comparada ao tratamento testemunha (dose 0 g i.a ha⁻¹), representando assim que quanto maior a dose do herbicida menor são as perdas de transpiração. Já no tamanho 15 cm o comportamento da transpiração das folhas foi diferente do tamanho citado anteriormente, onde se pode constatar que houve um aumento das perdas de transpiração nas doses superiores a testemunha, sendo que o maior valor foi observado na dose 2400 g i.a ha⁻¹. Comportamento este observado no tamanho 25 cm, porém o maior valor foi observado na dose de 3600 g i.a ha⁻¹, atribui-se esse valor maior na dose superior aos demais tamanhos devido a área foliar das folhas destacadas de plantas com metabolismo já estabelecido.

Tabela 8. Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes às perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas (g cm²) de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 0 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Doses de <i>glyphosate</i> (g i.a ha ⁻¹)	Tamanho das plantas na aplicação (cm)				
	5	10	15	20	25
0	0,0731 bA	0,0601 aAB	0,0325 bBC	0,0357 aBC	0,0253 bC
1200	0,1143 aA	0,0591 aB	0,0509 abB	0,0332 aB	0,0279 bB
2400	0,0721 bAB	0,0819 aA	0,0652 aAB	0,0258 aA	0,0406 bBC
3600	0,0688 bAB	0,0587 aAB	0,0650 aAB	0,0424 aB	0,0756 aA
4800	0,0576 bAB	0,0663 aA	0,0620 abA	0,0283 aB	0,0342 bAB

Nota: Médias com letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

Aos 4 dias após a aplicação dos tratamentos (Tabela 9) nota-se que na dose de 0 g i.a ha⁻¹ as perdas foram maiores no tamanho de 5cm quando comparado aos tamanhos 10, 15, 20 e 25 cm, dados estes que corroboram com o estudo de Vieira et al (2010) onde concluíram que folhas menores tendem a transpirar mais por unidade de área, embora possam chegar mais rapidamente a um grau de deficiência hídrica. Entretanto quando as folhas das plantas do tamanho de 5 cm entram em contato com as diferentes doses do *glyphosate* as mesmas diminuem a sua perda de transpiração, isso devido ao fechamento induzido dos estômatos pela aplicação do herbicida ocasionando a obstrução dos tecidos condutores e estômatos.

Já no tamanho 10 cm a dose que proporcionou uma queda na transpiração foi a dose de 3600 g i.a ha⁻¹, verificando que houve perdas total das folhas das plantas. O mesmo comportamento é observado no tamanho 15 cm, porém na dose de 4800 g i.a ha⁻¹.

Para o tamanho 25 cm nota-se um comportamento diferente dos demais tamanhos quando houve um aumento nas doses de *glyphosate*, o maior valor de perda de transpiração foi observado na dose de 2400 g i.a ha⁻¹, muito superior ao valor na dose de 0 g i.a ha⁻¹, em razão de que a transpiração de folhas doentes pode ser maior ou menor que aquela de folhas saudáveis, pois o aumento da transpiração pode ser ocasionado pela destruição da cutícula, pelo aumento da permeabilidade da membrana das células da folha e pela inibição do fechamento dos estômatos (GODOY et al., 2001).

Tabela 9. Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes às perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas (g cm²) de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 4 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Doses de <i>glyphosate</i> (g i.a ha ⁻¹)	Tamanho das plantas na aplicação (cm)				
	5	10	15	20	25
0	0,1488 aA	0,0899 aAB	0,0559 abB	0,0559 aB	0,0260 bB
1200	0,0790 bA	0,0718 aA	0,0716 aA	0,0374 aA	0,0619 abA
2400	0,0767 bA	0,0868 aA	0,0769 aA	0,0584 aA	0,0977 aA
3600	0,0456 bA	0,0000 bA	0,0507 abA	0,0416 aA	0,0537 abA
4800	0,0633 bA	0,0327 abA	0,0000 bA	0,0260 aA	0,0456 abA

Nota: Médias com letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

Observa-se aos 8 dias após a aplicação do *glyphosate* (Tabela 11) que os tratamentos com as doses de 3600 e 4800 g i.a ha⁻¹ proporcionaram uma redução nas perdas de transpiração das folhas destacadas das plantas nos tamanhos 5, 10 e 15 cm de altura no momento da aplicação, reduzindo às perdas de 0 g cm².

Para os tamanhos 5, 10 e 20 cm constata-se que houve um aumento nas perdas de transpiração na dose de 2400 g i.a ha⁻¹ quando comparado às outras doses. Já para o tamanho de 15 cm o aumento da perda foi observado na dose de 1200 g i.a ha⁻¹.

Nota-se que nas doses de 0, 1200 e 2400 g i.a ha⁻¹ conforme os tamanhos das plantas aumentam ocorre uma diminuição nas perdas de transpiração.

Tabela 10. Desdobramento da interação doses de *glyphosate* x tamanho de plantas na aplicação referentes às perdas médias de transpiração de folhas destacadas e hidratadas (g cm^2) de *Conyza canadensis* (L.) Cronquist aos 8 DAA. Chapadão do Sul-MS, ano agrícola 2014.

Doses de <i>glyphosate</i> (g i.a ha^{-1})	Tamanho das plantas na aplicação (cm)				
	5	10	15	20	25
0	0,0898 aA	0,0780 aAB	0,0469 aB	0,0528 abAB	0,0376 aB
1200	0,0774 aA	0,0699 aA	0,0664 aAB	0,0481 abAB	0,0263 aB
2400	0,0824 aAB	0,0905 aA	0,0398 abBC	0,0812 aAB	0,0348 aC
3600	0,0000 bA	0,0000 bA	0,0000 bA	0,0319 bA	0,0061 aA
4800	0,0000 bA	0,0000 bA	0,0000 bA	0,0144 bA	0,0166 aA

Nota: Médias com letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da própria autora.

Devido ao mecanismo de ação lento do *glyphosate* e das rotas que precisa caminhar por ser um herbicida sistêmico, sua ação não é imediata, isso explica o porquê da pequena diferença entre as perdas nas diferentes doses, nos diferentes tamanhos de plantas.

5 CONCLUSÕES

Considerando-se as condições em que o trabalho foi realizado concluiu-se que:

- ❖ Tanto o tamanho das plantas como as doses do *glyphosate* influenciaram na altura de plantas, no diâmetro da haste e nas perdas de transpiração da espécie *Conyza canadensis* (L.) Cronquist.
- ❖ A porcentagem de redução da altura das plantas de tamanho menor foi maior do que as plantas de tamanho maior, conforme as doses de *glyphosate* aumentaram em todos os períodos que ocorreram as avaliações.
- ❖ Plantas de tamanho menor transpiram mais do que plantas de tamanho maior sem a aplicação de herbicida.
- ❖ Para as perdas de transpiração, as plantas de menor tamanho que receberam a aplicação do *glyphosate* em doses maiores, transpiraram menos do que as plantas que foram submetidas a doses menores do herbicida.
- ❖ As plantas de tamanhos maiores transpiraram mais quando submetidas a doses medianas do *glyphosate* quando comparadas as doses maiores.
- ❖ O manejo das áreas infestadas com *Conyza canadensis* (L.) Cronquist com histórico de resistência deve ser realizado com uso de práticas como a rotação de culturas, métodos de controle químicos diferentes ao do *glyphosate*, bem como a utilização de herbicidas com mecanismo de resistências diferentes daqueles para o qual as plantas possuem resistência.

REFERÊNCIAS

- BASSANEZI, R. B.; MARTINS, M. C.; GODOY, C.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Efeito da antracnose na eficiência fotossintética do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p. 520-524, 1997.
- BEDMAR, F.; MANETTI, B.; MONTERUBBIANESI, G. Determination of the critical period of weed control in corn using a thermal basis. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 187-183, 1999.
- BELANI, R. B.; ETCHEVERRY, M. I.; MARTINS, L. A.; ROCHA, C. L. Efeito de Kixor em associação com *glyphosate* para controle de buva em dessecação pré-plantio da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: FUNEP, 2010. p. 2367-2371.
- BHOWMIK, P. C.; BEKECH, N. N. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence, and distribution in no-till and conventional-tillage corn (*Zea mays*). **Agronomy (Trends in Agricultural Sciences)**, Madison, v. 1, n. 2, p. 67-71, 1993.
- BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A. Estudos dos efeitos da época de controle do mato sobre a produção de citros e a decomposição da flora daninha. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 45, p. 25-36, 1978.
- BLAINSKI, E.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; BIFFE, D. F.; RAIMONDI, M. A.; BUCKER, E. G.; GHENO, E. Eficácia de alternativas herbicidas para o controle de buva (*Conyza bonariensis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., Goiânia, 2009. **Resumos...** Goiânia: Embrapa Soja, 2009. p. 54.
- CHIAVEGATO, L. G. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citrus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, São Paulo, v. 21, n. 8, p. 813-816, 1986.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glifosato. **Planta Daninha**, Londrina, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; MEDEIROS, D.; MONQUEIRO, P. A.; PASSINI, T. Plantas daninhas à cultura da soja: controle químico e resistência a herbicidas. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.) **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: ESALQ, 2000. p. 179-202.
- CHRISTOFFOLETTI, P. J.; OVEJERO, R. F. L. **Resistência das plantas daninhas a herbicidas**: definições, bases e situações no Brasil e no mundo. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à resistência de plantas daninhas – HRAC-BR, 2008.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; OLIVEIRA NETO, A. M. **Buva**: fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Omnipax, 2013.
- CORTEZ, M. G. **Resistencia de biótipos de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. à herbicidas inibidores de acetil coenzima A carboxilase**. 2000. 214 f. Tese (Doutorado) - Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

COSTA, A. R. **Texto acadêmico:** as relações hídricas das plantas vasculares. Lisboa: Editora da Universidade de Évora, 2001. 75 p.

CUTTI, L.; KASPARY, T. E.; PERUZZO, S. T.; DELLA LIBERA, D.; LAMEGO, F. P. **Herbicidas alternativos para o controle de buva resistente ao *glyphosate* em diferentes estádios de desenvolvimento.** Santa Maria: [s. n.], 2013.

DAN, H. A.; BRAZ, G. B. P.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; RAIMONDI, M. A. Histórico da infestação de buva resistente a herbicidas no mundo e no Brasil. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; OLIVEIRA NETO, A. M. de. **Buva:** fundamentos e recomendações para manejo. Maringá: Omnipax, 2013. p. 22-26.

DAUER, J. T.; MORTENSEN, D. A.; VANGESSEL, M. J. Temporal and spatial dynamics of long distance *Conyza canadensis* seed dispersal. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 44, n. 1, p. 105 -114, 2007.

DENIS, M. H.; DELROT, S. Carrier-mediated uptake of *glyphosate* in broad bean (*Vicia faba*) via a phosphate transporter. **Physiol. Plant.**, Copenhagen, v. 87, n. 4, p. 569-575, 1993.

DEVINE, P. G., Stereotypes and prejudice: Their automatic and controlled components. **Journal of Personality and Social Psychology**, Washington, n. 56, p. 5-18, 1989.

DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action.** New Jersey: P T R Pretince Hall, Englewood Cliffs, 1993. 441 p.

DINELLI, G.; MAROTTI, I.; BONETTI, A.; MINELLI, M.; CATIZONE, P.; BARNES, J. Physiological and molecular insights on the mechanisms of resistance in *Conyza canadensis* (L.) Cronq biotypes. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 86, p. 30-41, 2006.

DUNIWAY, J. M. & DURBIN, R. D. Some effects of *Uromyces phaseoli* on the transpiration rate and stomatal response of bean leaves. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 61, p. 114-119, 1971.

FENG, P. C. C.; TRAN, M.; CHIU, T.; SAMMONS, D. R.; HECK, G. R.; CAJACOB, C. A. Investigations into *glyphosate*-resistant horseweed (*Conyza canadensis*): retention, uptake, translocation, and metabolism. **Weed Science**, Champaign, v. 52, n. 4, p. 498-505, 2004.

FRANKTON, C.; MULLIGAN, G. A. **Weeds of Canada (revised).** Toronto: NC, 1987. 217p.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; VARGAS, L.; KARAM, D.; MATALLO, M. B.; CERDEIRA, A. L.; FORNAROLI, D. A.; OSIPE, R.; SPENGLER, A. N.; ZOIA, L. Interferência da buva em áreas cultivadas com soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: FUNEP, 2010. p. 1555-1558.

GODOY, C. V.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Alterações na fotossíntese e na transpiração de folhas de milho infetadas por *Phaeosphaeria maydis*. Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v. 26, p. 209-215, 2001

GRUYS, K. J.; SIKORSKI, J. A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine and tyrosine biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B. K. **Plant amino acids: biochemistry and biotechnology**. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 357-384.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acessado em: 24 ago. 2013.

HOLM, L.; DOLL, J.; HOLM, E.; PANCHO, J.; HERBERGER, J. **World weeds**. Natural histories and distribution. New York: John Wiley & Sons, 1997. 1129 p.

HOLT, J. Plant responses to light: a potential tool for weed management. **Weed Sci.**, Champaign, v. 43, n. 3, p. 464-482, 1995.

KISSMANN, K. G. **Resistência a herbicidas**: visão da indústria. Associação brasileira de ação à resistência de plantas aos herbicidas. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: <<http://www.hrac-br.com.br/textos.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

KISMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. 978 p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LAZAROTO, C. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 852-860, 2008.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. Berlin: Springer, 1995. 506 p.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 157 p.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**: cultivos de verão. Campinas, SP: FMC, 2010. 2 v.

MOREIRA, M. S.; MELO, M. S. C.; CARVALHO, S. J. P.; MICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de buva (*C. bonariensis* e *C. canadensis*) ao herbicida glifosato. **Plantas Daninhas**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

OSIPE, J. B.; FERREIRA, C.; OSIPE, R.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P. & BELANI, R.B. Avaliação do controle químico de buva com o herbicida Kixor associado a outros produtos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: FUNEP, 2010. p. 1864-1867.

OSIPE, R.; ADEGAS, F. S.; OSIPE, J. B. Plantas daninhas na agricultura: o caso da buva. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; OLIVEIRA NETO, A. M. de. **Buva:** fundamentos e recomendações para manejo. Maringá: Omnipax, 2013. p.1-4.

PAIVA, R. **Textos acadêmicos:** fisiologia de plantas ornamentais. Lavras. Ed. UFLA, 2000. 88 p.

PAIVA, R; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e produção vegetal.** Lavras: Ed. UFLA, 2006. 104 p.

PATEL, F.; TREZZI, M. M.; MIOTTO, E. Jr.; DEBASTIANI, F. Nível de dano econômico de buva (*Conyza Bonariensis*) na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: FUNEP, 2010.

PETERSON, C. A.; De WILDT, P. P. O.; EDGINGTON, C. V. A rationale for the ambimobile translocation of the nematocidal oxyamyl in plants. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 8, p. 1-9, 1978.

PITELLI, R. A.; PAVANI, M. C. M. D. Feralidade vegetal e transgenisae. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, DF, v. 8, n. 34, p. 100-104, 2005.

POWLES, S. B.; PRESTON, C. **Herbicide cross resistance and multiple resistance in plants.** [S. l.: s. n.], 1998. Disponível em: <<http://ipmwww.ncsu.edu/orgs/hrac/mono2.htm>>. Acesso em: 18 de jul. 1998.

REGEHR, D. L.; BAZZAZ, F. A. The population dynamics of *Erigon canadensis*, a successional winter annual. **Journal of Ecology**, London, v. 67, n. 3, p. 923-933, 1979.

ROMAN, E. S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M.A.; WOLF, T. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação.** Passo Fundo: [s. n.], 2007. 160 p.

SALISBURY, F. B.; ROSS, W. C. **Plant physiology.** 4. ed. California: Ed. Wadsworth, 1992. 682 p.

SANTOS, G.; FRANCHISCHINI, A. C.; BLAINSKI, E.; GEMELLI, A.; MACHADO, M. F. P. S. Aspectos da Biologia e da Germinação da Buva. CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; OLIVEIRA NETO, A. M. de. **Buva:** fundamentos e recomendações para manejo. Maringá: Omnipax, 2013. p. 28-33.

SCHIMITT, J., WULFF, R. D. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. **Tree**, v. 8, n. 2, p. 47-51, 1993.

SHTIENBERG, D. Effects of foliar disease on gas exchange process: a comparative study. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 82, p. 760-765, 1992.

SILVA, L. B.; FREITAS, H. M. B. **Os vegetais e a água**. Salvador: UFBA/Projeto Qualibio, 1998.

SINGH, M.; ACHHIREDY, N. R. Influence of lantana on growth of various citrus rootstocks. **Hortscience**, Alexandria, v. 22, n. 3, p. 385-386, 1987.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Livro: **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: [s. n.], 2013. 918 p.

THEBAUD, C.; ABOOTT, R. J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 82, n. 2, p. 360-368, 1995.

TONON, J. C.; OKUMA, M. **Biodiversidade**: transpiração. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <<http://www.planetabio.com/fv.html>>. Acesso em: 16 fev. 16.

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

VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009.

VERDI, L.G.; BRIGHENTE, I.M.C.; PIZZOLATTI, M.G. Gênero *Baccharis* (Asteraceae): Aspectos Químicos, Econômicos e Biológicos. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 85-94, 2005.

VIDAL, R. A.; KALSING, A.; GOULART, I. C. G. R.; LAMEGO, F. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Impacto da temperatura, irradiação e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glifosato. **Planta Daninha**, Londrina, v. 25, 2, p. 309-315, 2007.

VIEIRA, E. L.; DE SOUZA, G. S.; DOS SANTOS, A. R.; DOS SANTOS SILVA, J. **Manual de fisiologia vegetal**. [S. l.]: Jeferson Selbach, 2010.

VIVIAN, R.; GOMES JR., F. G.; CHAMA, H. M. C. P.; SIVA, A. A.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S. T. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Alternanthera tenella*, *Conyza bonariensis* e *Digitaria ciliata*. **Planta Daninha**, Londrina, v. 26, n. 3, 2008.

WEED SCIENCE. **International survey of herbicide resistant weeds**. [S. l.: s. n.], 2006. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/in.asp>>. Acesso em: 25 out. 2006.

WU, H.; WALKER, S. **Fleabane**: fleabane biology and control. [S. l.: s. n.], 2004. Disponível em: <<http://www.weeds.crc.org.au/documents/fleabane.pdf>> Acessado em: 20 out. 2011.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Glifosato nas plantas:** implicações fisiológicas e agronômicas. Internacional Plant Nutrition Institute – IPNI – (Encarte de Informações Agronômicas, n. 119) 2007.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Glifosato, Herbicida com singular modo de ação: Efeitos secundários e implicações fisiológicas e agronômicas.** [S. l.]: Internacional Plant Nutrition Institute – IPNI, 2004.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARAES, S. C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da presença de alumínio no substrato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 599-601, 2011.

YAMAUTI, M. S.; BARROSO, A. A. M. Controle químico biótipos de buva (*Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis*) resistentes ao glifosato. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, 3, p. 495-500, 2010.