AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Anatomia foliar de biótipos de *Conyza sumatrensis* suscetível e resistente ao glifosato

Leaf anatomy of *Conyza sumatrensis* byotipes susceptible and resistant to glyphosate

Theodoro Schneider
Universidade de Cruz Alta
E-mail: theodoroschneider@hotmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0003-0795-2162

Adriana Favaretto
Universidade de Passo Fundo
E-mail: adriana_f37@hotmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0003-1897-5490

Mauro Antônio Rizzardi
Universidade de Passo Fundo
E-mail: Rizzardi@upf.br
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-4042-6431

Resumo: *Conyza sumatrensis* é uma planta daninha que apresenta resistência ao herbicida glifosato. A resistência pode ser devido a diferenças anatômicas entre biótipos resistentes e suscetíveis ao herbicida. O objetivo deste trabalho foi realizar a descrição anatômica da folha de biótipos de *Conyza sumatrensis* resistentes e suscetível ao herbicida glifosato, com vistas a identificar possíveis alterações que possam influenciar a absorção e/ou a translocação do herbicida. Para tanto, foram coletadas folhas de dois biótipos resistentes e um suscetível ao glifosato e fixadas em FAA 70 e, posteriormente, em etanol 70. Foram realizadas a determinação da espessura da epiderme na face adaxial das folhas, diâmetro dos feixes vasculares, além do índice e densidade estomática. As análises histológicas foram realizadas utilizando-se microscópio óptico, sendo tomadas fotografias de, no mínimo, quatro leituras em cada lâmina. Os resultados observados na caracterização da epiderme adaxial e do diâmetro dos feixes vasculares, não apresentaram diferenças entre os biótipos resistente e suscetível. Por outro lado, o biótipo suscetível apresenta maior densidade e índice estomático quando comparado aos demais, podendo estar relacionado com a suscetibilidade ao herbicida glifosato entre os materiais.

Palavras-chave: Caracterização anatômica, Buva, Feixes vasculares, Espessura da epiderme, Índice estomático

Abstract: *Conyza sumatrensis* is a weed that have resistance to the herbicide glyphosate. Resistance may be involved with anatomical differences between biotypes resistant and susceptible to the herbicide. The objective of this work was to perform the anatomical description of the leaf of *Conyza sumatrensis* resistant and susceptible to the herbicide glyphosate, with a view to identify possible alterations that may alter the absorption and/or translocation of the herbicide. For this, leaves of the resistant biotypes and one susceptible to glyphosate were collected and fixed in FAA 70 and later fixed in ethanol 70. The determination of the thickness of the epidermis on the adaxial side of the leaves of the biotypes, diameter of the vascular bundles and density and stomatal index were performed. The histological analyzes were performed using an optical microscope, and photographs of at least four readings were taken on each slide. The results observed in the characterization of the adaxial epidermis and the diameter of the bundles not showed differences between resistant and susceptible biotypes. On the other hand, the susceptible biotype presents higher density and

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

stomatal index when compared to the others, explaining the difference of susceptibility to the glyphosate herbicide among the materials.

Keywords: Anatomic characterization, Horseweed, Vascular bundles, Epidermalthickness, Stomatal index

Data de recebimento: 02/03/2019
Data de aprovação: 31/10/2019
DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i49.9536

Introduction

Conyza sumatrensis é uma planta daninha pertencente a classe Magnoliopsida e à família Asteraceae. Trata-se de uma herbácea, ocorrente em lavouras de soja no Brasil e considerada, juntamente com *C. canadensis*, as espécies mais distribuídas no mundo (Thebaud & Abbott, 1995). *C. sumatrensis* é originária da América do Sul, mas está dispersa em todos os continentes (Pruskie Sancho, 2006). Esta ampla ocorrência, deve-se, provavelmente, às características reprodutivas associadas ao potencial invasivo destas espécies, como elevada produção e habilidade de dispersão das sementes, além de rápida germinação (Hao et al., 2009).

C. sumatrensis está envolvida em 11 casos de resistência a herbicidas no mundo, sendo estes relacionados aos herbicidas glifosato, chlorimurom, paraquat e diquat (Heap, 2020). No Brasil, possui resistência simples ao glifosato, chlorimurom e paraquat; e resistência múltipla a glifosato e clorimurom (Heap, 2020). Além de *C. sumatrensis*, os biótipos de *C. bonariensis* e *C. canadensis* possuem comprovada resistência ao glifosato no Brasil (Heap, 2020). Estas espécies foram selecionadas nas lavouras de soja Roundup Ready® (RR), devido ao uso repetido de glifosato, que resultou em elevada pressão de seleção. Fato este, que comprova a importância das buvas como uma das principais plantas daninhas em lavouras de soja no Brasil.

O glifosato inibe a enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintetase (EPSPs) e impede a biossíntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, necessários para a síntese de proteínas (Duke & Powles, 2008). A eficiência do glifosato é dependente de processos como retenção da molécula na superfície foliar, penetração foliar, translocação na planta até o sítio de ação e inibição da enzima alvo, onde o produto exercerá sua atividade herbicida (Satichiviet al., 2000). O glifosato movimenta-se no floema seguindo a rota dos produtos da fotossíntese, das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes da planta em crescimento (Hetherington et al., 1999). Assim, a absorção, translocação e metabolismo do herbicida podem afetar a sensibilidade da planta, pois esta precisa atingir o sítio de ação numa concentração adequada (Ferreira et al., 2006). Visto que a absorção e translocação representam processos essenciais para a eficácia do herbicida (Satichivi et al., 2000), qualquer impedimento nessas etapas pode resultar em grandes prejuízos na eficiência de controle da espécie alvo. As plantas daninhas resistentes podem sobreviver à aplicação de herbicidas devido a diversos fatores, os quais podem estar relacionados ou não ao local de ação do herbicida. Quando não relacionado ao local de ação do herbicida, alterações anatômicas nas folhas podem estar relacionadas com menor absorção e/ou translocação do herbicida, ocasionando reduzida quantidade do herbicida no seu local de ação.

A análise da espessura da epiderme e o diâmetro do sistema vascular entre biótipos suscetíveis e resistentes podem ser alternativas viáveis no entendimento da distinta susceptibilidade de biótipos, uma vez que sua alteração pode alterar a quantidade do herbicida absorvido e/ou translocado e reduzir a ação herbicida. Considerando os aspectos mencionados, a realização da descrição anatômica das folhas de biótipos de *Conyza sumatrensis* resistentes e suscetíveis ao glifosato se justifica, a fim de verificar se essa possível alteração morfológica possui efeito na absorção e/ou translocação e, consequentemente, na sensibilidade ao herbicida.

Em biótipos de *C. bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao glifosato, não foi constatada diferença na absorção do herbicida, no entanto, nos biótipos resistentes a translocação revelou-se diferenciada em

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

relação ao biótipo suscetível, confirmando a translocação como mecanismo associado a resistência destes biótipos ao herbicida glifosato (Koger & Reddy, 2005; Cardinali et al., 2015). Frente ao exposto, objetivou-se com este trabalho realizar a descrição anatômica da folha de biótipos de *Conyza sumatrensis* resistentes e suscetível ao herbicida glifosato, com vistas a identificar possíveis alterações que possam modificar a absorção e/ou translocação do herbicida.

Material e Métodos

Para a realização do experimento, foram utilizados dois biótipos de *Conyza sumatrensis* resistentes ao herbicida glifosato e um biótipo suscetível ao mesmo herbicida, previamente identificado em trabalho publicado na literatura (Tabela 1) (Santos et al., 2014). No mês de abril de 2016 os biótipos foram semeados em casa de vegetação na Universidade de Passo Fundo, no município de Passo Fundo-RS em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As análises anatômicas foram realizadas no Laboratório Multidisciplinar Vegetal, no período de janeiro a fevereiro de 2017, na Universidade de Passo Fundo.

Tabela 1. Identificação do município e coordenadas do local de coleta dos biótipos *Conyza sumatrensis* e a resposta desses biótipos à aplicação do herbicida glifosato. Passo Fundo - 2017

Código	Município	Coordenadas	Glifosato
COQ 02	Coqueiros do Sul-RS	Lat: 28°11'45" Long: 52°34'12"	R
PON 01	Pontão-RS	Lat: 28°01'30" Long: 52°46'22"	R
PON 03	Pontão-RS	Lat: 28°00'20" Long: 52°45'12"	S

Nota: S= suscetível, R= resistente

Quando as plantas atingiram o estádio de 4 a 6 folhas, as folhas foram coletadas e imediatamente fixadas em FAA 70 (Formaldeído-Ácido acéticogacial-Etanol 70, 5:5:90 v/v), onde permaneceram por 48 horas. Após a fixação, o material foi estocado imerso em etanol 70 °GL até a montagem das lâminas. Foram utilizadas as folhas mais desenvolvidas dos biótipos para confecção de cortes transversais na região mediana da folha. As secções histológicas foram feitas manualmente, com lâminas de inox.

As secções selecionadas foram clarificadas com hipoclorito de sódio 20%, lavados em água acidulada e destilada e corados com fucsina básica e azul de Alcian. Após a coloração, as lâminas foram montadas em glicerina 50%e vedadas com esmalte incolor.

As lâminas histológicas foram observadas e fotografadas em microscópio óptico (Olympus® modelo CX31, com câmera AxioCam ERc5s – ZEISS acoplada). As análises anatômicas foram realizadas pelo software Zen, com determinação da espessura da epiderme na face adaxial das folhas dos biótipos e o diâmetro dos feixes vasculares principais nos biótipos resistentes e suscetível ao herbicida glifosato. Para determinação do índice estomático e densidade estomática (estômatos/mm^{-2}), foi utilizado o software Anati Quanti (Aguiar et al., 2007). O cálculo do índice estomático foi feito de acordo com a fórmula: Índice Estomático (IE) = NE/(CE + NE), em que NE é o número de estômatos e CE o número de células epidérmicas (Cutter, 1986). Foram tomadas no mínimo quatro leituras em cada lâmina.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância estatística, para a comparação de médias utilizou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As folhas de *C. sumatrensis*, independente do biótipo, exibem estrutura dorsiventral em secção transversal. A epiderme é uniestratificada, com células de tamanhos irregulares, paredes lisas e com presença de uma fina camada de cutícula. Abaixo da epiderme, observa-se uma camada de parênquima paliçádico biestratificado e compacto, seguida de parênquima esponjoso, constituído por cerca de cinco

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

camadas de células irregulares, que resultam em espaços intercelulares com várias dimensões (Figura 1). Acima do feixe vascular central, observa-se um canal secretor (Figura 2), estrutura que pode ser frequentemente encontrada em algumas famílias, como Apiaceae e Asteraceae e já foi observada no caule de *C. canadensis* (Hansjoerg & Baur, 2013).

As folhas são anfiestomáticas e os estômatos são anomocíticos (Figura 3). Dentre os biótipos avaliados nesse trabalho, o biótipo suscetível PON 03 destacou-se por apresentar maiores índice e densidade estomática quando comparado aos biótipos resistentes (Tabela 2). Da mesma forma, neste biótipo observou-se maior quantidade de tricomas. Os tricomas presentes nos biótipos de *C. sumatrensis* são tectores, multisseriados e estão presentes tanto na superfície abaxial quanto na adaxial das folhas (Figura 4).

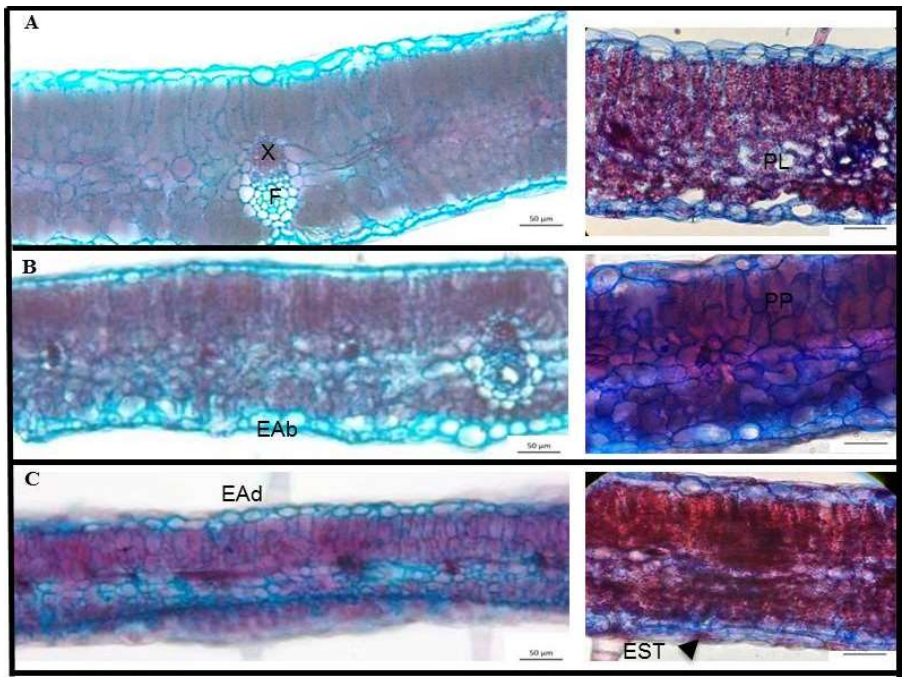


Figura 1– Secções transversais de folhas de biótipos de *Conyza sumatrensis.* COQ 02 (A), PON 01 (B) e PON 03 (C). X: xilema; F: floema; PP: parênquima paliçádico; PL: parênquima lacunoso; EAb: epiderme abaxial; EAd: epiderme adaxial; EST: estômato. Barras: 50 µm.

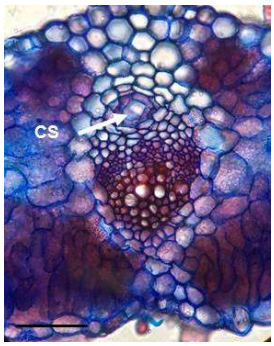


Figura 2 –Secções transversal de folha do biótipo PON 01 de *Conyza sumatrensis* demonstrando a presença de canal secretor (CS) sobre os feixes vasculares. Barra: 10 µm

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

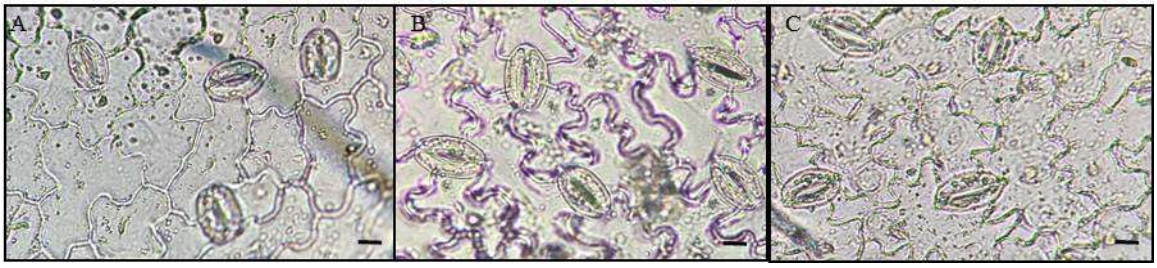


Figura 3. Estômatos na superfície abaxial de folhas dos biótipos COQ 02 (A), PON 01 (B) e PON 03 (C) de*Conyza sumatrensis.* Barra: 10 µm

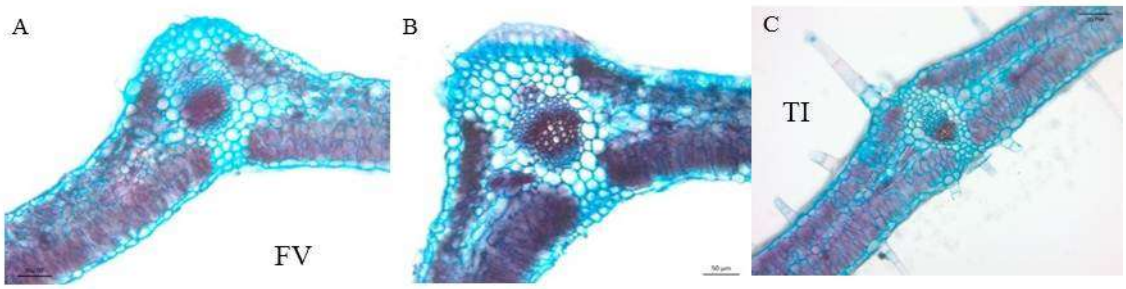


Figura 4. Secção transversal da folha de *Conyza sumatrensis* COQ 02 (A), PON 01 (B) e PON 03 (C), com destaque para o feixe vascular central (FV) e para os tricomas tectortes (TT)

A maior absorção de herbicidas por espécies suscetíveis tem sido associada à presença de estômatos e tricomas na epiderme adaxial da folha (Wyrill & Burnside, 1976; King & Radosevich, 1979), fatores estes que podem explicar a suscetibilidade do biótipo PON 03 considerado neste trabalho. Procópio et al. (2003) determinaram que abaixa densidade estomática em *C. bonariensis* foi uma das principais barreiras à penetração de herbicidas. Um fator ligado à penetração dos herbicidas pelos estômatos é a cutícula sobre as células-guarda, que é mais fina e mais permeável (menor teor de cera epicuticular), constituindo-se numa barreira menos rígida à penetração de herbicidas (Hess & Falk, 1990). Com relação aos tricomas, Sargent & Blackman (1962) afirmam que a cutícula é mais permeável na porção basal destes; por esse motivo, a penetração e a absorção de substâncias são mais acentuadas nessa região.

Os resultados observados na caracterização da epiderme adaxial e do diâmetro dos feixes vasculares de biótipos de *Conyza sumatrensis* resistentes e suscetível ao glifosato, não apresentaram diferenças entre si. Fato este confirmado pela ausência de significância estatística entre os biótipos (Tabela 2).

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tabela 2. Espessura da epiderme na face adaxial, diâmetro dos feixes vasculares, índice e densidade estomática de biótipos de *Conyza sumatrensis*, resistente e suscetível ao herbicida glifosato

Biótipo	Espessura da epiderme (µm)	Diâmetro dos feixes vasculares (µm²)	Índice estomático (%)	Densidade estomática (mm²)
COQ 02	13,05^{ns}	5582,08^{ns}	16,45 c	39,40 c
PON 01	16,23	6115,29	20,93 b	47,43 b
PON 03	15,25	5106,43	24,78 a	59,10 a
Média	14,84	5601,26	20,72	48,64
C.V. (%)	4,49	36,17	27,31	18,25

^{ns}não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade

Embora a maioria dos trabalhos que abordam a relação entre anatomia foliar e resistência a herbicidas priorizem a avaliação de densidade estomática e tricomática, composição da cutícula, dentre outros, existe a necessidade também da determinação de outras variáveis que envolvem a epiderme e os feixes vasculares. Desta forma, a epiderme caracteriza-se por ser o tecido mais externo dos órgãos vegetais, tendo como principal função o revestimento dos demais tecidos, evitar a perda de água, além de proteger da ação de danos mecânicos e patógenos, sendo porta de entrada de agroquímicos para o interior da planta (Apezzato Da Gloria et al., 2004; Kraehmer & Baur, 2013).

Depois de iniciado o processo de absorção do herbicida, a primeira camada celular encontrada são as células da epiderme. Assim, a importância da espessura desta gama de células pode afetar o processo de absorção e translocação do glifosato. Fato este sugerido por diversos autores, que mencionam a translocação do glifosato como possível mecanismo de resistência em *Conyza* spp. (Feng et al., 2004; Sammons & Gaines, 2014). Quando ocorrida a absorção, pelas células da epiderme, quanto mais lento for o processo do herbicida chegar até outras células e, posteriormente, aos feixes vasculares, processos de metabolização a outros compostos e até a ativação ou inativação podem estar ocorrendo nas células da epiderme (Velini et al., 2009).

Desta forma, este trabalho apresenta a primeira investigação da espessura da epiderme em relação a biótipos de buva resistentes e suscetível ao glifosato. Não foi possível encontrar diferenças entre os biótipos, revelando que esta variável anatômica muito provavelmente não está relacionada com a resistência dos biótipos.

Após atravessar a epiderme, o glifosato deve chegar aos feixes vasculares, que irão carregar o herbicida para diferentes partes da planta. A análise do diâmetro dos feixes vasculares revelou não haver diferenças entre os biótipos resistentes e suscetível (Tabela 2). O glifosato move-se no interior da planta seguindo a rota dos fotoassimilados pelo floema, o que permite inferir que quanto maior o diâmetro dos feixes vasculares, maior a translocação do herbicida na folha para as demais partes da planta (Duke & Powles, 2008). Para o melhor desempenho do glifosato, é necessário primeiramente excelente absorção e translocação até pontos de crescimento, pois a metabolização ou degradação e reduzida translocação, podem resultar em redução da eficácia do glifosato (Duke & Powles, 2008).

A absorção e translocação do glifosato em buva são bastante estudadas, sendo que na maioria dos trabalhos não são encontradas diferenças na absorção do glifosato, já a translocação é diferente entre biótipos resistentes e suscetíveis. Em *Conyza canadensis* não foi observado diferença na taxa de absorção do glifosato entre os biótipos suscetível e resistente. Quando comparada a translocação do herbicida nos mesmos biótipos, observou-se que para dois biótipos resistentes, a translocação reduziu 28 e 48% em relação ao biótipo suscetível (Koger & Reddy, 2005). A translocação diferencial também foi identificada em populações de *Lolium rigidum* e *L. multiflorum* resistentes ao glifosato (Adu-Yeboah et al., 2014; Gonzáles-Torralva et al., 2012).

Diversos trabalhos comprovam a translocação diferencial entre os biótipos resistentes e suscetíveis, no entanto, não se sabe certamente o motivo pelo qual ocorre menor translocação do glifosato nos biótipos resistentes. Em adição a estas informações, outros tantos trabalhos identificaram que ocorre o sequestro do glifosato no vacúolo celular, um local onde o herbicida não exercerá seu efeito nas plantas (Ge et al., 2010).

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Em *C. canadensis*, foi identificado que há rápido sequestro do glifosato no vacúolo nos biótipos resistentes, confirmando este como um mecanismo de resistência desta espécie ao glifosato (Ge et al., 2010; Ge et al., 2014). Outra informação bastante relevante é que existe diferença na dinâmica do sequestro do glifosato no vacúolo em função da temperatura, sendo eu em condições de temperatura em torno de 20°C, o sequestro do herbicida é mais acentuado (Ge et al., 2011). Outro mecanismo de resistência relatado para buva é a metabolização do glifosato mais rápida no biótipo resistente a compostos não fitotóxicos como glyoxilato, sarcosina e aminomethylphosphonico (González-Torralva et al., 2012).

Algumas características anatômicas das folhas de *C. bonariensis*, como alta densidade tricomática; grande espessura da cutícula da face adaxial; baixa densidade estomática na face adaxial; e a presença de cera epicuticular, principalmente na face adaxial, são consideradas as principais barreiras foliares potenciais à penetração de herbicidas e modificando a sensibilidade aos biótipos tratados (Procópio et al., 2003). No entanto, para complementar os estudos anatômicos, torna-se evidente a necessidade da realização de trabalhos envolvendo as áreas de fisiologia, biologia e genética molecular, uma vez que a grande maioria dos trabalhos que envolvem buva resistente ao glifosato revela haver processos fisiológicos e moleculares relacionados com a resistência.

Conclusões

Considerando os biótipos de *C. sumatrensis* envolvidos nesse estudo, o biótipo suscetível COQ 02 e PON 01apresentam menores índices e densidade estomática quando comparado ao biótipo suscetível. Desta forma, esses caracteres anatômicos podem estar relacionados com a resistência destes biótipos ao glifosato. Por outro lado, não há diferenças quanto as variáveis anatômicas espessura da epiderme e diâmetro dos feixes vasculares entre os biótipos resistentes e o biótipo suscetível ao glifosato.

Referências

ADU-YEBOAH, P.; MALONE, J.M.; GILL, G.; PRESTON, C. Reduced glyphosate translocation in two glyphosate-resistant populations of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) from fence lines in South Australia. **Weed Science**, v.62, n. 1, p.4-10, 2014.

AGUIAR**, T.**V.; SANT'ANNA-SANTOS, **B.**F.; AZEVEDO**, A.**A.; FERREIRA**, R.**S. Anati Quanti: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 649-659, 2007.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; Carmello-Guerreiro, S.M. **Anatomia vegetal**. 1. Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 192p.

CARDINALI, V.C.B.; DIAS, A.C.R.; MUELLER, T.C.; ABERCROMBIE, L.; STEWARTJR, C.N.; TORNISIELO, V.L.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Shikimate accumulation, glyphosate absortion and translocation in horseweed biotypes. **Planta Daninha**, v.33, n. 1, p.109-118, 2015.

CUTTER, E.G. **Plant anatomy: cells and tissues**. Part I. London: William Clowes and Sons, 1978. 315 p.

DUKE, S.O.; POWLES, S.B. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. **Pest Management Science**, v.64, n. 4, p.319-325, 2008.

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

FERREIRA, E.A.; SANTOS, J.B.; SILVA, A.A.; OLIVEIRA, J.A.; VARGAS, L. Translocação do glyphosate em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v.24, n. 2, p.365-370, 2006.

GE, X.; D'AVIGNON, D.A.; ACKERMAN, J.J.H.; SAMMONS, R.D. Rapid vacuolar sequestration: the horseweed glyphosate resistance mechanism. **Pest Management Science**, v.66, n. 4, p.345-348, 2010.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

GE, X.; D'AVIGNON, D.A.; ACKERMAN, J.J.H.; DUNCAN, B.; SPAUR, M.B.; SAMMONS, R.D. Glyphosate-resistant horseweed made sensitive to glyphosate: low-temperature suppression of glyphosate vacuolar sequestration revealed by ^{31}P NMR. **Pest Management Science**, v.67, n. 10, p.1215-1221, 2011.

GE, X.; D'AVIGNON, D.A.; ACKERMAN, J.J.H.; SAMMONS, R.D. In Vivo ^{31}P-Nuclear Magnetic Resonance Studies of Glyphosate Uptake, Vacuolar Sequestration, and Tonoplast Pump Activity in Glyphosate-Resistant Horseweed. **Plant Physiology**, v.166, n. 3, p.1255-1268, 2014.

GONZÁLES-TORRALVA, F.; ROJANO-DELGADO, A.M.; CASTRO, M.D.L.; MULLEDER, N.; DE PRADO, R. Two non-target site mechanisms are involved in glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis* L. Cronq.) biotypes. **Journal of Plant Physiology**, v.169, n. 17, p.1673-1679, 2012.

HANSJOERG; K.; BAUR, P. **Weed Anatomy**. Chichester: Wiley-Blackwell, 2013. 487 p.

HAO, J.H.; QIANG, S.; LIU, Q.Q.; CAO, F. Reproductive traits associated with invasiveness in *Conyza sumatrensis*. **Journal of Systematics and Evolution**, v.47, n. 3, p.245-254, 2009.

HETHERINGTON, P.R.; REYNOLDS, T.L.; MARSHALL, G.; KIRKWOOD, R.C. The absortion translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. **Journal of Experimental Botany**, v.50, n. 339, p.1567-1576, 1999.

HEAP, I. **Internacional survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 20 fev 2019.

HESS, F.D.; FALK, R.H. Spontaneous lysosomal storage disease caused by *Sida carpinifolia* (Malvaceae) poisoning in cattle. **Weed Science**., v. 38, n. 3, p. 280-288, 1990.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N. Role of absortion and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, v.53, n. 1, p.84-89, 2005.

KRAEHMER, H.; BAUR, P. **Weed anatomy**. Frankfurt, Germany: British Library, 2013.

KING, M.G.; RADOSEVICH, S.R. Tanoak (*Lithocarpus densiflorus*) leaf surface characteristics and absorption of triclopyr. **Weed Science**., v. 27, p. 599-604, 1979.

PROCÓPIO, S.O.; FERREIRA, E.A.; SILVA, E.A.M.; SILVA, A.A.; RUFINO, R.J.N. Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil. v – *Leonurus sibiricus*, *Leonotis nepetaefolia*, *Plantago tomentosa* e *Sida glaziovii*. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 403-411, 2003.

PRUSKI, J.F.; SANCHO, G. *Conyza sumatrensis* var. leiotheca (Compositae: Asteraceae), a new combination for a common neotropical weed. **Novon**, v.16, n. 1, p.96-101, 2006.

SAMMONS, R.D.; GAINE, T.A. Glyphosate resistance: State of knowledge. **Pest Management Science**, v.70, n. 9, p.1367-1377, 2014.

SANTOS, F.M.; VARGAS, L.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; AGOSTINETTO, D.; MARTIN, T.N.; RUCHEL, Q.; FERNANDO, J.A. Estádio de desenvolvimento e superfície foliar reduzem a eficiência de chlorimuron-ethyl e glyphosate em *Conyza sumatrensis*. **Planta Daninha**, v.32, n. 2, p.361-375, 2014.

SARGENT, J.A.; BLACKMAN, G.E. Studies on foliar penetration. I. Factors controlling the entry of 2,4-dicloroacetic acid. **Journal of Experimental Botany**, v. 13, p. 348-368, 1962.

SATICHIVI, N.M.; WAX, L.M.; STOLLER, E.W.; BRISKIN, D.P. Absortion and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. **Weed Science**, v.48, n. 6, p.675-679, 2000.

THEBAUD, C.; ABBOTT, R.J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. **American Journal of Botany**, v.82, n. 3, p.360-368, 1995.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 503-520, 2006.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

VELINI, E.D.; MESCHEDE, D.K.; CARBONARI, C.A.; TRINDADE, M.L.B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. 493p.

WYRILL, J.B.; BURNSIDE, O.C. Absorption, translocation and metabolism of 2,4-D and glyphosate in commom milkweed and hemp dogbane. **Weed Science**., v. 24, n. 6, p. 557-566, 1976.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.