

Biologia das plantas daninhas resistentes ao glyphosate no Brasil

Biology of weeds resistant to glyphosate in Brazil

Arthur Arrobas Martins Barroso¹; Neriane Hijano¹; Pedro Luis da Costa Aguiar Alves¹

¹ Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Brasil.

E-mail: arthuragro07@hotmail.com

Resumo: Plantas daninhas interferem em cultivos agrícolas e reduzem a quantidade e a qualidade da produção. O controle de plantas daninhas em sua maioria é feito pelo uso de herbicidas, principalmente pelo uso do glyphosate. Porém, o uso exclusivo e repetitivo desse herbicida trouxe, ao longo dos últimos anos, a seleção de plantas daninhas resistentes. No Brasil, até 2017, foram identificadas oito espécies que apresentam resistência ao glyphosate, sendo cinco gramíneas e três asteráceas. Conhecer a biologia dessas plantas favorece a adoção de um manejo integrado da resistência. A maioria dessas espécies resistentes apresenta fisiologia do tipo C4, permitindo elevadas taxas fotossintéticas das plantas em condições ambientais comumente encontradas no Brasil, o que favorece seu desenvolvimento. Plantas de caruru apresentam elevado crescimento inicial, podendo crescer até 2 cm ao dia. Plantas de capim-pé-de-galinha também apresentam desenvolvimento inicial rápido. Esse crescimento direciona o controle químico das plantas, que é recomendado em estágios iniciais de controle. Ainda, plantas daninhas resistentes podem apresentar crescimento e desenvolvimento diferenciados das plantas suscetíveis da mesma espécie. Algumas espécies apresentam reprodução apenas seminífera, enquanto outras possuem mais de um tipo de reprodução, como o capim-amargoso, que se reproduz via sementes e por rizomas. Diversas outras diferenças podem ser levadas em conta no manejo dessas plantas, que serão aqui apresentadas e discutidas.

Palavras-chave: *Amaranthus palmeri*. *Chloris polydactyla*. *Conyza* spp. *Digitaria insularis*. *Eleusine indica*. *Lolium multiflorum*.

Abstract: Weeds interfere in agricultural crops and then reduce the quantity and quality of production. The control of weeds is mostly done by the use of herbicides mainly by the use of glyphosate. However, the exclusive and repetitive use of this herbicide has brought over the last few years the selection of resistant weeds. Today, in Brazil, there are eight glyphosate resistant species being five *Poaceae* and three *Asteraceae*. Knowing the biology of these plants favors the adoption of an integrated resistance management. Most of these resistant species present C4 physiology, allowing high photosynthetic rates of plants under conditions commonly found in Brazil, which favors their development. Palmer amaranth plants for example show high initial growth, being able to grow up to 2 cm a day. Goosegrass plants also present rapid initial development. This growth directs the chemical control of plants, which is recommended in the early stages of weeds development. In addition, resistant weeds may present differentiated growth and development from those obtained by susceptible plants of the same species. Some

species present reproduction only by seeds, while others have more than one type of reproduction, such as sourgrass, that reproduces through seeds and rhizomes. Several other differences can be taken into account in the management of these plants, which will be discussed here.

Keywords: *Amaranthus palmeri*. *Chloris polydactyla*. *Conyza* spp. *Digitaria insularis*. *Eleusine indica*. *Lolium multiflorum*.

Introdução

O herbicida glyphosate foi introduzido em 1974. Atualmente, é o herbicida mais utilizado no mundo. Em 1996, foram introduzidas as culturas geneticamente modificadas tolerantes ao glyphosate, o que elevou seu uso. Entre os anos de 1974 e 2014, foram aplicados, no mundo, 72% do volume total aplicado de glyphosate. (BENBROOK, 2016).

Entre os fatores que fazem com que o glyphosate seja o herbicida mais utilizado, estão características próprias da molécula, como amplo espectro de controle de plantas daninhas, baixo custo, baixa toxicidade aos mamíferos, rápida degradação no meio ambiente e mínima contaminação das águas subterrâneas. (PADGETTE; KOLACZ; DELANNAY, 1995; BAYLIS, 2000). Porém, a intensificação de suas aplicações em uma mesma área por anos seguidos, muitas vezes, com mais de uma aplicação por cultura, elevou a pressão de seleção exercida nas plantas. (HEAP, 2014).

O glifosato é um herbicida não seletivo, sistêmico, que atua como inibidor da atividade da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), pertencente à rota do ácido chiquímico, catalisadora da síntese dos aminoácidos aromáticos, fenilalanina, tirosina e triptofano (COLE, 1985). É um herbicida utilizado em pós-emergência de plantas daninhas e pré-emergência da cultura, podendo ser utilizado em pós-emergência total em culturas transgênicas, resistentes ao glifosato, e de forma dirigida em outras culturas não transgênicas.

Devido a essas características e a sua ampla utilização, o glifosato provocou a seleção de biótipos resistentes de plantas daninhas. No Brasil, já foram relatadas como resistentes oito espécies, sendo elas o azevém (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*), as buvas (*Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* e *Conyza sumatrensis*), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), o capim-branco (*Chloris elata*), o caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri*) e o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*). (HEAP, 2017). A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como “a habilidade natural adquirida de uma população sobreviver e se reproduzir, após exposição a uma dose de herbicida normalmente letal para o uma população selvagem”. (WSSA, 1998, p. 789). Conhecer a biologia dessas principais espécies fornece subsídios para a tomada de decisões quanto ao manejo da resistência, principal objetivo desta revisão.

Amaranthus palmeri

As espécies do gênero *Amaranthus*, da família Amaranthaceae, são popularmente conhecidas como carurus. Existem, aproximadamente, 60 espécies de

plantas pertencentes ao gênero *Amaranthus* e, destas, cerca de dez são importantes plantas daninhas em culturas no Brasil, entre elas *Amaranthus palmeri* (caruru-palmeri).

No Brasil, o primeiro relato do caruru-palmeri ocorreu em 2015, no estado do Mato Grosso, na cultura do algodão. Além da detecção da introdução da espécie no país, foi detectada a ausência de seu controle pelo uso de glyphosate. (GAZZIERO; SILVA, 2017). Acredita-se que a introdução de caruru-palmeri no Brasil tenha ocorrido por meio de colheitadoras provenientes da Argentina, sem a limpeza adequada dos implementos. O biótipo identificado no Brasil apresenta resistência múltipla ao glyphosate e aos inibidores da ALS. (GONÇALVES NETTO *et al.*, 2016).

A presença do caruru-palmeri é preocupante devido as suas características de agressividade, com grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes. Essa capacidade de adaptação está relacionada às características de reprodução da planta, que é uma espécie dioica, o que favorece o cruzamento e, conseqüentemente, a diversidade genética, dispersando mais rapidamente os genes de resistência a herbicidas. (WARD *et al.*, 2013).

A agressividade do caruru-palmeri se deve, principalmente, a três fatores: à alta taxa fotossintética, à eficiência no uso da água e ao rápido crescimento e produção de biomassa em curto período de tempo. Horak e Loughin (2000) relataram crescimento de 0,21cm por dia do *A. palmeri* enquanto no Brasil existem relatos de crescimento de plantas entre 2,5 a 6 cm por dia, podendo atingir rapidamente alturas superiores a 2 m, dificultando a aplicação de herbicidas em pós-emergência. (SELLERS *et al.*, 2003; GAZZIERO; SILVA, 2017).

Com relação ao efeito dessa espécie em culturas, em estudo realizado por Morgan, Baumann e Chandler (2001), o caruru-palmeri reduziu o volume de copa do algodoeiro em 45%, 10 semanas após a emergência do algodão, e ocasionou 50% de redução da biomassa após oito semanas da emergência, quando havia uma planta de caruru por metro. Já Smith, Baker e Steele (2000) relataram a diminuição dos níveis de fibras e sementes de algodão na ocorrência de 3.260 plantas de caruru-palmeri ha⁻¹, aumentando o tempo de colheita de 2 a 3,5 vezes em relação à área não infestada, devido à necessidade de interrupção da máquina para remoção das plantas daninhas alojadas na ceifeira, e velocidade de trabalho mais lenta devido ao tamanho das plantas daninhas. Plantas de caruru-palmeri podem apresentar raízes profundas e caules grossos, sendo um problema no momento da colheita, podendo prejudicar a automotriz. Algumas plantas, após serem capinadas em períodos chuvosos, conseguem emitir novas raízes e continuam a vegetar e a produzir sementes. (GAZZIERO; SILVA, 2017). Ainda, quando a infestação do caruru-palmeri ocorre durante todo o ciclo da cultura, pode provocar perdas de produtividade de 77% no algodão, 79% na soja e 91% no milho. (MASSINGA *et al.*, 2001; BENSCH; HORAK; PETERSON, 2003; FAST *et al.*, 2009).

Com relação à reprodução e disseminação da espécie, cada planta pode produzir entre 80.000 e 250.000 sementes, dependendo das condições as quais está submetida, podendo germinar durante todo o ciclo da cultura na qual está convivendo. Essa espécie possui grande potencial de dispersão devido ao tamanho de suas sementes, entre 1 e 2 mm, podendo dispersar por até 200 km de distância devido às aves. (GAZZIERO; SILVA, 2017).

As sementes produzidas germinam rapidamente em condições favoráveis, podendo iniciar o processo no mesmo dia em que são oferecidas condições, enquanto as outras espécies de caruru podem demorar vários dias. (STECKEL *et al.*, 2004). A germinação do caruru-palmeri é máxima com temperatura de 35°C e 30°C, dia e noite, respectivamente, tendo acréscimo de biomassa com temperatura diurna entre 25 e 35°C e noturna 20 a 25°C. A correta identificação da espécie é chave para o seu manejo antecipado, antes que ela invada áreas de produção.

Conyza spp.

O gênero *Conyza* pertence à família Asteraceae e inclui, aproximadamente, 50 espécies que estão distribuídas por quase todo o mundo (KISSMANN; GROTH, 1999). No Brasil, as espécies mais importantes são *C. bonariensis* e *C. canadensis*, sendo que as mais difundidas no mundo são *C. sumatrensis* e *C. canadenses*. (THEBAUD; ABBOTT, 1995). Essas espécies possuem alto potencial invasivo devido à grande produção de sementes, à rápida germinação e à alta capacidade de germinação dos aquênios. (HAO *et al.*, 2009).

Em consequência da sua rápida disseminação, as buvas podem causar grandes prejuízos às culturas, competindo por recursos como água e nutrientes durante o desenvolvimento de culturas. *Conyza canadensis* pode causar redução de 83% da produtividade da soja cultivada no sistema de semeadura direta, na densidade de 150 plantas m⁻² (BRUCE; KELLS, 1990), sendo que uma planta por m² de *C. bonariensis* pode reduzir o rendimento de grãos de soja em 29,5%. (FORNAROLLI *et al.*, 2010). Essa interferência causa na soja não apenas redução na produtividade, mas também perdas qualitativas, como o aumento do teor de umidade e as impurezas dos grãos. (GAZZIERO *et al.*, 2010). Populações de *C. bonariensis* e *C. canadensis* possuem pouca diferenciação genética entre espécies, tendo alta variabilidade genética dentro de cada população (MANGOLIN; OLIVEIRA; MACHADO, 2012), o que pode indicar troca de alelos entre as populações das duas espécies.

Essas espécies apresentam grande produção de sementes, 60.000 em *C. sumatrensis*, 200.000 em *C. canadensis* e até 375.000 em *C. bonariensis*. (GREEN, 2010). São plantas anuais ou bianuais, facultativas de inverno, podendo emergir tanto no outono como na primavera. (CICI; VAN ACKER, 2009; TOZZI; VAN ACKER, 2014). A propagação ocorre apenas por sementes, que são facilmente dispersas por quilômetros de distância, seja pelo vento, seja pela água. (CAMACHO, 2004).

A germinação das buvas é reduzida quando as sementes se encontram em profundidade superior a 0,5 cm (WU *et al.*, 2007), pois são sementes fotoblásticas positivas (LAZAROTO; FLECK; VIDAL, 2008) e apresentam pequenas quantidade de reservas, insuficientes para transpor maiores camadas do solo (SANTOS *et al.*, 2013). Com esta característica de profundidade de germinação, a buva encontrou, em áreas com o cultivo direto, que apresentam pouco distúrbio, o local com condições ideais para sua germinação e seu desenvolvimento.

Chloris polydactyla

Plantas de *Chloris polydactyla* (sinonímia de *Chloris elata*), popularmente conhecidas por capim-branco ou capim-de-rhodes, são plantas de ocorrência comum no Brasil. Sua importância como planta daninha interferente, porém, iniciou-se com o escape de algumas plantas ao herbicida glyphosate, inicialmente detectadas em pomares citrícolas na cidade de Matão-SP. (BARROSO *et al.*, 2014a). Atualmente, essas plantas infestam canaviais, pomares e áreas produtoras de grãos.

O capim-branco é uma gramínea perene que possui algumas características vantajosas frente aos cultivos agrícolas. Possui fisiologia do tipo C4 e, devido a isso, se adapta bem a regiões de clima tropical, em que são conduzidas a maioria das culturas brasileiras. Mesmo possuindo crescimento inicial lento, plantas de capim-branco acumulam elevada biomassa ao longo do seu ciclo (ou seja, podem indisponibilizar nutrientes para as culturas). Sabe-se, por exemplo, que a presença dessas plantas em convívio com a soja acarreta perdas de produtividade. Essa interferência depende, entre outros fatores, do cultivar de soja plantada. Vinte plantas de capim-branco por metro quadrado, por exemplo, reduziram em 44% a produtividade da soja 'CD 250 RR/STS', enquanto não interferiram na soja 'BMX Potência RR'. Quarenta plantas por metro quadrado reduziram a produção dessas mesmas cultivares em 65 e 23%, respectivamente. (BARROSO *et al.*, 2014b).

Com relação ao seu desenvolvimento, em geral, as plantas apresentam seus primeiros perfilhos aos 30 dias após sua emergência e suas primeiras inflorescências aos 110 dias. Outra característica de agressividade da espécie está relacionada à sua reprodução. As plantas dessa espécie podem se reproduzir via sementes (30.000 a 96.000 sementes por planta) e também via rizomas. (BRIGHENTI; VOLL; GAZZIERO, 2007; CARVALHO *et al.*, 2005).

Uma vez no solo, essas sementes, em geral, apresentam baixa germinação (não superior a 60%), o que indica que a espécie pode apresentar dormência. A germinação dessas sementes parece não sofrer influência de variações de temperatura na sua germinação, que pode ser ainda mais reduzida se as sementes se encontram enterradas a grandes profundidades no solo ou cobertas por palhada. (OCIMAR; VANZOLINI, 2016). Tem-se, por exemplo, que a germinação de sementes de capim-branco é praticamente inibida em profundidades superiores a três centímetros no solo ou quando cobertas por mais do que cinco toneladas por hectare de palhada de cana-de-açúcar. (BRIGHENTI; VOLL; GAZZIERO, 2007).

Digitaria insularis

O capim-amargoso, também conhecido por capim-flecha ou capim-açu, é uma gramínea perene que apresenta fisiologia do tipo C4. É uma das piores plantas daninhas presentes no Brasil. É uma espécie agressiva, de difícil controle, que apresenta populações resistentes ao herbicida glyphosate e à graminicida, tal como o haloxyfop-p-methyl. O primeiro relato da resistência do capim-amargoso ao glyphosate no Brasil ocorreu em 2008, quando o pesquisador Fernando Adegas relatou a existência de uma população resistente no município de Guaíra, Oeste do Paraná.

Hoje, a resistência está dispersa em praticamente todos os Estados brasileiros. (HEAP, 2017; LÓPEZ-OVEJERO *et al.*, 2017).

O crescimento do capim-amargoso é, inicialmente, lento, mas, uma vez estabelecidas as touceiras, dificilmente a planta é controlada. Mesmo com esse crescimento inicial demorado, plantas de capim-amargoso causam prejuízos na competição com culturas. No milho, por exemplo, densidades de 7, 15 e 30 plantas m⁻² causam reduções de produtividade de 23, 38 e 50%, respectivamente. (BARROSO *et al.*, 2016). Na soja, a presença de uma a três plantas m⁻² reduz a produtividade final da cultura em 23%. (GAZZIERO *et al.*, 2012). Nessa interferência, a competição ocorre, principalmente, pelos nutrientes potássio e nitrogênio, os dois mais exigidos para o crescimento do capim-amargoso e, em geral, pelas culturas. (CARVALHO; BIANCO; BIANCO, 2013). Comparando-se o crescimento e a interferência de biótipos de capim-amargoso com diferentes suscetibilidades ao glyphosate, em geral, plantas resistentes não apresentam penalidades em seu desenvolvimento se comparadas às plantas suscetíveis, e crescem, portanto, de maneira semelhante umas às outras. (PEREIRA *et al.*, 2017; MARTINS *et al.*, 2016).

A germinação das sementes do capim-amargoso acontece em uma ampla gama de temperaturas, que variam entre 10 e 40°C, observando-se a maior germinação na média aos 30°C. As sementes dessa espécie germinam de maneira equivalente no escuro, com a alternância de temperaturas. Comparando-se sementes originadas de plantas resistentes e suscetíveis, as sementes de plantas resistentes apresentam algumas diferenças germinativas.

Sementes originadas de plantas resistentes germinam, em geral, melhor do que as sementes de plantas suscetíveis, em diferentes situações, como: temperaturas mais baixas, menor disponibilidade hídrica e profundidades de enterrio. Do ponto de vista agrônomo, nota-se uma vantagem para esse biótipo, mas do ponto de vista biológico, a menor germinação de sementes suscetíveis em todas essas condições pode estar ligada à dormência destas, o que é uma vantagem adaptativa de perpetuação do biótipo. (MARTINS; BARROSO; ALVES, 2017).

A germinação dessas sementes pode ser controlada pela presença de coberturas no solo. Quantidades de três toneladas por hectare de palha de capim-braquiária, cana-de-açúcar e milho reduzem, em média, 84, 90 e 86% a germinação de sementes originadas de plantas resistentes ou suscetíveis. Como nove toneladas por hectare de cana-de-açúcar, reduz-se totalmente a germinação dessas sementes. Somado a isso, sementes de capim-amargoso apresentam baixa longevidade no solo, sendo que um controle eficiente ao longo de alguns anos pode resolver o problema de infestação da espécie.

Eleusine indica

O capim-pé-de-galinha é gramíneo, também de fisiologia do tipo C₄, com ciclo anual. Diferentemente das espécies anteriormente citadas, apresenta rápido crescimento inicial. Somado a isso, apresenta elevada e contínua produção de sementes, o que a torna uma das piores plantas daninhas no mundo. (GANESHAIAH; SHAANKER, 1982). O primeiro relato da resistência do capim-pé-de-galinha ao

glyphosate no Brasil ocorreu em 2017, para populações dos municípios de Campo Mourão e Luziânia, ambos no Paraná. (TAKANO *et al.*, 2017). Ressalta-se que no Brasil a resistência ao glyphosate é causada apenas por uma mutação na enzima EPSPS (uma substituição de uma prolina por uma serina na posição 106 da enzima, P106S). Em outros países, como na Malásia, existem plantas que apresentam duplas mutações na enzima (plantas conhecidas por TIPS, sendo uma troca de uma treonina por uma isoleucina na posição 102 da enzima mais a mutação P106S) e/ou a superexpressão dessa enzima, que alteram totalmente o crescimento e desenvolvimento das plantas. A origem dessa segunda mutação, evolutivamente, ocorre em plantas que já apresentem a mutação P106S.

O crescimento e desenvolvimento do capim-pé-de-galinha são mais rápidos se comparados com as plantas de capim-amargoso e de capim-branco. (TAKANO *et al.*, 2016). Com relação à competição com culturas, a agressividade do capim-pé-de-galinha acarreta prejuízos significativos. Na soja, por exemplo, as plantas de capim-pé-de-galinha apresentam semelhante habilidade competitiva que a cultura e, no feijão, acarretam perdas superiores a 20% quando em convivência com apenas uma planta. (WANDSCHEER *et al.*, 2013; BARROSO *et al.*, 2010).

Plantas do tipo P106S não apresentam penalidades no seu desenvolvimento e, portanto, biótipos resistentes e suscetíveis irão acarretar semelhantes efeitos nos cultivos. (FRANCO *et al.*, 2017). Plantas do tipo TIPS apresentam crescimento reduzido frente aos outros biótipos e tendem a interferir menos nas culturas. Do mesmo modo, a aplicação de glyphosate impacta o crescimento de genótipos. Plantas P106S sofrem com a ação do herbicida e apresentam desenvolvimento e competitividade prejudicados, ao passo que plantas TIPS não sofrem intoxicação causada pelo glyphosate, mas, devido às penalidades apresentadas pelas mutações, continuam a apresentar pouco crescimento.

O início da produção de sementes no capim-pé-de-galinha ocorre logo aos 38 dias após a emergência de plantas e esse período se estende até, no mínimo, aos 100 dias após a emergência. A planta finaliza seu ciclo em torno dos 120 dias após emergir e, durante toda sua florada, pode produzir até 120.000 sementes por planta. (TAKANO *et al.*, 2016). Essas sementes germinam bem, principalmente se submetidas a alternâncias de temperaturas, tais como 35°C/20°C, em que a germinação chega a ser superior a 80%. Assim como as espécies discutidas anteriormente, o enterrio de sementes em profundidades de até 2 cm diminui a emergência de plântulas. Em geral, isso decorre do fato de as gramíneas apresentarem sementes de tamanho reduzido e, portanto, pequenas reservas nutricionais em suas sementes, necessárias para o vencimento do impedimento físico que a solo causa à emergência. (ISMAIL *et al.*, 2002).

Lolium multiflorum

O azevém anual é uma espécie também pertencente à família das gramíneas, mas diferente das demais gramíneas resistentes, apresenta fisiologia do tipo C3. É uma planta de ciclo anual, rústica, cespitosa, agressiva e adaptada a se desenvolver sob baixas temperaturas. (NELSON; PHILLIPS WATSON, 1997). A resistência dessa

espécie ao herbicida glyphosate foi detectada no Brasil em 2004, em lavouras anuais no Rio Grande do Sul. (ROMAN *et al.*, 2004).

Na cultura do trigo, a presença do azevém reduz o número de perfilhos, a massa seca foliar, a área foliar, a massa seca caulinar e a massa seca aérea de plantas. Tem-se, por exemplo, que 20 plantas m⁻² de azevém reduzem em mais 40% o acúmulo de massa seca da cultura. Em densidades maiores, como a de 50 plantas m⁻², essas reduções podem ultrapassar os 60%. (FERREIRA *et al.*, 2008). Em outro experimento, a convivência do trigo com 21 plantas m⁻² de azevém reduziu em 78% a produtividade final da cultura. No eucalipto, por exemplo, plantas de azevém podem ocasionar perdas a partir de uma planta m⁻². Densidades superiores, como a de 4 plantas m⁻², podem ocasionar perdas próximas a 20% no desenvolvimento da cultura (acúmulo de biomassa seca total), o que depende do clone utilizado.

Plantas resistentes, muitas vezes, apresentam crescimento reduzido em comparação ao crescimento de plantas suscetíveis, mas não como via de regra. Essas diferenças de adaptabilidade estão relacionadas aos mecanismos de resistência presentes em cada biótipo ou podem estar relacionadas com condições ambientais. Nessa espécie, existem relatos de plantas suscetíveis com florescimento antecipado em comparação às plantas resistentes, além de plantas com maior crescimento, maior acúmulo de massa, maior área foliar e maior competitividade. (FERREIRA *et al.*, 2008; VARGAS *et al.*, 2004). Sabe-se, porém, que existem casos nos quais plantas resistentes não apresentam penalidades no seu desenvolvimento frente às plantas suscetíveis, tais como aquelas em que o mecanismo presente de resistência é a superexpressão da EPSPS. Nesses casos, as plantas podem apresentar comportamento semelhante no campo, sendo fundamental conhecer caso a caso a resistência de uma população.

Com relação à reprodução, plantas de azevém apresentam fecundação cruzada e as características de resistência podem ser transportadas via pólen em distâncias superiores a 3.000 metros. (BUSI; BARRETT-LENNARD; POWLES, 2008). Para a produção de sementes, plantas de azevém podem produzir de 1.000 a 2.000 sementes por planta. (HANNAWAY; FRANSEN; CROPPER, 1999). Comparando-se os biótipos, existem relatos da maior produção de sementes em plantas suscetíveis ao glyphosate. Com isso, em um ambiente com ausência da aplicação do agente selecionador, nesse caso, o glyphosate, somado à maior competitiva de plantas suscetíveis, a resistência tende, ao tempo, em ser reduzida. (VARGAS *et al.*, 2004).

Conclusão

Nota-se que o conhecimento da biologia das plantas daninhas resistentes é fundamental para seu manejo. Além do controle químico, as características de germinação, crescimento e desenvolvimento de diferentes biótipos permitem que outras ferramentas, como o controle cultural, sejam adotadas. Quanto à resistência de plantas daninhas, não existem generalizações. Cada caso é único e influenciado por diversos fatores. O melhor manejo da resistência passa pela correta identificação de espécies, biótipos, mecanismos de resistência, aspectos da biologia da planta e, por fim, o estabelecimento de estratégias de controle.

Referências

- BARROSO, A.A.M.; CESARIN, A.E.; GALLARDO, G.J.T.; CARREGA, W.C.; NETO, N.J.; SANTOS, J.I.; ALVES, P.L.C.A. Interferência do capim-amargoso resistente ao glyphosate no milho. In: XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2016, Curitiba, PR. *Anais...* Curitiba: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, SBCPD, 2016.
- BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; REIS, F.C.; PLÁCIDO, H.F.; TOLEDO, R.E.; ALBRECHT, L.P.; VICTORIA-FILHO, R. Different glyphosate susceptibility in *Chloris polydactyla* accessions. *Weed Technology*, v.28, p.587-591, 2014^a.
- BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; VILLETTI, H.L.; ORSO, G.; CAVALLI, D.A.L.; VICTORIA-FILHO, R. Competição entre a cultura da soja e a planta daninha *Chloris polydactyla*. *Cerrado Agrociências*, v.5, p.82-90, 2014b.
- BARROSO, A.A.M.; YAMAUTI, M.S.; ALVES, P.L.C.A. Interference between weed species and two bean cultivars in two times of sowing. *Bragantia*, v.69, p.609-616, 2010.
- BAYLIS, A. D. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest Management Science*, v.56, p.299- 308, 2000.
- BENBROOK, C. M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe*, v.28, n.3, 2016.
- BENSCH, C. N.; HORAK, M. J. PETERSON, D. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. *Weed Science*, v. 51, p. 73-43, 2003.
- BRIGHENTI, A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. *Chloris polydactyla* (L.) Sw., a perennial Poaceae weed: Emergence, seed production, and its management in Brazil. *Weed Biology and Management*, v.7, p.84-88, 2007.
- BRUCE, J. A.; KELLS, J. J. Horseweed (*Conyza canadensis*) control in no-tillage soybeans (*Glycine max*) with preplant and pre emergence herbicides. *Weed Technology*, v. 3, n. 4, p. 642-647, 1990.
- BUSI, R.; YU, Q.; BARRETT-LENNARD, R.; POWLES, S. Long distance pollen-mediated flow of herbicide resistance genes in *Lolium rigidum*. *Theoretical and applied genetics*, v.117, p.1281-1290, 2008.
- CAMACHO, D. C. *Estudio del patrón espacial de dispersión de semillas de Conyza bonariensis, una mala hierba anemócora*. 2004. Beca SEMh. Universidad de Huelva.

- CARVALHO, L. B.; BIANCO, M. S.; BIANCO, S. Accumulation of dry mass and macronutrientes by sourgrass plants. *Planta Daninha*, v.31, n.4, p.785-792, 2013.
- CARVALHO, S.J.P.; PEREIRA SILVA, R.F.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). *Planta Daninha*, v.23, p.603-609, 2005.
- CICI, S. Z. H.; VAN ACKER, R. C. A review of the recruitment biology of winter annual weeds in Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, v.89, n.3, p.575-589, 2009.
- COLE, D. J. Mode of action of glyphosate – a literature analysis. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (Ed.). *The herbicide glyphosate*. Londres: Butterworths, 1985. p. 49-54.
- FAST, B. J.; MURDOCK, S. W.; FARRIS, R. L.; WILLIS, J. B.; MURRAY, D. S. Critical timing of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) removal in second generation glyphosate-resistant cotton. *Journal of Cotton Science*, v. 13, p. 32-36, 2009.
- FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A.; REIS, M.R.; VARGAS L.; VIANA, R.G.; GUIMARÃES, A.A.; GALON, L. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). *Planta Daninha*, v.26, p.261-269, 2008.
- FORNAROLLI, D. A.; RIBEIRO, C. A.; SANTOS, B. C. S.; GAZZIEIRO; D. L. P. Interferência da espécie *Conyza bonariensis* no rendimento de grãos na cultura da soja. In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2010, SP. *Anais...* Ribeirão Preto, 2010.
- FRANCO, J.J.; AGOSTINETTO, D.; LANGARO, A.C.; PERBONI, L.T.; VARGAS, L. Relative competitiveness of goosegrass biotypes and soybean crops. *Revista Caatinga*, v.30, p.271-277, 2017.
- GANESHAIAH, K.; SHAANKER, R. U. Evolution of reproductive behavior in the genus *Eleusine*. *Euphytica*, v. 31, p. 397–404, 1982.
- GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. F. *Caracterização e manejo de Amaranthus palmeri*. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 39 p.
- GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; VARGAS, L.; ADEGAS, F. S. Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010. *Anais...* Ribeirão Preto: SBCPD, 2012. p. 345-350.
- 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: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2010, SP. *Anais...* Ribeirão Preto, 2010.

GONÇALVES-NETTO, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; BORGATO, E. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Multiple resistance of *Amaranthus palmeri* to ALS and EPSPs inhibiting herbicides in the state of Mato Grosso, Brazil. *Planta Daninha*, v. 34, n. 3, p. 581-587, 2016.

GREEN, T. D. The ecology of fleabane (*Conyza* spp.). 2010. Dissertação, University of New England.

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

HANNAWAY, D.; FRANSEN, S.; CROPPER, J. *Perennial ryegrass (Lolium perenne (L.))*. Oregon State University Extension Publication, 1999.

HEAP, I. *International survey of herbicide Resistant weeds*. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

HEAP, I. Herbicide resistant weeds. In: Pimentel, D.; Peshin, R. (eds) *Integrated Pest Management*. Springer, Dordrecht, 2014.

HORAK, M. J.; LOUGHIN, T. M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. *Weed Science*, v.48, n.3, p.347-355, 2000.

ISMAIL, B.S.; CHUAH, T.S.; SALMIJAH, S.; TENG, Y.T.; SCHUMACHER, R.W. Germination and seedling emergence of glyphosate-resistant and susceptible biotypes of goosegrass (*Eleusine indica* [L.] Gaertn.). *Weed Biology and Management*, v.2, p.177-185, 2002.

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

LAZAROTO, C. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Biology and ecophysiology of hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) and horseweed (*Conyza canadensis*). *Ciência Rural*, v.38, n.3, p.852-860, 2008.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; TAKANO, H.K.; NICOLAI, M.; FERREIRA, A.; MELO, M.S.C.; CAVENAGHI, A.L.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OLIVEIRA JR., R.S. Frequency and dispersal of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations across Brazilian agricultural production areas. *Weed Science*, v.62, p.285-294, 2017.

MANGOLIN, C.A.; OLIVEIRA JR., R.S.; MACHADO, M.F.P.S. Genetic diversity in weeds. In: Fernandez, R.A. (Ed.), *Herbicides - Environmental Impact Studies and Management Approaches*. Rijeka, Croatia: Intech, p. 223-248, 2012.

MARTINS, J.F.; BARROSO, A.A.M.; ALVES, P.L.C.A. Effects of environmental factors on seed germination and emergence of glyphosate resistant and susceptible sourgrass. *Planta Daninha*, v.35, p.1-6, 2017.

MARTINS, J.F.; BARROSO, A.A.M.; CARVALHO, L.B.; CESARIN, A.E.; AMARAL, C.L.; NEPOMUCENO, M.P.; DESIDÉRIO, J.A.; ALVES, P.L.C.A. Plant growth and genetic polymorphism in glyphosate-resistant sourgrass (*L. Fedde*). *Australian Journal of Crop Science*, v.10, p. 1466-1473, 2016.

MASSINGA, R. A.; CURRIE, R. S.; HORAK, M. J.; BOYER JR, J. Interference of palmer amaranth in corn. *Weed Science*, v. 49, p. 202-208, 2001.

MORGAN, G. D.; BAUMANN, P. A.; CHANDLER, J. M. Competitive Impact of Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) on Cotton (*Gossypium hirsutum*) Development and Yield. *Weed Technology*, v.15, n.3, 2001, p.408-412.

NELSON, L.R.; PHILLIPS, T.D.; WATSON, C. E. Plant breeding for improved production in annual ryegrass. In: ROUQUETTE, F.M.; NELSON, L. R. (Ed). *Ecology, production, and management of Lolium for forage in the USA*. Madison: Crop Science Society of America, 1997. p. 1-14.

OCIMAR, J.J.; VANZOLINI, S.S. Germinação de sementes de *Chloris polydactyla* em diferentes temperaturas e condições de luminosidade. *Nucleus*, v.13, p.229-236, 2016.

PADGETTE, S.R.; KOLACZ, K.H.; DELANNAY, X. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. *Crop Science*, v.35, p.1451-1461, 1995.

PEREIRA, G.R.; COSTA, N.V.; MORATELLI, G.; RODRIGUES-COSTA, A.C.P. Growth and development of *Digitaria insularis* biotypes susceptible and resistant to glyphosate. *Planta Daninha*, v.35, p.1-6, 2017.

ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M.A.; MATTEI, R.W. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, v.22, p.301-306, 2004.

SANTOS, G.; FRANCISCHINI, A.C.; BLAINSKI, E.; GEMELLI, A.; MACHADO, M.F.P.S. Aspectos da biologia e da germinação da buva. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S. de; OLIVEIRA NETO, A.M. de (Ed.). *Buva: fundamentos e recomendações para manejo*. Curitiba: Ompix, 2013. p.11-26.

SELLERS, B. A.; SMEDA, R. J.; JOHNSON, W. G.; KENDIG, A.; ELLERSIECK, M. R. Comparative growth of six *Amaranthus* species in Missouri. *Weed Science*, v. 51, n. 3, p. 329-333, 2003.

- SMITH, D.T.; BAKER, R. V.; STEELE, G. L. Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) Impacts on Yield, Harvesting, and Ginning in Dryland Cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technology*, v.14, p.122-126, 2000.
- STECKEL, L. E., SPRAGUE, C. L.; STOLLER, E. W.; WAX, L. M. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. *Weed Science*, v. 52, n. 2, p. 217-221, 2004.
- TAKANO, H.K.; OLIVEIRA, JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, C. B. P.; GHENO, E. A. Goosegrass resistant to glyphosate in Brazil. *Planta Daninha*, v. 35, p. 1-9, 2017.
- TAKANO, H.K.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.B.P.; PADOVESE, J.C. Growth, development and seed production of goosegrass. *Planta Daninha*, v. 34, p.249-257, 2016.
- 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.2, p.360-368, 1995.
- TOZZI, E; VAN ACKER, R.C. Effects of seedling emergence timing on the population dynamics of horseweed (*Conyza canadensis* var. *canadensis*). *Weed Science*, v.62, n.3, p.451-456, 2014.
- VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A.; SILVA, V.C. Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. *Planta Daninha*, v. 22, p.617-622, 2004.
- WANDSCHEER, A. C. D. et al. Competitividade de capim-pé-de-galinha com soja. *Ciência Rural*, v. 43, n. 12, p. 2125-2131, 2013.
- WARD, S. M.; WEBSTER, T.M.; STECKEL, L.E. Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*): a review. *Weed Technology*, v. 27, p.12-27, 2013.
- WSSA. Weed Science Society of America, Technology Notes. *Weed Technology*, v.2, p. 789-790, 1998.
- WU, H. et al. Germination, persistence, and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). *Weed Biology and Management*, v.7, p.192-199, 2007.