



Foto: Caio Rossi

RESISTÊNCIA AO HERBICIDA GLYPHOSATE

A agricultura moderna está estruturada em sistemas conservacionistas de manejo do solo (plantio direto e cultivo mínimo), bem como em culturas resistentes a herbicidas, de modo que o uso do glyphosate é imperativo, o que torna os casos de resistência a este produto ainda mais problemáticos. Neste sentido, populações de capim-amargoso resistentes ao herbicida glyphosate tem sido relatadas em diversos estados do país, com significativo impacto nas lavouras, exigindo mudanças nos sistemas de manejo e recomendação de herbicidas. Em geral, os melhores resultados de controle tem sido obtidos com a associação de glyphosate e herbicidas inibidores da ACCase.

Até o momento, não há consenso da comunidade científica sobre o mecanismo de resistência presente nas populações de capim-amargoso. Carvalho et al. (2012) observaram absorção inicial de glyphosate mais rápida no biótipo suscetível. Também detectaram translocação diferencial de glyphosate entre os biótipos resistente e suscetível de capim-amargoso, em que o biótipo resistente reteve 70% do glyphosate nas folhas tratadas, minimizando a translocação para as raízes e demais estruturas da planta. Ainda, detectaram metabolismo diferencial entre os biótipos, em que o biótipo resistente foi capaz de converter o glyphosate em ácido amino-metil-fosfônico (AMPA), glioxilato e sarcosina.

Por outro lado, Melo et al. (2012) também observaram absorção inicial de glyphosate mais lenta no biótipo resistente, porém sem alterações quanto à translocação da molécula. Ainda, levantou-se a possibilidade de alterações enzimáticas na EPSPs presente nos biótipos resistentes, com destaque para os aminoácidos das posições 182 e 310, devido à substituição de prolina por treonina e tirosina por cisteína, respectivamente (Carvalho et al., 2012). Tais alterações enzimáticas reduziram a afinidade da EPSPs pelo herbicida, prejudicando a atividade do produto. Esta possibilidade também foi confirmada por Barroso et al. (2014), porém rejeitada por Melo et al. (2014), que não encontraram alterações enzimáticas entre os biótipos resistente e suscetível.

LITERATURA CITADA

- ADEGAS, F.S. et al. Diagnóstico da existência de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate no sul do Brasil. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto, 2010. **Anais...** SBCPD:Ribeirão Preto, 2010. p.761-765.
- BARROSO, A.A.M. et al. EPSPs mutation and alleles presence in glyphosate resistant *Digitaria insularis*. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., Gramado, 2014. **Anais...** SBCPD: Gramado, 2014. CD-ROM.
- CARVALHO, L.B. et al. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. **Weed Science**, v.59, n.2, p.171-176, 2011.
- CARVALHO, L.B. et al. Pool of resistance mechanisms to glyphosate in *Digitaria insularis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, n.2, p.615-622, 2012.
- CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S.; BIANCO, S. Accumulation of dry mass and macronutrients by sourgrass plants. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.785-792, 2013a.
- CARVALHO, L.B.; ALVES, P.L.C.A.; BIANCO, S. Sourgrass densities affecting the initial growth and macronutrient content of coffee plants. **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.109-115, 2013b.
- CORREIA, N.M.; LEITE, G.J.; GARCIA, L.D. Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.769-776, 2010.
- GEMELLI, A. et al. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.231-240, 2012.
- HEAP, I.M. **International survey of herbicide-resistant weeds**. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 5 out. 2015.
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo I. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. 825p.
- LACERDA, A.L.S.; VICTORIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. **Bragantia**, v.63, n.1, p.73-79, 2004.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608p.
- MACHADO, A.F.L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.641-647, 2006.
- MACHADO, A.F.L. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.1-8, 2008.
- MARQUES, B.S. et al. Growth and development of sourgrass based on days or thermal units. **Planta Daninha**, v.32, n.3, p.483-490, 2014.
- MELO, M.S.C. **Alternativas de controle, acúmulo de chiquimato e curva de crescimento de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suscetível e resistente ao glyphosate**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.
- MELO, M.S.C. et al. Absorção e translocação de glyphosate em biótipos de *Digitaria insularis* resistente e suscetível ao glyphosate. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., Campo Grande, 2012. **Ciência das plantas daninhas na era da biotecnologia**. Campo Grande: SBCPD, 2012. CD-ROM.
- MELO, M.S.C. et al. Investigação do mecanismo de resistência ao glyphosate na espécie *Digitaria insularis* através de possível mutação na EPSPs. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., Gramado, 2014. **Anais...** SBCPD: Gramado, 2014. CD-ROM.
- MENDONÇA, G.S. et al. Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* (L.) Fedde). **Revista Ciência Agrônoma**, v.45, n.4, p.823-832, 2014.
- MONDO, V.H.V. et al. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p.131-137, 2010.
- MOREIRA, H.J.C.; BRAGANÇA, H.B.N. **Manual de identificação de plantas infestantes**: cultivos de verão. Campinas: FMC, 2010. 642p.
- NICOLAI, M. et al. Monitoramento de infestações de populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suspeitas de resistência ao glyphosate. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto, 2010. **Anais...** SBCPD: Ribeirão Preto, 2010. p.943-946.
- PYON, J.Y.; WHITNEY, A.S.; NISHIMOTO, R.K. Biology of sourgrass and its competition with buffelgrass and guineagrass. **Weed Science**, v.25, n.2, p.171-174, 1977.

EMPRESAS ASSOCIADAS

ADAMA 

 **BASF**
The Chemical Company

 **BAYER**
Bayer CropScience





Dow Agro Sciences






IHARA
Agricultura é a nossa vida


Nufarm

 **ISK BIOSCIENCES DO BRASIL**

MONSANTO





 **SUMITOMO CHEMICAL**



HRAC-BR

HRAC-BR – Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas

Fazenda São Francisco - Caixa Postal 921

CEP: 13148-900 - Paulínia/SP

www.hrac-br.com.br

PROBLEMÁTICA DO CAPIM-AMARGOSO (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) EM ÁREAS AGRÍCOLAS BRASILEIRAS



HRAC-BR

Foto da capa: Marcelo Nicolai

Saul Jorge Pinto de Carvalho
IFSULDEMINAS - Campus Machado

Marcelo Nicolai
AGROCON Assessoria Agrônoma Ltda



Foto: Marcelo Nicolai

DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

Nome científico: *Digitaria insularis* (L.) Fedde

Sinônimas: *Andropogon insularis* L.
Panicum lanatum Rottb.
Panicum saccharoides A.Rich.
Trichacne insularis (L.) Ness
Tricholaena insularis Griseb.

Nome comum: capim-amargoso, capim-açu, capim-pororó, milheto-gigante, capim-flecha, vassourinha.

Nativa das regiões tropicais e subtropicais do Continente Americano, é uma espécie encontrada desde o sul dos Estados Unidos até o norte das planícies dos Pampas, na Argentina. No Brasil, ocorre com grande intensidade nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (Kissmann, 1997; Machado et al., 2008).

Planta da família Poaceae, possui porte herbáceo e ereto, perene, densamente entouceirada, rizomatosa, com colmos estriados, entre 50 - 100 cm de altura (Lorenzi, 2000). Os colmos são cilíndricos e canaliculados, com entrenós longos, pouco ou nada ramificados, com até 1 cm de espessura na base. As folhas possuem bainhas longas e abertas, que envolvem quase todo o entrenó, com lígula membranácea. Lâmina linear lanceolada, anfiestomática, com até 40 cm de comprimento e 1 cm de largura, com esparsos pêlos e margens finamente serrilhadas (Kissmann, 1997; Machado et al., 2008;

Moreira & Bragança, 2010).

A inflorescência é do tipo panícula ramificada e terminal. As panículas são grandes (15 - 30 cm), alocadas sobre longas hastes. Cada panícula é constituída por numerosas espigas (20-50), comprimidas quando jovens e pendentes quando adultas (normalmente para o mesmo lado). As espigas possuem coloração branco-prateada, e são constituídas por numerosas espiguetas pareadas (uma pedicelada e outra subséssil), rodeadas por pêlos sedosos (Kissmann, 1997; Moreira & Bragança, 2010).

A identificação da espécie em campo é feita facilmente reconhecendo-se as panículas pendentes e de coloração branco-prateada. O fruto do tipo cariopse é a principal unidade de dispersão, sendo facilmente carregado pelo vento a longas distâncias, possuindo elevado poder germinativo. Os rizomas são outra importante forma de dispersão, sobretudo quando fragmentados; estes são curtos e ramificados, com gemas tuberculadas e presença de grande quantidade de amido (Kissmann, 1997; Machado et al., 2008; Moreira & Bragança, 2010).

BIOLOGIA E ECOFISIOLOGIA

Quanto à germinação do capim-amargoso, nota-se nítida preferência da espécie pela condição de alternância de temperatura (noite-dia), com temperatura ótima da ordem de 35°C. A ausência de luz não é um fator limitante à germinação, sobretudo quando em maiores temperaturas. Por outro lado, o percentual de germinação, bem como o índice de velocidade de germinação (IVG) são reduzidos em condição de escuro e temperatura constante (Tabela 1). Temperaturas extremas, da ordem de 45°C, inibem completamente a germinação da espécie (Pyon et al., 1977; Mondo et al., 2010; Mendonça et al., 2014). Assim sendo, a germinação das sementes é mais intensa no período de primavera e verão. Ainda, as sementes do capim-amargoso tem maior facilidade de germinação e emergência quando posicionadas na camada superficial do solo, em até 3 cm de profundidade (Pyon et al., 1977).



Foto: Saul Jorge Pinto de Carvalho

Tabela 1. Porcentagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Digitaria insularis* expostas a diferentes condições de temperatura e luz, aos 21 dias após instalação (Mondo et al., 2010). Piracicaba, 2008

Temp. (°C)	Germinação (%) ¹		IVG ¹		
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	
25	67 Ba	33 Cb	13,18 Ba	8,01 Cb	
20-30	96 Aa	64 Bb	23,60 Aa	13,78 Bb	
20-35	97 Aa	97 Aa	23,45 Aa	23,53 Aa	
15-35	94 Aa	95 Aa	21,25 Aa	22,98 Aa	
CV (%) = 9,06		F _(T x Luz) = 9,89*		CV (%) = 7,16	F _(T x Luz) = 30,67*
DMS (linha) = 8,82		DMS (coluna) = 11,78		DMS (linha) = 1,96	DMS (coluna) = 2,61

*Valor de F significativo ao nível de 5% de probabilidade; ¹ Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si segundo teste de Tukey, com 5% de significância.

O capim-amargoso realiza fotossíntese pelo ciclo C4, com estrutura de Kranz e bainha simples, o que é extremamente favorável ao seu desenvolvimento em ambientes quentes e/ou com menor disponibilidade hídrica. Quanto ao crescimento da espécie, há significativo conflito nos resultados experimentais, evidenciando a influência da temperatura e fotoperíodo sobre a biologia da espécie (Machado et al., 2006; Melo, 2011; Carvalho et al., 2013a; Marques et al., 2014).

Em geral, o capim-amargoso possui crescimento inicial lento até os 50 dias após emergência (DAE), porém com grande potencial em formar densas touceiras que, sob condições favoráveis, podem acumular grande quantidade de matéria seca. Por outro lado, possuem ecofisiologia típica de plantas tropicais, influenciada pelas estações do ano e condições de fotoperíodo. Quando germinadas na primavera, com fotoperíodo crescente, possuem longo ciclo vegetativo, desenvolvimento lento e florescimento tardio (80-100 DAE), com grande acúmulo de matéria seca. Quando germinadas no final do verão, em condição de fotoperíodo decrescente, têm redução no ciclo vegetativo, menor acúmulo de massa seca e florescimento precoce.



Foto: Saul Jorge Pinto de Carvalho

Notadamente, há preferência da espécie por florescer entre novembro e dezembro, porém, comumente há florescimento visível durante todo o ano.

PROBLEMÁTICA AGRÍCOLA

No Brasil, o capim-amargoso é facilmente encontrado como infestante em pastagens, cafezais, pomares, beira de estradas e terrenos baldios; interferindo diretamente na produtividade agrícola e eficiência das operações. Por exemplo, a presença de duas plantas de capim-amargoso por parcela foi suficiente para interferir no crescimento do cafeeiro, bem como no acúmulo de macronutrientes (Carvalho et al., 2013b). Ainda, em áreas de plantio direto, esta espécie tem se caracterizado como planta daninha de grande importância, formando touceiras e florescendo durante todo o ano (Lorenzi, 2000; Machado et al., 2008).

Plantas jovens, provenientes de sementes, são mais facilmente controladas com o uso de herbicidas. Porém, plantas adultas com touceiras perenizadas e presença de rizomas, tem seu controle dificultado (Machado et al., 2006; Timossi et al., 2006; Gemelli et al., 2012). Plantas oriundas de rizomas possuem maior índice estomático, maior espessura na epiderme foliar, bem como maior espessura da lâmina foliar, quando comparadas às plantas oriundas de sementes (Machado et al., 2008). Segundo Machado et al. (2008), a reserva de amido acumulada nos rizomas pode ser responsável pela maior dificuldade em controlar touceiras com o herbicida glyphosate, por dificultar a translocação da molécula e permitir rápida rebrota da parte aérea após aplicação do herbicida.

Mais recentemente, a importância da infestação de áreas agrícolas por capim-amargoso foi elevada devido à manifestação da resistência ao herbicida glyphosate, detectada em lavouras de soja e milho, além de pomares de citros (Melo, 2011; Carvalho et al., 2011; Heap, 2015). Anos atrás, Lacerda & Victoria Filho (2004) observaram que apenas 128,5 g ha⁻¹ de glyphosate eram suficientes para obter 50% de controle da espécie (DL₅₀). Atualmente, com frequência, são necessárias doses de glyphosate superiores a 2.880 g ha⁻¹ para obtenção dos mesmos 50% de controle (Adegas et al., 2010; Correia et al., 2010; Nicolai et al., 2010).