

CONTROLE QUÍMICO DE BIÓTIPOS DE CAPIM-AMARGOSO RESISTENTES AO GLYPHOSATE

CHEMICAL CONTROL OF BIOTYPES OF SOURGRASS GLYPHOSATE RESISTANT

Victor Wilson Palaro¹; Antonio Mendes de Oliveira Neto²; Naiara Guerra²; Cleber Daniel de Goes Maciel³

¹Engenheiro agrônomo. Pós-graduando do curso de proteção de plantas da Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR. e-mail: victorpalaro@hotmail.com

²Docente do curso de agronomia da Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR. Endereço para correspondência: Rodovia BR 158, KM 207, s/n, CEP 87300-970, Campo Mourão, Paraná, Brasil. e-mail: antonio.neto@grupointegrado.br; naiaraguerra@grupointegrado.br

Resumo

O milho e a soja desempenham um papel importantíssimo dentro do agronegócio brasileiro, todavia, um dos fatores que limitam a produtividade de grãos é a interferência com as plantas daninhas. Atualmente, os agricultores estão enfrentando dificuldades para controlar touceiras de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) oriundas de rizomas, já que a frequência de biótipos resistentes ao glyphosate está aumentando nas regiões produtoras de grãos. Desta maneira, faz-se necessário buscar formas alternativas para o controle desta planta daninha, utilizando herbicidas com diferentes mecanismos de ação para o controle em pós-emergência. O objetivo desta revisão foi apresentar as principais formas de controle de biótipos de capim-amargoso disponíveis.

Palavras chaves: *Digitaria insularis*, resistência de plantas daninhas.

Abstract

Corn and soybean have an important role in brazilian agribusiness. Whatever, a factor that may reduce the grain production is the weed interference. Nowadays, the farmers were with difficult to control *Digitaria insularis* arising from rhizomes, because the major frequencies are glyphosate resistant biotypes in grain fields. Therefore, is necessary the search of herbicides of different mechanism of action to post-emergence control. The aim of this review was showed the main alternative to *Digitaria insularis* conted.

Key words: *Digitaria insularis*, weed resistance.

Recebido em: 25/04/2013.

Aceito em: 14/08/2013.

Introdução

O milho e a soja desempenham um grande papel no agronegócio brasileiro, não somente na quantidade de área cultivada, mas também no que diz respeito à alimentação animal e, por consequência, a alimentação humana. Desta forma, o manejo adequado para produção destes grãos é relevante na agricultura, todavia, algumas condições desfavorecem sua produtividade, um exemplo disso é a interferência das plantas daninhas.

A competição com as plantas daninhas pode causar perdas de até 70% na produtividade da soja, variando de acordo com a época que as plantas daninhas se estabeleceram, além do tipo de solo e as condições climáticas (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000). Portanto, o controle de plantas daninhas no momento certo é fundamental para prevenir a interferência. Hoje em dia, por vários fatores um deles a falta da mão de obra tem-se optado pelo controle químico, e este, em alguns casos, apresenta-se falho devido à resistência das plantas daninhas aos herbicidas.

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) frequentemente encontrado em pastagens, cafezais, pomares, beiras de rodovias e carreadores rurais é uma espécie nativa de regiões tropicais e subtropicais da América (MACHADO et al., 2008). Nas últimas décadas, a espécie *D. insularis* conhecido também como capim-amargoso, capim-açú, capim-pororó, capim-flecha e milheto gigante têm apresentado relevância dentro da agricultura brasileira, devido a sua agressividade (CLAYTOM et al., 2006).

Recentemente, alguns pesquisadores observaram falhas de controle de populações de capim-amargoso com o uso do glyphosate. Essas falhas foram relatadas em áreas em que o uso do glyphosate aumentou significativamente devido ao uso de organismos geneticamente modificados com a tecnologia Roundup Ready RR[®] (NICOLAI et al., 2010). Nos Estados Unidos da América a ocorrência de biótipos de plantas daninhas selecionadas, resistente ao herbicida glyphosate tem aumentado em áreas que fazem uso da tecnologia anteriormente citada (VARGAS; GAZZIERO, 2008).

Com base nas considerações supracitadas e considerando a interferência negativa que a planta daninha capim-amargoso causa em lavouras comerciais de soja e milho, objetivou-se com este trabalho apontar as alternativas para o controle químico e proporcionar medidas adequadas para o manejo sustentável desta planta daninha.

Revisão de Literatura

BIOLOGIA DO CAPIM-AMARGOSO (*D. INSULARIS*)

O gênero *Digitaria* compreende cerca de 300 espécies de plantas distribuídas em diferentes regiões do mundo. A espécie *D. insularis* é uma gramínea de ciclo perene com metabolismo fotossintético do tipo C₄, porém apresenta crescimento inicial lento até 45 dias após a emergência (DAE) (KISSMANN; GROTH, 1997). Dos 45 aos 105 DAE o seu crescimento é acelerado, apresentando aumento exponencial no acúmulo de massa seca, esse comportamento

foi observado para as raízes (raízes + rizomas), colmos e folhas (folha + inflorescência). Na fase inicial o crescimento é lento, parte do incremento de massa seca das raízes a partir dos 45 DAE se deve a formação dos rizomas, além disso, a emissão de inflorescências em *D. insularis* ocorre entre os 63 e 70 DAE (MACHADO et al., 2006).

A espécie *D. insularis* apresenta uma grande agressividade quando se trata da formação de rizomas, que mesmo sendo curtos são bem definidos e com grande capacidade de disseminação da espécie (LORENZI, 2000; KISSMANN; GROTH, 1997). Além disso, as sementes são revestidas por muitos pêlos e tem grande poder germinativo o que favorece a dispersão da espécie e que permite que esta planta se dissemine para longas distâncias (KISSMANN; GROTH, 1997).

Segundo Timossi et al. (2009), trata-se de uma planta herbácea, com porte bem ereto, colmos estriados, altura média de 50 a 100 cm, tem poder de emergir e se desenvolver durante o ano todo nas condições climáticas do Brasil. Uma vez estabelecida, ou seja, quando a planta forma touceiras, a dificuldade de controle aumenta consideravelmente. Levando em conta que a maioria dos agricultores utiliza apenas a ferramenta química para o controle dessa planta daninha, nos dias de hoje há uma elevada pressão de seleção de biótipos naturalmente resistentes ao herbicida glyphosate.

Melo et al. (2010) conduziram trabalho, em condições controladas, utilizando biótipos resistente e susceptíveis de *D. insulares* e verificaram que as plantas resistentes possuem um desenvolvimento mais rápido que as plantas de susceptíveis.

Manejar plantas daninhas é uma filosofia que deveria ter como base a sustentabilidade, ou seja, a proteção do homem e do ambiente. Quando se fala em manejar plantas daninhas o controle químico é a primeira opção dos produtores, mas é preciso levar em considerações alternativas como o controle cultural para o capim-amargoso (uso de palhada,



características da cultura, tratos culturais, rotação de cultura), enfim, aquelas alternativas que coloque a cultura em uma situação vantajosa em relação as plantas daninhas (EMBRAPA, 2012).

O HERBICIDA GLYPHOSATE

O herbicida glyphosate é indicado para o controle de plantas daninhas anuais e perenes, monocotiledôneas ou dicotiledôneas, em culturas de arroz irrigado, cana-de-açúcar, café, citros, maçã, milho, pastagens, soja (plantio direto ou indireto), fumo, uva. É recomendado, ainda, para as culturas de ameixa, banana, cacau, nectarina, pêra, pêssego, seringueira e plantio direto do algodão. Pode, ainda, ser aplicado na água para o controle de plantas daninhas aquáticas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O glyphosate está disponível no mercado brasileiro desde 1970 quando era aplicado na entressafra como herbicida de manejo para o sistema de semeadura direta, considerado por muitos um herbicida padrão de suma importância para a agricultura brasileira, pois não existe produto igual no mercado (EMBRAPA, 2012).

Assim como qualquer outro herbicida usado na soja convencional, sua superdosagem exerce sobre o meio uma pressão de seleção de biótipos resistentes naturalmente presentes em áreas agrícolas. A exemplo disso, foi observado no passado a ocorrência de casos de resistência, como, do leiteiro, capim-marmelada e outras plantas resistentes aos herbicidas que atuam nas enzimas ALS e ACCase (EMBRAPA, 2012).

O glyphosate inibe a enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase (EPSPs). Esse herbicida age pela inibição na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais, fenilalanina, tirosina e triptofano, os quais são precursores de outros produtos, como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzóicos. O glyphosate inibe a EPSP sintase por competição com o substrato fosfoenolpiruvato (PEP), evitando a transformação do chiquimato em corismato. O herbicida se liga a enzima EPSP

sintase pela carboxila do ácido glutâmico (glutamina) na posição 418 da seqüência de aminoácidos (KRUSE et al., 2000).

O glyphosate é absorvido pela folhagem e outras partes da planta (OLIVEIRA JR., 2011) e o seu movimento de dá pelo floema, seguindo a mesma rota dos produtos da fotossíntese, ocorrendo das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas que utilizam esses açúcares para crescimento, manutenção do metabolismo ou armazenamento para uso futuro, como, por exemplo, raízes, tubérculos, rizomas, folhas jovens e zonas meristemáticas. A quantidade de açúcar translocada para cada uma dessas partes muda durante o ciclo de vida da planta e, conseqüentemente, influencia o movimento do herbicida (MONQUERO et al., 2004). Sua ação na planta causa paralisação do crescimento, muitos tecidos degradam-se lentamente em função da falta de proteínas. Os sintomas geralmente desenvolvem-se lentamente, com gradual aparecimento de clorose e necrose (OLIVEIRA JR., 2011).

PLANTAS DANINHAS RESISTENTES AO GLYPHOSATE NO BRASIL

Entende-se por resistência de plantas daninhas, a habilidade de uma planta sobreviver e reproduzir-se após a exposição a uma dose de um herbicida normalmente letal para os indivíduos selvagens desta espécie (WEED SCIENCE, 2013).

A ampla variabilidade genética das plantas daninhas permite a sobrevivência em diversas condições ambientais, atualmente, existem centenas de relatos de biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). Já o glyphosate e os herbicidas inibidores de protox, apesar de muito utilizado na agricultura mundial, ainda são bem eficientes (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Segundo alguns relatos, já foram identificados cinco espécies resistentes ao herbicida glyphosate no Brasil, são elas: *Conyza*



bonariensis, *Conyza canadensis*, *Conyza sumatrensis*, *Lolium multiflorum* e *Digitaria insularis*. Além dessas, foram relatadas quatro espécies tolerantes: *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea spp*, *Commelina benghalensis* e *Richardia brasiliensis*. A identificação de outras espécies dependerá do modo que o glyphosate será utilizado nos próximos anos (VARGAS; GAZZIERO, 2008).

Além do relatado acima, sabe-se que o uso repetido do herbicida glyphosate causa modificações no banco de sementes do solo, levando a predominância de espécies tolerantes como a *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia* e *Richardia brasiliensis*. Em contra partida, espécies suscetíveis como *Amaranthus hybridus* e *Galinsoga parviflora* tem a sua composição específica reduzida (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2003).

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AO HERBICIDA GLYPHOSATE

Segundo Carvalho (2011) a existência de biótipos resistentes ao glyphosate está relacionado à lenta absorção e rápida metabolização deste herbicida em AMPA, glioxalato e sarcosina. Além de sua menor translocação em biótipos resistentes do que em susceptíveis.

Estudos revelam que em alguns casos de resistência devem-se ao uso de doses baixas do glyphosate, o que aumenta a pressão de seleção no meio, mas, além disso, o fator da herança poligênica de algumas espécies também interfere na resistência (NEVES; POWLES, 2005).

Um dos mecanismos de resistência ao glyphosate mais comum é a translocação limitada do herbicida em plantas daninhas resistentes, este mecanismo já foi descrito para biótipos de azevém (LORRAINE-COLWILL et al., 2003; FERREIRA et al. 2006), buva (FENG, 2004; KOGER; REDDY, 2005; DINELLI et al., 2006; FERREIRA et al., 2008) e capim-amargoso (CARVALHO et al., 2011). A translocação limitada do glyphosate

reduz a quantidade do produto que atinge o sítio de ação.

Outro mecanismo de resistência, também descrito para buva e azevém é a mudança no sítio de ação, onde uma mutação no aminoácido 106 da EPSPs há uma troca do aminoácido prolina para serina ou treonina que inviabiliza a utilização comercial de glyphosate (POWLES; PRESTON, 2006). Recentemente identificou-se a amplificação gênica como um mecanismo de resistência ao glyphosate para o caruru (*Amaranthus palmeri*), com isso ocorre uma superexpressão da enzima EPSPs e a quantidade de glyphosate absorvida não é suficiente para inibir a rota do chiquimato (ou rota do corismato) e consequentemente promover a morte das plantas (GAINES et al., 2010; POWLES, 2010).

ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO EM PRÉ-EMERGÊNCIA

O controle químico de *D. insularis* em pré-emergência apresenta alta eficiência dos produtos disponíveis no mercado, não existindo relatos de resistência. Este fato pode ser explicado pela grande vulnerabilidade da planta na fase inicial, onde são empregados produtos como inibidores da divisão celular, inibidores do fotossistema II, inibidores da síntese de carotenóides, inibidores da ALS e inibidores da protox (GEMELLI et al., 2012).

Dentro destas opções de mecanismos de ação que possuem registro no estado do Paraná para uso em pré-emergência temos os seguintes princípios ativos alachlor, flumioxazim, pendimethalin, trifluralin, diuron, diuron + hexazinone (estes dois últimos com uso restrito para cana-de-açúcar).

Desta forma, visando ao controle de *D. insularis* nos cultivos de soja e milho, a aplicação de herbicidas pré-emergentes é de suma importância para o sucesso do manejo químico dessa espécie. Fato este explicado, pois, o controle dos novos fluxos de infestação contribuirá para a redução na infestação durante o ciclo da cultura e nos futuros ciclos de cultivo.



Além disso, sabe-se que atualmente está sendo bastante difundida a ideia de realizar o controle químico de plantas daninhas dentro de um sistema de manejo. O sistema de manejo visa melhorar a eficiência de controle de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, reduzir a pressão de seleção sobre novos biótipos resistentes e aumentar a vida útil de culturas geneticamente modificadas resistentes aos herbicidas. O sistema de manejo mais difundido baseia-se na aplicação de herbicidas de pré-emergência aliado à aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com mecanismos de ação distintos.

ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO EM PÓS-EMERGÊNCIA

Um dos maiores problemas do controle de capim-amargoso é que quando as plantas se instalam na área formam rizomas. Uma vez perenizada, esta planta começa a dispersar as sementes, espalhando assim a espécie. Hoje existem apenas cinco mecanismos de ação para controle em pós-emergência, são eles: inibidores da GS-GOGAT, ACCase, fotossistema I, síntese de carotenoides e EPSPs. Destes, três tem caráter sistêmico e apenas o glyphosate pode ser utilizado em plantas adultas desde que respeite-se as doses recomendadas.

Os herbicidas inibidores da ACCase podem atuar em plantas de capim-amargoso em estádios avançados, necrosando as áreas de crescimento meristemático, apesar disso, parte das folhas ficam cloróticas permanecendo eretas ainda sendo capaz de interferir na luminosidade que atinge a lavoura (GEMELLI et al., 2012).

Os dois mecanismos de ação que apresentam capacidade de translocar até os rizomas são os inibidores da EPSPs e os da ACCase, porém, já foram registrados casos de resistência ao primeiro e ao segundo, que consegue atuar fortemente na região meristemática não destruindo a parte aérea por completo (GEMELLI et al., 2012).

Segundo Gemelli et al. (2012), os herbicidas inibidores do fotossistema podem

suprir muito bem a lacuna que fica após a utilização dos inibidores de ACCase, quando empregados de forma correta eles diminuem drasticamente a área foliar desses organismos obrigando eles a utilizar suas reservas e emitir novo perfilhos tornando-se mais sensíveis a outros herbicidas empregados em pós-emergência.

Alguns trabalhos demonstraram que doses de clethodim a partir de 0,4 L p.c. ha⁻¹ podem ser eficazes para controle de capim-amargoso, e que, o maior nível de controle foi encontrado quando se utilizou a associação de clethodim + glyphosate + 2,4-D, seguidos de uma aplicação sequencial de paraquat (SPADER; MATERA, 2010).

Do mesmo modo, estudos conduzidos por Rosa et al. (2011), em casa de vegetação, demonstram que a associação do herbicida clethodim a 0,45 L p.c. ha⁻¹ associado aos tratamentos envolvendo o herbicida paraquat + diuron a 2,0 L p.c. ha⁻¹ é uma das alternativas mais viáveis para o controle de capim-amargoso resistente ao glyphosate.

Estudos realizados por Adegas et al. (2010), comprovaram que o controle de capim-amargoso, quando realizado na fase inicial, apresenta níveis satisfatórios, foi observado que os sete dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), com exceção do glyphosate, todos os herbicidas já proporcionaram controle superior a 80%, sendo os tratamentos mais eficientes o haloxyfop-methyl, o tepraloxymidim e o paraquat, todos com controle acima de 89%. Ainda na avaliação de 14 DAA o grupo de tratamentos mais eficientes foram formados pelos herbicidas clethodim, clethodim + fenoxaprop-p-ethyl, haloxyfop-methyl, tepraloxymidim e paraquat.

Quando o experimento foi realizado com plantas mais desenvolvidas na primeira avaliação, aos 7 DAA, apenas o tratamento com paraquat resultou em controle eficiente, com nível de 92,25%. Na sequência apareceram os herbicidas clethodim e haloxyfop-methyl, seguido pelo grupo formado por fluazifop-p-butyl e



fenoxaprop-p-ethyl, e depois por tepraloxymidim e clethodim + fenoxaprop-p-ethyl. Esses tratamentos resultaram em controle insatisfatório, entre 78,75% e 67,50%. O tratamento com imazapyr resultou em nível inferior, de 35%, enquanto que o glyphosate só obteve 10% de controle (ADEGAS et al., 2010).

Timossi (2009) realizou um trabalho de campo onde conseguiu demonstrar que o uso de herbicidas a base de nicosulfuron isolados chegam a apresentar níveis de controle de 81,3% em plantas de *D. insularis* rebrotadas, aos 30 dias após a aplicação. No mesmo estudo, o autor observou que o uso da mistura de atrazina + nicosulfuron exige uma maior quantidade de ingrediente ativo para obter os mesmos níveis de controle.

Em suma, para a dessecação de manejo pré-semeadura em áreas com plantas perenizadas de capim-amargoso, o tratamento com maior eficiência consiste da aplicação de glyphosate associado a inibidores da ACCase, seguido de uma aplicação sequencial de paraquat ou amônio-glufosinato. Em relação ao controle químico em pós-emergência da cultura da soja, os trabalhos levantados apontam que os maiores níveis de controle são obtidos com a aplicação de inibidores da ACCase, como o clethodim, ou inibidores da ALS, como o imazethapyr isolados ou em associação com o glyphosate. Já para a cultura do milho, o trabalho de Timossi (2009)

demonstrou que o herbicida nicosulfuron apresentou nível de controle satisfatório.

Comentários

Com base no exposto, podemos inferir que a pós-emergência inicial é o melhor momento para efetuar o controle do capim-amargoso. Nesta fase a planta invasora deve apresentar de duas a três folhas.

O controle de plantas de *D. insularis* em estágio reprodutivo deverá basear-se no uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e estratégias de uso, sendo que com uma única aplicação em pós-emergência as chances de insucessos são grandes, já que a quantidade de rizomas que a planta produziu fornece a reserva energética necessária para emissão de uma nova parte aérea. Vale lembrar que a planta é de ciclo perene e se instala o ano todo e que as ações de manejo deverão ser empregadas continuamente, tanto durante a safra como durante o período de entressafra.

É válido ressaltar a grande dificuldade vigente no momento da recomendação do produto, principalmente os inibidores da enzima ACCase, que apresentam somente recomendação para uso em pós-emergência das culturas, assim qualquer emprego durante a entressafra deve ser muito bem analisada para não entrar em conflito com as legislação vigente.

Referências

ADEGAS, F.S. et al. Alternativas de controle químico de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto.

Resumos... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2012. Disponível em:

<http://www.cnpso.embrapa.br/download/Capim_amargoso.pdf.>

Acesso em: 23 de março de 2013.

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. Absorção e translocação de glyphosate em *Digitaria insularis*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GLYPHOSATE, 3, Botucatu, 2011. **Resumos...** Botucatu: FEPAF, 2011. p. 23-26.



CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Definições e Situação da Resistência de Plantas Daninhas ao Herbicida no Brasil e no Mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.) **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. Londrina: Associação Brasileira de Ação a resistência a de plantas aos herbicidas (HRAC-BR), p.2-21, 2003.

CLAYTON, W.D. et al. Grass Base -**The Online World Grass Flora**. Disponível em: <<http://www.kew.org/data/grasses-db.html>> Acesso em: 23 de março de 2013.

DINELLI, G. et al. Physiological and molecular insight on the mechanisms of resistance to glyphosate in *Conyza canadensis* (L.) Cronq. Biotypes. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 86, n. 1, p. 30-41, 2006.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, p. 360, 2000.

FENG, P.C.C. et al. Investigations into glyphosateresistant horseweed (*Conyza canadensis*): retention, uptake, translocation, and metabolism. **Weed Science**, n. 52, n. 4, p. 498-505. 2004.

FERREIRA, E. A. et al. Glyphosate translocation in hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) biotypes. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.637-643, 2008.

FERREIRA, E. A. et al. Translocação do glyphosate em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.365-370, 2006.

GAINES, T.A. et al. Gene amplification confers glyphosate resistant in *Amaranthus palmeri*. **Proceeding of the National Academy of Science of the United State of America**, v.107, n.3, p.1029-1034, 2010.

GEMELLI, A. et al. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.231-240, mai/ago. 2012.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, Tomo I. 825 p. 1997.

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

KRUSE, N. D.; TREZZI, M.N.; VIDAL,R.A. Herbicidas inibidores da EPPSs: Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1; n.2, p. 139-146, 2000.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, p. 608, 2000.

LORRAINE-COLWILL, D.F. et al. Investigations into the mechanism of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 74, n. 1, p. 62-72, 2003.

MACHADO, A.F.L. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis* (L.) Fedde. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.1-8, 2008.

MACHADO, A.F.L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis* (L.) Fedde. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.641-647, 2006.

MELO, M.S.C. et al. Alternativas de controle para capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.

MONQUERO, P.A. et al. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**. v.22, n.3, p.445-451, 2004.



- MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação frequente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**. v.21, n.1, p.63-69, 2003.
- NEVE, P.; POWLES, S. Recurrent selection with reduced herbicide rates results in the rapid evolution of herbicide resistance in *Lolium rigidum*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.110, n.6, p.1154-1166, 2005.
- NICOLAI, M. et al. Monitoramento de infestações de populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suspeitas de resistência ao glifosato. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.
- OLIVEIRA JR., R.S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Ominipax. 2011. p.141-192
- POWLES, S. Gene amplifications delivers glyphosate-resistant weed evolution. **Proceeding of the National Academy of Science of the United State of America**, v.107, n.3, p.955-956, 2010.
- POWLES, S.B.; PRESTON, C. Evolved glyphosate resistance in plants: biochemical and genetic basis of resistance. **Weed Technology**, v. 20, n. 3, p. 282-289, 2006.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. 6 ed. Londrina: Edição dos autores, 2011, 697p.
- ROSA, L.E. et al. Alternativas de controle para capim amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.
- SPADER, V.; MATERA, J. Controle de capim amargoso tolerante e buva existente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.
- TIMOSSI, P. C. Manejos de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.175-179, 2009.
- VARGAS, L.; GAZZIERO, D. Manejo de plantas daninhas tolerantes e resistentes ao glyphosate no Brasil. In: SEMINARIO INTERNACIONAL "VIABILIDAD DEL GLIFOSATO EN SISTEMAS PRODUCTIVOS SUSTENTABLES". Uruguai, p. 70-74, 2008.
- WEED SCIENCE. **Registers of ALS Resistante weeds**. Disponível em:
<<http://www.weedscience.org/summarymm/uspeciesMOA.asp>> Acesso em: 23 de março de 2013.

