



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1806-9193

Dezembro, 2008

Documentos 239

Aspectos botânicos e relato da resistência de nabo silvestre aos herbicidas inibidores de ALS

Editor técnico

Giovani Theisen

Pelotas, RS
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275 8199
Fax: (53) 3275 8219 - 3275 8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Vernetti Azambuja, Luís Antônio Suita de Castro, Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças V. dos Santos
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica e capa: Oscar Castro
Fotos da capa: Cláudio Alberto Souza da Silva

1ª edição

1ª impressão 2008: 100 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Theisen, Giovani.

Aspectos botânicos e relato a resistência de nabo silvestre os herbicidas inibidores de ALS / Giovani Theisen. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 26 p. - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 239).

ISSN 1516-8840

Nabo – Cultivo – Herbicida – Resistência. I. Título. II. Série.

CDD 635. 2

Autor

Giovani Theisen
Eng. Agrôn. MSc.
Embrapa Clima Temperado
Cx. Postal 403, 96001-970 - Pelotas, RS
(giovani@cpact.embrapa.br)

Apresentação

O sistema de plantio direto tem se consolidado na agricultura do Sul do Brasil, sendo reconhecido mundialmente como uma das formas menos impactantes de cultivo da terra. A utilização de plantas visando a cobertura e proteção dos solos, a rotação de cultivos e a ausência de preparos agressivos representam os principais componentes nos quais se baseia este sistema conservacionista.

Apesar de minimizar a ocorrência da erosão, de trazer implícita a multiplicidade de cultivos e preservar os solos, algumas restrições e dificuldades técnicas são inerentes às práticas agrícolas efetuadas no manejo conservacionista dos solos. Nesse sentido, destaca-se a ocorrência de pragas, de doenças e a elevada dependência do uso de herbicidas para o manejo das plantas daninhas e dos cultivos de cobertura do solo.

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), uma das culturas mais utilizadas na proteção dos solos em áreas cultivadas sob plantio direto, tem a habilidade de aprofundar suas raízes em solos adensados, de extrair elevadas quantidades de nutrientes e ser de fácil cultivo e obtenção de sementes. Por estas razões, esta espécie tem sido utilizada em consórcios com gramíneas, com leguminosas ou mesmo isoladamente, em parte significativa das áreas agrícolas sulinas. Contudo, alguns parentais silvestres do gênero *Raphanus* são plantas daninhas

comuns em cereais de inverno no sul do Brasil e esta infestante vem, paulatinamente, passando a prejudicar também os cultivos de verão; suspeita-se, ainda, que a planta daninha tenha cruzado com o nabo forrageiro cultivado. Essa ampliação *sui generis* da escala temporal da ocorrência da planta daninha, aliada à intensa pressão de seleção dada pela aplicação freqüente de uma classe predominante de herbicidas conduziu ao aparecimento de plantas resistentes, em casos localizados inicialmente no Planalto médio do RS, com relatos similares em regiões agrícolas altamente tecnificadas do estado do Paraná.

Nesse sentido, esse Documento apresenta e descreve o *status* da resistência do nabo silvestre aos inibidores de ALS, um dos mecanismos de ação herbicida mais utilizados para seu controle, bem como elucida alguns interessantes aspectos botânicos desta classe de plantas.

Waldyr Stumpf Junior
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Aspectos botânicos e relato da resistência de nabo silvestre aos herbicidas inibidores de ALS ...	9
Introdução	9
Aspectos botânicos	10
Características de <i>Raphanus sativus</i> L. resistente aos herbicidas inibidores de ALS	14
Ocorrência e estudo da resistência do biótipo resistente	18
Manejo do biótipo resistente	23
Referências	24

Aspectos botânicos e relato da resistência de nabo silvestre aos herbicidas inibidores de ALS

Giovani Theisen

Introdução

O nabo silvestre (*Raphanus sativus* L.), também denominado nabiça, nabo, nabo forrageiro, rabanete, ou ainda rabanete silvestre, é uma planta cosmopolita presente em culturas anuais, pomares e áreas não agrícolas no Brasil e em diversas partes do mundo. No Sul do País, esta planta daninha é infestante comum em lavouras de trigo, canola e cevada, predominando, de modo geral, nos cultivos de inverno. A pressão de seleção do controle químico desta infestante gerou biótipos resistentes aos herbicidas inibidores de ALS, confirmando-se a resistência a importantes princípios ativos, como clorimuron-etil, cloransulam-metil, imazetapir, metsulfuron-metil e nicosulfuron. Este documento trata de alguns aspectos botânicos do gênero *Raphanus* e descreve os procedimentos efetuados pela pesquisa, assistência técnica e produtores rurais para amenizar os danos ocasionados pela resistência desta planta daninha aos principais herbicidas utilizados em seu controle no Sul do Brasil.

Aspectos botânicos

O nabo silvestre (*Raphanus sativus* L.) pertence à ordem Brassicales e família botânica *Brassicaceae* (denominada também Cruciferae ou Brassiceae), a qual possui 338 gêneros reconhecidos e mais de 3700 espécies distribuídas por todo o mundo. A classificação científica dessa planta daninha é, atualmente, a seguinte:

Reino: Plantae
Divisão: Magnoliophyta
Classe: Magnoliopsida
Ordem: Brassicales
Família: Brassicaceae
Gênero: *Raphanus*
Espécie: *R. sativus*

Nome científico binomial: *Raphanus sativus* L.

Além desta classificação padrão, aplicam-se, aos biótipos desse grupo, diversos identificadores taxonômicos adicionais, como convar. = convariedade; var. = variedade; spp = subespécie e f. = forma.

Denominado genericamente de crucíferas – pois o arranjo das quatro pétalas de suas flores tem a disposição de uma cruz – o grupo de plantas a que pertence o nabo silvestre inclui muitas espécies de importância agrícola, ornamental, ambiental e científica. Diversas são fontes de óleos industriais (ex.: colza, *Brassica napus*), de óleos comestíveis nobres (ex.: canola, *Brassica rapa* e *B. napus* var. *oleífera*), servem para a alimentação animal, na indústria de condimentos (ex.: mostardas, *Brassica nigra* e *B. juncea*) e na alimentação humana (ex.: nabos, rabanetes, repolhos e couves - esses predominantemente *Raphanus sativus*). Algumas espécies de crucíferas estão sendo avaliadas quanto à sua capacidade de

extrair e metabolizar metais pesados e outros compostos nocivos do solo, no processo de despoluição de áreas conhecido por fitorremediação (Marchiol et al., 2004; YahZheng e LiZhong, 2005).

As crucíferas têm grande relevância na pesquisa científica. A espécie *Arabidopsis thaliana* é um dos organismos-modelo para estudos de genética, botânica e fisiologia vegetal e foi a primeira planta cujo genoma foi completamente seqüenciado. A experiência acumulada nos estudos com *Arabidopsis* tem auxiliado as pesquisas com outras espécies nos diversos ramos da agronomia, notadamente na fisiologia vegetal, incluindo-se, também, a alelopatia e a resistência de plantas aos herbicidas.

Estudos genéticos conduzidos com *Raphanus* indicam que este gênero provavelmente seja um híbrido entre linhagens de mostardas, notadamente dos grupos *Brassica nigra* e *B. rapa/oleracea*, originado em algum evento ocorrido a cerca de 5 milhões de anos (Yang, et al, 2002). Estima-se também que *Raphanus sativus* seja uma espécie derivada de *Raphanus raphanistrum* (Yamagushi e Terachi, 2003; Yamane et al.,2005). Biótipos de *Raphanus sativus* cultivados ou silvestres são capazes de cruzar com a nabiça (*Raphanus raphanistrum* spp. *raphanistrum*), planta daninha de ampla dispersão no mundo e que já apresentou resistência aos inibidores de ALS na Austrália e na África do Sul (Heap, 2008). Diversos autores têm sugerido que devido às semelhanças genéticas e à viabilidade na hibridação natural entre *R.sativus* L. e *R. raphanistrum* este grupo deva ser consolidado em uma única espécie (Snow & Campbell, 2005).

De acordo com estudos de Specht (2001), *R. sativus* pode ser agrupada em três principais grupos taxonômicos, discriminados por convariedades: *R. sativus* convar. oleifera, com sementes com teor elevado de óleo e algumas variedades forrageiras; *R. sativus* convar. caudatus; e *R. sativus* convar. sativus, que inclui a maioria das variedades com raízes e folhas

comestíveis.

Existem pelo menos 78 espécies declaradas em *Raphanus* e não há, atualmente, consenso acerca da nomenclatura dos componentes deste gênero. O nabo forrageiro e o biótipo resistente aos herbicidas inibidores de ALS, podem ter, por exemplo, os seguintes nomes e/ou sinônimos:

Raphanus sativus L.

Raphanus sativus L. var. *oleiferus* Stokes

Raphanus sativus L. var. *oleiferus* Metzg.

Raphanus sativus L. var. *oleiformis* Pers.

Raphanus sativus L. convar. *oleifer* (Stokes) Alef.

Raphanus sativus convar. *oleiferus*

A morfologia dos frutos é uma das características mais usadas para diferir espécies de *Raphanus*, especialmente *R. sativus* de *R. raphanistrum*, como apontado na maior parte das publicações brasileiras sobre o assunto. Contudo, estudos de Al-Shehbaz et al. (2006) revelam que poucos genes são responsáveis por essa característica nas brássicas, e, em diversos casos, praticamente só esse grupo limitado de genes é que difere entre as espécies e a utilização desse único critério poderia, assim, induzir a identificação ou classificação incorreta de biótipos e espécies. Além da forma das síliquas, a atual classificação botânica de *Raphanus* e seus parentais se baseia também na cor das flores, na pigmentação das raízes e do caule, nas pilosidades, na forma das folhas, etc. A evolução das pesquisas botânicas e filogenéticas tem demonstrado, contudo, que no caso das crucíferas estas características não mais oferecem a certeza necessária para diferir grupos de plantas irmãs, devendo – os caracteres físicos – ser complementados com testes genéticos. Compilações de Schranz et al. (2007) demonstram, por exemplo, que os 338 gêneros de brássicas devem – e provavelmente sejam em futuro próximo – agrupados em somente 25 tribos distintas.

De especial interesse na área da herbologia, trabalhos de pesquisa sobre os limites genéticos dos gêneros *Brassica*, *Sinapsis*, *Raphanus* e *Rapistrum*, apontam que algumas classificações filogenéticas e nomenclaturas de espécies (incluindo diversas plantas daninhas) podem ser reordenadas ou, até mesmo, abandonadas (Al-Shehbaz et al., 2006; Kim, 2007).

As modificações no posicionamento filogenético e classificação de *Raphanus* são de natureza científica, ainda não bem definidas e, provavelmente, a curto prazo tenham impacto limitado no manejo prático desta planta daninha no campo. Apesar disso, os atuais desdobramentos das pesquisas sobre crucíferas permitem ressaltar alguns aspectos interessantes:

- a) A ocorrência de cruzamentos entre brássicas não-irmãs (que pode ocorrer, apesar de sua baixa probabilidade e frequência) pode contribuir para modificar o comportamento e as características de algumas plantas daninhas, em especial a sua agressividade, a ambientação, o ciclo, a tolerância aos herbicidas e a outras formas de controle.
- b) A hibridação natural entre uma planta daninha crucífera e a canola tolerante a herbicidas é possível, e sua ocorrência em áreas cultivadas já foi confirmada (fora do Brasil). Assim, é prudente implantar essa cultura em áreas livres de nabos silvestres (*Raphanus* sp.) e de mostardas e afins (*Brassica* sp., *Rapistrum* sp. e *Sinapsis arvensis* L.). Essa medida visa, também, facilitar o controle químico de plantas daninhas dicotiledôneas no cultivo de canola.
- c) A variabilidade genética implícita em *Raphanus* contribui para que plantas daninhas desse gênero já tenham apresentado resistência a três mecanismos de ação de herbicidas (inibidores de ALS; de carotenóides; do fotossistema 2). Não se descarta o aparecimento de novos casos de resistência nesse gênero, que requer especial atenção e manejo adequado.

Características de *Raphanus sativus* L. resistente aos herbicidas inibidores de ALS

O nabo silvestre é bastante similar – e facilmente confundido – com a nabiça (*R. raphanistrum*), planta daninha comum nos cultivos de inverno na região Sul do Brasil. Descrições detalhadas de ambas as espécies podem ser encontradas em Kissmann e Groth (1999) e Lorenzi (2000). Em comparações feitas por Lima et al.(2007), constatou-se que o nabo forrageiro cultivado não apresentou diferenças em altura, número e área de folhas, massa seca, teor de carbono, de macronutrientes e na partição de fotoassimilados quando comparado à um biótipo de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) implantada sob mesmas condições de cultivo.

Atualmente as principais características usadas para diferir *R. sativus* e *R. raphanistrum* são a forma dos frutos e a coloração predominante das flores antes da fecundação. Enquanto em *R. sativus* as siliquas são relativamente uniformes, com nenhum ou pouco estrangulamento entre as sementes e afiladas em direção ao ápice, as siliquas de *R. raphanistrum* demonstram acentuada constrição entre os alojamentos das sementes e o afilamento do ápice não é uniforme (**Figura 1**). Em ambas espécies as siliquas são internamente revestidas, em intensidade variável, por tecido esponjoso.

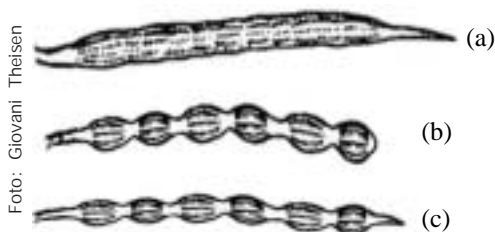


Figura 1. Forma predominante de siliquas de *Raphanus sativus* (a) e de *Raphanus raphanistrum* (b; c).

O biótipo em que se identificou resistência aos herbicidas inibidores de ALS apresenta a morfologia típica descrita para *Raphanus sativus*, com o afilamento terminal bastante pronunciado e praticamente sem constrictões entre os frutos nas siliquas, as quais são indeiscentes logo após a maturação (Figura 2).



Figura 2. Siliquas imaturas do biótipo de *Raphanus sativus* resistente aos herbicidas inibidores de ALS. Cruz Alta, RS, 2002.

As flores de *Raphanus sativus* ocorrem na porção terminal das ramificações, possuem pedicelo com até 2cm de comprimento; o cálice é formado por 4 sépalas verticais, geralmente de cor esverdeada. As pétalas, no caso do biótipo resistente, são predominantemente lilases, podendo, em outros casos, variar de branco ao violáceo, incluindo matizes intermediárias; após a fecundação, perdem sua pigmentação, tornando-se mais claras antes de senescerem. A forma de cruz desenhada pelas pétalas caracteriza todos os biótipos silvestres e cultivados de *Raphanus* e demais brássicas. É essa característica que origina o nome *Cruciferae* a esse grupo de plantas. A **Figura 3** apresenta as flores do biótipo resistente aos herbicidas inibidores de ALS.



Figura 3. Flores do biótipo de *Raphanus sativus* resistente aos herbicidas inibidores de ALS. Cruz Alta, RS, 2002.

Os primeiros acessos do biótipo resistente aos inibidores de ALS coletados no campo apresentavam altura próxima a 50cm quando adultos; em multiplicações realizadas em ambiente controlado não se obtiveram plantas com estatura superior a 1,0m e, no geral, estas apresentavam duas ou três ramificações principais no caule (plantas de nabo forrageiro cultivado tem estatura variável, que sob condições normais de cultivo se situa entre 0,6m e 1,2m).

As plantas do biótipo resistente apresentavam xilopódio discreto (estrutura que compõe a parte comestível nos nabos e rabanetes), não saliente, e raiz do tipo pivotante, não napiforme, conforme demonstra a **Figura 4**.

Figura e foto: Giovani Theisen



Figura 4. Forma predominante das raízes e porção inferior de plantas do biótipo de *Raphanus sativus* L. resistente aos herbicidas inibidores de ALS. Cruz Alta, RS, 2002

Ocorrência e estudo da resistência do biótipo resistente

Os primeiros alertas aos órgãos de pesquisa sobre a ocorrência do biótipo de nabo silvestre resistente foram dados por assistentes técnicos de cooperativas na região do planalto médio do Rio Grande do Sul, em 2001 (Figura 5). O principal

foco foi localizado em lavouras nas proximidades do município de Palmeira das Missões, com as plantas infestando áreas cultivadas com trigo, aveia e outros cultivos hibernais. Posteriormente, casos isolados de resistência foram apontados em alguns municípios próximos.



Figura 5. Mapa do Estado do Rio Grande do Sul, com destaque à região da ocorrência inicial do biótipo de *Raphanus sativus* L. resistente aos herbicidas inibidores de ALS.

O aparecimento desse caso de resistência provavelmente esteja relacionado à elevada dispersão temporal da emergência do nabo (que tem infestado tanto cultivos de inverno quanto os de verão) e ao amplo uso de herbicidas inibidores de ALS nas áreas cultivadas da região considerada, especialmente do metsulfurom-metil – usado para controle de plantas daninhas dicotiledôneas em cereais de inverno – do clorimuron-etil e imazetapir na cultura da soja, e do nicosulfuron, em milho. O cultivo de nabo forrageiro no período outonal, estabelecido em algumas áreas após a colheita do milho e usado como cobertura verde antecedendo aos cereais de inverno, pode também ter contribuído para o aumento da pressão de seleção sobre o biótipo, uma vez que nessa condição não é raro o manejo dessa cobertura ser realizado com metsulfurom-metil, aplicado isolado ou combinado com glifosato, antes da semeadura do cereal.

Para estudar o biótipo com suspeita de resistência, no período de inverno de 2001 coletaram-se, em três áreas cultivadas com aveia preta, plantas de nabo silvestre que resistiram a $4,8 \text{ g ha}^{-1}$ de metsulfurom-metil (o dobro da dose usual), as quais foram transplantadas e conduzidas em casa de vegetação para obtenção de sementes. Estudos posteriores foram conduzidos na Fundacep, em Cruz Alta, RS, em 2002 e 2003.

A resistência aos herbicidas inibidores de ALS foi confirmada pela comparação da ação de herbicidas sobre um biótipo não resistente e o biótipo com suspeita de resistência (**Tabela 1**). Estudos complementares avaliaram alternativas para o controle químico (Theisen, 2004), cujos resultados estão sumarizados na **Tabela 2**. A Figura 6 ilustra alguns dos tratamentos com maior impacto visual sobre as plantas resistentes e salienta algumas opções para controle químico do biótipo resistente.

Tabela 1. Teste para confirmar a resistência - Ação de herbicidas inibidores de ALS e outros modos de ação em biótipos de *Raphanus sativus* L. Cruz Alta, RS, 2002.

Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	Biótipo suscetível	Biótipo em estudo
		Controle aos 17 dias após a aplicação (%)	
Metsulfurom-metil	2,4	80,0 ^{n.s.}	8,0 a
Metsulfurom-metil	4,8	87,5	8,3 a
Metsulfurom-metil	7,2	96,8	6,3 a
Clorimuron-etil	15	93,4	10,3 a
Cloransulam-metil	33,6	82,5	17,8 a
Imazetapir	100	88,0	15,0 a
Bentazon	720	97,5	96,3 b
Glifosato	432 (eq.ác.)	99,0	98,8 b
2,4-D éster	400 (eq.ác.)	93,8	93,3 b
Coeficiente de variação (%)		9,8	16,5

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente (Tukey, p=0,05).

Tabela 2. Alternativas para manejo do biótipo resistente - Avaliação de tratamentos para controle de biótipos de *Raphanus sativus* L. Cruz Alta, RS, 2003.

Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	Biótipo suscetível	Biótipo resistente
		Controle (%) 25 dias após a aplicação	
Metsulfurom-metil	3,6	89 ^{n.s.}	15 *
Bentazon	720	93	78
Carfentrazone	8	90	88
2,4-d éster	400 (eq.ác.)	87	77
2,4-d amina	936 (eq.ác.)	78	87
Carfentrazone + 2,4-d éster	6 + 200	98	87
Carfentrazone + 2,4-d amina	6 + 432	93	98
Carfentrazone + bentazon	6 + 360	98	82
2,4-d éster + metsulfuron-m.	200 + 1,8	97	85
Bentazon + 2,4-d éster	360 + 200	85	65
Bentazon + metsulfuron-m.	360 + 1,8	93	60

* Média inferior à dos demais tratamentos (Dunnett, p= 0,05).



Foto: Giovani Theisen

Figura 6. Registro de alguns dos tratamentos avaliados sobre biótipos de *Raphanus sativus* L. suscetíveis (S) e resistentes (R) aos herbicidas inibidores de ALS. Cruz Alta, RS, 2003.

Manejo do biótipo resistente

Os produtores e a assistência técnica foram orientados a manejar as áreas onde se encontravam as plantas resistentes, visando: a) evitar o uso de herbicidas inibidores de ALS nestes locais; b) evitar que estas plantas produzissem sementes; c) não produzir sementes de cereais, coberturas verdes ou de outras espécies de interesse agrícola nestas áreas, para reduzir o potencial de disseminação do biótipo.

Após cinco anos decorridos da identificação do nabo silvestre resistente aos inibidores de ALS, houve pouca expansão do biótipo para além da região inicial de sua ocorrência, tampouco (e principalmente) não se tem atribuído perdas severas de produtividade pela ocorrência deste biótipo nas áreas cultivadas. Na safra 2008, alguns casos foram constatados em lavouras de trigo na região do planalto superior do RS, cujas plantas foram eficientemente controladas com os herbicidas bentazon e 2,4-D amina. Algumas técnicas e práticas de manejo recomendadas, que podem estar associadas à eficiência no manejo deste biótipo e conseqüente limitação de seus danos são as seguintes:

- a) os herbicidas alternativos indicados para controlar o nabo silvestre resistente (bentazon e 2,4-D em cereais; inibidores de Protox em soja e inibidores de fotossíntese e de crescimento em milho) apresentam, de modo geral, boa eficiência no controle de crucíferas; estes produtos passaram a ser, de fato, utilizados nestas áreas, em detrimento aos inibidores de ALS;
- b) nas áreas em que o biótipo resistente estava presente em lavouras de aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) ou outras espécies usadas para cobertura do solo, indicou-se antecipar o manejo químico (dessecação), visando reduzir a produção de sementes da planta daninha resistente;

- c) em alguns casos os produtores eliminaram manualmente as plantas de nabo silvestre das lavouras de trigo e cevada (técnica do roguing), no período de floração da planta daninha, identificada facilmente no campo;
- d) quando comparado a outras plantas daninhas que ocorrem em agroecossistemas semelhantes, o nabo silvestre apresenta, geralmente, agressividade e capacidade de dispersão relativamente menores;
- e) o aumento da área cultivada com soja resistente ao glifosato (soja Roundup Ready) minimizou a produção de sementes do biótipo, ao romper o ciclo de verão desta planta daninha nas áreas com a tecnologia RR. As plantas resistentes apresentam grande suscetibilidade à ação de controle de glifosato (Tabela 1).

Não se pode descartar a possibilidade do aparecimento de outros casos de resistência de gêneros de *Raphanus* aos herbicidas inibidores de ALS, principalmente nos agroecossistemas com elevada pressão de seleção desse mecanismo de ação herbicida e onde esse grupo de plantas – sejam daninhas ou cultivadas – é freqüente, como nos estados do sul do Brasil. Destaca-se, também, que a atuação constante da Assistência Técnica junto aos produtores contribuiu sobremaneira na identificação do problema e, posteriormente, no uso e divulgação das soluções propostas para o manejo desta planta daninha.

Referências

AL-SHEHBAZ, I.A.; BEILSTEIN, M.A.; KELLOGG, E.A. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. **Plant Systematics and Evolution**, Jena, v. 259, n. 2-4, p. 89-120, 2006.

ELLSTRAND, N.C. Multiple paternity within the fruits of the wild radish, *Raphanus sativus*. **The American Naturalist**, Chicago, v. 123, n. 6, p. 819-828, 1984.

HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: < <http://www.weedscience.org> > . Acesso em: 28 out. 2008.

KIM, S.; LIM, H.; PARK, S.; CHO, K.; SUNG, S.; OH, D.; KIM, K. Identification of a novel mitochondrial genome type and development of molecular markers for cytoplasm classification in radish (*Raphanus sativus* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 115, n. 8, p. 1137-1145, 2007.

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

LIMA, J.D.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, R.K.; SOLIMAN, E.P.; MORAES, W.S. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum*) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 60-63, 2007.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. p. 229-230.

MARCHIOL, L.; ASSOLARI, S.; SACCO, P.; ZERBI, G. Phytoextraction of heavy metals by canola (*Brassica napus*) and radish (*Raphanus sativus*) grown on multicontaminated soil. **Environmental Pollution**, Amherst, v. 132, n. 1, p. 21-27, 2004.

SHRANZ, M.E.; SONG, B.; WINDSOR, A.J.; MITCHEL-OLDS, M. Comparative genomics in the Brassicaceae: a family-wide perspective. **Current Opinion in Plant Biology**, Amsterdam, v. 10, n. 2 p. 168-175, 2007.

SNOW, A.A.; CAMPBELL, L.G. Can feral radishes become weeds? In: J. Gressel (Ed.) **Crop Fertility and Volunteerism**,

Boca Raton: CR Press, Taylor & Francis Group, 2005. p. 193-208.

SPECHT, C.E. RAPHANUS. IN: HANELT, P.(ed.) **Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops**, Heidelberg: Springer-Verlag, v. 3, p. 1476-1481, 2001.

THEISEN, G. Identificação de nabo (*Raphanus sativus*) resistente aos herbicidas inibidores de ALS. **Boletim Informativo da SBCPD**, São Paulo: SBCPD, v. 10, supl. p. 262, 2004.

YAMANE, K.; LÜ, N; OHNISHI, O. Chloroplast DNA variations of cultivated radish and its wild relatives. **Plant Science**, Amsterdam, v.168, n. 3, p. 627-634, 2005.

YANG, Y.; TAI, P.; CHEN, Y; LI, W. A study of the phylogeny of *Brassica rapa*, *B.nigra*, *Raphanus sativus*, and their related genera using noncoding regions of chloroplast DNA. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 268-275, 2002.

YANZHENG, G.; LIZHONG, Z. Phytoremediation for phenanthrene and pyrene contaminated soils. **Journal of Environmental Sciences**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 14-18, 2005.