

## RESISTÊNCIA DE *Brachiaria plantaginea* AOS HERBICIDAS INIBIDORES DE ACCASE

Fabiane P. Lamego<sup>1</sup>, Ribas Antonio Vidal<sup>2</sup>, Nilson Gilberto Fleck<sup>2</sup> e Mário Antônio Bianchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Aluna do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). fabiane.lamego@bol.com.br

<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrônomo, Ph.D., Professor. Depto. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 15100. Porto Alegre, RS 90001-970

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrônomo., M.Sc., Aluno do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. UFRGS.

---

### RESUMO

As plantas daninhas são as maiores responsáveis pelas perdas de rendimento de grãos que ocorrem na cultura da soja. O papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.) é considerado uma das ervas infestantes mais importantes em lavouras de soja no sul do Brasil. O controle químico tem sido a forma mais utilizada para reduzir o seu impacto nesta lavoura. Porém, a pressão de seleção exercida pelo uso continuado desses produtos proporcionou o surgimento de biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ACCase. A proposição de um sistema de manejo que venha a prevenir o desenvolvimento de resistência numa população pode ser complexo, mas apresenta custo menor quando comparado aos sistemas adotados para o manejo após o estabelecimento da resistência.

**Palavras-chave:** acetil CoA carboxilase, gramíneas, planta daninha, soja.

### ABSTRACT

#### *Brachiaria plantaginea* resistance to ACCase-inhibiting herbicides

Weeds are the most important causes for soybean yield losses. Alexandergrass (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.) is the main grass weed in the soybean crop in the southern region of Brazil. Chemical control has been intensively used to reduce the impact of this weed on soybean. However, the selection pressure imposed by agricultural weed control resulted in several biotypes of Alexandergrass resistant to ACCase-inhibiting herbicides. The proposal of a weed management system that prevents the development of resistance can be complex, but it has lower cost when compared to management systems after resistance has been established.

**Key words:** acetyl coenzyme A carboxylase, grasses, soybean, weed.

---

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja adapta-se a uma ampla diversidade de ambientes e seu cultivo ocorre praticamente em todas as regiões do Brasil, representando um dos principais itens de nossa exportação. Os Estados Unidos, Brasil e Argentina constituem os maiores exportadores de soja do mundo, enquanto a União Européia, Japão e China formam os maiores importadores mundiais desta leguminosa (Safra, 2002).

Um dos maiores fatores limitantes à expressão do potencial produtivo das culturas tem sido a presença de plantas daninhas nas áreas de cultivo que, na ausência de práticas de manejo, podem causar grandes perdas de rendimento à cultura da soja. As espécies infestantes mais comuns em lavouras de soja são: papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.), picão-preto (*Bidens* spp.), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) e leiteira (*Euphorbia heterophylla* L.) (Vidal et al., 2000). Com exceção de guanxuma e corda-de-viola, as demais já apresentam casos de resistência aos herbicidas no Brasil.

Globalmente as gramíneas são as espécies que apresentam maior potencial de dano à soja (Fleck & Candemil, 1995). Infestações de papuã, em densidades que variaram de 70 a 780 plantas/m, ocasionaram reduções no rendimento de grãos da soja entre 18 e 82% (Fleck, 1996). A presença de papuã numa comunidade mista, ou seja, com outras infestantes dicotiledôneas, foi a principal responsável pela redução ocasionada ao rendimento de grãos da soja (Cunha, 1996).

A presença de plantas daninhas resistentes a herbicidas nas lavouras, causa incremento no custo de controle e, conseqüentemente, no custo final da lavoura. Um manejo preventivo, ou seja, com a rotação de mecanismos de ação herbicida para o controle de ervas, é uma forma de se evitar que biótipos venham a ser selecionados e manifestem resistência.

Os objetivos deste trabalho são revisar os aspectos da biologia e ecologia de papuã e discutir a resistência desta espécie aos herbicidas inibidores da enzima acetil CoA carboxilase (ACCase).

### Biologia e ecologia de papuã

O papuã provavelmente tem origem africana e encontra-se distribuído praticamente em todas as regiões do País, infestando lavouras de milho e soja no sul do Brasil (Kissmann, 1997). Esta é uma espécie de ciclo anual, herbácea e de porte semi-ereto, com reprodução por sementes.

Na região sul do Brasil, a germinação de papuã ocorre na primavera e verão, desde que haja umidade adequada, no solo, estendendo o ciclo até maio, quando ocorre a frutificação. Já, em regiões sem inverno rigoroso, o ciclo do papuã tende a ser mais longo (Kissmann, 1997).

As sementes de papuã apresentam alta dormência logo após a maturação. Passado o inverno, o seu poder germinativo aumenta. Práticas de cultivo que posicionem as sementes de papuã em camadas mais profundas do solo contribuem para sua longevidade, garantindo infestações nos anos subse-

qüentes (Theisen, 1998). Portanto, uma vez que sementes de papuã resistente estejam no banco de sementes do solo, ali poderão permanecer durante vários anos.

Entre as características de papuã que a qualificam como planta competitiva destacam-se: grande produção de sementes, germinação distribuída ao longo do ciclo da cultura e morfologia de planta que propicia a formação de um dossel vigoroso acima da soja (Martins, 1994).

### Período crítico de interferência

O conhecimento do período crítico de interferência da erva com a cultura permite reduzir seu impacto sobre o rendimento de grãos. Em soja, o controle de papuã foi reduzido de 99 para 86% devido ao atraso da aplicação de 28 para 36 dias após a emergência da soja (Fleck et al., 1997). Além do controle ficar prejudicado pelo estágio mais avançado da erva, o atraso na época de controle faz com que a cultura conviva com as espécies daninhas por maior período de tempo, o que pode aumentar as perdas do rendimento de grãos da cultura (Hall et al., 1992).

Em geral, deve-se evitar a presença de infestações entre 2 e 6 semanas após a emergência da soja, prevenindo, assim, perdas no rendimento de grãos (Blanco et al., 1973; Chemale & Fleck, 1982; Martins, 1994; Chhokar & Balyan, 1999). Porém, no caso de ervas muito competitivas, como papuã, o período pode ser mais longo, havendo necessidade de se evitar sua presença, prevenindo-se sua interferência na cultura, para manter o potencial de rendimento de grãos.

### Nível de dano econômico (NDE)

No controle de plantas infestantes é importante estabelecer as perdas ao rendimento de grãos que elas possam ocasionar e, também, determinar o ganho em produtividade ou benefício econômico que medidas de controle possam trazer ao produtor (Fleck, 1996). O nível de dano econômico (NDE) é a densidade de ervas em que o valor monetário do ganho de rendimento da cultura, obtido pelo controle das ervas, iguale-se ao custo deste controle. Seu conhecimento é importante pois integra fatores biológicos e econômicos para tornar lucrativas as decisões de manejo das ervas (Rizzardi, 2002). Quanto maior a redução do rendimento de grãos da soja, ocasionada pela interferência de papuã, maior é o benefício ou ganho obtido em produtividade como função do controle (Fleck, 1996). Portanto, é necessário que infestações de papuã sejam eliminadas para não comprometerem o rendimento de grãos de soja.

O controle de papuã comumente é realizado de forma mecânica ou química. O controle mecânico, geralmente utilizado em lavouras conduzidas no sistema convencional de semeadura, apesar de eficiente, traz algumas desvantagens, pois a ação de revolver o solo durante a capina, conforme a formação do banco de sementes, pode proporcionar rápida reinfestação, principalmente se ocorrerem chuvas próximo à época de sua realização (Kissmann, 1997).

No sistema de semeadura direta, pode-se iniciar o controle químico das ervas presentes antes da semeadura com herbicidas totais e, posteriormente, complementar-se o controle em pós-emergência com herbicidas seletivos. Herbicidas inibidores da enzima acetil CoA carboxilase (ACCCase) são amplamente utilizados para controle de papuã em pós-emergência na cultura da soja no Brasil. Esses produtos começaram a ser comercializados no Brasil no final da década de 70, para controle de poáceas. Eles inibem a enzima ACCCase de forma reversível e não-competitiva, afetando a rota de síntese de lipídios. Os inibidores de ACCCase são utilizados seletivamente para o controle de gramíneas em pós-emergência em culturas dicotiledôneas em geral. Eles são classificados em dois grupos químicos: ariloxifenoxipropionatos (FOP/PROP) e ciclohexanodionas (DIM). Os FOP/PROP são formulados como ésteres para facilitar a absorção foliar, enquanto os DIM apresentam, em geral, maior solubilidade em água (Vidal & Merotto Jr., 2001).

#### Resistência de papuã aos herbicidas inibidores de ACCCase

Resistência aos herbicidas é definida como a característica herdável de uma planta de sobreviver e se reproduzir após a exposição à determinada dose de um composto químico normalmente letal à espécie (Vidal & Merotto Jr., 2001). A ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas em uma área é um fenômeno espontâneo decorrente da variabilidade genética natural que ocorre em suas populações. Portanto, o herbicida é apenas um agente selecionador dos indivíduos resistentes que se encontram presentes em baixa frequência na população (Christoffoleti et al., 1994).

A alta pressão de seleção ocasionada pelo uso contínuo de produtos inibidores de ACCCase tem selecionado biótipos de papuã resistentes no País (Gazziero et al., 2000; Christoffoleti et al., 2001). Mundialmente, existem 20 espécies poáceas registradas como resistentes aos inibidores de ACCCase (HRAC, 2002).

A descoberta da resistência de papuã no Brasil ocorreu em 1996 em áreas de cultivo de soja nos municípios de Mangueirinha e Guarapuava, no Estado do Paraná. Nessas áreas, foram utilizados, durante muitos anos, herbicidas inibidores de ACCCase para o controle de papuã em pós-emergência. Registram-se 50 locais com biótipos de papuã resistente aos inibidores de ACCCase, ocupando área de aproximadamente 4000 ha (HRAC, 2002). Entretanto, outros levantamentos indicam que no Brasil há pelo menos 20000 ha infestados com papuã resistente aos herbicidas inibidores de ACCCase, localizados nos Estados do Paraná e Santa Catarina (Cerqueira et al., 2002).

Entre espécies daninhas resistentes, considera-se que aquelas que resistem aos herbicidas destes grupos tenham grande importância econômica, devido ao número restrito de produtos com mecanismos de ação alternativos para controle dos biótipos resistentes. Alguns biótipos de papuã resistente possuem resistência cruzada, ou seja, são resistentes aos

herbicidas ariloxifenoxipropionatos e ciclohexanodionas devido a um único mecanismo de resistência (Gazziero et al., 2000).

#### Mecanismos de resistência

Mundialmente, entre os biótipos resistentes aos inibidores da ACCCase, os principais mecanismos de resistência têm sido o local de ação alterado, a metabolização acentuada do herbicida e, ainda, um mecanismo indeterminado, associado com propriedades eletroquímicas da membrana celular (Devine & Shimabukuro, 1994; Somers, 1996). Populações de *Alopecurus myosuroides* Huds. resistentes ao ariloxifenoxipropionato fenoxaprop-p-ethyl apresentam alteração do local de ação do herbicida e aumento na metabolização do produto, constituindo, portanto, caso de resistência múltipla (Cocker et al., 1999).

A substituição do aminoácido isoleucina por leucina, na posição 1780 do gene da enzima ACCCase em plantas de *Setaria viridis*, *Alopecurus myosuroides* e *Lolium rigidum* Gaud, conferiu resistência aos herbicidas inibidores de ACCCase (Brown et al., 2002; Délye et al., 2002a; Délye et al., 2002b). Um biótipo de papuã do Paraná apresentou resistência a sethoxydim e fluazifop-p-butyl. Contudo, os herbicidas glyphosate, paraquat, glufosinate e sulfosate, ou seja, produtos com diferentes mecanismos de ação, foram eficientes no seu controle. Isto sugere que a resistência nesta erva também seja causada por uma alteração na enzima ACCCase (Christoffoleti et al., 2001). Porém, esta constatação não é suficiente para excluir metabolização do herbicida ou alterações da membrana como mecanismos de resistência.

Biótipos resistentes de *Setaria viridis* apresentaram menor atividade da enzima ACCCase a esses herbicidas graminicidas, o que lhes conferiu resistência cruzada (Marles et al., 1993). Pesquisas revelaram ocorrência de resistência cruzada entre inibidores de ACCCase; contudo, há registros de casos de sensibilidade a alguns herbicidas inibidores de ACCCase, enquanto ocorre resistência total a outros (Cortez, 2000). Isto pode sugerir diferentes formas de alteração da enzima, associadas com diferentes níveis de resistência (Devine & Shukla, 2000; Cavan et al., 2001).

Quanto à herança da resistência, Devine & Shimabukuro (1994) relatam que a resistência de biótipos de *Lolium multiflorum* L. ao diclofop, devido à alteração da enzima, é controlada por um único gene, parcialmente dominante, com herança nuclear. Da mesma forma, *Setaria faberi* é resistente aos herbicidas inibidores de ACCCase devido a um único gene nuclear, incompletamente dominante (Volenberg & Stoltenberg, 2002). No Brasil, ainda devem ser realizados estudos para descobrir a causa da resistência de papuã aos inibidores de ACCCase.

O fluxo gênico é um importante fator implicado na disseminação da resistência. Biótipos de *Lolium multiflorum* resistentes a diclofop emitiram anteras para polinização 3 a 5

dias após os biótipos suscetíveis. No caso dos estigmas estarem aptos, esses provavelmente seriam polinizados pelos biótipos suscetíveis, pois eles emitem as anteras antes, o que, indiretamente, atrasaria a evolução da resistência (Ghersa et al., 1991).

### Manejo da resistência

Quando a resistência é constatada, significa que pelo menos 30% da área já está infestada com plantas insensíveis aos produtos e que custos adicionais provavelmente serão necessários para seu manejo. Análise do impacto da resistência na agricultura no Estado do Kansas, EUA, indicou que o maior custo direto da resistência pode ocorrer no primeiro ano de constatação da falha de controle, devido ao custo de controle e, também, ao custo do efeito das ervas que escaparam do controle (Peterson, 1999).

A constatação de resistência implica em alterações no manejo da cultura. A definição de um sistema que previna o desenvolvimento de resistência pode ser complexo, mas apresenta menor custo do que um sistema adotado para o manejo da resistência (Orson, 1999).

Algumas medidas devem ser adotadas para prevenir a resistência de papuã em áreas cultivadas com soja, destacando-se: observação de alterações nas populações de plantas daninhas presentes nas lavouras, utilização da rotação de culturas com milho e cultivo de milho-safrinha aliado ao controle de papuã com mecanismos de ação alternativos, como inibidores do fluxo de elétrons do fotossistema II e inibidores da síntese de ALS. Além disso, sugere-se evitar utilizar herbicidas que apresentem o mesmo mecanismo de ação por mais de dois anos consecutivos, adotar técnicas de manejo integrado de plantas daninhas, e utilizar cultivares de soja com maior habilidade competitiva (Christoffoleti et al., 1994; Vargas et al., 1999).

No caso de semeadura direta, propõe-se manejar adequadamente a vegetação existente, antes da semeadura, com herbicidas não seletivos, pois este procedimento controlará as plantas de papuã resistentes que houver na área. Na seqüência, sugere-se antecipar a semeadura, realizando-a próximo à dessecação, permitindo que a cultura se estabeleça antes ou no mínimo simultaneamente às ervas, além de permitir maior flexibilidade para o controle da erva em pós-emergência. Essas medidas devem evitar que o banco de sementes de papuã no solo seja incrementado.

Trabalho que utilizou modelo matemático para prever o desenvolvimento de uma população resistente com alteração do local de ação da enzima ACCase, em *Avena fatua* L., previu que a rotação efetuada com herbicidas de diferentes mecanismos de ação e que alcancem mortalidade de ervas de 90% pode atrasar em 66 anos o tempo de desenvolvimento da resistência na população. Contudo, deve-se ter em mente o impacto econômico representado por 10% de plantas não controladas (Cavan et al., 2001).

### Custo de controle

O herbicida sethoxydim, inibidor de ACCase, é aplicado em pós-emergência em lavouras de soja para o controle de

papuã na dose de 230 g/ha, com custo de US\$ 29,20/ha (herbicida + adjuvante + custo de aplicação tratorizada = US\$ (22,30 + 5,20 + 1,70)/ha). O uso de herbicidas alternativos para controle de plantas resistentes ou a adoção da rotação de culturas, por exemplo, podem implicar em aumentos de custos. A Tabela 1 mostra as diferentes opções que podem ser utilizadas quando for constatada resistência.

Uma alternativa para controle de papuã resistente é a utilização de produtos de aplicação em pré-emergência (opções A e B). No entanto, no caso de semeadura direta, a eficácia de controle de plantas daninhas reduz-se, devido à presença de palha sobre a superfície do solo e, portanto, o controle da erva com produtos de solo poderá não ser eficaz (Ferri, 2001). Mesmo trifluralin que apresenta baixo custo, poderá apresentar um maior custo final devido à queda de rendimento da lavoura.

Uma outra opção é o herbicida imazethapyr (opção C) que pode ser aplicado em pós-emergência na cultura da soja, desde que papuã esteja em estágio plantular, com custo adicional de US\$ 6,00/ha. Outros métodos alternativos incluem aplicações de glyphosate (opção E) ou paraquat (opção F) na entressafra, quando plantas de papuã resistentes emergirem, eliminando-as e evitando que completem o ciclo e, conseqüentemente, evitando o reabastecimento do banco de sementes no solo. Nas opções G, H e I, a rotação com a cultura do milho permite que herbicidas com diferentes mecanismos de ação possam ser utilizados e, assim, alcançar o controle da erva resistente. Outra opção seria a soja resistente ao glyphosate (opção D). Contudo, salienta-se que a pressão de seleção exercida por este herbicida, aplicado sistematicamente, mesmo levando certo tempo, também poderá conduzir ao aparecimento de biótipos resistentes após um período de utilização.

Entre as nove opções alternativas, quatro representam incremento no custo de controle, quando comparadas ao herbicida sethoxydim, ao qual o papuã mostrou-se resistente. Porém, cabe lembrar que estas alternativas apresentam moderada eficácia no controle de papuã, o que implica em sobrevivência de algumas ervas (escapes) e, conseqüentemente, em provável queda no rendimento da cultura. Portanto, constata-se que o manejo da população resistente, com a substituição obrigatória do mecanismo de ação herbicida, pode implicar em aumento de custos. Por outro lado, adotar o manejo das ervas com produtos de aplicação em pré-emergência pode não propiciar o controle esperado, principalmente no sistema de semeadura direta, e comprometer a produtividade.

A prevenção da resistência com a utilização da rotação de herbicidas, pelo menos a cada 2 anos, é uma alternativa potencialmente mais econômica do que aquela adotada quando há falha de controle devido à presença de biótipo de papuã resistente ao produto. Por exemplo, em lavouras onde se utilizou sethoxydim, com custo de US\$ 29,20/ha para controlar papuã, e ocorreu falha no controle devido à resistência, irá requerer a aplicação de um produto pós-emergente como imazethapyr, com custo de US\$ 35,00/ha. Assim, o custo total,

**Tabela 1.** Alternativas para o manejo de papuã resistente e variação do custo em relação ao herbicida sethoxydim

Opção	Pré-emergência	Pós-emergência	Entressafra	Rotação c/ milho
A	trifluralin (-US\$18,00) <sup>1</sup>	—	—	—
B	metolachlor (+\$6,00)	—	—	—
C	—	imazethapyr (+\$6,00)	—	—
D	—	glyphosate-(SojaRR) (-\$20,00) <sup>2</sup>	—	—
E	—	—	glyphosate(-\$17,00)	—
F	—	—	paraquat (-\$15,00)	—
G	—	—	—	atrazina (-\$6,00)
H	—	—	—	nicosulfuron (+\$46,00)
I	—	—	—	atrazina+nicosulfuron (+\$20,00)

<sup>1</sup> Variação de custo em relação ao herbicida sethoxydim (US\$29,20), quando ocorrer resistência.

<sup>2</sup> Dose recomendada para o Rio Grande do Sul com eficiente controle de papuã.

incluindo ambas aplicações, será de US\$ 65,00/ha. Além deste fato, deve-se considerar as perdas no rendimento de grãos que ocorrerão pelo período em que a erva ficou competindo com a cultura, entre a época de uma aplicação e a outra. No entanto, se num ano fosse utilizado sethoxydim e em outro imazethapyr, alternadamente, não haveria necessidade de aplicações complementares, resultando portanto, em decréscimo do custo final.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A soja é uma cultura importante para o Brasil tanto em termos alimentares como econômicos. A falta de controle ou o controle ineficiente de papuã podem inviabilizar a produção da cultura. Medidas preventivas devem ser adotadas em áreas onde ainda não foram observadas falhas de controle desta espécie devido à resistência aos herbicidas, bem como devem ser empregadas práticas de manejo alternativas e a utilização de cultivares competitivas, buscando-se menor dependência do controle químico. Além disso, a rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação evita elevada pressão de seleção, prevenindo o desenvolvimento de resistência. A conscientização do produtor de soja sobre a importância da prevenção à resistência justifica-se quando os custos de prevenção e manejo de populações de papuã resistentes e suscetíveis são comparados.

## LITERATURA CITADA

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; ARAUJO, J. B.; et al. Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **O Biológico**, v.39, n.2, p.31-35, 1973.

BROWN, A. C.; MOSS, S. R.; WILSON, Z. A.; et al. An isoleucine to leucine substitution in the ACCase of *Alopecurus myosuroides* (black-grass) is associated with resistance to the herbicide sethoxydim. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.72, n.3, p. 160-168, 2002.

CAVAN, G.; CUSSANS, J.; MOSS, S. Managing the risks of herbicide resistance in wild oat. **Weed Science**, v.49, n. 2, p.236-240, 2001.

CERQUEIRA, M. S.; Van SANTEN, M. L.; BEGLIOMINI, E.; et al. Quadro atualizado da situação das WRs no sul do Brasil e alternativas Basf para seu manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23. Gramado, 2002. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. 718p.

CHEMALE, V. M.; FLECK, N. G. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L. sob três densidades e dois períodos de ocorrência. **Planta Daninha**, v.5, n.2, p.36-45, 1982.

CHHOKAR, R. S.; BALYAN, R. S. Competition and control of weeds in soybean. **Weed Science**, v.47, n.1, p.107-111, 1999.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; FILHO, R. V.; SILVA, C. B. da. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v.12, n.1, p.13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; KEHDI, C. A.; CORTEZ, M. G. Manejo da planta daninha *Brachiaria plantaginea* resistente aos herbicidas inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.61-66, 2001.

- COCKER, K. M.; MOSS, S. R.; COLEMAN, J. O. D. Multiple mechanisms of resistance to fenoxaprop-p-ethyl in United Kingdom and other European populations of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.65, n.3, p.169-180, 1999.
- CORTEZ, M. G. **Resistência de biótipos de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. a herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase**. 2000. 213 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade de São Paulo, 2000.
- CUNHA, M. M. **Interferência ocasionada por papuã (*Brachiaria plantaginea*) e algumas plantas daninhas dicotiledôneas em soja**. 1996. 88 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.
- DÉLYE, C.; MATEJICEK, A.; GASQUEZ, J. PCR-based detection of resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides in black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds) and ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud). **Pest Management Science**, v.58, n.5, p.474-478, 2002a.
- DÉLYE, C.; WANG, T.; DARMENCY, H. An isoleucine-leucine substitution in chloroplastic acetyl-CoA carboxylase from green foxtail (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) is responsible for resistance to the cyclohexanedione herbicide sethoxydim. **Planta**, v.214, n.3, p.421-427, 2002b.
- DEVINE, M. D.; SHIMABUKURO, R. H. Resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibiting herbicides. In: POWLES, S. B., HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, 1994. Cap. 5, p.141-169.
- DEVINE, M. D.; SHUKLA, A. Altered target sites as a mechanism of herbicide resistance. **Crop Protection**, v.19, n.8-10, p.881-889, 2000.
- FERRI, M. **Dinâmica do herbicida acetochlor em solo argissolo vermelho submetido a dois sistemas de preparo**. 2001. 123 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- FLECK, N. G. Interferência de papuã (*Brachiaria plantaginea*) com soja e ganho de produtividade obtido através de seu controle. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, n.1, p.63-68, 1996.
- FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja. **Ciência Rural**, v.25, n.1, p.27-32, 1995.
- FLECK, N. G.; CUNHA, M. M.; VARGAS, L. Dose reduzida de clethodim no controle de papuã na cultura da soja, em função da época de controle. **Planta Daninha**, v.15, n.1, p.18-24, 1997.
- GAZZIERO, D. L. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; BRIGHENTI, A. M.; et al. Resistência da planta daninha capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) aos herbicidas inibidores da enzima ACCase na cultura da soja. **Planta Daninha**, v.18, n.1, p.169-180, 2000.
- GHERSA, C. M.; GHERSA, A. M.; ROUSH, M. L.; et al. Fitness studies of italian ryegrass resistant to diclofop-methyl: 2. Pollen phenology and gene flow. Proceedings of the Western Society of Weed Science, **Salt Lake City**, v. 44, p. 42, 1991.
- HALL, M. R.; SWANTON, C. J.; ANDERSON, G. W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v.40, n.3, p.441-447, 1992.
- HRAC – Herbicide Resistance Action Committee. Disponível em: <http://www.weedscience.org/Case/Case.asp?ResistID=498>. Consultado em 02 de setembro de 2002.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1997. 3 v.
- MARLES, M. A. S.; DEVINE, M. D.; HALL, J. C. Herbicide resistance in *Setaria viridis* conferred by a less sensitive form of acetyl coenzyme A carboxylase. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.46, n.1, p.7-14, 1993.
- MARTINS, D. Interferência de capim-marmelada na cultura da soja. **Planta Daninha**, v.12, n.2, p.93-99, 1994.
- ORSON, J. H. The cost to the farmer of herbicide resistance. **Weed Technology**, v.13, n.3, p.607-611, 1999.
- PETERSON, D. E. The impact of herbicide-resistant weeds on Kansas agriculture. **Weed Technology**, v.13, n.3, p.632-635, 1999.
- RIZZARDI, M. A. **Nível de dano econômico para tomada de decisão no controle de picão-preto (*Bidens spp*) e guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) na cultura da soja**. 2002. 175 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

- SAFRAS 2002. Disponível em: <http://www.safras.com.br>. Consultado em 28 agosto de 2002.
- SOMERS, D. A. Aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione resistant crops. In: DUKE, S. O. **Herbicide-resistant crops**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1996. Cap. 11, p.175-188.
- THEISEN, G. **Influência de palha de aveia preta em papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.) e seu impacto em soja**. 1998. 87p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- VARGAS, L.; SILVA, A. A. da; BOREM, A.; et al. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa: Leandro Vargas, 1999. 131p.
- VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Ribas Vidal & Aldo Merotto Jr., 2001. 152p.
- VIDAL, R. A.; BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; et al. Impacto bioeconômico das plantas daninhas na cultura da soja no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22. Foz do Iguaçu, 2000. **Resumos...**Londrina:SBCPD, 2000. 526p.
- VOLENBERG, D. S.; STOLTENBERG, D. E. Giant foxtail (*Setaria faberi*) outcrossing and inheritance of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. **Weed Science**, v.50, n.5, p. 622-627, 2002.
-