

# CRESCIMENTO ESTIVAL DE TRÊS BIÓTIPOS DE LEITEIRA RESISTENTES E UM SUSCETÍVEL AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA ACETOLACTATO SINTASE

Michelangelo M. Trezzi<sup>1</sup> e Ribas A. Vidal <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agr., Doutorando, Professor. CEFET-PR, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caixa Postal 776. Porto Alegre, RS 91501-970

<sup>2</sup> Eng. Agr., PhD, Professor. Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [vidal@ifl.ufrgs.br](mailto:vidal@ifl.ufrgs.br)

## RESUMO

Com o objetivo de comparar o desenvolvimento de três biótipos de leiteira (*Euphorbia heterophylla*) resistentes (originários de Passo Fundo, Não-Me-Toque e Rio Pardo) e um suscetível (proveniente de Porto Alegre) aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), realizou-se um experimento em casa-de-vegetação. Utilizou-se o delineamento experimental completamente casualizado, com três repetições, com tratamentos organizados em fatorial 4 x 5, onde o fator A correspondeu aos quatro biótipos de leiteira e o fator B às cinco épocas de desenvolvimento (13, 23, 33, 43 e 53 dias após a emergência (DAE)). Com exceção de 13 DAE, não foram observadas diferenças entre os biótipos em relação à área foliar e matéria seca total. A matéria seca total do biótipo de Não-Me-Toque se estabilizou antes dos demais biótipos, embora este tenha se destacado pela alta destinação de fotoassimilados para o desenvolvimento de folhas.

**Palavras-chave:** habilidade competitiva, resistência aos herbicidas, *Euphorbia heterophylla*, crescimento, desenvolvimento.

## ABSTRACT

### Summer development of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) biotypes resistant and susceptible to ALS inhibitors

A trial was developed under greenhouse conditions to compare the summer development of three ALS resistant wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) biotypes from Passo Fundo, Não-Me-Toque and Rio Pardo, and one susceptible, from Porto Alegre. The experimental design was completely randomised, with three replicates, in a 4 x 5 factorial design, where the first factor corresponded to the four biotypes of wild poinsettia and the second to five periods of development (13, 23, 33, 43 and 53 days after emergence (DAE)). Except at 13 DAE, total dry matter and leaf area were not different among biotypes. Total dry matter of the biotype from Não-Me-Toque stabilized before others and this had a high proportion of its mass allocated to the leaves.

**Key words:** fitness, herbicide resistance, weed biotypes, growth, development.



## INTRODUÇÃO

Resistência de plantas aos herbicidas é a habilidade herdável de determinado biótipo sobreviver à aplicação de um herbicida, para o qual a população original era suscetível. Desde 1978 tem ocorrido, em média, nove casos por ano de plantas daninhas resistentes aos herbicidas no mundo e atualmente existem mais de 230 biótipos resistentes a esses produtos, em 42 países (Heap, 1997). Dentre os poucos casos comprovados de plantas resistentes aos herbicidas no Brasil encontram-se biótipos de *Euphorbia heterophylla* (EPHHL), vulgarmente conhecida como leiteira ou amendoim-bravo, resistentes à classe dos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) (Vidal, 1997).

Imidazolinonas, sulfoniluréias, sulfonanilidas e pirimidinil-carboxi são os principais grupos de herbicidas pertencentes aos inibidores da ALS. Caracterizam-se pela inibição irreversível dessa enzima, que faz parte da rota da síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina (Leite et al., 1998).

A probabilidade de infestação de uma área com indivíduos resistentes depende de vários fatores, como adaptabilidade ecológica e prolificidade do indivíduo, longevidade e dormência das sementes da espécie ou biótipo sob seleção, frequência de utilização de herbicidas de um único mecanismo de ação e sua persistência, eficácia do herbicida e métodos adicionais empregados no controle de plantas daninhas (Gressel & Segel, 1990; Maxwell et al., 1990; Putwain & Mortimer, 1989). A adaptabilidade ecológica entre biótipos resistentes e suscetíveis tem sido comparada através da análise do desenvolvimento de plantas daninhas na ausência de competição entre biótipos (Marshall et al., 1994; Gray et al., 1995; Wiederholt & Stoltenberg, 1996; Chistoffoleti et al., 1997;), com competição entre biótipos (Alcocer-Ruthling et al., 1992; Gray et al., 1995; Wiederholt & Stoltenberg, 1996) e mesmo com competição entre biótipos de plantas daninhas e plantas cultivadas (Wiederholt & Stoltenberg, 1996).

A alteração do local de ação do herbicida é comumente indicada como o mecanismo de resistência de um grande número de classes de herbicidas, como a dos inibidores do fotossistema 2 e inibidores da ALS. Nas triazinas, a resistência é determinada pela alteração de uma proteína do aparato fotossintético, local de ligação do herbicida. Como consequência, os biótipos resistentes às triazinas apresentam menor fixação de CO<sub>2</sub> e, portanto, menor desenvolvimento dos que os biótipos suscetíveis (Ahrens & Stoller, 1983; Holt & Radosevich, 1983). Nos inibidores de ALS há alteração da enzima ALS, que não compõe o aparato fotossintético, não se demonstrando em geral, desempenho inferior de biótipos resistentes. Em condições não competitivas, não foram observadas diferenças na biomassa da parte aérea de *Kochia scoparia* entre biótipo resistentes e suscetíveis a herbicidas inibidores de ALS (Thompson et al., 1994; Christoffoleti et al.,

1997). Ao compararem biótipos de *Stellaria media* resistentes e suscetíveis a herbicidas inibidores de ALS, O'Donovan et al. (1994) não observaram diferenças significativas quanto ao desenvolvimento vegetativo e competitividade. No entanto, Alcocer-Ruthling et al. (1992), observaram superioridade de um biótipo suscetível de *Lactuca serriola* sobre um resistente em condições não competitivas. Porém, em condições competitivas o índice de competitividade entre os biótipos foi semelhante. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar, no decorrer do tempo, o acúmulo e partição de matéria seca, área foliar e número de folhas de quatro biótipos de EPHHL oriundos de diferentes locais do Estado do Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, RS, entre outubro e dezembro de 1998.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições, constituídas por vasos com capacidade de 1 kg de solo. Os tratamentos foram dispostos em fatorial 4 X 5, onde o fator A foram quatro biótipos de EPHHL (três resistentes, oriundos de Não-Me-Toque, Rio Pardo e Passo Fundo e um suscetível, oriundo de Porto Alegre) e o fator B foram cinco épocas de avaliação do desenvolvimento das plantas de leiteira (13, 23, 33, 43 e 53 dias após a emergência (DAE)). A semeadura de leiteira foi realizada no dia 17/10/98, depositando-se de 15 a 20 sementes de cada biótipo por vaso a uma profundidade de 1,5 cm. No dia 27/10/98 havia 95% de plantas emergidas. Procedeu-se o desbaste em 30/10/98, deixando-se três plantas por vaso. No dia 09/11/98 foram realizadas as primeiras avaliações de crescimento das plantas, que se seguiram em intervalos de dez dias. Semanalmente a posição dos vasos era modificada, para evitar efeitos de microclima dentro da casa-de-vegetação. Em cada avaliação retirou-se o conteúdo interno dos vasos, lavaram-se as raízes e separaram-se os constituintes das plantas em três partes principais: raízes, caules+pecíolos e cotilédones+folhas. Mediu-se a área de cotilédones+folhas através de um integrador de área foliar. As diferentes partes das plantas foram colocadas em estufa para secagem a 65°C por período de 72 horas, sendo posteriormente pesadas. Em cada época procedeu-se a contagem do número de folhas por planta.

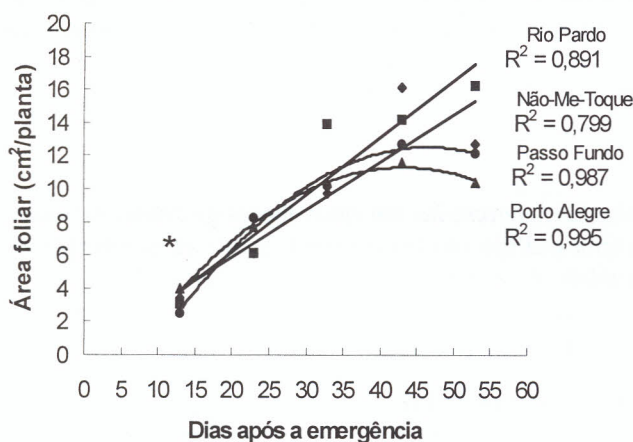
Realizou-se a análise de variância pelo teste F. As comparações entre biótipos foram realizadas através do teste D.M.S., enquanto que entre as épocas através de regressão polinomial. Para a comparação dos percentuais relativos de matéria seca nas diferentes partes da planta foi realizada a transformação dos dados para  $\arcsin \sqrt{x+1}$ .



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

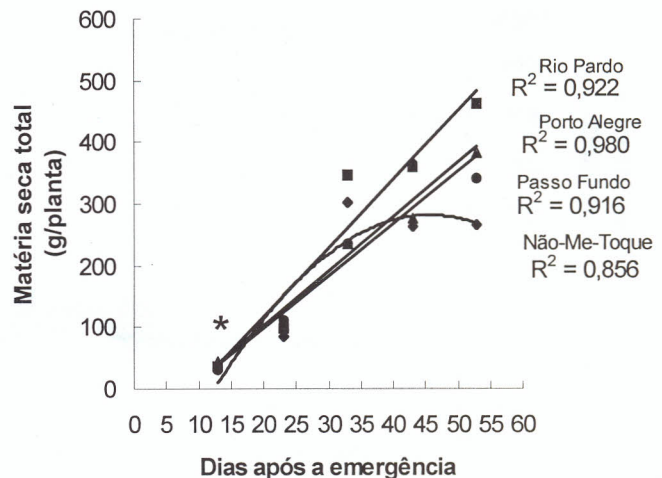
Com o número de épocas de avaliações planejado, esperava-se atingir o estágio reprodutivo das plantas, o que não foi possível nas condições de casa-de-vegetação. Não foram observadas diferenças entre os biótipos em relação à área foliar e matéria seca total das plantas em nenhuma das épocas de avaliações, com exceção da primeira, realizada aos 13 DAE, em que se destacou o biótipo de Porto Alegre (Figuras 1 e 2). Em posição intermediária para área foliar e matéria seca total, encontraram-se, respectivamente, os biótipos oriundos de Não-Me-Toque e Rio Pardo. A matéria seca total do biótipo de Não-Me-Toque se estabilizou a partir de 33 DAE, enquanto os demais biótipos mostraram aumento linear até a última avaliação, aos 53 DAE.

Em condições não-competitivas, Alcocer-Ruthling et al. (1992) observaram que a produção de biomassa da parte aérea foi maior em um biótipo de *Lactuca serriola* suscetível aos herbicidas inibidores de ALS, em relação a um resistente, embora em condições competitivas o índice de competitividade entre os biótipos tenha sido semelhante. Em experimento com ausência de competição entre biótipos de *Stellaria media* suscetível e resistente a clorosulfuron, o número de folhas, área foliar e peso seco da parte aérea foram superiores no resistente somente nos estádios iniciais de desenvolvimento, devido à germinação mais precoce, e não houve diferença em um experimento de competição (O'Donovan et al., 1994). Em trabalhos comparando o desempenho de biótipos resistente e suscetível de *Kochia scoparia* a herbicidas inibidores de ALS em condi-



\* Diferença entre biótipos na mesma época significativa ao nível de 5%.

**Figura 1.** Área foliar total dos biótipos de *E. heterophylla* de Não-Me-Toque (u)  $y = 0,225 + 0,2848x$ , Rio Pardo (n)  $y = 0,343x - 0,64$ , Porto Alegre (s)  $y = -3,964 + 0,7037x - 0,0081x^2$  e Passo Fundo (h)  $y = -6,4594 + 0,8133x - 0,0087x^2$  avaliadas em cinco épocas após a emergência. UFRGS, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS. 1998.



\* Diferença entre biótipos na mesma época significativa ao nível de 5%.

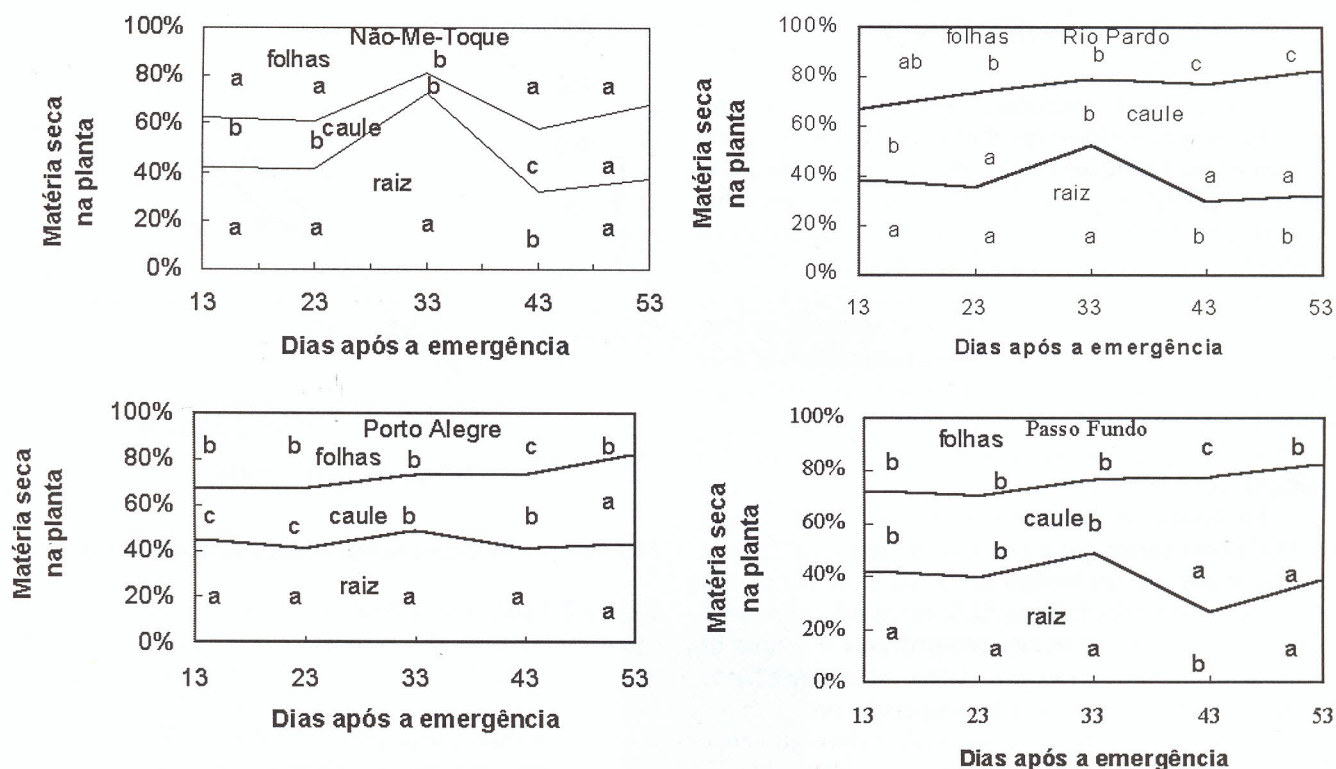
**Figura 2.** Matéria seca total dos biótipos de *E. heterophylla* de Não-Me-Toque (u)  $y = -251,49 + 23,373x - 0,256x^2$ , Rio Pardo (n)  $y = -106,02 + 11,12x$ , Porto Alegre (s)  $y = -72,04 + 8,5022x$  e Passo Fundo (h)  $y = -72,418 + 8,769x$  avaliadas em cinco épocas após a emergência. UFRGS, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS. 1998.

ções não competitivas, Thompson et al. (1994) e Christoffoleti et al. (1997) não observaram diferenças entre eles em relação à biomassa da parte aérea e área foliar.

Neste experimento se dispunha de três biótipos resistentes e de apenas um suscetível. A prática mais adequada seria a utilização de biótipos de vários locais para representar a variabilidade dentro das classes resistente e suscetível, o que indica que devemos evitar conclusões definitivas a respeito do crescimento das classes resistente e suscetível (Gill et al., 1996).

A acumulação crescente de matéria seca total nos estádios finais de desenvolvimento dos biótipos de Rio Pardo, Porto Alegre e Passo Fundo, em comparação ao de Não-Me-Toque, poderia ter duas interpretações. Primeira, poderia significar uma maior adaptabilidade dos primeiros em função de seu maior crescimento no final do ciclo. Segunda, o ciclo mais curto do biótipo de Não-Me-Toque poderia proporcionar maior número de gerações com aumento de sua população e, conseqüentemente, maior probabilidade de seleção de indivíduos resistentes (Jasieniuk et al., 1996).

Aos 13 e 23 DAE a partição de matéria seca foi mais intensa para raízes e folhas no biótipo de Não-Me-Toque (Figura 3). O biótipo de Rio Pardo demonstrou um equilíbrio na partição de matéria seca entre as partes aos 13 DAE e priorizou raízes e caule aos 23 DAE. Nas avaliações mais tardias houve maior destinação de fotoassimilados para o desenvolvimento de raízes e caule, com exceção do biótipo de Não-Me-Toque, que manteve elevada proporção de folhas desde as primeiras avaliações. Os biótipos de Passo Fundo e Rio Pardo investi-



**Figura 3.** Distribuições percentuais de matéria seca em folhas, caules e raízes de quatro biótipos de *E. heterophylla* em cinco épocas de avaliação [em cada biótipo, letras diferentes indicam distribuição diferencial ( $P < 0,05$ ) de matéria seca entre as partes do vegetal, numa determinada época de avaliação]. UFRGS, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS. 1998.

ram mais precocemente em caule do que os demais.

O número de folhas em cada época (Tabela 1) expressa o balanço entre sua emergência e abscisão na planta. Até 33 DAE os biótipos apresentavam saldo líquido positivo entre emergência e abscisão de novas folhas. Observando-se o número de folhas entre 23 e 43 DAE, constata-se que o balanço

líquido negativo entre a emergência e abscisão de folhas foi atingido mais precocemente nos biótipos de Passo Fundo, Rio Pardo e Porto Alegre do que no de Não-Me-Toque, o que concorda com os dados relativos à destinação de fotoassimilados, apresentados na Figura 2.

**Tabela 1.** Número de folhas por planta em quatro biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em cinco épocas de avaliação (valores somados/subtraídos após as médias, correspondem aos erros padrões; os números entre parênteses indicam percentual em relação à avaliação aos 13 DAE). UFRGS, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS, 1998.

Biótipo	Número de folhas/planta				
	Dias após a emergência				
	13	23	33	43	53
Não-Me-Toque	2,78±0,22 (100)	4,22±0,29 (152)	5,33±0,19 (192)	5,89±0,22 (212)	4,22±0,29 (152)
Rio Pardo	3,00±0,51 (100)	4,11±0,11 (137)	5,89±0,22 (196)	5,11±0,44 (170)	5,22±0,67 (174)
Porto Alegre	2,67±0,00 (100)	4,22±0,11 (158)	5,55±0,22 (208)	5,00±0,00 (187)	4,00±0,19 (149)
Passo Fundo	1,78±0,22 (100)	4,55±0,22 (256)	4,78±0,58 (268)	4,22±0,11 (237)	3,78±0,45 (212)



## CONCLUSÕES

Os biótipos de *E. heterophylla* estudados, cultivados na estação estival em condições de casa-de-vegetação, apresentam as seguintes características de crescimento:

1. O acúmulo de matéria seca total para os biótipos oriundos de Rio Pardo, Porto Alegre e Passo Fundo ocorre de forma linear entre 13 e 53 dias após a emergência, enquanto para o de Não-Me-Toque ocorre de forma quadrática, atingindo o máximo aos 33 dias após a emergência;

2. Somente ocorrem diferenças de matéria total e área foliar entre os biótipos aos 13 dias após a emergência, destacando-se a superioridade do oriundo de Porto Alegre;

3. A evolução da área foliar ocorre de forma linear entre 13 e 53 dias após a emergência para os biótipos de Rio Pardo e Não-Me-Toque, enquanto para os de Passo Fundo e Porto Alegre ocorre de forma quadrática, com valores máximos aos 43 dias após a emergência;

4. O biótipo de Não-Me-Toque prioriza a destinação de fotoassimilados no decorrer do ciclo para raízes e folhas, enquanto nos demais biótipos a proporção de raízes, caule e folhas é mais equilibrada;

5. O balanço líquido negativo entre a emergência e abscisão de folhas é atingido mais precocemente nos biótipos de Passo Fundo, Rio Pardo e Porto Alegre do que no de Não-Me-Toque;

6. Em termos práticos, os biótipos resistentes aos herbicidas inibidores de ALS não tem desvantagens competitivas, comparados com o biótipo suscetível.

## AGRADECIMENTOS

Aos estudantes de Agronomia Marshal Nemitz Biscaino e Cleo Marcos Carollo, pelo apoio na condução do experimento.

## LITERATURA CITADA

- AHRENS, W.H.; STOLLER, E.W. Competition, growth rate, and CO<sub>2</sub> fixation in triazine-susceptible and resistant smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*). **Weed Science**, Champaign v. 31, p. 438-444, 1983.
- ALCOCER-RUTHLING, M.; THILL, D.C.; SHAFII, B. Differential competitiveness of sulfonylurea resistant and susceptible prickly lettuce (*Lactuca serriola*). **Weed Technology**, Champaign, v.6, p. 303-309, 1992.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; WESTRA, P.; MOORE, F. Growth analysis of sulfonylurea-resistant and susceptible kochia (*Kochia scoparia*). **Weed Science**, Lawrence, v. 45, p. 691-695, 1997.
- GILL, G.S.; CONSENS, R.D.; ALLAN, M.R. Germination, growth, and development of herbicide resistant and susceptible populations of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). **Weed Science**, Lawrence, v. 44, p. 252-256, 1996.
- GRAY, J.A.; STOLTENBERG, D.A.; BALKE, N.E. Productivity and intraspecific competitive ability of a velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) biotype resistant to atrazine. **Weed Science**, Champaign, v. 43, p. 619-626, 1995.
- GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. Modeling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay of preclude resistance. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, p. 186-198, 1990.
- HEAP, I.M. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. **Pesticide Science**, London, v. 51, p. 225-234, 1997.
- HOLT, J.S.; RADOSEVICH, S.R. Differential growth of two common groundsel (*Senecio vulgaris*) biotypes. **Weed Science**, Champaign, v. 31, p. 112-120, 1983.
- JASIENIUK, M.; BRÛLÉ-BABEL, A.L.; MORRISON, I.N. The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. **Weed Science**, Lawrence, v.44, p.176-193, 1996.
- LEITE, C.R.F.; ALMEIDA, J.C.V.A.; PRETE, C.E.C. Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agrônômicos dos herbicidas inibidores da enzima ALS (AHAS). Londrina: C.R.F. Leite, 1998. 68 p.
- MARSHALL, G.; KIRKWOOD, R.C.; LEACH, G.E. Comparative studies on graminicide-resistant and susceptible biotypes of *Eleusine indica*. **Weed Research**, Oxford, v. 34, p. 177-185, 1994.
- MAXWELL, B.D.; ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, J.R. Predicting the evolution and dynamics of herbicide resistance in weed populations. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, p. 2-13, 1990.
- O'DONOVAN, J.T.; JEFFERS, G.M.; MAURICE, D.; SHARMA, M.P. Investigation of a chlorsulfuron-resistant chickweed [*Stellaria media* (L.) Vill.] population. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 74, p. 693-697, 1994.
- PUTWAIN, P.D.; MORTIMER, A.M. The resistance of weeds to herbicides: rational approaches for containment of a growing problem. **Brighton Crop Protection Conference - Weeds**. p. 285-294, 1989.
- THOMPSON, C.R.; THILL, D.C.; SHAFII, B. Growth and

competitiveness of sulfonylurea-resistant and susceptible kochia (*Kochia scoparia*). **Weed Science**, Champaign, v. 42, p. 172-179, 1994.

VIDAL, R.A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R.A Vidal, 1997. 165 p.

WIEDERHOLT, R.J.; STOLTENBERG, E. Absence of differential fitness between giant foxtail (*Setaria faberi*) accessions resistant and susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. **Weed Science**, Lawrence, v. 44, p. 18-24, 1996.

---