

# CONTROLE DE GIRASSOL ESPONTÂNEO COM HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES SELETIVOS PARA SOJA<sup>1</sup>

RIBAS ANTÔNIO VIDAL<sup>2</sup> e NILSON GILBERTO FLECK<sup>3</sup>

**RESUMO** - Conduziu-se um experimento na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Eldorado do Sul, RS, em 1989/90, para procurar alternativas para solucionar o problema da presença de plantas espontâneas de girassol na cultura de soja. Foram avaliados os herbicidas acifluorfen, acifluorfen + bentazon, bentazon, clomazona, clorimuron-etil, imazaquin, imazetapir, fomesafen e lactofen, utilizados na dose recomendada e aspergidos em girassol nos estádios de desenvolvimento de quatro e dez folhas. O controle de girassol com clomazona, clorimuron, bentazon e bentazon + acifluorfen foi dependente do estágio de desenvolvimento das plantas, obtendo-se controle adequado quando os produtos foram aspergidos em plantas com quatro folhas. O controle de girassol com imazaquin e imazetapir foi independente do estágio de desenvolvimento, obtendo-se controle satisfatório quando os produtos foram aplicados em ambos os estádios. Acifluorfen, fomesafen e lactofen, aspergidos em quaisquer das duas épocas, não foram eficientes no controle de girassol.

**Termos para indexação:** *Glycine max*, *Helianthus annuus*, acifluorfen, bentazon, clomazona, clorimuron-etil, fomesafen, imazaquin, imazetapir, lactofen.

## SPONTANEOUS SUNFLOWER CONTROL WITH SELECTIVE HERBICIDES FOR SOYBEANS

**ABSTRACT** - One field experiment was carried-out during 1989/90 at Estação Experimental Agronômica of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, in Eldorado do Sul, RS, Brazil, in order to evaluate the control of sunflower plants with herbicides applied in post-emergence in a soybean culture. The herbicides acifluorfen, acifluorfen + bentazon, bentazon, clomazone, chlorimuron-ethyl, imazaquin, imazethapyr, fomesafen, and lactofen, used at the recommended rate, were applied to sunflower plants at the 4 and 10 leaf-stages. A stage dependent sunflower control was observed when clomazone, chlorimuron, bentazon + acifluorfen and bentazon were used. Efficient control was obtained when these herbicides were applied to plants with 4 leaves. Imazaquin and imazethapyr gave satisfactory sunflower control when sprayed to plants at both growth stages. Acifluorfen, fomesafen, and lactofen, did not control efficiently sunflower plants at either stage.

**Index terms:** *Glycine max*, *Helianthus annuus*, acifluorfen, bentazon, clomazone, chlorimuron-ethyl, fomesafen, imazaquin, imazethapyr, lactofen.

## INTRODUÇÃO

A época recomendada para o cultivo de girassol no Rio Grande do Sul é o final do inverno e o início da primavera (agosto-setembro) (Silva & Sangoi 1985, Silva 1988 e Silva & Mundstock 1988). Esta recomendação da época de semeadura e o fato de que a cultura do girassol possui ciclo curto (100-140 dias), permitem a intensificação do uso da terra através da técnica de sucessão/rotação de culturas, existindo

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de setembro de 1991.

Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia pela Fac. de Agron. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS). Parcialmente financiado pelo CNPq (Processo n° 414024/89-3/AG).

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Prof.-Auxiliar, Dep. de Plantas de Lavoura, UFRGS/Fac. de Agron., Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 90001 Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., Ph. D., Prof.-Adjunto, Dep. de Plantas de Lavoura, UFRGS/Faculdade de Agronomia, Bolsista do CNPq.

recomendações para o cultivo de soja, milho ou feijão após a colheita do girassol (Robinson 1966, Robinson 1978, Helsel & Wedin 1981 e Silva 1988).

Todavia, a sucessão girassol-soja pode ocasionar algumas dificuldades; entre elas, destaca-se a possibilidade da ocorrência de plantas espontâneas de girassol na lavoura seguinte (Weibel 1951, Robinson 1966, Robinson 1978, Helsel & Wedin 1981). Exemplificando, para uma produção de 1,5 tonelada de grãos de girassol por hectare, e supondo-se uma perda na colheita de 5%, significaria que 75 kg de grãos permaneceriam no terreno, ou seja, cerca de um milhão de aquênios cairiam, por hectare. Se não forem controladas, as plantas de girassol poderão competir com as de soja por água, luz e nutrientes, além de promover interferência nos tratamentos culturais. Irons & Burnside (1982a), avaliando uma infestação de 220 plantas de girassol/m<sup>2</sup> competindo com a cultura da soja, relataram que era necessário um período de quatro a seis semanas sem convivência entre estas duas espécies para que a soja atingisse o máximo de seu potencial produtivo. Porém, se o girassol fosse controlado por apenas duas semanas após a semeadura da soja, a redução da produtividade seria de 50%; caso não fosse feito o controle do girassol, haveria 90% de queda do rendimento.

Alguns trabalhos já foram realizados utilizando o herbicida bentazon em pós-emergência para controle do girassol (Anderson et al. 1973, Anderson et al. 1974 e Irons & Burnside, 1982b). Contudo, faltam opções para o agricultor e, como nos últimos anos diversos herbicidas de aplicação à folhagem foram registrados ou estão sendo desenvolvidos para a cultura da soja, como os dos grupos químicos difeniléteres, imidazolinonas, isoxazolidinonas e sulfoniluréias, há necessidade de se conhecer sua eficácia no controle de plantas espontâneas de girassol.

Outro aspecto a ser considerado é o estágio de desenvolvimento das plantas em que o herbicida é aplicado, o qual pode modificar o desempenho do produto, haja vista que a absorção dos herbicidas poderá ser minimizada pela den-

sidade da folhagem e pilosidade e cerosidade da superfície foliar (Price 1982, Hamilton et al. 1982, Duke 1985, Fielding & Stoller 1990).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de plantas de girassol, aspergidas em dois estádios de desenvolvimento, com herbicidas recomendados para a cultura de soja em aplicação de pós-emergência.

## MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido a campo durante a estação de crescimento 1989/90, na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), localizada no município de Eldorado do Sul, RS, região fisiográfica da Depressão Central do Estado.

A precipitação pluvial diária e as temperaturas máximas e mínimas médias, por quinquídio, ocorridas na EEA/UFRS durante o período experimental são apresentadas na Fig. 1.

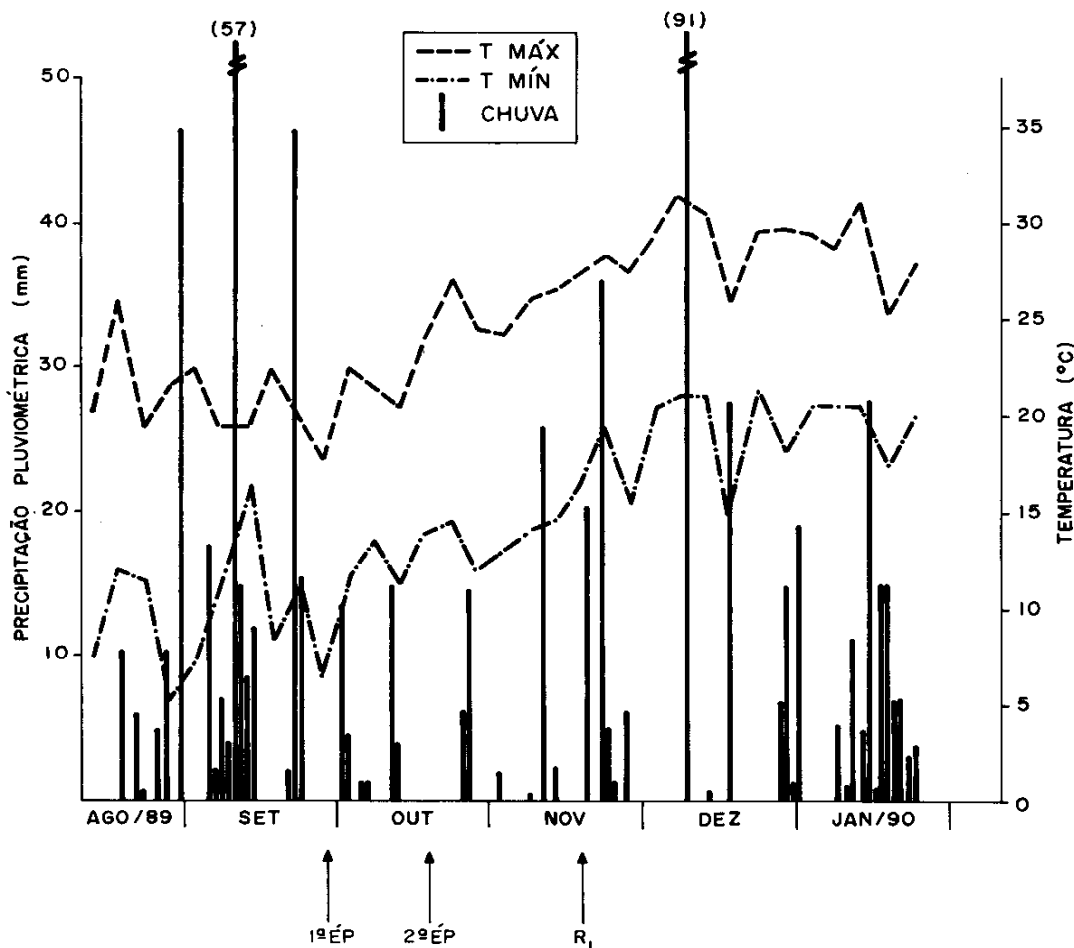
O solo onde foi realizado o experimento é classificado como Podzólico Vermelho-Escuro álico Paulecult (Espírito Santo 1988). A análise química do solo revelou teor de matéria orgânica de 2,1%; pH em água de 5,4; P disponível 20 ppm e K trocável 140 ppm. A CTC efetiva foi 3,96 e o teor de argila 35%.

O preparo do solo constatou de uma aração e duas gradagens. A aração foi realizada no dia 17 de julho de 1989, e a primeira gradagem foi realizada três dias após. A outra gradagem foi efetuada após a adubação.

A adubação do solo, realizada cinco dias antes da semeadura, foi distribuída uniformemente na área, incorporada no terreno através de uma gradagem, e consistiu de 20 kg/ha de N, 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg/ha de K<sub>2</sub>O, utilizando-se 400 kg/ha da formulação 5-20-20, sendo ainda adicionado 1 kg/ha de boro (10 kg/ha de bórax).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, alocando os tratamentos num esquema fatorial. Cada bloco foi composto por 19 parcelas, nas quais foram avaliados nove herbicidas, duas épocas de aplicação e uma testemunha não aspergida com herbicida e não infestada com plantas daninhas. A área total do bloco foi 190 m<sup>2</sup> (4 x 47,5m), sendo que a parcela apresentava 10 m<sup>2</sup> (2,5 x 4m), com área útil central de 4,5 m<sup>2</sup> (1,5 x 3 m).

O híbrido de girassol DK 180 foi semeado no dia 29.8.89, utilizando-se equipamento manual (saraquá), sendo adotado um espaçamento de 0,5 m entre linhas



**FIG. 1. Precipitação pluvial diária e temperaturas máximas (T MAX) e mínimas (T MIN), médias por quinquídio, ocorridas de agosto/1989 a janeiro/1990 na EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS. (1ª ÉP = aplicação dos herbicidas nas plantas com quatro folhas; 2ª ÉP = aplicação dos herbicidas nas plantas com dez folhas; R<sub>1</sub> = início do estágio reprodutivo).**

e 0,5 m entre plantas, colocando-se aproximadamente cinco sementes por cova. A emergência da cultura ocorreu dez dias após a semeadura (8.9.89). Aos 13 dias após a emergência realizou-se o desbaste das plantas, deixando-se uma planta por cova, permanecendo na área uma população de 40 mil plantas/ha, em média.

Na fase inicial do ciclo da cultura (aos 5 e 24 dias após a emergência do girassol), foi utilizado o inseticida clorpirifós, na dose de 720 g/ha (Lorsban, 1,5 l/ha), para controle preventivo de insetos de solo. Para o

controle de plantas daninhas gramíneas no ensaio, realizou-se a aspersão de 480 g/ha de haloxifop-metil (Verdict, 2,0 l/ha) em área total, aos 40 dias após a emergência da cultura.

Quando as plantas de girassol nas parcelas-testemunha apresentavam oito folhas (estádio V<sub>8</sub>), isto aos 35 dias após a emergência, foi feita uma aplicação de 80 kg/ha de N, na forma de uréia, distribuídos manualmente ao longo das linhas, e sem incorporação ao solo.

Os tratamentos herbicidas foram aplicados em

duas épocas, doravante denominadas primeira (1ª) e segunda (2ª) épocas, as quais foram realizadas nos dias 27/09/89 (19 dias após a emergência) e 16/10/89 (38 dias após a emergência), quando as plantas de girassol se encontravam nos estádios V<sub>4</sub> e V<sub>10</sub> (Schneiter & Miller 1981), respectivamente.

Os nove herbicidas testados em cada época estão relacionados na Tabela 1, juntamente com as respecti-

**TABELA 1. Tratamentos químicos utilizados no experimento de herbicidas de aplicação à folhagem. EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.**

Nome comum	Formulação e concentração (g/l)	Doses (g/ha)	Adjuvantes	
			Nome	Dose
Clomazona <sup>m</sup>	CE <sup>b</sup> , 500	1000	-	-
Clorimuron	GD, 250	20	-	-
Imazaquin	SA, 150	150	Renex	0,5% v/v
Imazetapir	SA, 100	100	Renex	0,5% v/v
Acifluorfen	SA, 170	280	-	-
Bentazon	SA, 480	720	-	-
Fomesafen	SA, 250	250	Energic	0,2% v/v
Lactofen	CE, 240	180	-	-
Bentazon + acifluorfen	SA, 300+80	600+160	-	-

<sup>m</sup> Nomes comerciais: Gamit, Classic, Scepter, Pivot, Blazer, Basagran, Flex, Cobra e Doble, respectivamente.

<sup>b</sup> CE = concentrado emulsional.  
GD = grânulos dispersíveis. SA = solução aquosa.

**TABELA 2. Características físico-químicas dos herbicidas utilizados no experimento de aplicação à folhagem. EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.**

Herbicida	Peso molecular	Número de moléculas/ha (*10 <sup>22</sup> )	Densidade específica (g/ml)	Volume ocupado por um mol de moléculas (ml)
Clomazona	239,7	251,0	1,192	201,09
Clorimuron	414,83	2,9	-	-
Imazaquin	311,3	29,0	0,43	723,95
Imazetapir	289,34	20,8	1,12	258,34
Acifluorfen	383,7	43,9	1,26	304,52
Bentazon	240,3	180,3	-	-
Fomesafen	438,5	34,3	1,28	342,58
Lactofen	461,8	23,5	1,39	332,23
Acifluorfen + bentazon	383,7+ +240,3	25,0+ +150,0	-	-

Fonte: Weed Science Society of America (1989).

- = sem informação.

vas doses e adjuvantes utilizados. As características físico-químicas dos produtos estão relacionadas na Tabela 2.

Os tratamentos herbicidas foram aplicados com auxílio de um aparelho aspersor costal de precisão, propulso a gás carbônico, munido de quatro bicos tipo leque da série 110.04, a intervalos de 50 cm entre si, utilizados a uma pressão constante de 175 kPa, o que proporcionou um volume de calda de 250 l/ha.

A aplicação da primeira época foi executada no período compreendido entre as 8:45 e 11:00 horas. Nesta ocasião, houve 70% de nebulosidade e ventos com velocidade média de até 5 km/h. O solo apresentava 12,3% de umidade, enquanto que o ar apresentava umidade relativa de 97 e 55% às 9:00 e 15:00 horas, respectivamente. Neste dia, a temperatura máxima do ar foi de 18,6°C, e a mínima, de 7°C.

Na segunda época, a aplicação foi realizada entre as 9:10 e 11:00 h. Nesta ocasião, houve 20% de nebulosidade e ventos com velocidade média de até 6 km/h. O solo apresentava 9% de umidade, enquanto que a umidade relativa do ar era de 78 e 48% às 9:00 e 15:00 horas, respectivamente. Neste dia, a temperatura máxima do ar foi de 25,4°C e a mínima de 11°C.

Os efeitos dos herbicidas sobre as plantas de girassol foram determinados através das seguintes avaliações: fitotoxicidade, realizada aos 5, 10, 15 e 20 dias

após a aplicação dos tratamentos (DAT), de acordo com método proposto por Frans et al. (1986); área foliar das plântulas, aos 20 DAT, através de aparelho eletrônico, que integrava a área foliar através de uma câmera ótica de varredura; número de plantas por área, na colheita; e rendimento de aquênios.

Todas as variáveis avaliadas no experimento foram submetidas a análise de variância. No caso das avaliações de fitotoxicidade, efetuou-se uma análise conjunta das quatro épocas de avaliação, sendo estas consideradas subparcelas temporais (Campos 1984), efetuando-se então, o desdobramento da análise nas regressões lineares e quadráticas e determinando-se os desvios das regressões. Quando as duas regressões, ou o desvio delas, foram significativos, utilizou-se o procedimento apresentado por Gomez & Gomez (1984), ou seja, optou-se pela regressão que melhor se adequasse ao fenômeno biológico.

As avaliações de área foliar, realizada em estádios de desenvolvimento distintos, foram analisadas como experimento unifatorial (herbicidas), e quando houve significância efetuou-se a comparação das médias dos herbicidas com a testemunha através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As demais avaliações foram analisadas como experimento fatorial; e quando houve significância, a comparação das médias dos herbicidas com a testemunha foi efetuada através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de girassol quando aspergidas com herbicidas inibidores da síntese de aminoácidos (clorimuron, imazaquin e imazetapir), em

qualquer dos dois estádios de desenvolvimento, apresentaram efeitos fitotóxicos semelhantes entre si (Fig. 2). Os sintomas iniciais (5 DAT) foram pouco expressivos. Estes sintomas, comparados aos das testemunhas, consistiram de clorose e paralização do crescimento. Sintomas semelhantes foram descritos por Shaner et al. (1984) e Beyer et al. (1988), sendo que estes autores atribuíram o efeito inicial reduzido ao fato de tecidos já desenvolvidos apresentarem reservas de proteínas que poderiam ser catabolizadas para aproveitamento dos aminoácidos ausentes. Desta forma, os sintomas daqueles herbicidas seriam notados primeiro nas regiões maristemáticas. De fato, as avaliações posteriores realizadas nas plantas tratadas com clorimuron aplicado em estágio  $V_4$  e imazaquin e imazetapir, nos dois estádios, indicaram incremento acentuado da fitotoxicidade que, finalmente, levou a planta à morte (Fig. 2).

Quando as plantas foram aspergidas com imazetapir, verificou-se a morte do meristema apical e encarquilhamento das folhas, em decorrência da redução do comprimento das nervuras secundárias. Algumas das plantas aspergidas com imazetapir no estágio  $V_{10}$  apresentaram brotações de gemas localizadas na região basal do caule de girassol. Leopold & Kriedemann (1975) relataram que a eliminação da gema apical altera a distribuição hormonal nos vegetais, eliminando o efeito da dominância apical, possibilitando o desenvolvimento de gemas que antes estavam dormentes.

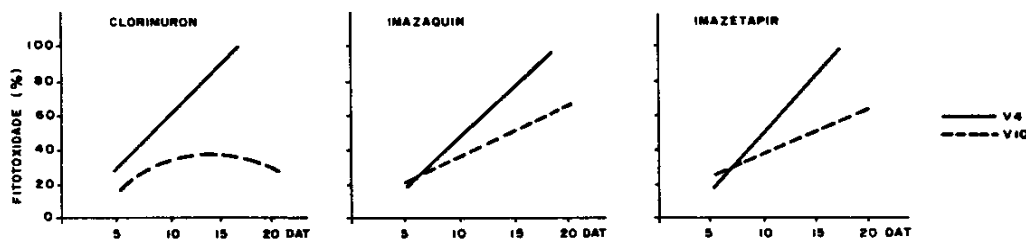


FIG. 2. Fitotoxicidade em girassol promovida pelos herbicidas clorimuron ( $FV_4 = -2,95 + 6,04X$ ,  $r = 0,84$ ;  $FV_{10} = -38,07 + 10,72X - 0,37X^2$ ,  $r = -0,92$ ), imazaquin ( $FV_4 = -12,25 + 6,08X$ ,  $r = 0,94$ ;  $FV_{10} = 4,02 + 3,34X$ ,  $r = 0,70$ ) e imazetapir ( $FV_4 = -8,35 + 6,00X$ ,  $r = 0,90$ ;  $FV_{10} = 11,25 + 2,92X$ ,  $r = 0,71$ ), aspergidos em plantas com quatro ( $V_4$ ) e dez folhas ( $V_{10}$ ), avaliada entre 5 e 20 dias após a aspersão (DAT). EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.

A fitotoxicidade, promovida por clorimuron quando aplicado em girassol no estágio  $V_4$ , se acentuou até a morte total das plantas. Contudo, as plantas que receberam aplicações quando estavam em estágio mais desenvolvido chegaram a se recuperar. Especula-se que a recuperação destas plantas esteja associada, ao menos em parte, à capacidade de metabolização da molécula herbicida pelo girassol. Outros autores, trabalhando com milho e soja, mostraram que estas espécies apresentaram genótipos capazes de metabolizar sulfoniluréias e se recuperar dos efeitos fitotóxicos iniciais (Eberlein et al. 1989 e Beyer et al. 1988).

O fato de que a fitotoxicidade promovida pelos inibidores da síntese de aminoácidos tenha aumentado numa taxa mais acentuada quando eles foram aplicados nas plantas em estágio jovem do que em estágio desenvolvido (Fig. 2) é coincidente com o resultado encontrado por Barrentine (1989). Este autor, pesquisando a suscetibilidade de *Xanthium strumarium* L. ao clorimuron e imazaquin relatou que este fenômeno era dependente da dose utilizada. Outra explicação para este fenômeno é o fato de que as plantas no estágio  $V_4$  apresentavam menor área foliar, conseqüentemente menor quantidade de matéria seca e, portanto, menor quantidade de reservas protéicas, sendo assim mais sensíveis à limitação de aminoácidos (Shaner et al. 1984 e Beyer et al. 1988).

Os herbicidas do grupo químico difeniléteres (acifluorfen, fomesafen e lactofen) (Fig. 3) também apresentaram comportamento seme-

lhante entre si; contudo, constatou-se efeito contrário ao dos três herbicidas inibidores da síntese de aminoácidos. Acifluorfen, fomesafen e lactofen promoveram fitotoxicidade inicial elevada; no entanto, só se registrou a morte de algumas plantas quando fomesafen foi aplicado em girassol no estágio  $V_4$ , sendo que nas demais situações as plantas se recuperaram. Estes herbicidas atuam por contato, promovendo distúrbios na integridade membrana celular (Weed Science Society of America 1989 e Fadayomi & Warren 1976); desta forma, pode-se atribuir, em parte, maior fitotoxicidade inicial à facilidade destes herbicidas em atingir os locais de ação.

As plantas aspergidas com herbicidas difeniléteres no estágio  $V_{10}$  apresentaram maior fitotoxicidade do que as aspergidas no estágio  $V_4$  (Fig. 3). Isto pode ser parcialmente explicado pela interceptação de maior número de moléculas pelas plantas, devido à presença de maior área foliar naquele estágio. As condições climáticas na ocasião da aplicação no estágio  $V_{10}$  também podem ter contribuído para a ocorrência de maior fitotoxicidade neste estágio do que em  $V_4$ . Lee & Oliver (1982) relataram que temperaturas altas favoreciam a absorção dos difeniléteres, o que resultava em controle mais acentuado de diversas espécies daninhas. Especula-se que a possível explicação para este fenômeno é o fato de que os estômatos de diversas espécies, inclusive do girassol, abram-se progressivamente com o incremento da temperatura (Hofstra & Hesketh 1969). No entanto,

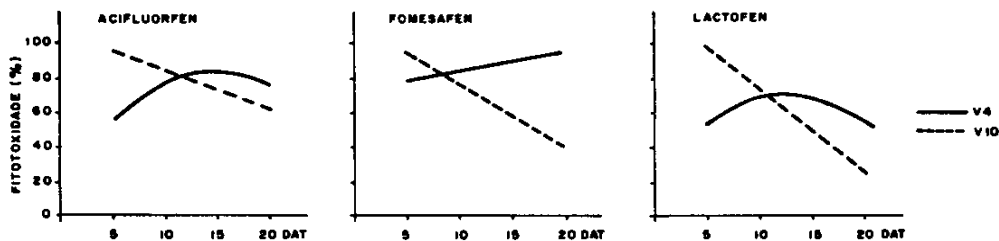


FIG. 3. Fitotoxicidade em girassol promovida pelos herbicidas acifluorfen ( $FV_4 = -40,06 + 17,95X - 0,60X^2$ ,  $r = 0,99$ ;  $FV_{10} = 109,00 - 2,21X$ ,  $r = 0,80$ ), fomesafen ( $FV_4 = 72,87 + 1,29X$ ,  $r = 0,80$ ;  $FV_{10} = 115,62 - 3,60X$ ,  $r = 0,94$ ) e lactofen ( $FV_4 = -32,06 + 16,12X - 0,59X^2$ ,  $r = 0,93$ ;  $FV_{10} = 125,25 - 4,91X$ ,  $r = 0,97$ ), aspergidos em plantas com quatro ( $V_4$ ) e dez folhas ( $V_{10}$ ), avaliada entre 5 e 20 dias após a aspersão (DAT). EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.

não há evidência de que maior abertura estomática facilite a absorção de herbicidas. Price (1982) e Hamilton et al. (1982) enfatizaram que o aumento da temperatura aumentava a difusividade da molécula, o que facilitava sua difusão através da camada da cerosa da cutícula foliar. De fato, no dia da aplicação, as temperaturas máximas e mínimas foram 18,6/7,0°C e 25,4/11,0°C para a primeira e segunda épocas, respectivamente.

Além disso, diversos autores (Pollak & Crabtree 1976, Fadayomi & Warren 1976, Vanstone & Stobbe 1979) relataram que maior intensidade luminosa favoreceu o desempenho dos herbicidas do grupo dos difeniléteres. As determinações realizadas nos dias das aplicações dos herbicidas de folhagem indicaram que o número de horas de radiação foram de 6:10 horas e 10:25 horas, para a primeira e segunda épocas, respectivamente. A nebulosidade na ocasião da aplicação foi de 70 e 20%, e a radiação solar no dia da aplicação foi de 352 e 436 cal/cm<sup>2</sup> para a primeira e segunda épocas, respectivamente. Portanto, pode-se considerar que estes fatores ambientais também contribuíram para a ocorrência de maior efeito fitotóxico nas plantas aspergidas com os compostos difeniléteres no estágio V<sub>10</sub>.

A recuperação das plantas tratadas com difeniléteres (Fig. 3), exceto fomesafen aplicado em V<sub>4</sub>, pode ser atribuída à capacidade da planta em metabolizar o composto herbicida. Beyer et al. (1988) citaram que acifluorfen foi metabolizado em soja através da conjunção com homo-

glutaciona. Também foi referido por Weed Science Society of America (1989) que lactofen é metabolizado rapidamente nos tecidos vegetais, enquanto fomesafen sofre clivagem da ligação difeniléter, produzindo metabólitos inativos.

Outra explicação para a recuperação das plantas de girassol dos efeitos fitotóxicos promovidos pelos difeniléteres estaria relacionada ao fato de que estes compostos não são translocados até o meristema apical, provavelmente devido à fitotoxicidade destes herbicidas às células do floema (Coupland 1989). Assim, as injúrias dos difeniléteres ficariam localizadas nas partes das plantas atingidas pela aspersão e poderiam ser caracterizadas pela perda de área foliar nas plantas.

Bentazon e bentazon + acifluorfen (Fig. 4) promoveram fitotoxicidade relativamente elevada quando aplicados em plantas no estágio V<sub>4</sub>, sendo constatada a morte das plantas já a partir das primeiras avaliações. O que pode ter contribuído, ao menos em parte, para a acentuada fitotoxicidade de bentazon e bentazon+acifluorfen ao girassol, é o fato de que, dos produtos testados no experimento, aqueles foram os que utilizaram maior quantidade de moléculas por hectare (Tabela 2). De acordo com Price (1982) e Hamilton et al. (1982), maior quantidade de moléculas na superfície externa da camada cerosa da cutícula propiciaria maior gradiente de concentração entre as duas faces da camada cerosa, o que incrementaria o fluxo de difusão através dela.

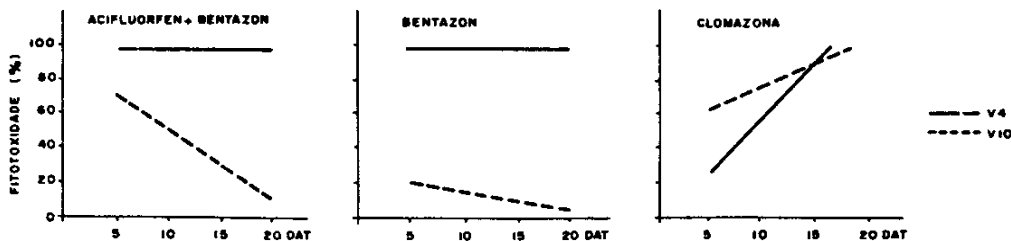


FIG. 4. Fitotoxicidade em girassol promovida pelos herbicidas acifluorfen + bentazon ( $FV_4 = 100$ ;  $FV_{10} = 90,50 - 4,03X$ ,  $r = 0,92$ ), bentazon ( $FV_4 = 100$ ;  $FV_{10} = 26,87 - 1,25X$ ,  $r = 0,96$ ) e clomazona ( $FV_4 = -6,00 + 5,73X$ ,  $r = 0,94$ ;  $FV_{10} = 50,00 + 2,67X$ ,  $r = 0,80$ ), aspergidos em plantas com quatro (V<sub>4</sub>) e dez folhas (V<sub>10</sub>), avaliada entre 5 e 20 dias após a aspersão (DAT). EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.

Bentazon, quando aplicado em plantas em estágio de desenvolvimento mais avançado (Fig. 4), já não foi tão fitotóxico. Existem cinco explicações para este desempenho.

Primeiro, existe a possibilidade de ter ocorrido aumento da cerosidade da cutícula, em função do crescimento da planta e de condições ambientais adversas (Price 1982, Hamilton et al. 1982, McWhorter et al. 1990), ocorrendo conseqüentemente, menor absorção do bentazon. Embora este produto seja um dos que apresentam menor peso molecular, isto não necessariamente facilita sua difusão através da camada cerosa da cutícula, porque, dependendo do peso específico da molécula, esta poderá apresentar um tamanho muito grande, o que dificultaria sua difusão (Price 1982, Hamilton et al. 1982, McWhorter et al. 1990). Nalewaja & Adamczewski (1977), citados por Duke (1985), apresentaram evidências de que 45 e 63% do bentazon permaneceu sobre a superfície foliar de *Brassica Kaber* (DC.) L.C. Wheeler e *Amaranthus hybridus* L., respectivamente, em avaliações realizadas 24 horas após a aplicação. Da mesma forma, Irons & Burnside (1982b) constaram que três dias após a aplicação de bentazon em girassol apenas 75% das moléculas haviam sido absorvidas.

Segundo, especula-se que, devido às condições ambientais mais quentes e secas durante a segunda época (Fig. 1), tenha havido aumento do número de camadas de células do parênquima paliádico (Esau 1974). Em conseqüência, isto teria promovido menor fluxo de difusão do CO<sub>2</sub> no mesófilo (Duke 1985 e Burton et al. 1990), o que poderia minimizar o efeito do bentazon, devido a redução na taxa de assimilação de dióxido de carbono pela planta (Weed Science Society of America 1989).

A terceira explicação para a menor fitotoxicidade do bentazon aplicado em estágio mais avançado do girassol estaria ligada à possibilidade do incremento da capacidade da planta de metabolizar a molécula herbicida à medida que se desenvolvesse (Weed Science Society of America 1989).

A quarta possibilidade é a de ter ocorrido o efeito guarda-chuva, ou seja, as folhas mais ex-

postas protegeriam as demais de receberem herbicida, minimizando, assim, os efeitos fitotóxicos.

A quinta explicação, a mais provável, seria a ocorrência de mais de um destes fatos alternada ou simultaneamente. Por exemplo, Burton et al. (1990), trabalhando em condições controladas, relataram que a redução da concentração de CO<sub>2</sub> no mesófilo incrementava a metabolização do bentazon, e, conseqüentemente, menores eram os sistemas de fitotoxicidade nas plantas.

O fato de a mistura de acifluorfen + bentazon, aplicada no estágio V<sub>10</sub>, ter promovido maior fitotoxicidade ao girassol (Fig. 4) nas avaliações iniciais, parece estar associado ao efeito de acifluorfen (Fig. 3). Contudo, na mistura, acifluorfen foi utilizado numa dose 43% menor do que quando aplicado sozinho; portanto, é natural que os níveis de danos encontrados quando se usou a mistura fossem menores do que quando usado isolado. Conseqüentemente, a recuperação dos danos poderia estar associada à verificada nas plantas tratadas com acifluorfen. Isto coincide com as indicações de Lorenzi (1990), que suportam a idéia de que esta mistura é recomendada para ampliar o espectro dos produtos, e não para se obter efeito sinérgico.

Os efeitos fitotóxicos produzidos por clomazona em girassol (Fig. 4) foram coincidentes com os relatados por Halstead & Harvey (1988). Quando as plantas foram aspergidas no estágio V<sub>4</sub>, verificou-se a ocorrência de clorose em todas as folhas, sendo que os sintomas se acentuaram até a necrose dos tecidos. Quando clomazona foi arpergida no estágio V<sub>10</sub>, ocorreu despigmentação acentuada das folhas superiores da planta. Esta despigmentação se acentuou, evoluindo para clorose intensa; no entanto, não se verificou necrose dos tecidos. Halstead & Harvey (1988) verificaram que a recuperação das plantas de girassol iniciou três semanas após o aparecimento dos primeiros sintomas e se deveu à produção progressivas de novas folhas, as quais mostravam-se menos afetadas pelo herbicida. Como as avaliações de fitotoxicidade foram conduzidas até 20 DAT (Fig. 4), não foi possível detectar visualmente a recupe-



ração do girassol; no entanto, as avaliações quantitativas realizadas posteriormente indicaram sua recuperação parcial (Fig. 5 e 6). Espera-se que as plantas mais desenvolvidas, aspergidas com clomazona, tenham sobrevivido à despigmentação, em parte devido a maior reserva de fotossintatos.

Na Fig. 7 pode ser constatado que todos os compostos promoveram redução da área foliar quando aplicados nas plantas no estágio  $V_4$ . Os produtos que menos afetaram esta variável foram lactofen e acifluorfen, os quais reduziram a área foliar em 67 e 86%, respectivamente. Já as plantas tratadas com os demais herbicidas apre-

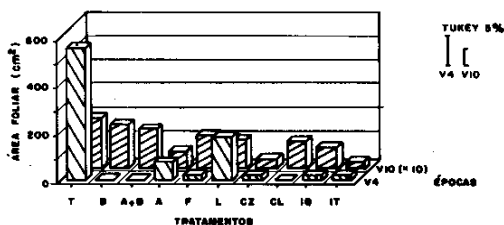


FIG. 5. População de plantas de girassol, avaliada 20 dias após aspersão dos herbicidas: B = bentazon, A + B = acifluorfen + bentazon, A = acifluorfen, F = fomesafen, L = lactofen, CZ = clomazona, CL = clorimuron, IQ = imazaquin, IT = imazetapir, T = testemunha sem herbicida; aplicados em plantas com quatro ( $V_4$ ) e dez folhas ( $V_{10}$ ). EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.

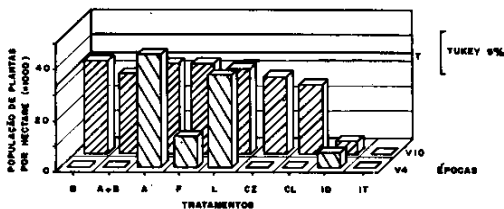


FIG. 6. Rendimento de aqüênios, após aspersão dos herbicidas: B = bentazon, A + B = acifluorfen + bentazon, A = acifluorfen, F = fomesafen, L = lactofen, CZ = clomazona, CL = clorimuron, IQ = imazaquin, IT = imazetapir, T = testemunha sem herbicida; aplicados em plantas com quatro ( $V_4$ ) e dez folhas ( $V_{10}$ ). EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.

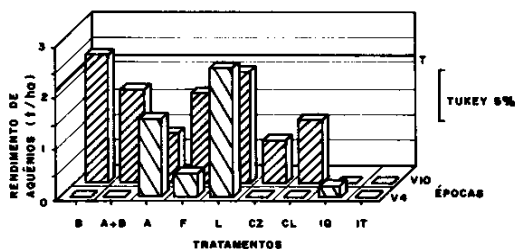


FIG. 7. Área foliar das plantas de girassol, avaliada 20 dias após aspersão dos herbicidas: B = bentazon, A + B = acifluorfen + bentazon, A = acifluorfen, F = fomesafen, L = lactofen, CZ = clomazona, CL = clorimuron, IQ = imazaquin, IT = imazetapir, T = Testemunha sem herbicida; aplicados em plantas com quatro ( $V_4$ ) e dez folhas ( $V_{10}$ ). EEA/UFRS, Eldorado do Sul, RS, 1989-90.

sentaram área foliar entre 0 e 5% da testemunha. Quando bentazon e bentazon+acifluorfen foram aplicados em plantas no estágio  $V_{10}$ , não afetaram a área foliar delas. Já fomesafen, lactofen e clorimuron promoveram redução desta variável na ordem de 35, 43 e 48%, respectivamente, em relação à testemunha. Os demais compostos reduzidos mais intensamente a área foliar do que os compostos anteriores.

A redução na população de plantas por área (Fig. 6), quando as plantas foram aspergidas em  $V_4$ , com os herbicidas fomesafen e imazaquin pode ser a explicação para o rendimento reduzido destes tratamentos (Fig. 6). Os demais produtos aplicados na primeira época eliminaram as plantas nas parcelas, exceto acifluorfen e lactofen, que não alteraram a população de plantas da área (Fig. 5).

As plantas aspergidas com acifluorfen e lactofen, no primeiro estágio de aplicação, e com bentazon, bentazon + acifluorfen, fomesafen e lactofen, no segundo estágio, não apresentaram redução no rendimento de aqüênios (Fig. 6). Pode-se atribuir este resultado à recuperação das plantas da redução da área foliar promovida pelos herbicidas. Diversas culturas, quando desfolhadas, apresentam capacidade de recuperação, e esta, geralmente, é mais acentuada se a desfolha ocorrer no estágio vegetativo da planta do que no reprodutivo. A cultura do milho (Fa-

gundes et al. 1977) e da soja (Gazzoni 1974), por exemplo, apresentaram esta característica de recuperação mais acentuada no estágio vegetativo. Trabalhos de desfolha no estágio reprodutivo do girassol, realizados por Fleck et al. (1983) e Silva et al. (1984), indicaram que também esta espécie apresentava capacidade de recuperação dos danos. Especula-se que esta recuperação do girassol se deveu à elevada capacidade de acúmulo de matéria seca por umidade de tempo. A área foliar (Fig. 3), por exemplo, praticamente quadruplicou no período compreendido entre 39 e 58 dias após a emergência do girassol.

Um aspecto importante a ser considerado é o fato de este experimento ter sido realizado na ausência da cultura da soja. A cultura exerce importante auxílio no controle das plantas indesejadas (Radosevich & Holt 1984). Assim, especula-se que, se o girassol estivesse sendo controlado na cultura da soja, esta contribuiria no controle. O trabalho de Irons & Burnside (1982a) mostra que quando o girassol foi mantido em competição por água e nutrientes com soja, teve sua matéria seca reduzida em 9%. Contudo, quando a competição foi por luz, a redução da matéria seca do girassol foi de 30%. Como os resultados das avaliações realizadas aos 20 DAT (Fig. 2 a 7) sugerem que o efeito mais acentuado dos herbicidas tenha sido na redução da área foliar do girassol, especula-se que o sombreamento promovido pela cultura da soja ajudaria no controle final do girassol.

É importante considerar também a época de realização do controle, tanto no aspecto da eficiência dos herbicidas (Fig. 2 a 5), como no aspecto da competição do girassol com a cultura da soja. Irons & Burnside (1982a) não constataram queda no rendimento da soja quando o controle do girassol foi iniciado duas semanas após a semeadura; contudo, detectaram decréscimo de 450 kg de soja para cada semana de atraso no controle do girassol, evidenciando a importância do controle do girassol nos estádios iniciais de seu desenvolvimento.

### CONCLUSÕES

1. O controle de girassol com clomazona,

clorimuron, bentazon e bentazon + acifluorfen em pós-emergência foi dependente do estágio de desenvolvimento das plantas, obtendo-se controle adequado quando os produtos foram aspergidos em plantas com quatro folhas.

2. O controle de girassol com imazaquin e imazetapir foi independente do estágio de desenvolvimento, obtendo-se controle satisfatório quando os produtos foram aplicados em plantas com quatro ou com dez folhas.

3. Acifluorfen, fomesafen e lactofen, aspergidos em quaisquer das duas épocas, não foram eficientes no controle de girassol.

### AGRADECIMENTOS

Ao Dr. João Riboldi, do Instituto de Matemática da UFRS, pelo apoio nas análises estatísticas dos resultados.

### REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. N.; BEHRENS, N. R.; WARNES, D. D.; NELSON, W. W. Bromoxynil for control of common cocklebur and wild common sunflower in soybeans. *Weed Science*, Champaign, v.21, p.103-106, 1973.
- ANDERSON, R. N.; LUESCHEN, W. E.; WARNES, D. D.; NELSON, W. W. Controlling broadleaf weeds in soybeans with bentazon in Minnesota. *Weed Science*, Champaign, v.22, p.136-142, 1974.
- BARRENTINE, W. L. Minimum effective rate of chlorimuron and imazaquin applied to common cocklebur (*xanthium strumarium*). *Weed Technology*, Champaign, v.3, p.126-130, 1989.
- BEYER, E.M.; DUFFY, M.J.; HAY, J.V.; SCHLUETER, D.D. Sulfonylurea. In: KEARNEY, P.C.; KAUFMAN, D.D. (Eds.). *Herbicides: chemistry, degradation, and mode of action*. New York: M. Dekker, 1988. v.3, p.117-189.
- BURTON, J. D.; MORELAND, D. E.; CORBIN, F. T. In vivo and in vitro metabolism of bentazon. *Plant Physiology*, Rockville, v.93, p.65, 1990.
- CAMPOS, H. *Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar*. Piracicaba: FEALQ. 1984. 292p.
- COUPLAND, D. Factors affecting the phloem trans-

- location of foliage-applied herbicides. *Pesticide Science*, London, v.25, n.3, p.323-325, 1989.
- DUKE, S.O. (Ed.). *Weed physiology; herbicide physiology*. Boca Raton: CRC, 1985. v.2, 257p.
- EBERLEIN, C. V.; ROSOW, K. M.; GEADELMANN, J. L.; OPENSHAW, S. J. Differential tolerance of corn genotypes to DPX-M63133. *Weed Science*, Champaign, v.37, p.651-657, 1989.
- ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. São Paulo: Edgard Blücher, 1974. 293p.
- ESPÍRITO SANTO, F. R. C. Distribuição de óxidos de ferro em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRS, 1988. 141p. Tese de Mestrado.
- FADAYOMI, O.; WARREN, G.F. The light requirement for herbicidal activity of diphenyl ethers. *Weed Science*, Champaign, v.24, p.598-600, 1976.
- FAGUNDES, A. C.; BATISTELA, A.; DAVID, Y. K. ARNT, T.; KOHLER, C. Efeitos do desfolhamento em oito estádios de desenvolvimento na produção de milho. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.13, p.163-171, 1977.
- FIELDING, R. J., STOLLER, E. W. Effects of additives on the efficacy, uptake and translocation of the methyl ester of thifensulfuron. *Weed Science*, Champaign, v.38, p.172-178, 1990.
- FLECK, N. G.; SILVA, P. R. F. DA; MACHADO, C. M. N.; SCHIOCCHET, M. A. Desfolhamento artificial durante o estágio de antese do girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.4, p.371-379, 1983.
- FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analysing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N. D. (Ed.) *Research methods in weed science*. 3.ed. Champaign: SWSS, 1986.
- GAZZONI, P. L. Avaliação do efeito de três níveis de desfolhamento aplicados em quatro estádios de crescimento de dois cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre a produção e qualidade do grão. Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRS, 1974. 120p. Tese de Mestrado.
- GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.O. *Statistical procedures for agricultural research*. 2.ed. New York: Wiley, 1984. 680p.
- HALSTEAD, S. J.; HARVEY, R. G. Effect of rate and carrier on clomazone movement off-site. *Weed Technology*, Champaign, v.2, p.179-182, 1988.
- HAMILTON, R. J.; MCCANN, A. W.; SEWELL, P. A. Foliar uptake of the wild oat herbicide flumprop-methyl by wheat. In: CUTLER, D. F.; ALVIM, K. L.; PRICE, C. E. (Ed.) *The plant cuticle*. London: Academic Press, 1982. p.303-315.
- HELSEL, Z. R., WEDIN, W. F. Harvested dry matter from single and double-cropping systems. *Agronomy Journal*, Madison, v.73, p.895-900, 1981.
- HOFSTRA, G.; HESKETH, J. D. The effect of temperature on stomatal aperture in different species. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.47, p.1307-1310, 1969.
- IRONS, S.M.; BURNSIDE, O.C. Competitive and allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Science*, Champaign, v.30, p.372-377, 1982a.
- IRONS, S.M.; BURNSIDE, O.C. Absorption, translocation, and metabolism of bentazon in sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Science*, Champaign, v.30, p.255-259, 1982b.
- LEE, S.D.; OLIVER, L.R. Efficacy of acifluorfen on broadleaf weeds. Times and methods for application. *Weed Science*, Champaign, v.30, p.520-525, 1982.
- LEOPOLD, A.C.; KRIEDEMANN, P.E. *Plant growth and development*. New York: McGraw-Hill, 1975. 545p.
- LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas; plantio direto e convencional*. 3.ed. Nova Odessa: H. Lorenzi, 1990. 240p.
- MCWHORTER, C.G.; PAUL, R.N.; BARRENTINE, W.L. Morphology, development, and recrystallization of epicuticular waxes of johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Science*, Champaign, v.38, p.22-33, 1990.
- POLLAK, T.; CRABTREE, G. Effect of light intensity and quality on toxicity of fluorodifen to green bean and soybean seedlings. *Weed Science*, Champaign, v.24, p.571-573, 1976.
- PRICE, C.E. A review of the factors influencing the penetration of pesticides through plant leaves. In: CUTLER, D.F.; ALVIM, K.L.; PRICE, C.E.

- (Ed.). **The plant cuticle**, London: Academic Press, 1982. p.237-252.
- RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S. **Weed ecology; implications for vegetation management**. New York: Wiley, 1984. 265p.
- ROBINSON, R.G. Sunflower-soybean and grain sorghum-corn rotations versus monoculture. **Agronomy Journal**, Madison, v.58, p.475-477, 1966.
- ROBINSON, R.G. Control by tillage and persistence of volunteer sunflower and annual weeds. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, p.1053-1056, 1978.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981.
- SHANER, D.L.; ANDERSON, P.C.; STIDHAM, M.A. Imidazolinones, potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. **Plant Physiology**, Lancaster, v.75, p.545-546, 1984.
- SILVA, P.R.F. da. Sucessão e rotação de culturas. In: GIRASSOL; indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRS/Sec. Agric., 1988. p.63-66.
- SILVA, P.R.S. da; FLECK, N.G.; HECKLER, J.C. Desfolhamento artificial durante a formação do botão floral do girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.149-156, 1984.
- SILVA, P.R.F. da; SANGOI, L. Época de semeadura em girassol. I. Efeitos no rendimento de grãos, componentes do rendimento, teor e rendimento de óleo. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.38, n.361, p.20-27, 1985.
- SILVA, P.R.F. da; MUNDSTOCK, C.M. Época de semeadura. In: GIRASSOL; indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRS/Sec. Agric., 1988. p.13-17.
- VANSTONE, D.E.; STOBBE, E.H. Light requirement of the diphenylether herbicide oxyfluorfen. **Weed Science**, Champaign, v.27, p.88-91, 1979.
- WEIBEL, R.O. **Sunflowers as a seed and oil crop for Illinois**. Illinois: Agricultural Experimental Station, 1951. 16p. (Circular, 681).
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (Champaign, EUA). **Herbicide handbook**. 6.ed. Champaign, 1989. 301p.