

ATIVIDADE RESIDUAL DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA PARA CONTROLE DE INÇOS EM DUAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS¹

GERALDO SILVESTRE SIECZKOWSKI MARTINS VIANNA² e NILSON GILBERTO FLECK³

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos no campo e em casa de vegetação, respectivamente na Estação Experimental Agronômica da UFRS, em Guaíba, RS, e na Faculdade de Agronomia da UFRS, em Porto Alegre, RS, em 1984/85. O objetivo foi comparar o efeito residual no solo de quatro compostos herbicidas aplicados em pós-emergência em duas condições ambientais, caracterizadas por girassol (*Helianthus annuus* L., cv. Contisol 711) semeado no início de setembro, e soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cv. BR-4) semeada no final de novembro. Os bioindicadores utilizados em casa de vegetação para determinar o efeito residual dos herbicidas em amostras de solo coletadas no campo foram milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Foram efetuadas determinações de emergência e peso seco da parte aérea das espécies bioindicadoras em casa de vegetação. O efeito residual foi maior no experimento com soja. A variação da dose influenciou no efeito residual de haloxifop e fluazifop. Fenoxaprop e setoxidim não apresentaram variação de resultados em função das doses testadas. A duração do efeito residual no solo posicionou-se na seguinte ordem decrescente: haloxifop-metil > fluazifop-p-butil > fenoxaprop-etil = setoxidim.

Termos para indexação: haloxifop-metil, fenoxaprop-etil, fluazifop-p-butil, setoxidim, bioensaio.

SOIL RESIDUAL ACTIVITY OF HERBICIDES APPLIED IN POST-EMERGENCE FOR GRASS WEED CONTROL UNDER TWO ENVIRONMENTAL CONDITIONS

ABSTRACT - Two field experiments and two greenhouse bioassays were conducted, respectively, at the EEA/UFRS in Guaíba, RS, Brazil, and at the FA/UFRS in Porto Alegre, RS, during the 1984/85 growing season. The objective was to compare the residual effects in soil of four herbicides applied in post-emergence under two environmental conditions, characterized by sunflower (*Helianthus annuus* L., cv. Contisol 711) seeded at the beginning of September, and soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill, cv. BR-4) seeded at the end of November. Millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) were used at greenhouse to determine the soil residual effect of the herbicides from soil samples collected in the field. Evaluations of emergence and dry weight of aerial part of the plants were performed at the greenhouse. The herbicides showed longer soil residual effect in the soybean situation. The herbicide rate affected the soil persistence of haloxifop and fluazifop. On the other hand, fenoxaprop and setoxydim were unaffected by variation in rate. The soil persistence of the compounds tested was as follows, in decreasing order: haloxifop-methyl > fluazifop-p-butyl > fenoxaprop-ethyl = setoxydim.

Index terms: fenoxaprop-ethyl, fluazifop-p-butyl, haloxifop-methyl, setoxydim, bioassays.

INTRODUÇÃO

Aceito para publicação em 4 de janeiro de 1988
Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Agronomia (Fitotecnia), pela Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, RS.
Trabalho financiado pelo CNPq, Processo n.º 404854/84-AG.

Eng. - Agr., em Curso de Pós-Graduação, Fac. de Agron./UFRS, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 90001 Porto Alegre, RS.

Prof. - Adjunto, Ph.D., Dep. de Fitot., Fac. de Agron./UFRS, Bolsista do CNPq.

A utilização de sistemas alternativos de cultivo, como a sucessão e rotação de culturas, pode promover melhor controle de plantas daninhas, principalmente quando combinado o uso de herbicidas com métodos culturais e mecânicos de controle.

O uso de herbicidas, no entanto, poderá afetar negativamente as culturas subseqüentes, por apresentarem um prolongado efeito residual no solo. Este efeito residual é desejável na medida em que controle ervas daninhas de germinação tardia,

sendo indesejável na medida em que afete negativamente a cultura subsequente e comprometa o ambiente, caracterizando-se, então, como resíduo. Além disso, o efeito residual dos herbicidas é grandemente influenciado por condições ambientais, como: umidade, temperatura e composição do solo, umidade e temperatura do ar, além das características químicas dos produtos herbicidas e das doses utilizadas.

Os gramíneas com ação de pós-emergência que apresentam seletividade para as culturas do girassol e da soja são produtos de recente desenvolvimento; entre eles, encontram-se atualmente registrados ou em fase de desenvolvimento, no Brasil, os seguintes: aloxidim-sódio, cletodim, diclofop-metil, fenoxaprop-etil, fluzifop-p-butil, haloxifop-metil, quizalofop-etil e setoxidim. Dentre os citados, fenoxaprop, fluzifop, haloxifop e setoxidim são compostos que apresentam ação sistêmica, atuam nos pontos de crescimento, afetando os tecidos meristemáticos (ICI Americas, s.d., Buhler et al. 1985, McAvoy 1982). Para fluzifop, haloxifop e setoxidim é recomendado o uso de adjuvantes. Estes produtos devem ser aplicados em gramíneas com crescimento ativo. Fenoxaprop pode ser aplicado nos estádios de duas folhas até o final do afilhamento das plantas daninhas; fluzifop deve ser aplicado antes do afilhamento e antes que as plantas daninhas ultrapassem 10 cm de altura; para haloxifop e setoxidim não existem restrições quanto ao estágio de desenvolvimento das gramíneas na ocasião dos tratamentos (Thomson 1984, ICI Americas s.d., Ryder 1982, Dow Produtos Químicos s.d., McAvoy 1982).

Nenhum efeito residual no solo foi reportado para fenoxaprop. Para fluzifop tem sido verificado efeito residual de solo, dependendo das condições de umidade e do tipo de solo, apresentando maior efeito residual em solos de textura arenosa, pobres em matéria orgânica. O efeito residual de haloxifop no solo, por aplicações pós-emergentes, é suficiente para promover um controle prolongado de gramíneas de germinação tardia, sendo a duração deste controle dependente da dose, das características do solo e das condições ambientais e da amplitude da competição da cultura. A metabolização de setoxidim no solo ocorre rapidamente, com vida média entre dois e três dias, depen-

dendo das condições de solo (ICI Americas s.d., Ryder 1982, McAvoy 1982).

O objetivo proposto para esta pesquisa foi o de verificar a existência e a magnitude do efeito residual no solo destes quatro gramíneas aplicados em pós-emergência, avaliando a influência de duas situações culturais (girassol e soja) como fatores diferenciadores do ambiente, sobre tal atividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no campo e em casa de vegetação durante o ano agrícola de 1984/85. As atividades experimentais de campo foram desenvolvidas na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), localizada no município de Guaíba, RS, região fisiográfica da Depressão Central; e as atividades de casa de vegetação foram realizadas no Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da UFRS, localizada no município de Porto Alegre, RS, na mesma região fisiográfica.

Quanto ao clima, a região fisiográfica da Depressão Central está incluída na classificação de Koppen na transição entre os tipos fundamentais Cfa₁ (isoterma anual inferior a 18°C) e Cfa₂ (isoterma anual superior a 18°C), ou seja, subtropical úmido, sem estiagem (Brasil. Ministério da Agricultura 1973). Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são caracterizados, freqüentemente, por períodos de deficiências hídricas (Beltrame et al. 1979).

A precipitação pluvial e evapotranspiração potencial ocorridas na EEA/UFRS durante o período experimental desenvolvido no campo, para os dois ensaios, são apresentadas nas Fig. 1 e 2. Nestas figuras constam também os gráficos atinentes à temperatura do solo a uma profundidade de 5 cm, no período correspondente às sete semanas após as aplicações dos tratamentos, para os dois experimentos.

Os experimentos foram instalados em solo pertencente à unidade de mapeamento São Jerônimo, sendo classificado como laterítico bruno-avermelhado distrófico (Brasil. Ministério da Agricultura 1973). Para o primeiro experimento (com girassol), a análise química do solo revelou teor de matéria orgânica de 2,7%; pH (SMP) de 5,6; fósforo disponível 25 ppm, e potássio trocável 140 ppm. Para o segundo experimento (com soja), os resultados foram os seguintes: matéria orgânica, 2,4%; pH (SMP), 5,8; fósforo disponível 22 ppm, e potássio trocável, 94 ppm.

A análise granulométrica do solo revelou, para o experimento com girassol, 35% de argila, 16% de silte, e 49% de areia. Para o experimento com soja, foram obtidos os seguintes valores relativos: 31% de argila, 16% de silte, e 53% de areia. Desta maneira, os solos dos dois experimentos foram caracterizados como de textura franco-argilo-arenosa.

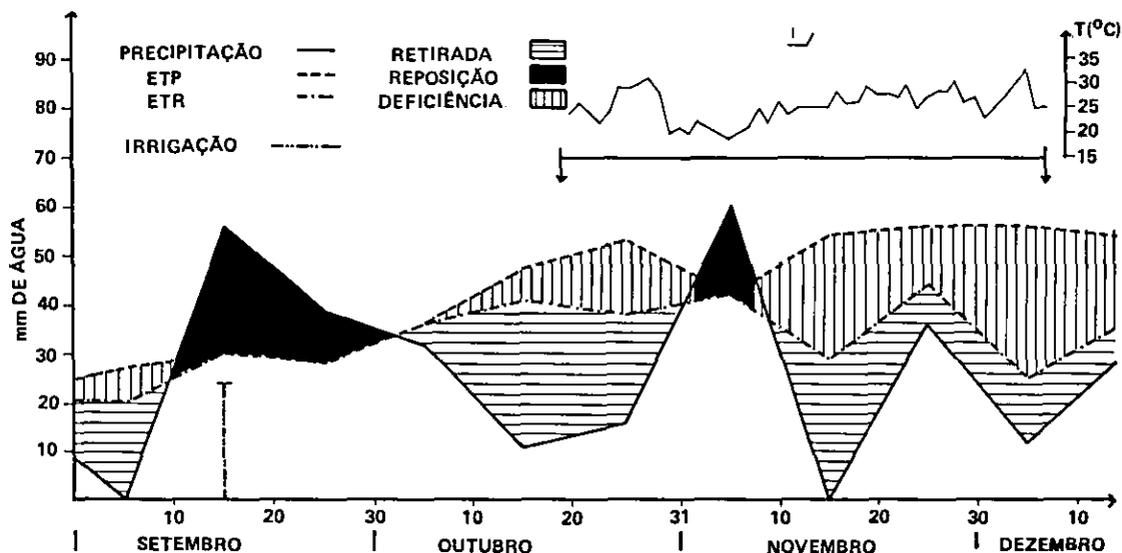


FIG. 1. Balanço hídrico segundo o método de Penman modificado (Ometto 1981), correspondente ao período da semeadura à última coleta do solo para os bioensaios - experimento com girassol, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1984/1985.

¹ Temperatura do solo à profundidade de 5 cm no período correspondente aos 49 dias após a aplicação dos tratamentos.

Foi adotado, para os experimentos no campo, o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada bloco composto por dez unidades experimentais, às quais foram aplicados os seguintes tratamentos herbicidas: Fenoxaprop-etil⁴ a 180 e 270 g/ha, fluazifop-p-butil⁵ a 120 e 180 g/ha adicionado de adjuvante⁶ a 0,2% v/v, haloxifop-metil⁷ a 120 e 180 g/ha acrescido de óleo mineral⁸ a 0,5% v/v e setoxidim⁹ a 230 e 345 g/ha acrescido de óleo mineral⁸ a 1,5 l/ha, além de uma testemunha infestada e outra capinada.

⁴ FUIRORE (etil 2-(4-((6-cloro-2-benzoxazolil) oxil) fenoxil) propanato).

⁵ PPOO5 (butil (R)-2 (4((5-(trifluorometil) oxil) fenoxil) propanato).

⁶ FIXADE.

⁷ VERDICT (metil 2-(4-((3-cloro-5-(trifluorometil)-2-piridinil) oxil) fenoxil) propanato).

⁸ ASSIST.

⁹ POAST (2-(1-(etoxiimino) butil)-5-(2-(etiltilio) propil)-3-hidroxi-2-ciclohexeno-1-ona).

No experimento com girassol, a área total de cada parcela foi de 18 m² (3 m x 6 m). A semeadura foi realizada em 4 de setembro de 1984, tendo sido utilizada a cultivar Contisol 711, mantendo-se uma população equivalente a 40.000 plantas/ha, em média.

No experimento com soja, no qual foi testada a cultivar BR-4, a área total de cada parcela foi de 10 m² (2 m x 5 m), utilizando-se quatro linhas de soja distanciadas uma da outra por 0,5 m, e uma população média de 200.000 plantas/ha. A semeadura foi realizada no dia 29 de novembro de 1984, recebendo, as sementes, inoculação de bactérias de rizóbio (*Rhizobium japonicum* (Kirchner) Buchanan), a fim de prover fixação simbiótica de nitrogênio.

Os tratamentos herbicidas foram aplicados em pós-emergência, em cobertura total sobre as plantas das culturas e das espécies daninhas. Foi utilizado um aparelho aspersor costal com vazão constante proporcionada por gás carbônico comprimido, operando a uma pressão fixa de 1,5 kg/cm². O aspersor foi equipado com quatro bicos em leque do tipo 110.03 distanciados um do outro por 0,5 m, com um volume de 200 l/ha como vazão.

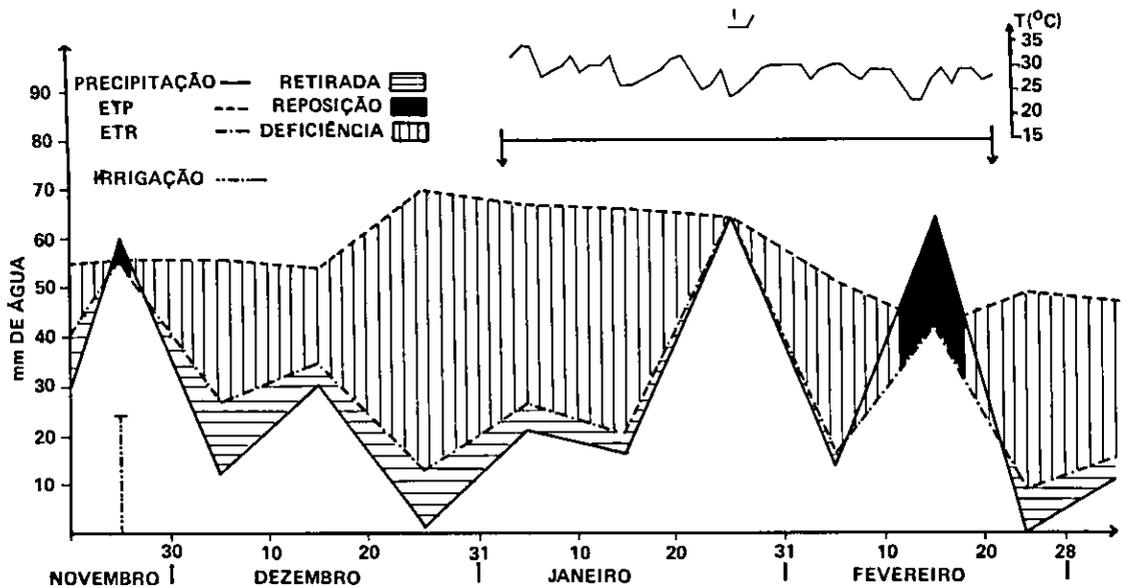


FIG. 1. Balanço hídrico segundo o método de Penman modificado (Ometto 1981), correspondente ao período da semeadura à última coleta do solo para os bioensaios - experimento com girassol, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1984/1985.

¹ Temperatura do solo à profundidade de 5 cm no período correspondente aos 49 dias após a aplicação dos tratamentos.

No experimento com girassol, os tratamentos foram aplicados aos 35 dias após a emergência da cultura. As plantas do girassol se apresentavam no estágio de desenvolvimento V₉ (Schneider & Miller 1981), ou seja, com a nona folha desenvolvida, ao passo que as plantas de *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel. - a única espécie daninha gramínea que infestava esta área - apresentavam estágio de desenvolvimento variando de três folhas até cinco afixos, com predominância de três afixos. A aplicação dos tratamentos herbicidas foi feita entre as 9 h e as 10 h sob situação de insolação plena; ocorreram ventos fracos com rajadas ocasionais de até 15 km/h. As temperaturas do ar, mínima e máxima do dia, foram, respectivamente, 11,4°C e 23,8°C. A umidade relativa do ar às 9 h, obtida por psicrômetro, foi de 62%. O solo apresentava a camada superficial seca, com adequada umidade a partir de 3 cm de profundidade. Dois dias antes da aplicação dos tratamentos ocorreu precipitação de 10,4 mm de chuva; após a aplicação dos tratamentos houve um período de dez dias sem chuvas, quando então ocorreu precipitação pluvial de 14,6 mm.

No experimento com soja, os tratamentos foram aplicados aos 29 dias após a emergência da cultura. As plantas de soja se apresentavam no estágio de desenvolvimento V₆ (Costa & Marchezan 1982), ou seja, com cinco folhas trifolioladas desenvolvidas. Três espécies daninhas de gramíneas infestavam a área por ocasião da aplicação dos tratamentos: *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel., cujas plantas apresentavam, em média, quatorze afixos; *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch., com espécimes exibindo, em média, doze afixos; e *Eleusine indica* (L.) Gaertn., representada por indivíduos com sete a oito afixos. Houve ampla predominância de *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel. sobre as demais espécies daninhas gramíneas presentes na área. A aplicação dos tratamentos herbicidas foi efetuada entre as 9 h e 30 min. e as 10 h e 30 min., sob situação de insolação plena; ocorreram ventos fracos com rajadas ocasionais de até 11 km/h. As temperaturas do ar, mínima e máxima do dia, foram, respectivamente, 17,6°C e 30,2°C. A umidade relativa do ar às 9 h, obtida por psicrômetro, foi de 68%. As últimas precipitações pluviais ocorreram dezessete e cinco dias antes da aplicação dos tratamentos

foram de 3,2 mm e 0,6 mm, respectivamente; desta forma, o solo se encontrava seco por ocasião da aspersão dos herbicidas. Por outro lado, nos dez dias subsequentes à aplicação dos herbicidas foi registrada precipitação pluvial de 20,8 mm e 1,0 mm, no quarto e oitavo dias, respectivamente.

Para cada um dos experimentos no campo foram realizados bioensaios em casa de vegetação. Foram utilizadas duas espécies gramíneas, milho e sorgo, como bioindicadoras dos efeitos residuais dos herbicidas no solo, e cinco épocas de coleta de solo após a aplicação dos tratamentos no campo, totalizando dez bioensaios por experimento. Cada bioensaio foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com quatro repetições e dez tratamentos.

Os bioensaios foram estabelecidos objetivando verificar o efeito residual dos herbicidas aplicados no campo, posto que, mesmo quando aplicados em pós-emergência, uma parcela dos herbicidas acaba atingindo o solo. Desta maneira, foram utilizadas duas espécies bioindicadoras, as quais foram estabelecidas em solo proveniente de amostras coletadas no campo, tendo sido verificado o efeito residual dos herbicidas sobre a germinação e o peso seco da parte aérea das espécies bioindicadoras.

Tanto para o experimento com girassol quanto para o experimento com soja, foram retiradas amostras independentes de solo aos 1, 7, 21, 35 e 49 dias após as aplicações dos tratamentos herbicidas, conseguindo-se, assim, amostras de solo em cinco épocas e sujeitas a cinco diferentes períodos de exposição ao ambiente de campo. As amostras de solo foram retiradas com auxílio de uma pá até uma profundidade de 5 cm; para cada parcela experimental no campo, a amostra foi obtida através da homogeneização do solo coletado em cinco subamostras.

O solo das amostras de campo foi utilizado para preencher o volume de 200 cm³ de copos de plástico, sendo que para cada amostra foram destinados dois copos: um, para o bioensaio com milho como espécie bioindicadora de efeitos residuais de herbicidas; e o outro, para o bioensaio com sorgo como espécie bioindicadora de efeitos residuais de herbicidas. Desta maneira, os copos constituíram as unidades experimentais dos bioensaios. Foram utilizadas 25 sementes das espécies reagentes por unidade experimental, sendo que dez dias após a instalação de cada bioensaio foi efetuada a contagem de emergência e destabe, mantendo-se dez plantas por copo, até que estas completassem 21 dias após a semeadura, quando, então, foram coletadas as partes aéreas dos vegetais.

As partes vegetais colhidas foram levadas à estufa à temperatura de 70°C, até alcançarem peso constante, quando foram pesadas e se obteve o peso seco médio da parte aérea das plantas, para cada uma das duas espécies bioindicadoras.

Os resultados de emergência de plantas e peso seco médio da parte aérea foram transformados em valores percentuais, tendo-se utilizado o valor das testemunhas capinadas, para cada época, como referencial (100%). Estas

padronizações foram efetuadas a fim de eliminar a influência ambiente de épocas de condução dos bioensaios, estabelecidos em casa de vegetação com intervalos de até sete semanas, para cada experimento de campo.

Estes resultados foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se as cinco épocas de coleta de solo como variável independente. Foi utilizado, nesta análise, o modelo de regressão logarítmica, expresso como:

$Y = a + b \log X$, onde X representou dias após a aplicação dos tratamentos, e Y, o valor percentual relativo ao padrão testemunha capinada.

Para as regressões que foram significativas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, foram calculados os intervalos de confiança, a 95% de probabilidade, para os pontos 1, 7, 21, 35 e 49 dias, respectivamente.

RESULTADOS

Na Fig. 3, são apresentadas as curvas das regressões significativas para peso seco médio da parte aérea das espécies bioindicadoras em função do tempo, para o experimento com girassol.

Para milho, o comportamento de fenoxaprop a 270 g/ha e do fluazifop a 120 g/ha foi similar ao comportamento da testemunha infestada. Essa, por sua vez, diferenciou-se da testemunha capinada a partir de cinco dias após a aplicação dos tratamentos, quando o peso seco médio da parte aérea das plantas começou a apresentar valores inferiores ao referencial 100% da testemunha capinada.

Para sorgo, foi possível verificar que fenoxaprop a 270 g/ha não diferiu do comportamento da testemunha infestada e, como esta, partiu de valores similares ao da testemunha capinada. A testemunha infestada diferiu da testemunha capinada a partir de quatro dias após a aplicação dos tratamentos. Fluazifop a 180 g/ha e haloxifop a 120 e 180 g/ha apresentaram comportamento inverso ao da testemunha infestada, com um aumento no peso seco da parte aérea das plantas em função do tempo. Fluazifop a 180 g/ha e haloxifop a 120 g/ha partiram de valores equivalentes a 50% da testemunha capinada, enquanto que haloxifop a 180 g/ha atingiu o valor de 50% da testemunha capinada aos dez dias após a aplicação dos tratamentos. Fluazifop a 180 g/ha atingiu o valor 100% da testemunha capinada aos 34 dias após a aplicação dos tratamentos, enquanto haloxifop, nas duas

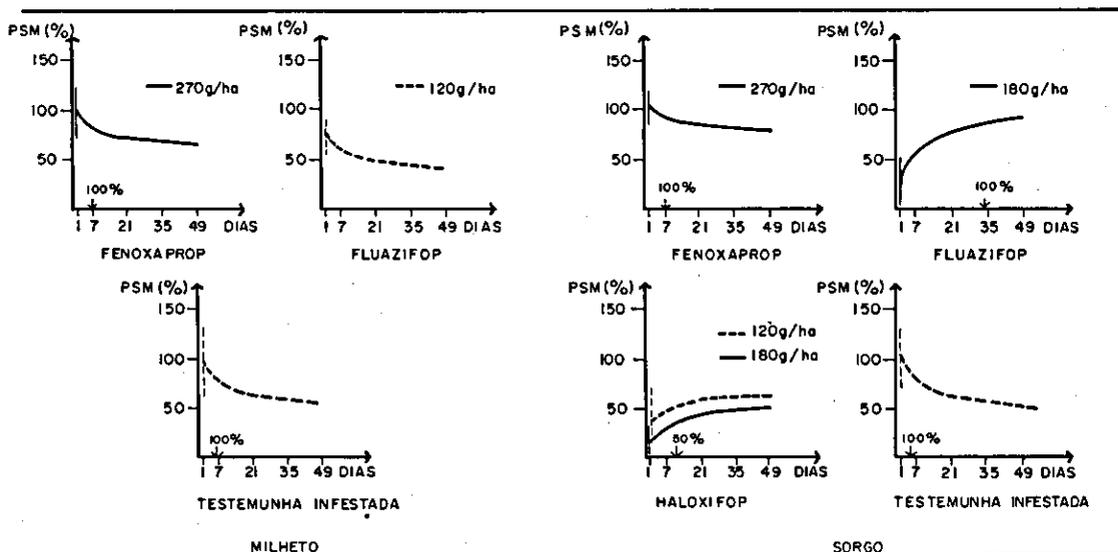


FIG. 3. Curvas das regressões logarítmicas de peso seco médio da parte aérea (PSM) das espécies bioindicadoras, expresso em porcentagem da testemunha capinada, em função do tempo - experimento com girassol, Faculdade de Agronomia/UFRS, Porto Alegre, RS, 1984/85.

doses testadas, até os 49 dias não havia atingido valores equivalentes aos da testemunha capinada.

Na Fig. 4 são apresentadas as curvas das regressões significativas para emergência de plantas das espécies bioindicadoras em função do tempo, para o experimento com girassol. O comportamento, tanto para milho quanto para sorgo, em todas as curvas de regressão, foi o de aumento da emergência em função do tempo.

Para milho, foi possível verificar que, à exceção de fluzifop a 120 g/ha e haloxifop em ambas as doses, a porcentagem de emergência para os tratamentos assumiu valores equivalentes ao da testemunha capinada a partir do primeiro dia. Todos os tratamentos que apresentaram regressões significativas atingiram valores similares ao da testemunha capinada a partir de um período inferior a uma semana.

Para sorgo, foi verificado um comportamento semelhante ao do milho, ocorrendo, no entanto, o desaparecimento da significância para as regressões referentes à menor dose de setoxidim e a ambas as doses de haloxifop. O único tratamento que diferiu da testemunha capinada foi fluzifop a 180 g/ha. Essa diferença desapareceu antes que fosse completado o período de uma semana.

Na Fig. 5 são apresentadas as curvas das regressões significativas para peso seco médio da parte aérea das espécies bioindicadoras em função do tempo, para o experimento com soja. O comportamento, tanto para milho quanto para sorgo, foi o de aumento do peso da parte aérea em função do tempo.

Considerando o milho, foi possível verificar que fluzifop a 120 g/ha partiu de valor equivalente a 50% da testemunha capinada, enquanto que na dose mais elevada esse referencial só foi atingido

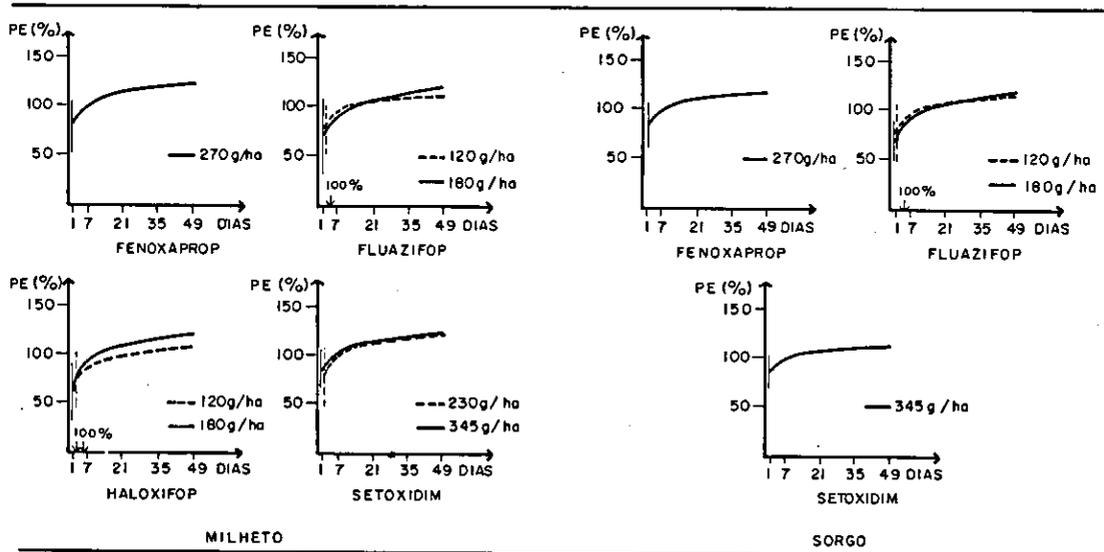


FIG. 4. Curvas das regressões logarítmicas para percentagem de emergência (PE) das espécies bioindicadoras, expresso em percentagem da testemunha capinada, em função do tempo - experimento com girassol, Faculdade de Agronomia/UFRS, Porto Alegre, RS, 1984/85.

do a partir dos quatro dias. Fluazifop a 120 g/ha atingiu valor equivalente ao da testemunha capinada a partir de 28 dias, enquanto que a 180 g/ha este valor só foi atingido aos 30 dias.

Haloxifop, nas duas doses, partiu de valor zero, atingiu 50% do da testemunha capinada aos onze dias para a dose de 120 g/ha e aos 18 dias para a dose de 180 g/ha; até aos 49 dias, nenhuma das doses havia atingido valor equivalente a 100% do controle com capina. Nesta ocasião, apenas a dose mais baixa era superior a 50% da testemunha capinada. Setoxidim a 230 g/ha partiu de valor similar a 50% do controle com capina, e aos treze dias atingiu valor equivalente a 100% desta testemunha.

Para sorgo, foi possível estimar que, para fenoxaprop, em ambas as doses, as curvas atingiram valores equivalentes ao da testemunha capinada aos doze dias após a aplicação dos tratamentos. Na dose mais elevada, a curva iniciou com valor que

não diferiu de 50% da testemunha capinada, enquanto que na dose menor partiu de valor já superior a este referencial.

Fluazifop a 120 g/ha partiu de valor similar a 50% da testemunha capinada, e a partir dos quatorze dias não mais diferiu desta testemunha. Para a dose maior, fluazifop atingiu 50% aos três dias, e a partir dos dezessete dias atingiu valor equivalente ao da testemunha capinada.

Para haloxifop, o valor de 50% da testemunha capinada foi atingido aos sete e vinte e um dias para as doses de 120 e 180 g/ha, respectivamente. Aos 49 dias, apenas para a dose menor o valor era superior a 50% do da testemunha capinada.

Para setoxidim, ambas as doses partiram de valores similares a 50% da testemunha capinada e atingiram valores equivalentes a 100% desta testemunha aos onze e doze dias para as doses de 230 e 345 g/ha, respectivamente.

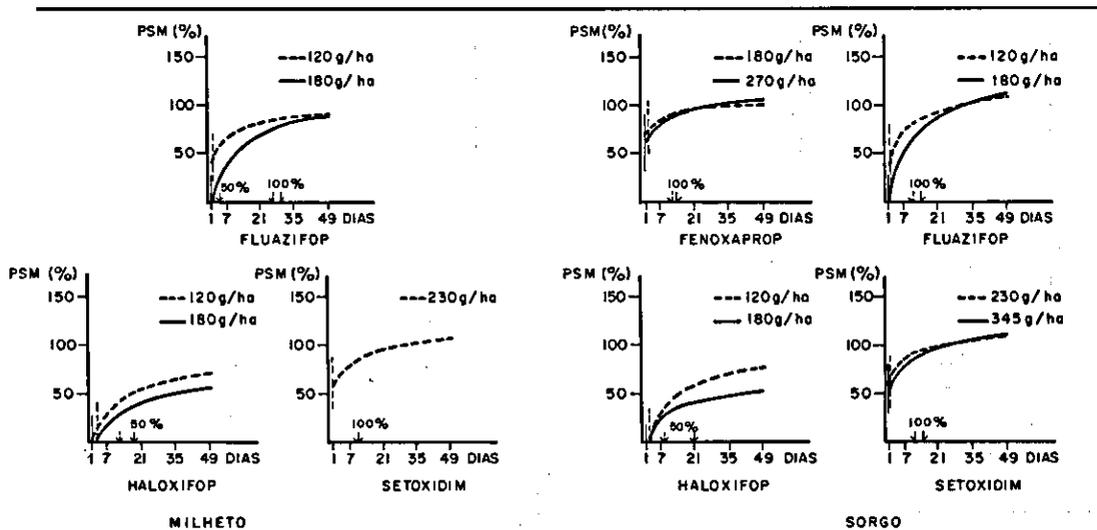


FIG. 5. Curvas das regressões logarítmicas de peso seco médio da parte aérea (PSM) das espécies bioindicadoras, expresso em percentagem da testemunha capinada, em função do tempo - experimento com soja, Faculdade de Agronomia/UFRS, Porto Alegre, RS, 1984/85.

Na Fig. 6 são apresentadas as curvas das regressões significativas para emergência de plantas de sorgo em função do tempo, para o experimento com soja. Para milheto, não foram encontradas regressões significativas.

Haloxifop, nas duas doses, partiu de valores similares a 50%, atingindo valor de 100% da testemunha capinada aos quatorze dias para a dose de 120 g/ha e aos 35 dias para a dose de 180 g/ha. Fluazifop a 180 g/ha partiu de valor superior a 50% da testemunha capinada e atingiu valor 100% desta testemunha aos nove dias.

DISCUSSÃO

Para a discussão dos resultados foram considerados os valores de redução de emergência e de crescimento das espécies bioindicadoras, considerando-se os padrões de redução 50% e zero, este

como equivalente ao da testemunha capinada. Este tipo de comparação está de acordo com o sugerido por Horowitz (1976) e Santelmann (1977). A adoção do modelo de regressão logarítmica foi feita em função de ser este o comportamento teórico padrão para a degradação de diversos herbicidas no solo. Assim, Stalder & Pestemer (1980), comparando a inibição de crescimento provocada por bromacil, utilizaram como variável independente o logaritmo das doses aplicadas, e como variável dependente, a redução de crescimento das plântulas reagentes, expressa como percentagem da testemunha. Da mesma forma, Sheets (1959), estudando os efeitos do tipo de solo e tempo após a aplicação dos tratamentos nas atividades herbicidas de vários compostos, utilizou valores de dose do herbicida para produzir um efeito de 50% de inibição do crescimento, relacionando-os com o logaritmo da concentração dos herbicidas.

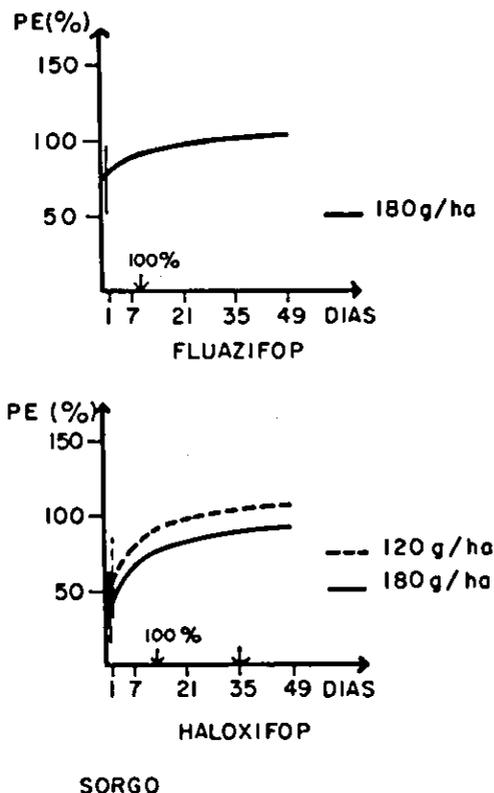


FIG. 6. Curvas das regressões logarítmicas de percentagem de emergência (PE) do sorgo, expressa em percentagem da testemunha capinada, em função do tempo - experimento com soja, Faculdade de Agronomia/UFRS, Porto Alegre, RS, 1984/85.

A emergência de plantas das espécies bioindicadoras permitiu verificar, no experimento com girassol, efeito residual de solo para haloxifop e fluazifop, nas duas doses testadas, com uma duração estimada em uma semana. No experimento com soja, a persistência do efeito residual foi variável em função do produto e da dose, sendo estabelecida em nove dias para fluazifop a 180 g/ha, duas semanas para haloxifop a 120 g/ha e cinco semanas para haloxifop a 180 g/ha.

As espécies bioindicadoras mostraram diferença de sensibilidade com relação ao efeito residual dos herbicidas, sendo que o milho requereu maior quantidade de produto do que o sorgo para registrar reduções na emergência das plantas.

O efeito residual dos herbicidas foi mais prolongado no experimento com soja, revelando que as perdas dos herbicidas foram mais acentuadas sob girassol. Os fatores que foram observados como possivelmente implicados no mais rápido desaparecimento dos herbicidas no experimento com girassol foram o maior período de tempo que eles podem ter permanecido na superfície do solo, e as menores restrições hídricas que ocorreram neste experimento, quando comparados com o experimento com soja.

Supõem-se que os herbicidas permaneceram mais tempo na superfície do solo no experimento com girassol, em função do maior período de tempo decorrido entre a aplicação dos tratamentos e a primeira precipitação. Além disso, a magnitude

desta primeira precipitação (15 mm para o experimento com girassol e 21 mm para o experimento com soja) também deve ter contribuído para uma menor incorporação dos herbicidas ao solo ter ocorrido no experimento com girassol. Esta maior permanência dos herbicidas na superfície do solo sugere que no experimento com girassol podem ter ocorrido maiores perdas por volatilização e/ou fotodecomposição do que no experimento com soja.

O experimento com girassol esteve sujeito a menores restrições hídricas do que o experimento com soja, conforme pode ser observado através dos balanços hídricos (Fig. 1 e 2). Tal fato assume importância na medida em que a umidade afeta todas as maneiras de dissipação dos herbicidas (Burnside et al. 1969, Burnside & Schultz 1978) e, desta forma, também deve ter favorecido maiores perdas de herbicidas no experimento com girassol.

Em termos de capacidade adsorptiva do solo, enquanto dependente do teor de matéria orgânica, da textura e do pH do solo, as diferenças ocorridas entre as características dos solos dos dois experimentos foram muito pequenas, não justificando diferenças maiores na duração dos efeitos residuais dos herbicidas.

No experimento com girassol, as regressões referentes ao peso seco médio da parte aérea manifestaram um efeito não atribuído à ação dos herbicidas testados, como foi demonstrado pelas curvas encontradas para as testemunhas infestadas, tanto para milheto quanto para sorgo. Este efeito externo, provavelmente uma interação de efeitos alelopáticos de *Digitaria* e girassol, mascarou, em parte, os resultados relativos ao efeito residual dos herbicidas testados, prejudicando uma comparação em relação ao experimento com soja, para peso seco da parte aérea das espécies bioindicadoras. No entanto, ainda assim foi possível estabelecer uma persistência relativa do efeito residual dos herbicidas, ordenada da seguinte maneira, da maior para a menor: haloxifop a 180 g/ha > haloxifop a 120 g/ha > fluazifop a 180 g/ha. Isto indica que o efeito residual dos produtos testados atuou mais sobre o peso da parte aérea das plantas do que sobre a emergência, uma vez que para esta variável não foi possível a diferenciação da duração dos

efeitos residuais entre os produtos que apresentaram atividade, em função das doses testadas.

No experimento com soja, as curvas das regressões referentes ao peso da parte aérea também permitiram constatar que esta variável foi mais sensível em detectar o efeito residual dos herbicidas do que a emergência das plantas. Da mesma forma, também se confirmou uma maior sensibilidade do sorgo com relação ao milheto. Nesta situação, foi constatado efeito residual para todos os produtos testados, nas doses utilizadas.

Considerando o valor médio obtido entre milheto e sorgo, a duração do efeito residual foi de 21 e 24 dias para fluazifop a 120 e 180 g/ha, respectivamente. Para haloxifop, nas duas doses testadas, a duração do efeito residual ultrapassou o período de sete semanas em que foi avaliada. No entanto, ao ser considerada a redução de crescimento de 50%, a duração média do efeito residual foi de nove e vinte dias, respectivamente para haloxifop a 120 e 180 g/ha. Para fenoxaprop e setoxidim, a duração do efeito residual foi estimada em doze dias, não ocorrendo distinção com relação às doses testadas.

Os efeitos residuais de fenoxaprop e setoxidim foram bastante inferiores aos apresentados por haloxifop e fluazifop; no entanto, foram até surpreendentes em relação a sua constatação e duração, na medida em que para fenoxaprop nenhum efeito residual no solo tem sido reportado (Hoechst do Brasil Química e Farmacêutica s.d.), enquanto que para setoxidim tem sido referido que sua metabolização no solo ocorre rapidamente, com vida média entre dois e três dias (McAvoy 1982).

Esta constatação de curto efeito residual de fenoxaprop e setoxidim pode ser atribuída, em parte, às suas penetrações relativamente rápidas no solo e à grande deficiência hídrica ocorrida no experimento com soja, pois, como pode ser verificado através do balanço hídrico (Fig. 2), na medida em que diminuiu a restrição hídrica, o efeito residual destes produtos desapareceu.

CONCLUSÕES

1. O efeito residual dos herbicidas no solo foi dependente das condições ocorridas em cada si-

tuação em que, no início da primavera (girassol), houve menor efeito residual, enquanto que no final da primavera (soja), os herbicidas permaneceram ativos no solo por um período maior.

2. A persistência do efeito residual no solo do herbicida haloxifop foi menos influenciada pelas variações ocorridas nas condições experimentais do que a dos demais compostos.

3. A duração do efeito residual no solo para os produtos testados pode ser posicionada da seguinte maneira, em ordem decrescente: haloxifop > fluzifop > fenoxaprop = setoxidim.

4. A variação na dose utilizada manifestou influência positiva na magnitude e duração do efeito residual de haloxifop e fluzifop, o que não foi constatado para fenoxaprop e setoxidim.

5. A matéria seca da parte aérea das espécies reagentes constituiu indicador mais sensível do que a emergência de plantas para determinar o efeito residual dos herbicidas no solo.

6. Houve diferença de sensibilidade das espécies bioindicadoras em detectar efeito residual no solo dos herbicidas utilizados, tendo o sorgo sido mais sensível do que o milho.

REFERÊNCIAS

BELTRAME, J.F. de S.; TAYLOR, J.C.; CAUDURO F.A. Probabilidade de ocorrência de déficits e excessos hídricos em solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, 1979. 79p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. p.165. (Boletim técnico, 30)

BUHLER, D.D.; SWISHER, B.A.; BURNSIDE, O.C. Behavior of ¹⁴C-haloxifop-methyl in intact plants and cell cultures. *Weed Sci.*, 33:291-9, 1985.

BURNSIDE, O.C.; FENSTER, C.R.; WICKS, G.A.; DREW, J.V. Effect of soil and climate on herbicide dissipation. *Weed Sci.*, 17:241-5, 1969.

BURNSIDE, O.C. & SCHULTZ, M.E. Soil persistence of herbicides for corn, sorghum and soybeans during the year of application. *Weed Sci.*, 26:108-15, 1978.

COSTA, J.A. & MARCHEZAN, E. Características dos estádios de desenvolvimento da soja. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 30p.

DOW PRODUTOS QUÍMICOS. Verdict; herbicida. São Paulo, s.d. 11p. (Boletim técnico)

HOECHST DO BRASIL QUÍMICA E FARMACÊUTICA. Departamento Agrícola. Furore. São Paulo, s.d. 10p. (Boletim técnico)

HOROWITZ, M. Application of bioassay techniques to herbicide investigations. *Weed Res.*, 16:209-15, 1976.

ICI AMERICAS. Agricultural Chemicals Division. PP005™; herbicide. Goldsboro, s.d. 4p. (Technical information)

MCAVOY, W.J. Today's herbicide; poast. *Weeds Today*, 13(2):7-8, 1982.

OMETTO, J.C. Balanço hídrico. In: ————. *Bio-climatologia vegetal*. São Paulo, Ceres, 1981. 425p.

RYDER, J. Dowco 453 ME, a new postemergence herbicide for annual and perennial grass control in cotton and soybeans. *Weeds Today*, 13(2):21, 1982.

SANTELMANN, P.W. Herbicide bioassay. In: TRUELOVE, B. *Research methods in weed science*. 2.ed. Auburn, Southern Weed Science Society, 1977. cap. 8, p.79-87.

SCHNEITER, A.A. & MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. *Crop Sci.*, 21(6):901-3, 1981.

SHEETS, T.J. Effects of soil type and time on the herbicidal activity of CDA, CDEC, and EPTC. *Weeds*, 7:442-8, 1959.

STALDER, L. & PESTEMER, W. Availability to plants of herbicide residues in soil. Part I. A rapid method for estimating potentially available residues of herbicides. *Weed Res.*, 20:341-7, 1980.

THOMSON, W.T. *Agricultural chemicals; herbicides*. Fresno, Thomson, 1984. p.212-3.