

EFEITOS DE MÉTODOS FÍSICOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO GIRASSOL¹

NILSON GILBERTO FLECK² e RIBAS ANTONIO VIDAL³

RESUMO - Durante a estação de 1990/91 foi conduzida pesquisa no campo da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Eldorado do Sul, RS, objetivando investigar ocorrência de outros efeitos aliados a métodos físicos de controle de plantas daninhas sobre características agronômicas do girassol. Para comparar tratamentos foi utilizado delineamento experimental de parcelas subdivididas, em que as parcelas principais receberam ou não adubação nitrogenada em cobertura (80 kg/ha de N), e nas subparcelas foram aplicados métodos de controle. Estes tratamentos constaram de diversas modalidades: capinas realizadas no cedo com enxada manual (seguidas ou não de amontoa) ou com enxada rotativa; controle inicial por herbicida de pós-emergência, seguido por capina manual tardia ou arranca manual das ervas ou cobertura com palha de aveia; e testemunha infestada. As variáveis foram pouco afetadas pelos tratamentos testados e os efeitos adicionais das operações de capina foram bastante limitados. Não houve diferenças entre capinas realizadas com enxada manual ou rotativa, nem entre operações precoces ou tardias. A prática de amontoa não afetou as características estudadas. A cobertura morta com palha de aveia ocasionou efeito negativo à produtividade do girassol.

Termos para indexação: capinas, amontoa, alelopatia, cobertura morta, nitrogênio em cobertura, *Helianthus annuus*.

EFFECTS OF PHYSICAL METHODS OF WEED CONTROL ON SUNFLOWER AGRONOMIC CHARACTERISTICS

ABSTRACT - During the 1990/91 season a field experiment was carried out at Estação Experimental Agronômica of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, in Eldorado do Sul, RS, Brazil, in order to investigate effects of physical methods, others than weed control, on sunflower agronomic characteristics. To compare treatments a split-plot design, was used where the main plots received or not nitrogen side-dressing (80 kg/ha of N), and on the subplots methods of weed control were applied. These treatments consisted of various modalities: early hoeings performed by hand (with or without hill cultivation) or mechanically; early post-emergence chemical control followed by late hand hoeing, or weed pulling, or oat residue mulching; and a weedy check. Sunflower traits were little affected by physical methods and additional effects of hoeing were limited. No difference was found between hoeing performed manually or mechanically, and neither between early and late operations. The practice of hill cultivation did not affect characteristics investigated. Oat residue mulch presented negative effects, decreasing sunflower yield.

Index terms: hoeing, hill cultivation, allelopathy, oat mulching, nitrogen side-dressing, *Helianthus annuus*.

¹ Aceito para publicação em 4 de maio de 1993.
Trabalho financiado pela FAPERGS.

² Eng.-Agr., Ph.D., Prof.-Adjunto, Dep. Plantas de Lavoura, Fac. de Agronomia/UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

³ Eng.-Agr., M.Sc., Prof.-Assist., Dep. Plantas de Lavoura, Fac. de Agronomia/UFRGS.

INTRODUÇÃO

Um dos métodos mais utilizados para controlar plantas daninhas na agricultura em geral e na cultura do girassol em particular é o método físico, através de capinas manuais ou mecânicas

(Robinson 1978, Fleck 1990). A fim de controlar plantas daninhas durante o período crítico de sua interferência em girassol, geralmente são requeridas uma ou duas operações de capina (Fleck 1991, Fleck & Silva 1991). A realização de capinas não só elimina as infestações de plantas daninhas, neutralizando sua interferência na cultura, mas também pode promover uma série de outros efeitos adicionais, alguns deles benéficos e outros negativos.

Dentre os efeitos das capinas considerados benéficos, podem ser relacionados: romper a crosta formada na superfície do solo logo após a semeadura, favorecendo, deste modo, a emergência das plantas da cultura (Swanson & Jacobson 1952, Robinson 1978, Gimenez & Rios 1986); promover aeração em solos encrostados ou compactados (Swanson & Jacobson 1952, Swanson & Jacobson 1957, Gimenez & Rios 1986); aumentar a rugosidade da superfície dos solos encrostados, eliminando o selamento superficial destes solos e, assim, melhorando a infiltração da água da chuva e diminuindo o seu escoamento superficial (Bertrand & Mannering 1963, Robinson 1978, Gimenez & Rios 1986); reduzir a evaporação e minimizar a erosão eólica (Robinson 1978), e incrementar a nitrificação em solos úmidos (Swanson & Jacobson 1952, Swanson & Jacobson 1957, Robinson 1978, Saylor 1989). Além disso, uma prática freqüentemente associada com as operações de capina é a amontoa, ou achegamento de solo junto às fileiras da cultura, referida como benéfica em reduzir o acamamento das plantas (Wilkins & Swallers 1972, Robinson 1978). Geralmente, a primeira capina dirige o solo para fora da fileira de girassol, enquanto a segunda capina deve achegar o solo para dentro da fila, tanto para cobrir plantas daninhas pequenas como para suportar os caules da cultura (Robinson 1978).

A relação dos efeitos negativos das operações de capina às culturas incluem: reduzir a sua população devido à morte de plantas (Robinson 1978); promover danos ao sistema radicular (Wilkins & Swallers 1972); cobrir com solo as folhas da cultura (Wilkins & Swallers 1972, Robinson 1978); permitir a entrada de organismos causadores de

moléstias ou de nematóides nas plantas (Swarbrick 1981).

Outro método físico de controle de plantas daninhas consiste na utilização de cobertura morta, como palha ou restos culturais. A cobertura morta reduz a infestação de plantas daninhas por impedir que a radiação solar chegue à superfície do solo, inibindo a germinação daquelas espécies daninhas que sejam fotoblásticas positivas. Do mesmo modo, ela forma uma barreira física, impedindo a incidência de luz e a realização da fotossíntese por aqueles indivíduos que conseguiram emergir do solo. Com a presença da cobertura, a temperatura do solo também se apresenta menor, influenciando negativamente na germinação de certas espécies daninhas e positivamente no desenvolvimento da cultura.

Em consequência, o uso de resíduos culturais pode complementar a adoção das práticas de cultivo conservacionista na produção agrícola. Além disso, os resíduos vegetais promovem conservação de água e de solo, bem como supressão de plantas daninhas (Putnam 1985). Em decorrência da melhor conservação de umidade, a uniformidade de emergência, desenvolvimento inicial das plântulas e o seu vigor vegetativo também são favorecidos pela cobertura morta (Almeida 1988).

A resteva de aveia, por exemplo, tem capacidade, sob condições de campo, de reduzir significativamente a intensidade de infestação do terreno por plantas daninhas e em alterar a composição específica da cobertura florística (Almeida & Rodrigues 1985). Embora a decomposição da cobertura morta de aveia seja relativamente rápida, a grande massa de palha produzida faz com que esta cobertura vegetal perdure por mais tempo cobrindo o solo e controlando as plantas daninhas (Almeida 1988). Assim, foi constatado que tal cobertura tem efeito prolongado, mantendo o terreno com baixa infestação de ervas durante cerca de 85 dias (Almeida 1985).

Por outro lado, compostos aleloquímicos, como derivados de ácidos aromáticos, tem sido implicados como toxinas de solo onde os resíduos de plantas de aveia permanecem neste meio. Tais resíduos podem prover supressão excepcional de várias espécies daninhas, mas também podem ter influência na emergência, no crescimento e na

produtividade da cultura seguinte (Putnam 1985). As substâncias aleloquímicas podem apresentar efeitos tóxicos, benéficos ou inóxios para as plantas, dependendo da concentração em que se encontrem no solo e também da suscetibilidade das espécies vegetais (Almeida 1988).

Almeida (1988) ainda acrescenta que com o efeito conjunto do não-revolvimento do solo e da ação alelopática de algumas coberturas mortas, como a de aveia, é possível reduzir a infestação de plantas daninhas no sistema de semeadura direta, diminuindo o uso de herbicidas, destacando que a alelopatia constitui um método promissor de combate às plantas daninhas nas culturas.

Por outro lado, o N é considerado o nutriente mais absorvido pela planta de girassol. Por ser um nutriente de grande mobilidade no solo, a eficiência de sua utilização depende de alguns fatores, especialmente do regime de disponibilidade hídrica vigente após sua aplicação ao solo (Fleck & Silva 1989). Além disso, a resposta da planta ao N depende do solo, do clima e da cultivar (Rajkovic et al. 1980). Deste modo, a adubação com N constitui um fator importante na determinação do rendimento do girassol, sendo sua eficiência determinada pela dose e pela época de aplicação (Zagonel & Mundstock 1991).

Por conseguinte, parte-se da hipótese de que os resultados que normalmente se têm quantificado nas investigações sobre os efeitos das operações de capina representam o balanço líquido entre os aspectos benéficos e os negativos que elas ocasionam em cada situação. Geralmente, o maior efeito alcançado com as capinas é o controle das plantas daninhas; porém, outros efeitos, positivos ou negativos também devem ocorrer, mas, aparentemente, são minimizados pelo primeiro, tornando difícil separar e quantificar os demais em condições de campo. Uma maneira de se tentar medir os outros efeitos das capinas, independentemente do controle das plantas daninhas, seria eliminar as infestações presentes por outros meios, de modo que se pudessem isolar os demais efeitos e quantificar seu grau e natureza (positivos ou negativos). Além deste objetivo maior, também se procurou avaliar os efeitos da prática de amontoa de solo, da comparação entre capina manual e mecânica com en-

xada rotativa e da cobertura morta com palha de aveia. Procurou-se, igualmente, investigar se aplicação de adubação nitrogenada em cobertura poderia interagir com alguma das práticas adotadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante a estação de crescimento de 1990/91 foi conduzido um experimento no campo da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul, RS, região fisiográfica da Depressão Central do Estado. O solo onde foi instalado o experimento é classificado como Podzólico Vermelho-Escuro álico (Paleudult), apresentando textura franco-areno-argilosa. A análise química do solo revelou: pH 4,7 (pH SMP 5,7); P 3 ppm; K 140 ppm; CTC efetiva 4,36; argila 33%; e matéria orgânica 2,3%.

Cinco meses antes da semeadura da cultura foi realizada calagem na área, adicionando-se 1.700 kg/ha de calcário, incorporado ao solo por aração. Precedendo a semeadura em dois meses, foi feita adubação de manutenção através da aplicação das seguintes quantias de nutrientes por hectare: 15 kg de N; 90 kg de P_2O_5 ; 90 kg de K_2O ; e 1 kg de B. Esta adubação foi distribuída uniformemente na área e incorporada ao solo através de gradagem. O preparo do solo seguiu o método convencional, constando de uma aração e de quatro gradagens; as duas últimas gradagens ocorreram duas semanas antes e no mesmo dia da semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, com as parcelas principais organizadas em blocos casualizados, com três repetições. Cada bloco foi composto de duas parcelas, às quais foi destinada ou não adubação em cobertura (80 kg/ha de N). Cada parcela foi dividida em nove subparcelas, nas quais foram aplicados os tratamentos a seguir relacionados de métodos de controle de plantas daninhas:

1. Capinas manuais aos 15 e 30 dias após emergência da cultura (DAE);
2. Capinas manuais aos 15 e 30 DAE + prática de amontoa;
3. Cultivo com enxada rotativa aos 15 e 30 DAE;
4. Controle químico inicial + capina manual aos 45 DAE;
5. Controle químico inicial + capina manual aos 60 DAE;
6. Controle químico inicial + capina manual aos 75 DAE;
7. Controle químico inicial + arranca manual das ervas;

8. Controle químico inicial + cobertura com palha de aveia;

9. Testemunha sem aplicação de medidas de controle.

Desta maneira, o primeiro grupo de três tratamentos (1, 2 e 3) constou de duas operações de capina realizadas no cedo. Dois destes receberam capinas manuais, sendo que um deles também recebeu amontoa de solo junto à base das plantas de girassol e ao outro não foi aplicada tal prática; e no terceiro, também sem amontoa, as capinas foram efetuadas com enxada rotativa. Os três tratamentos do grupo seguinte (4, 5 e 6) constaram, inicialmente, da eliminação das ervas presentes, através da aplicação de herbicida de pós-emergência, e posteriormente receberam uma única operação tardia de capina manual, realizada aos 45, 60 ou 75 dias após emergência da cultura. Outro tratamento (7) constou apenas do controle químico das ervas em pós-emergência, complementado com arranca manual dos indivíduos remanescentes, e não recebeu qualquer operação de capina. No tratamento seguinte (8), as ervas também foram inicialmente controladas através de herbicida, sendo que 15 dias após a emergência da cultura foi distribuída uma cobertura de palha de aveia sobre o solo, equivalente a 7,5 t/ha, que permaneceu durante o restante do ciclo. Aos tratamentos físicos de controle das ervas foi acrescentado um testemunha que não recebeu qualquer aplicação de herbicida, palha ou capina e que foi mantido infestado durante todo o ciclo, nele ocorrendo, basicamente, uma infestação da espécie gramínea milhã (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.). Exceto para o tratamento testemunha, que permaneceu infestado por plantas daninhas, todos os demais foram mantidos isentos destas espécies durante o ciclo da cultura, de modo a que se pudessem medir com precisão os efeitos dos diversos métodos físicos testados. As capinas foram executadas a uma profundidade variável entre 3 e 5 cm.

As subparcelas apresentaram dimensões de 4 x 6 m, totalizando 24 m² cada uma, contendo quatro fileiras de girassol afastadas 1 m entre si, enquanto as plantas da cultura se distanciavam em 0,45 m nas fileiras. A semeadura do híbrido de girassol Rogobrás GR-10 foi realizada dia 1º de outubro de 1990, com equipamento manual (tipo saraquá), que colocava várias sementes por cova, a uma profundidade média de 5 cm, enquanto a emergência das plantas ocorreu após seis dias. Aos 15 dias após a semeadura foi realizado desbaste do excesso de plantas, a fim de uniformizar a população, e foi mantida uma média de duas plantas por cova. A população média de girassol, obtida ao final do ciclo, foi de 41.200 plantas por hectare.

Aos 15 dias após a emergência do girassol, quando suas plantas se apresentavam no estágio de quatro folhas ou V₄ (Schneider & Miller 1981), foi efetuada aplicação do tratamento de N em cobertura (na forma de uréia) nas parcelas do experimento que deveriam receber tal prática. Sobre todas as unidades experimentais também foram aplicadas, em cobertura, adubação potássica (60 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio) e boratada (1 kg/ha de B na forma de bórax). Nesta data também foi realizada a distribuição da palha de aveia sobre as subparcelas correspondentes. Nesta mesma ocasião foi efetuada aplicação do herbicida haloxifop, que possui ação sobre gramíneas, na dose de 480 g/ha, adicionado do adjuvante Joint à 0,5% v/v. Esta aplicação foi realizada apenas sobre as unidades experimentais que receberam os tratamentos de números 4 a 8.

Nas épocas em que foram aplicadas as capinas, as plantas de girassol se encontravam nos estádios de crescimento vegetativo V₄ (quatro folhas verdadeiras formadas, com no mínimo 4 cm de comprimento) e V₁₂ (doze folhas verdadeiras formadas), ou nos reprodutivos R₁ (quando a inflorescência circundada por brácteas imaturas se tornou visível), R₂ (quando se alongou o entrenó diretamente abaixo da base da inflorescência) e R_{5,6} (quando 60% das flores do receptáculo completaram a antese), correspondendo às operações realizadas aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após sua emergência, respectivamente. Para as capinas realizadas aos 15, 30 e 60 dias após a emergência da cultura, o solo apresentava-se com adequado teor de umidade; já quando as capinas foram praticadas aos 45 e 75 dias, o solo apresentava-se bastante seco.

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados através das determinações das seguintes variáveis, relacionadas ao girassol: estatura de planta, tamanho do capítulo (expresso como diâmetro), número de aquênios por capítulo, peso médio dos aquênios (expresso como de 1000) e rendimento de aquênios. As determinações estatura de planta e diâmetro de capítulo foram realizadas em dez plantas ao acaso por subparcela, no estágio de maturação fisiológica do girassol (R₆).

A colheita das unidades experimentais ocorreu no dia 31 de janeiro de 1991, correspondendo a 116 dias após a emergência das plantas de girassol. Para determinar o rendimento de aquênios, os capítulos foram colhidos manualmente nas duas fileiras centrais, correspondendo a uma área útil no centro das subparcelas com dimensões de 2 x 5 m, ou seja, 10 m². Após trilhados os capítulos e efetuada a limpeza dos aquênios, estes foram pesados e determinado o seu conteúdo de umidade. O rendimento final foi então expresso em

quilogramas de aquênios por hectare, corrigido para um teor de umidade de 12%. O peso de mil aquênios foi obtido através de pesagem de uma amostra de 500 aquênios por subparcela, multiplicado por dois. O número de aquênios por capítulo foi calculado pela relação entre o peso total de grãos da área útil multiplicado por 1.000, e o peso médio de 1000 grãos multiplicado pelo número de capítulos da área útil.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo F teste, enquanto as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste DMS, utilizando-se o nível de 5% de probabilidade. Também foram calculados coeficientes de correlação linear simples entre as características agrônômicas avaliadas. Adicionalmente, procedeu-se à confrontação de grupos de tratamentos através dos oito contrastes ortogonais possíveis, os quais foram comparados pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos resultados obtidos, a análise da variância não detectou nenhum efeito significativo para interação da adubação nitrogenada em cobertura com os métodos físicos de controle das plantas daninhas para quaisquer das variáveis avaliadas; de modo que estes fatores serão apresentados e discutidos separadamente.

Da mesma forma, em dois anos de pesquisa, Fleck & Silva (1989) também não constataram

interações significativas entre épocas de aplicação de N e regime de controle de plantas daninhas para nenhuma das variáveis avaliadas no girassol. Igual constatação foi observada em pesquisa conduzida por Zagonel & Mundstock (1991) para interações de épocas de aplicação e de doses de N em girassol.

Com relação à adubação nitrogenada em cobertura, não ocorreram diferenças quanto à adoção ou não desta prática para as características estatura de planta e diâmetro de capítulo (Tabela 1). Já aplicação desta adubação aumentou o número de aquênios por capítulo em 9,2% e reduziu o peso médio dos aquênios em 4,4%, de tal forma que o rendimento final de aquênios permaneceu estável. Portanto, ficou claro ter ocorrido uma compensação entre estas duas características, de modo que o rendimento final acabou não sendo alterado. Verifica-se, igualmente, que as diferenças percentuais citadas para aqueles dois componentes do rendimento foram de pequena magnitude.

A resposta do girassol ao N resulta do aumento do número de aquênios por capítulo (Samui et al. 1985, Roy & Samui 1985) ou do peso médio dos aquênios (Roy & Samui 1985). Geralmente, aplicação mais precoce do N proporciona maior rendimento em decorrência do aumento no número

TABELA 1. Características agrônômicas do girassol influenciadas por adubação nitrogenada em cobertura, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

Tratamentos de nitrogênio testados ¹	Estatura de planta (cm)	Diâmetro do capítulo (cm)	Aquênios por capítulo (n°)	Peso dos aquênios (g/1000)	Rendimento de aquênios (kg/ha)
Com N em cobertura	173 a ²	19,3 a	1130 a	49,6 b	2164 a
Sem N em cobertura	186 a	18,7 a	1035 b	51,9 a	2119
Médias	180	19,0	1083	50,8	2142
CV ³ (%)	9,65	10,85	6,98	1,97	10,48
DMS ⁴ (5%)	NS ⁵	NS	82,4	2,02	NS

¹ Adicionados 80 kg/ha de N na forma de uréia aos 15 dias após emergência da cultura quando as plantas de girassol se encontravam no estádio de quatro folhas.

² Médias comparadas nas colunas, seguidas por letras idênticas, não diferem significativamente pelo teste DMS, ao nível de 5% de probabilidade.

³ Coeficiente de variação.

⁴ Diferença mínima significativa para comparação entre duas médias na coluna.

⁵ Não-significativo pelo teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

de aquênios por capítulo (Fleck & Silva 1989). Já as aplicações mais tardias podem proporcionar maior peso dos aquênios (Steer & Hocking 1983, Fleck & Silva 1989).

Fleck & Silva (1989), no primeiro dos dois anos de sua pesquisa, também não constataram influência significativa da adubação nitrogenada em cobertura sobre a estatura das plantas e sobre o rendimento de aquênios. Em seu trabalho, estes autores encontraram que, dos componentes do rendimento, apenas o número de aquênios por capítulo foi afetado pelo N, mas não o peso de 1000 aquênios.

Aplicação de N nos estádios iniciais do desenvolvimento da planta (V_4) incrementa o número de aquênios por capítulo (Zagonel & Mundstock 1991), o que foi atribuído pelos autores à ação do nutriente na fase crítica de diferenciação floral. A adubação nitrogenada em cobertura é mais eficiente quando aplicada antes da diferenciação floral, a qual ocorre nos primeiros estádios, considerando que o número potencial de flores é determinado muito cedo. Desta forma, ele afeta o componente do rendimento mais importante e mais sensível ao seu uso, o número potencial de aquênios por capítulo, o qual é determinado bem cedo no desenvolvimento da planta (Steer & Hocking 1985, Zagonel & Mundstock 1991).

Por outro lado, para peso médio dos aquênios, geralmente ocorre grande diversidade de respostas, especialmente em função da associação que existe entre este componente e o número de aquênios previamente fixados (Fleck & Silva 1989, Zagonel & Mundstock 1991). Conseqüentemente, a falta de resposta que muitas vezes existe do rendimento do girassol à aplicação de N resulta da capacidade de compensação entre os seus componentes, peso e número de aquênios (Zagonel & Mundstock 1991). Ainda, a capacidade de resposta do girassol ao N pode variar conforme a cultivar utilizada como reagente (Zagonel & Mundstock 1991).

Considera-se, também, que o solo pode prover grande parte das necessidades de N pela cultura, e, como referido por Robinson (1973) e Rajkovic et al. (1980), em solos com alta fertilidade, geralmente não são verificadas respostas do girassol e este nutriente. Este aspecto talvez explique satis-

fatoriamente por que não foram obtidos grandes efeitos da adubação nitrogenada ou constatada sua interação com os métodos físicos de controle.

Relativamente aos efeitos dos métodos físicos de controle de plantas daninhas sobre as características agrônômicas avaliadas no girassol (Tabela 2), não se verificou sua influência sobre a estatura das plantas. Já o tamanho dos capítulos de girassol, expresso através de seu diâmetro, foi negativamente afetado na testemunha, tendo sofrido redução da ordem de 14% quando este tratamento é comparado à média dos demais.

Para a variável número de aquênios por capítulo (Tabela 2), houve diferenças entre os tratamentos testados. O tratamento-testemunha infestado por plantas daninhas, e o que recebeu cobertura com palha de aveia sobre a superfície do solo, apresentaram os menores valores para esta variável. Já o peso médio dos aquênios, expresso como de 1.000, não mostrou diferenças entre os tratamentos. Quanto a rendimento de aquênios, novamente foi detectado que a testemunha infestada e a cobertura com palha de aveia produziram os menores valores, embora equivalentes entre si, mas significativamente inferiores a todos os demais métodos testados.

Também se constatou uma correlação linear positiva entre o número de aquênios por capítulo e o rendimento de aquênios ($r = 0,84$); já a correlação linear entre o peso médio dos aquênios e o rendimento não atingiu nível de significância. Conseqüentemente, as diferenças verificadas para o rendimento foram devidas, na maior parte, às variações ocorridas para número de aquênios por capítulo, já que estas variáveis mostraram significativa associação. Por outro lado, o peso médio dos aquênios não mostrou influência significativa na produtividade. Também Fleck & Silva (1989) constataram elevadas associações entre rendimento e número de aquênios por capítulo nos dois anos de sua pesquisa, enquanto ocorreu associação entre peso médio dos aquênios e rendimento em apenas um dos experimentos.

Os resultados da análise dos contrastes ortogonais (Tabela 3) ajudam a confirmar aqueles anteriormente descritos. Quando foi realizada a comparação da testemunha infestada contra os demais métodos físicos de controle, obtiveram-se redu-

TABELA 2. Características agrônômicas do girassol influenciadas por métodos físicos de controle de plantas daninhas, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

Tratamentos testados (n ^o) ¹	Estatura de planta (cm)	Diâmetro do capítulo (cm)	Aquênios por capítulo (n ^o .)	Peso dos aquênios (g/1000)	Rendimento de aquênios (kg/ha)
1	181 a ²	19,3 a	1176 a	50,0 a	2192 a
2	182 a	19,9 a	1185 a	51,6 a	2289 a
3	179 a	19,6 a	1154 a	50,1 a	2199 a
4	180 a	19,3 a	1079 ab	52,7 a	2235 a
5	184 a	18,7 a	1100 ab	51,3 a	2304 a
6	178 a	19,6 a	1075 abc	52,1 a	2168 a
7	181 a	18,8 a	1137 a	50,0 a	2266 a
8	178 a	19,4 a	903 c	49,0 a	1768 b
9	173 a	16,6 b	934 bc	49,9 a	1854 b
Médias	180	19,0	1083	50,8	2142
CV ³ (%)	3,14	6,18	13,72	7,19	12,08
DMS ⁴ (5%)	NS ⁵	1,38	174,7	NS	304,2

¹ Tratamentos:

1. Capinas manuais aos 15 e 30 dias após emergência do girassol (DAE);
2. Capinas manuais aos 15 e 30 DAE + prática de amontoa;
3. Cultivo com enxada rotativa aos 15 e 30 DAE;
4. Controle químico inicial + capina manual aos 45 DAE;
5. Controle químico inicial + capina manual aos 60 DAE;
6. Controle químico inicial + capina manual aos 75 DAE;
7. Controle químico inicial + arranca manual das ervas;
8. Controle químico inicial + cobertura com palha de aveia;
9. Testemunha sem aplicação de medidas de controle.

² Médias comparadas nas colunas, seguidas por letras idênticas, não diferem significativamente pelo teste DMS, ao nível de 5% de probabilidade.

³ Coeficiente de variação.

⁴ Diferença mínima significativa para comparação entre médias na coluna.

⁵ Não-significativo pelo teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

ções significativas da ordem de 4% para estatura de planta, de 14% para diâmetro do capítulo, de 15% para número de aquênios por capítulo e de 15% para rendimento de aquênios. Já quando é confrontada a comparação entre o tratamento de cobertura com palha de aveia e os demais métodos físicos utilizados (exceto testemunha infestada), constataram-se reduções da ordem de 20% para número de aquênios por capítulo e de 21% para rendimento de aquênios.

Com exceção das diferenças significativas discutidas, não houve nenhuma outra para as variá-

veis investigadas e relacionadas nas Tabelas 2 e 3. Deste modo, não ocorreram variações entre operações de capina realizadas no cedo, durante a fase vegetativa de crescimento do girassol, com aquelas praticadas tardiamente, durante a fase reprodutiva da cultura. Tampouco ocorreu diferença entre operações de capina executadas manualmente com as realizadas de forma mecânica, com enxada rotativa. Do mesmo modo, não se detectou variação entre operações tardias de capina versus arrancamento manual das plantas daninhas. Igualmente, a prática de amontoar solo

TABELA 3. Contrastes ortogonais entre métodos de controle físico de plantas daninhas para características agrônômicas de girassol, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

Contrastes ortogonais ¹	Tratamentos contrastados ²	Estatura de planta	Diâmetro do capítulo	Aquênios por capítulo	Peso dos aquênios	Rendimento de aquênios
Testemunha x	(9) x	173 b	16,6 b	934 b	49,9	1854 b
Mét. contr.	(1 ao 8)	180 a	19,3 a	1101 a	50,9	2178 a
Cober. palha x	(8) x	178	19,4	903 b	49,0	1768 b
Demais contr.	(1 ao 7)	181	19,3	1130 a	51,1	2236 a
Cap. cedo x	(1+2+3) x	180	19,6	1172	50,6	2227
Cap. tarde e arranca	(4+5+6+7)	181	19,1	1098	51,5	2243
Cap. manual x	(1+2) x	181	19,6	1180	50,8	2240
Cap. rotativa	(3)	179	19,6	1154	50,1	2199
Capina s/amont. x	(1) x	181	19,3	1176	50,0	2192
Cap. c/amont.	(2)	182	19,9	1185	51,6	2289
Arranca x	(7) x	181	18,8	1137	50,0	2266
Cap. tardia	(4+5+6)	181	19,2	1085	52,0	2236
Cap. 45 dias x	(4) x	180	19,3	1079	52,7	2235
Cap. 60/75 dias	(5+6)	181	19,1	1088	51,7	2236
Cap. 60 dias x	(5) x	184	18,7	1100	51,3	2304
Cap. 75 dias	(6)	178	19,6	1075	52,1	2168

¹ Contrastes cujas médias comparadas na vertical estejam seguidas por letras, diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

² **Tratamentos:**

1. Capinas manuais aos 15 e 30 dias após emergência do girassol (DAE);
2. Capinas manuais aos 15 e 30 DAE + prática de amontoa;
3. Cultivo com enxada rotativa aos 15 e 30 DAE;
4. Controle químico inicial + capina manual aos 45 DAE;
5. Controle químico inicial + capina manual aos 60 DAE;
6. Controle químico inicial + capina manual aos 75 DAE;
7. Controle químico inicial + arranca manual das ervas;
8. Controle químico inicial + cobertura com palha de aveia;
9. Testemunha sem aplicação de medidas de controle.

junto às plantas da cultura não promoveu nenhum efeito detectável.

Nesta pesquisa não se constataram quaisquer efeitos positivos ou negativos das operações de

capina sobre os parâmetros avaliados na cultura. Resultados bastante similares foram obtidos anteriormente por Fleck & Vidal (1993). Estes autores enfatizaram que os efeitos deletérios que as operações de capina podem propiciar foram bastante limitados e difíceis de demonstrar. Em grande parte, estes resultados podem ser esperados, em função da resposta compensatória que o desenvolvimento radicular das plantas pode apresentar (Russell 1981), especialmente o da cultura do girassol (Carrasco Gonzales 1989). De outra forma, nem sempre se encontra associação entre o estado do sistema radicular e o rendimento das culturas (Bowen 1981, Pedo 1985, Carrasco Gonzales 1989). Acrescente-se o fato de que as operações de capina foram realizadas relativamente na superfície, atingindo no máximo 5 cm de profundidade, de modo que o sistema radicular do girassol poderá não ter sido muito atingido. Especula-se também que os prováveis efeitos negativos das capinas poderiam manifestar-se em maior grau em outras culturas, considerando que o girassol apresenta ampla capacidade de utilização de água e nutrientes em diferentes padrões de distribuição do sistema radicular no solo (Maertens 1981). De igual modo, Johnson (1972) relatou que as operações de capina não causaram danos às plantas de girassol quando avaliadas durante um período de três anos de pesquisa.

A prática de amontoar solo junto às plantas de girassol não afetou nenhuma das variáveis desta pesquisa, embora sejam referidos aspectos positivos sobre redução de acamamento por outros autores (Wilkins & Swallers 1972, Robinson 1978), fenômeno que não ocorreu neste caso. Em trabalho anterior, foi constatado apenas redução na estatura das plantas, fato que novamente não foi detectado desta vez (Fleck & Vidal 1993).

Igualmente, não se detectaram diferenças quer entre capinas realizadas no cedo, durante a fase vegetativa de crescimento da cultura, e capinas realizadas tardiamente, durante a fase reprodutiva; quer entre capinas executadas com enxada manual ou com enxada rotativa. Trabalhos desenvolvidos anteriormente (Fleck et al. 1989a, Fleck 1991, Fleck & Silva 1991, Fleck e Vidal 1993) também não encontraram diferenças entre

métodos de capina; operações manuais ou mecânicas foram equivalentes. No entanto, em trabalho anterior, Fleck & Vidal (1993) verificaram que capinas realizadas durante a fase vegetativa beneficiaram o crescimento das plantas de girassol e aumentaram o número de aquênios por capítulo, em comparação às executadas tardiamente; contudo, a produtividade da cultura permaneceu inalterada.

Além da falta de resposta das modalidades de capina mencionadas, também não houve nenhum efeito negativo às características investigadas pela eliminação da escarificação e do revolvimento do solo promovidos pelas capinas através de sua substituição pelo controle químico e arrancamento manual das ervas, fato igualmente já comprovado por Fleck & Vidal (1993).

Quanto aos efeitos da interferência de plantas daninhas em girassol, diminuindo variáveis como tamanho do capítulo, número de aquênios por capítulo e produtividade, como ocorreu nesta pesquisa, diversos outros trabalhos reforçam tais resultados com conclusões similares (Johnson 1971, Johnson 1972, Robinson 1978, Chubb & Friesen 1985, Fleck et al. 1989a, Fleck et al. 1989b, Fleck 1990, Fleck 1991, Fleck & Silva 1991).

Constitui fato bem conhecido que numerosos produtos químicos ocorrem naturalmente na resteva vegetal, e quando tais resíduos, após a morte da planta ou colheita da cultura, são deixados sobre a superfície do solo ou nele incorporados podem liberar diretamente aleloquímicos pela chuva, através da lixiviação da resteva, ou então através da decomposição por microorganismos que podem induzir a produção de compostos tóxicos (Radosevich & Holt 1984, Putnam 1985). Diversos pesquisadores (McCalla & Haskins 1964, Patrick & Koch 1958, Patrick et al. (1963) referiram que culturas como centeio, cevada e aveia liberam substâncias tóxicas no ambiente, seja através de exudação radicular, seja pela decomposição de material vegetal.

Pesquisas constataram que os extratos aquosos da resteva de aveia contêm substâncias alelopáticas que são tóxicas para plântulas de trigo (Guenzi et al. 1967) ou que inibem o crescimento radicular e da parte aérea de plântulas de feijão, milho e soja (Almeida & Rodrigues 1985). De

outra forma, foram identificados os ácidos ferúlico, cumárico, siríngico, vanílico e hidroxibenzóico como produtos de hidrólise de resíduos de aveia e de outros cereais (Guenzi & McCalla 1966), estando também comprovado que vários ácidos fenólicos (ferúlico, cumárico e outros) apresentam efeitos sobre os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (Duke 1986).

Os aleloquímicos liberados pelos resíduos vegetais mantidos na superfície do solo apresentam comportamento diferenciado do que ocorre quando de sua incorporação ao solo. Assim, com a incorporação, eles ficam diluídos no volume de solo correspondente à profundidade em que foram enterrados, enquanto na cobertura morta concentram-se na camada superficial. Considerando que a intensidade dos efeitos alelopáticos depende da concentração dos aleloquímicos, sua ação é mais pronunciada na cobertura morta, além da liberação de os produtos ser mais lenta, fazendo com que seus efeitos perdurem por mais tempo (Almeida 1988). Presume-se que esta explicação justifique em grande parte os resultados encontrados quanto aos efeitos negativos da cobertura com palha de aveia.

Entretanto, no caso de resíduos vegetais, a mortalidade subsequente ou a supressão do crescimento podem não estar diretamente relacionados com a liberação de substância orgânica tóxica do material vegetal. Deste modo, a modificação do microambiente, por exemplo, a alteração localizada do pH do solo ou de outras condições como resultado da decomposição da palha também poderiam justificar a resposta fitotóxica (Radosevich & Holt 1984).

CONCLUSÕES

1. Os efeitos adicionais que as operações de capina podem propiciar, além do controle de plantas daninhas, foram bastante limitados e de difícil comprovação em girassol.

2. Não ocorreu diferença entre capinas realizadas com enxada manual ou com equipamento mecânico (rotativa).

3. Capinas executadas cedo, durante a fase vegetativa, ou tarde, durante a fase reprodutiva, apresentaram comportamento similar.

4. A prática de amontoar de solo junto às plantas da cultura não afetou as características agrônomicas do girassol.

5. A falta de escarificação e revolvimento do solo, pela substituição das capinas pelo controle químico e arrancamento manual das plantas daninhas não causou alteração nas características agrônomicas avaliadas.

6. A utilização da cobertura do solo com palha de aveia causou efeito negativo à produtividade do girassol.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- ALMEIDA, F.S. Effect of some winter crop mulches on the soil weed infestation. In: **BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, WEEDS**. 1985, Brighton. **Proceedings...** Surrey: British Crop Protection Council, 1985. p.651-659.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, N.B. Plantio direto. In: _____. **Guia de herbicidas**; contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. p.341-399.
- BERTRAND, A.R.; MANNERING, J.V. Cut that crust, let in the rain. **Crops Soils**, v.15, n.6, p.13-14, 1963.
- BOWEN, H.D. Alleviating mechanical impedance. In: ARKIN, G.F.; TAYLOR, H.M. (Eds.). **Modifying the root environment to reduce crop stress**. Michigan: ASAE, 1981. (Monograph, 4).
- CARRASCO GONZALES, P.J. **Efeito da compactação sobre as propriedades físicas do solo, crescimento e rendimento do girassol**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1989. 107p. Tese de Mestrado.
- CHUBB, W.O.; FRIESEN, G.H. Wild oat interference in sunflower. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.65, p.219-222, 1985.
- DUKE, S.O. Naturally occurring chemical compounds as herbicides. **Reviews of Weed Science**, Champaign, v.2, p.15-44, 1986.
- FLECK, N.G. Controle de plantas daninhas. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Faculdade de Agronomia. **Girassol**; indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. 3.ed. Porto Alegre, 1990. p.37-41.

- FLECK, N.G. Época e número de capinas para controle de plantas daninhas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1509-1516, 1991.
- FLECK, N.G.; MENGARDA, I.P.; PINTO, J.J.O. Interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. Competição no espaço. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1131-1137, 1989a.
- FLECK, N.G.; PINTO, J.J.O.; MENGARDA, I.P. Interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. Competição no tempo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1139-1147, 1989b.
- FLECK, N.G.; SILVA, P.R.F. da. Efeitos de época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do girassol, com e sem controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.669-676, 1989.
- FLECK, N.G.; SILVA, P.R.F. da. Modalidade de controle de plantas daninhas em girassol através de capinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1523-1529, 1991.
- FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Efeitos das capinas e de outros tratamentos no rendimento do girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.107-113, 1993.
- GIMENEZ, A.; RIOS, A. Control de malezas. In: CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS ALBERTO BOERGER. **Girassol**; algunos aspectos de manejo y producción. Uruguai: Estación Experimental Agropecuaria La Estanzuela, 1986. p.15-22.
- GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M. Phenolic acids in oats, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. **Agronomy Journal**, Madison, v.58, p.303-304, 1966.
- GUENZI, W.E.; McCALLA, T.M.; NORSTADT, F.A. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. **Agronomy Journal**, Madison, v.59, p.163-165, 1967.
- JOHNSON, B.J. Effect of weed competition on sunflowers. **Weed Science**, Champaign, v.19, n.4, p.378-380, 1971.
- JOHNSON, B.J. Weed control systems for sunflowers. **Weed Science**, Champaign, v.20, n.3, p.261-264, 1972.
- MAERTENS, C. Relationships between the uptake of nutrients and water and the root system. In: CZUBA, R. **Agricultural yield potentials in continental climates**. Bern: International Potash Institute, 1981. p.77-86.
- McCALLA, T.M.; HASKINS, F.A. Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues. **Bacteriology Review**, v.28, p.181-207, 1964.
- PATRICK, Z.A.; KOCH, L.W. Inhibition of respiration, germination and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil. **Canadian Journal of Botany**, v.36, p.621-647, 1958.
- PATRICK, Z.A.; TOUSSOUN, T.A.; SNYDER, A. Phytotoxic substances in arable soils associated with decomposition of plant residues. **Phytopathology**, v.53, p.152-161, 1963.
- PEDO, F. **Rendimento e distribuição de raízes de seis espécies de plantas em dois níveis de compactação do solo**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1985. 89p. Tese de Mestrado.
- PUTNAM, A.R. Weed allelopathy. In: DUKE, S.O. (Ed.). **Weed physiology**; reproduction and ecophysiology. Boca Raton: CRC, 1985. v.1, p.131-155.
- RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S. **Weed ecology**; implications for vegetation management. New York: Wiley, 1984. 265p.
- RAJKOVIC, Z.; VREBALOV, T.; BOGDANOVIC, D. Method of nitrogen fertilization and yield of sunflower hybrid NS-H-26-RM. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DEL GIRASOL, 9., 1980. Terremolinos, Málaga, España. Córdoba: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1980. T.2, p.192-196.
- ROBINSON, R.G. Elemental composition and response to nitrogen of sunflower and corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, p.318-320, 1973.
- ROBINSON, R.G. Production and culture; weed control. In: CARTER, J.F. (Ed.). **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1978. p.89-144.
- ROY, A.; SAMUI, R.C. Effect of intercropping and levels of nitrogen on yield and yield attributes of groundnut and winter sunflower. In: INTERNA-

- TIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11., 1985, Mar del Plata. **Proceedings...** [s.l.]: Asociación Argentina de Girasol, 1985. T.1, p.263-268.
- RUSSELL, R.S. Root growth in relation to maximizing yields. In: CZUBA, R. **Agricultural yield potentials in continental climates**. Bern: International Potash Institute, 1981. p.233-247.
- SAMUI, R.C.; SINGH, R.K.; BHATTCHARYYA, P.; HAZARIKA, B. Effects of nitrogen and crop geometry on winter sunflower. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11., 1985, Mar del Plata. **Proceedings...** [S.l.]: Asociación Argentina de Girasol, 1985. T.1, p.275-279.
- SAYLER, T. Does inner-row cultivation really pay? **The Sunflower**, Bismark, v.3, p.24-27, 1989.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, n.6, p.901-903, 1981.
- STEER, B.T.; HOCKING, P.J. Leaf and floret production in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as affected by nitrogen supply. **Annals of Botany**, Oxford, v.52, p.267-277, 1983.
- STEER, B.T.; HOCKING, P.J. The optimum timing of nitrogen application to irrigated sunflowers. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11., 1985, Mar del Plata. **Proceedings...** [S.l.]: Asociación Argentina de Girasol, 1985. T.1, p.221-226.
- SWANSON, C.L.W.; JACOBSON, H.G.M. Effect of adequate nutrient supply and varying conditions of cultivation, weed control, and moisture supply on soil structure and corn yields. **Agronomy Journal**, Madison, v.49, p.571-577, 1957.
- SWANSON, C.L.W.; JACOBSON, H.G.M. Herbicides: a new tool for use in studying soil physical properties affecting crop growth. **Weeds**, Champaign, v.1, n.2, p.174-184, 1952.
- SWARBRICK, J.T. **Basic weed science**. Queensland: Queensland Agricultural College, 1981. 90p.
- WILKINS, H.D.; SWALLERS, C. **Sunflower production in North Dakota**. Fargo: North Dakota State University. Cooperative Extension Service, 1972. 9p. (Circular, A-538 Rev.).
- ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C.M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1487-1492, 1991.