

Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã⁽¹⁾

Gilber Argenta⁽²⁾, Paulo Regis Ferreira da Silva⁽²⁾, Nilson Gilberto Fleck⁽²⁾, Clayton Giani Bortolini⁽²⁾, Rodrigo Neves⁽²⁾ e Dirceu Agostinetto⁽²⁾

Resumo – Este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos do manejo mecânico e químico da palha de aveia-preta e da época de semeadura do milho após a dessecação da aveia, sobre o rendimento de grãos do milho e sobre a infestação de capim-papuã (*Brachiaria plantaginea* Link). No ano agrícola de (1997/98, os tratamentos constaram de dois sistemas de manejo mecânico da aveia-preta (rolada e não-rolada) e do pousio invernal (controle), da dissecação da palha de aveia-preta com dois herbicidas não-seletivos (glyphosate e paraquat) e de duas épocas de semeadura do milho após a dessecação da aveia-preta (um e 15 dias). Na estação de crescimento 1998/99, foram avaliados cinco sistemas de manejo da aveia-preta (rolada, roçada e dessecada com glyphosate, com glufosinate e com paraquat), e pousio invernal, como controle. O atraso de 15 dias na semeadura do milho após dessecação da aveia-preta aumentou o acúmulo de N, a produção de massa seca e o rendimento de grãos de milho. O rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão à aveia-preta não foi influenciado pela forma de manejo mecânico ou pelo herbicida utilizado na dessecação da aveia-preta. A rolagem da aveia-preta foi mais eficiente em prevenir o estabelecimento de infestação de capim-papuã do que sua manutenção em pé.

Termos para indexação: *Zea mays*, *Avena strigosa*, *Brachiaria plantaginea*, dessecação, manejo de cultura.

Effects of mechanical and chemical management of black oat on maize grown in succession and on alexandergrass control

Abstract – The objective of this experiment was to evaluate the effects of mechanical and chemical management of oat straw and of sowing dates of maize after oat desiccation on maize grain yield and on alexandergrass (*Brachiaria plantaginea* Link) infestation. In 1997/98, treatments were composed by two mechanical management systems of oat (rolled or not) and bare area as the control, by two herbicides (glyphosate and paraquat) applied to desiccate oat straw and by two maize sowing dates after desiccation (one and 15 days). In the 1998/99 growing season, five management systems of oat straw (rolled, cleared and desiccated with glyphosate, glufosinate and paraquat) and a bare area used as check were tested. Delay of maize sowing date in 15 days after oat straw desiccation increased N accumulation, dry matter production per plant and grain yield of maize. Maize grain yield in succession to oat was not influenced by management system of oat straw. Rolling oat straw provided the best control of alexandergrass infestation.

Index terms: *Zea mays*, *Avena strigosa*, *Brachiaria plantaginea*, desiccation, crop management.

Introdução

Um fator determinante do sucesso do sistema de semeadura direta é a escolha de espécies de cobertura do solo. Dispõe-se de várias espécies de cober-

tura de solo com características adequadas para a semeadura direta para o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. Para beneficiar este sistema, as espécies de cobertura devem proteger o solo e melhorar as suas características físicas e químicas e, para a cultura subsequente, devem incrementar o rendimento de grãos e o suprimento de nitrogênio (N) (Aita, 1997).

Neste sentido, as espécies leguminosas, por possuírem a capacidade de fixar N atmosférico através

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 17 de agosto de 2000.

⁽²⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Agronomia, Caixa Postal 776, CEP 91540-000 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: plantas@vortex.ufrgs.br, paulo.silva@vortex.ufrgs.br

da simbiose com bactérias específicas e, desta forma, elevar a disponibilidade deste nutriente no solo, apresentam características benéficas para anteceder a cultura do milho. No entanto, estas espécies são pouco utilizadas para cobertura de solo no inverno, devido a algumas limitações, como: desenvolvimento inicial lento, maior custo na aquisição de sementes em relação a outras espécies e, principalmente, alta taxa de decomposição de seus resíduos (Da Ros & Aita, 1996), que deixa o solo desprotegido muito rapidamente.

Por apresentar elevada produção de massa seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade (Sá, 1996), rapidez de formação de cobertura (Da Ros & Aita, 1996), eficiente reciclagem de N (Reeves, 1994) e ciclo adequado, a aveia-preta (*Avena strigosa* Scheid) é a espécie de cobertura de solo mais utilizada no sul do Brasil, no período de inverno, antecedendo ao cultivo do milho, plantado em sistema de semeadura direta.

Dentre seus benefícios, relacionam-se a melhoria das características físicas e químicas do solo e a satisfatória proteção do solo proporcionada por seus resíduos. No entanto, no milho semeado em sucessão à aveia-preta, geralmente ocorrem reduções na absorção de N (Teixeira et al., 1994; Da Ros & Aita, 1996; Argenta et al., 1999a) e no rendimento de grãos (Pavinato et al., 1994; Sá, 1996; Argenta et al., 1999b), devidas à alta relação C/N de seus resíduos (Argenta, 1998). A adição de quantidades elevadas de resíduos culturais com alta relação C/N faz com que os microrganismos quimiorganotróficos que atuam na decomposição da matéria orgânica se multipliquem gradativamente, produzindo CO₂ em grande quantidade. Como consequência, o nitrato e o amônio presentes no solo praticamente desaparecem (Victoria et al., 1992).

Para evitar a redução no rendimento de grãos de milho, pela deficiência de N durante o início do crescimento do milho em sucessão à aveia-preta, algumas alternativas vêm sendo estudadas. Dentre elas, destacam-se o aumento da dose de N a ser aplicada na semeadura do milho, o atraso da época de semeadura do milho após a dessecação da aveia, a aplicação de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da aveia e após a dessecação da aveia, ou seja, em

pré-semeadura do milho (Argenta & Silva, 1999). Estes métodos têm por objetivo principal acelerar a taxa de decomposição de resíduos da aveia, diminuindo, com isto, o efeito negativo provocado pela sua alta relação C/N.

O modo de ação do herbicida não-seletivo utilizado na dessecação pode reduzir a alta relação C/N dos resíduos da aveia e, conseqüentemente, afetar a disponibilidade de N para o milho, por interferir na taxa de decomposição da palha. Herbicida não-seletivo de ação sistêmica, como o glyphosate, provoca morte lenta das plantas, o que atrasa o processo de decomposição da palha. Por outro lado, herbicidas não-seletivos com ação de contato, como glufosinate e paraquat (Ahrens, 1994), provocam morte rápida das plantas, propiciando decomposição mais acelerada da palha de aveia. Outro fator que pode influenciar a taxa de decomposição da palha de aveia, e conseqüentemente a disponibilidade de N para o milho em sucessão, é o tipo de manejo mecânico utilizado. Este pode ser realizado através do emprego de rolo-faca, de roçadeiras e de grades niveladoras (Ruedell, 1995).

Os herbicidas não-seletivos utilizados na dessecação da aveia-preta e o tipo de manejo mecânico empregado, além de afetarem a disponibilidade de N para a cultura subsequente, podem também influenciar de maneira diversa o controle de capim-papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc). Esta espécie é considerada a principal planta daninha gramínea infestante nas culturas de primavera/verão, nas lavouras do Rio Grande do Sul (Ruedell, 1995; Fleck, 1996). O controle de plantas daninhas através da cobertura morta de aveia-preta ocorre tanto por fatores físicos (efeito de luz, temperatura e umidade), como químicos (efeito de alelopatia) (Almeida & Rodrigues, 1985). O efeito da palha de aveia-preta sobre o controle de plantas daninhas também depende da quantidade de palha presente (Vidal et al., 1998) e do tempo de permanência de resíduos sobre a superfície do solo (Roman & Velloso, 1993).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo mecânico e químico da palha de aveia-preta e da época de semeadura do milho após a dessecação da aveia, sobre o rendimento de grãos de milho sobre o controle do capim-papuã.

Material e Métodos

Dois experimentos de campo foram conduzidos na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada no Município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, e é classificado como Argilossolo Vermelho distrófico típico (Paleudult), de acordo com Embrapa (1999).

O clima da região é classificado, segundo Köppen, como subtropical úmido, situado na transição entre os tipos fundamentais cfa_1 (isoterma anual inferior a 18°C) e cfa_2 (isoterma anual superior a 18°C) (Moreno, 1961). As temperaturas médias anual, máxima e mínima são de 19,6, 24,0 e 14,8°C, respectivamente (Instituto de Pesquisa Agropecuária, 1989).

No ano agrícola de 1997/98, os tratamentos constaram de dois sistemas de manejos da palha de aveia-preta (rolada e não-rolada) e do pousio invernial (controle), de dois herbicidas não-seletivos (glyphosate e paraquat) aplicados para a dessecação da aveia e de duas épocas de semeadura do milho após a dessecação da aveia (um e 15 dias). Na estação de crescimento 1998/99, foram testados cinco sistemas de manejo da palha de aveia-preta (rolada, roçada e dessecada com glyphosate, glufosinate e paraquat). Utilizou-se como testemunha o pousio invernial. Nos tratamentos com aplicação de herbicidas não-seletivos, a aveia foi rolada 24 horas após a aplicação dos produtos. O milho foi semeado um dia após a dessecação da aveia.

No experimento de 1997/98, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, dispostos em parcelas sub-subdivididas. Os sistemas de manejo da palha de aveia-preta e o pousio invernial foram locados nas parcelas principais; os herbicidas, nas subparcelas; e as épocas de semeadura de milho, nas sub-subparcelas. No experimento de 1998/99, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

Os dois experimentos foram instalados em sistema de semeadura direta, em área com quatro anos de semeadura direta. A aveia-preta foi semeada em linhas na quantidade de 80 kg/ha de sementes, sem adubação de base. Em cobertura, foram aplicados 60 kg/ha de nitrogênio (N). A dessecação foi realizada quando 50% das plantas encontravam-se em floração; foram utilizados, para isto, os herbicidas glyphosate (540 g/ha de i.a.) e paraquat (300 g/ha de i.a.) e nos experimentos de 1997/98 e de 1998/99, além destes, usou-se o glufosinate (400 g/ha de i.a.). A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador

costal de precisão, operado à pressão constante de 150 kPa, com bicos tipo leque, série 110.04, os quais propiciaram volume de calda equivalente a 250 L/ha. A operação de rolagem da aveia-preta foi realizada por meio de rolo-faca.

No experimento de 1997/98, a adubação do milho foi realizada em linhas, por ocasião da semeadura, utilizando-se 30 kg/ha de N, 138 kg/ha de P_2O_5 e 120 kg/ha de K_2O . Em cobertura, foram aplicados 130 kg/ha de N parceladas em duas doses iguais, nos estádios de 3-4 folhas e de 6-7 folhas completamente desenvolvidas. No experimento de 1998/99, foram aplicados no ato da semeadura, 30 kg/ha de N, 120 kg/ha de P_2O_5 e 120 kg/ha de K_2O . Em cobertura, foram aplicados 150 kg/ha de N parcelados em três doses iguais, nos estádios de 3-4 folhas, de 6-7 folhas e de 10-11 folhas completamente desenvolvidas. Nos dois experimentos, a cultivar de milho utilizada foi Braskalb XL 212, com densidade de 70.000 plantas/ha e espaçamento entre linhas de 0,7 m. Os dois experimentos receberam irrigação suplementar por aspersão, quando necessário.

Nos dois experimentos, as avaliações realizadas na aveia-preta constaram do rendimento de massa seca, quantidade total de N (amônio + nitrato + nitrito) acumulado, e relação C/N dos resíduos da parte aérea. No milho, foram avaliadas a produção de massa seca e a quantidade de N acumulada por planta e o rendimento de grãos. A população de capim-papuã foi obtida pela contagem do número de plantas em duas áreas de 0,25 m² por sub-subparcela e parcela, respectivamente, nos experimentos de 1997/98 e de 1998/99. Após a contagem, foi aplicado o herbicida nicosulfuron na dose de 60 g/ha de i.a. para controle das plantas daninhas presentes em toda a área experimental.

O rendimento de massa seca de aveia-preta foi determinado um e 15 dias após a dessecação da aveia, isto é, nos mesmos dias da semeadura do milho nos dois experimentos, e, no experimento de 1998/99, também aos 23 dias após a dessecação da aveia. No experimento de 1998/99, foi coletada a matéria seca das plantas daninhas existentes na área em pousio invernial, pois na área do experimento de 1997/98 não havia plantas daninhas. Cada amostra foi formada pela coleta dos restos culturais da superfície do solo em uma área de 0,5 m² por sub-subparcela e parcela, respectivamente, nos experimentos de 1997/98 e de 1998/99. No experimento de 1997/98, fez-se amostra composta de duas em duas repetições. Posteriormente, as amostras foram colocadas para secar em estufa à temperatura de 60°C até atingir peso constante, e pesadas após ter sido calculado o rendimento de matéria seca (t/ha).

A quantidade acumulada de N nos resíduos de aveia-preta foi obtida pela multiplicação do teor de N no tecido pelo rendimento de massa seca de aveia-preta. Os teores de N e de carbono (C) da palha de aveia e dos restos

culturais presentes no tratamento correspondente ao pousio invernal foram determinados a partir das mesmas amostras usadas para avaliação do rendimento de massa seca. As amostras de resíduos foram então moídas, determinando-se os teores de C e N pelos métodos descritos por Tedesco et al. (1985).

O rendimento de grãos de milho foi obtido através da produção de grãos colhida na área útil das sub-subparcelas (experimento de 1997/98) e parcelas (experimento de 1998/99), corrigindo-se a umidade para 13%. A produção de massa seca por planta de milho foi determinada no estádio de 3-4 folhas completamente desenvolvidas, mediante a coleta de cinco plantas por sub-subparcela e parcela, respectivamente, nos experimentos de 1997/98 e de 1998/99. As plantas foram postas a secar em estufa a 60°C até atingirem peso constante. A quantidade acumulada de N por planta foi determinada multiplicando-se a produção de massa seca por planta pelo teor de N na fitomassa, determinado pelo método descrito por Tedesco et al. (1985).

Foi procedida análise de variância, relativa a todas as determinações efetuadas. A comparação de médias de cada variável foi realizada pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Para rendimento de massa seca, quantidade acumulada de N e relação C/N da aveia, as comparações entre médias foram realizadas pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Rendimento, acúmulo de N e relação C/N da massa seca da parte aérea de aveia-preta

No experimento de 1997/98, o rendimento de massa seca da parte aérea da aveia-preta foi menor aos 15 dias após a dessecação, em relação à realizada com um dia após a dessecação (Tabela 1). A redução foi maior quando a aveia-preta foi dessecada com paraquat (50,9%), em relação à aplicação de glyphosate (26,8%), independentemente de sistemas de manejo da palha. Talvez isso decorra do fato de que o paraquat, sendo produto com ação de contato que ocasiona rápida morte das plantas (Ahrens, 1994), propicia a decomposição mais acelerada da palha de aveia. Por outro lado, a aplicação de glyphosate, produto de ação crônica que provoca morte lenta das plantas (Ahrens, 1994), atrasa o processo de degradação da palha.

A quantidade de N presente nos resíduos da palha de aveia também foi menor aos 15 dias após a dessecação, em comparação com a realizada um dia

após, independentemente do sistema de manejo da palha de aveia e dos herbicidas não-seletivos aplicados (Tabela 1). A relação C/N dos resíduos de aveia, diferentemente das variáveis anteriores, aumentou, com o tempo, após dessecação, especialmente quando dessecada com glyphosate (Tabela 1).

No experimento 1998/1999, o rendimento, a quantidade acumulada de N total e a relação C/N da massa seca da parte aérea de aveia, avaliados por ocasião da semeadura do milho, não foram afetados pelos sistemas de manejo da palha de aveia (Tabela 2). Já, na avaliação realizada 23 dias após a dessecação, a relação C/N da palha de aveia foi 27% superior no sistema em que a aveia foi dessecada com glufosinate, em relação à média das relações C/N obtidas nos demais sistemas de manejo da aveia. Na área em pousio invernal, os valores destas três variáveis foram inferiores aos verificados nos tratamentos com aveia-preta, nas duas épocas de avaliação. Do mesmo modo que no experimento de 1997/98, a relação C/N da palha de aveia foi 30% superior na avaliação realizada 23 dias após a dessecação em relação à realizada no dia de sua dessecação, na média dos tratamentos.

O aumento da relação C/N da palha de aveia verificado nas avaliações realizadas aos 15 dias (experimento de 1997/98) e 23 dias (experimento de 1998/99) após a dessecação, em relação à obtida na semeadura realizada um dia após a dessecação da aveia, pode estar associado ao padrão de decomposição dos resíduos. Na primeira fase do processo, ocorre rápida decomposição de materiais como carboidratos simples, amidos, açúcares e proteínas, enquanto na segunda fase há decomposição de material mais resistente, com relação C/N mais elevada, como celulose, gorduras, ceras, taninos e ligninas (Victoria et al., 1992), fazendo com que a relação C/N dos resíduos aumente.

Acúmulo de N e produção de massa seca por planta de milho

No experimento de 1997/98, quando a semeadura do milho foi realizada um dia após a dessecação da aveia-preta, houve menor absorção de N pela planta de milho na presença de palha de aveia em relação ao tratamento com pousio invernal, independentemente de sistemas de manejo da palha de aveia (Tabela 3). Na comparação entre sistemas de manejo da palha de

Tabela 1. Rendimento de massa seca, acúmulo de nitrogênio (N) total e relação C/N da massa seca da parte aérea de aveia-preta, em razão do manejo mecânico da palha e da época da dessecação de aveia-preta com dois herbicidas não-seletivos. Eldorado do Sul, RS, 1997/98⁽¹⁾.

Manejo mecânico da palha de aveia-preta	Um dia após dessecação		15 dias após dessecação	
	Glyphosate	Paraquat	Glyphosate	Paraquat
	Massa seca (t/ha)			
Rolada	5,44aA	5,44aA	3,9BaA	2,4BaB
Não-rolada	5,44aA	5,44aA	4,0BaA	2,9BaB
	N total (kg/ha)			
Rolada	86,4aA	86,4aA	35BaA	28BaA
Não-rolada	86,4aA	86,4aA	34BaA	31BaA
	Relação C/N			
Rolada	24BaA	24BaA	43,4aA	34,4aB
Não-rolada	24BaA	24BaA	47,4aA	38,4aB

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em itálico, nas linhas (comparam épocas após dessecação no mesmo nível de herbicidas não-seletivos e manejos da aveia-preta) e pela mesma letra em estilo normal, minúscula na coluna e maiúscula na linha (comparam herbicidas não-seletivos no mesmo nível de épocas após dessecação e manejos da aveia-preta), não diferem significativamente entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Rendimento de massa seca, acúmulo de nitrogênio (N) total e relação C/N da massa seca de parte aérea de aveia-preta, em razão do manejo da palha de aveia-preta e da época de semeadura do milho. Eldorado do Sul, RS, 1998/99⁽¹⁾.

Manejo da palha de aveia-preta	Na semeadura do milho ⁽²⁾			Vinte e três dias após a semeadura do milho
	Rendimento (t/ha)	Acúmulo de N total (kg/ha)	Relação C/N	Relação C/N
Rolada	4,2a	76a	22a	29b
Roçada	4,3a	76a	22a	26b
Dessecada com glyphosate	4,3a	76a	22a	27b
Dessecada com glufosinate	4,9a	83a	25a	38a
Dessecada com paraquat	4,9a	83a	23a	29b
Pousio invernal (controle) ⁽³⁾	2,0b	21b	17b	18c
CV (%)	13,2	18,6	10,4	17,6

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

⁽²⁾A semeadura do milho ocorreu um dia após a dessecação da aveia-preta. ⁽³⁾Os valores correspondentes são relativos aos resíduos de ervas daninhas.

aveia (rolada ou não-rolada), não se verificou diferença significativa no acúmulo de N por planta. Quando a semeadura do milho ocorreu 15 dias após a dessecação da aveia, as plantas de milho acumularam mais N na presença da palha de aveia do que no sistema de pousio invernal (Tabela 3). Quando não se rolou a aveia, as plantas de milho acumularam mais N em relação ao sistema com aveia rolada.

A produção de massa seca por planta de milho foi maior quando o milho foi semeado 15 dias após a dessecação da aveia em relação à semeadura realizada um dia após a dessecação, exceto no sistema pousio invernal, em que os valores foram equivalentes (Tabela 4). Quando houve intervalo de um dia entre dessecação da aveia e semeadura do milho, as plantas de milho tenderam a apresentar menor massa

seca na presença de aveia do que no sistema de pousio invernal, independentemente de sistemas de manejo da palha de aveia e de herbicidas não-seletivos utilizados. No entanto, quando a semeadura do milho foi realizada 15 dias após dessecação da aveia, as plantas de milho tenderam a produzir menos massa seca no sistema de pousio invernal do que nos sistemas com palha de aveia.

Os menores acúmulos de N e produção de massa seca por planta de milho em sucessão à aveia-preta em relação aos observados em sucessão ao pousio invernal, na semeadura realizada um dia após a dessecação, pode ser atribuído ao fato de que a adi-

ção de quantidade elevada de resíduos culturais com alta relação C/N faz com que os microrganismos quimiorganotróficos que atuam na decomposição da matéria orgânica se multipliquem gradativamente, diminuindo drasticamente as quantidades de nitrato e de amônio presentes no solo (Victoria et al., 1992). Por sua vez, a continuidade do processo de decomposição de resíduos diminui a relação C/N do solo, uma vez que o carbono está sendo perdido na forma de CO₂, e o N proveniente dos resíduos da cobertura está sendo conservado pela formação de massa celular microbiana (Victoria et al., 1992). A palha de aveia dessecada 15 dias antes da semeadura do milho disponibilizou ao solo 54 kg/ha de N, diferença obtida entre as médias de sistemas de manejo da palha de aveia e de herbicidas não-seletivos utilizados (Tabela 1). Isto explica os maiores acúmulos de N e produção de massa seca por planta de milho em sucessão à aveia-preta em relação aos obtidos no tratamento com pousio invernal na semeadura realizada aos 15 dias após a dessecação da aveia-preta. O maior acúmulo de N e produção de massa seca por planta de milho em sucessão à aveia-preta, obtidos nos dois sistemas de manejo da palha de aveia com o atraso de 15 dias na época de semeadura após a dessecação, também podem ser atribuídos a este fato (Tabelas 3 e 4).

Por outro lado, alguns trabalhos atribuem os menores acúmulos de N e produção de massa seca por planta de milho na semeadura realizada logo após a

Tabela 3. Acúmulo de nitrogênio (mg/planta) total por planta de milho (estádio de 3-4 folhas) em razão do manejo da palha de aveia-preta e da época de semeadura do milho (em dias após a dessecação da aveia-preta). Eldorado do Sul, RS, 1997/98⁽¹⁾.

Semeadura do milho	Manejo da palha de aveia-preta ⁽²⁾		Pousio invernal (controle)
	Rolada	Não-rolada	
1	16,8bB	16,7bB	24,2aA
15	32,5aB	41,4aA	25,4aC

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade; coeficientes de variação: para coberturas de solo: 8,7%; para herbicidas: 17,7%; para épocas de semeadura: 18,3%. ⁽²⁾Os dados representam a média dos resultados das aplicações de herbicidas não-seletivos.

Tabela 4. Produção de massa seca por planta (estádio de 3-4 folhas) e rendimento de grãos de milho em razão do manejo mecânico e da dessecação com herbicidas não-seletivos da palha de aveia-preta e da época de semeadura do milho (dias após a dessecação da aveia-preta). Eldorado do Sul, RS, 1997/98⁽¹⁾.

Semeadura do milho	Rolada		Manejo da palha de aveia-preta não-rolada		Pousio invernal (controle)		Média
	Glyphosate	Paraquat	Glyphosate	Paraquat	Glyphosate	Paraquat	
Massa seca/planta de milho (mg)							
1	500BbA	495BbA	450BbA	585ABbA	795AaA	720AaA	
15	750BaA	815ABaA	1.105AaA	920AaB	680BaA	650BaA	
Rendimento de grãos de milho (t/ha)							
1	8,7	9,6	8,3	9,3	8,9	8,6	8,9b
15	9,9	9,8	10,8	10,3	10,1	10,0	10,1a

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em itálico, nas linhas (comparam manejos da aveia no mesmo nível de herbicidas não-seletivos) e pela mesma letra em estilo normal, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas (comparam herbicidas não-seletivos no mesmo sistema de manejo), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade; coeficientes de variação de massa seca: para coberturas de solo: 5,2%; para herbicidas: 5,7%; para épocas de semeadura: 8,5%; coeficientes de variação de rendimento de grãos: para coberturas de solo: 6,7%; para herbicidas: 7,9%; para épocas de semeadura: 9,4%.

dessecação ao efeito alelopático da cobertura (Roman & Didonet, 1990; Ruedell, 1995). Os efeitos alelopáticos de algumas culturas sobre a germinação e o desenvolvimento de outras espécies de plantas são conhecidos há longo tempo (Almeida & Rodrigues, 1985). Jacobi & Fleck (1998), ao avaliarem o efeito alelopático de resíduos culturais de genótipos de aveia sobre soja e capim-papuã, em laboratório, constataram potencial alelopático em diversos genótipos de aveia. No entanto, para que ocorra ação alelopática é necessário que as fitotoxinas sejam produzidas e liberadas em quantidades suficientes para atingir a concentração letal (Vidal & Bauman, 1997). A concentração de aleloquímicos no solo depende do tipo e da taxa de decomposição do resíduo cultural e de outros fatores como atividade microbiana, temperatura do solo e precipitação pluvial (Roman & Velloso, 1993).

Pode haver confundimento entre os efeitos de competição e os devidos à alelopatia. Segundo Rice (1979), a competição difere de alelopatia por retirar ou reduzir o nível de algum recurso do ambiente, o qual é requerido por outra planta do mesmo habitat. Portanto, o efeito prejudicial atribuído à alelopatia pode, na realidade, resultar de uma combinação de fatores, como deficiência de N causada pela atividade microbiana, problemas na semeadura da cultura devidos ao tipo de cobertura de solo que poderá afetar o contato da semente com o solo e efeitos físicos da cobertura vegetal ao modificar a umidade e a temperatura do solo.

No experimento de 1998/99, a quantidade acumulada de N e a produção de massa seca por planta de

milho foram menores no tratamento em que a aveia-preta foi rolada em relação aos demais sistemas de manejo da palha, porém não diferindo significativamente dos sistemas em que a aveia foi dessecada com glyphosate e glufosinate, para quantidade acumulada de N, e dos sistemas de aveia roçada, dessecada com glyphosate e glufosinate e pousio invernal, para produção de massa seca por planta de milho (Tabela 5). Os menores acúmulos de N e produção de massa seca por planta de milho verificados nos tratamentos em que a aveia foi rolada podem estar associados ao fato de que somente com a rolagem da aveia, sem ter ocorrido aplicação de herbicida não-seletivo, as plantas de aveia permaneceram vivas por maior período e, portanto, aumentaram a competição por nutrientes, principalmente nitrogênio.

No experimento de 1998/99, não houve diferença significativa no acúmulo de N e na produção de massa seca por planta de milho entre os tratamentos com presença de aveia e os com pousio invernal na semeadura realizada um dia após a dessecação, diferentemente do observado no experimento de 1997/98. Isto pode ser atribuído ao fato de ter havido restos culturais de plantas daninhas (Tabela 1), o que aumentou a competição pelo N disponibilizado ao solo.

Rendimento de grãos de milho

Nos dois experimentos, o rendimento de grãos de milho não foi afetado pelos sistemas de manejo da palha de aveia-preta e pelo tipo de herbicida não-seletivo utilizado (Tabelas 4 e 5). No experimento de

Tabela 5. Acúmulo de nitrogênio (N) total, produção de massa seca da parte aérea (estádio de 3-4 folha) e rendimento de grãos de milho em razão do manejo da palha de aveia-preta. Eldorado do Sul, RS, 1998/99⁽¹⁾.

Manejo da palha de aveia-preta	Acúmulo de N (mg/planta)	Produção de massa seca (mg/planta)	Rendimento (t/ha)
Rolada	34,3b	1.012b	10,6 ^{ns}
Roçada	50,0a	1.517ab	10,5
Dessecada com glyphosate	48,6ab	1.260ab	10,9
Dessecada com glufosinate	45,4ab	1.290ab	10,8
Dessecada com paraquat	51,8a	1.574a	10,8
Pousio invernal (controle)	57,5a	1.422ab	11,5
CV (%)	19,1	12,1	8,5

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ^{ns}Não-significativo a 5% de probabilidade.

1997/98, o rendimento de grãos somente foi influenciado pela época de semeadura do milho após a dessecação da aveia (Tabela 4), sendo 13,5% superior na segunda época (15 dias após a dessecação) em relação à primeira época (um dia após a dessecação), na média dos demais tratamentos. Resultados similares foram obtidos por Argenta et al. (1999b), em experimento realizado no mesmo local. O maior rendimento de grãos obtido com o atraso da época de semeadura do milho pode ser atribuído a dois fatores principais: à drástica redução nos níveis de nitrato e de amônio do solo na semeadura realizada um dia após a dessecação, devida ao processo de decomposição da palha de aveia com elevada relação C/N, e ao aumento da contribuição do N do solo devido à diminuição da sua relação C/N, uma vez que o carbono está sendo perdido na forma de CO₂ e o N proveniente dos resíduos da cobertura está sendo conservado pela formação de massa celular microbiana.

Um terceiro fator que também pode ter influenciado é a variação ambiental devido à época de semeadura do milho ter sido diferente, pois o rendimento de grãos após pousio invernal também foi maior na segunda época de semeadura do milho.

Controle da infestação do capim-papuã

No experimento de 1997/98, verificou-se que o sistema de aveia rolada foi mais eficiente em inibir a emergência de capim-papuã, reduzindo significativamente sua infestação em comparação aos sistemas em que a aveia não foi rolada e de pousio invernal, respectivamente (Figura 1A). O sistema em que a aveia não foi rolada também mostrou ser mais eficiente do que pousio invernal em impedir o estabelecimento do capim-papuã, porém, com aproximadamente metade da eficiência da aveia rolada. No experimento de 1998/99, os resultados obtidos evidenciaram que todos os sistemas de manejo da palha de aveia-preta foram eficientes em impedir o estabelecimento de população elevada de capim-papuã na área (Figura 1B). A eficiência relativa no controle de capim-papuã nos diversos sistemas de manejo da palha de aveia-preta, comparativamente ao pousio invernal, variou desde 50% (rolada) até cerca de 73% (roçada).

Resíduos de culturas de cobertura têm-se mostrado eficientes em reduzir infestações de plantas daninhas no sistema de semeadura direta. Neste particular, a aveia-preta evidencia alto potencial, pois pode produzir elevada quantidade de palha. Os resíduos da cobertura de aveia servem como elemento isolante para proteger o solo de variações de temperatura e para mantê-lo úmido. Este efeito desempenha importante papel no controle de plantas daninhas, pois sementes de muitas espécies necessitam da liberação da dormência para iniciarem a germinação (Roman & Velloso, 1993). Além de produzir alta quantidade de palha, a aveia-preta é referida como sendo uma espécie liberadora de substâncias alelopáticas que inibem a emergência e/ou o crescimento de plantas daninhas (Fay & Duke, 1977; Jacobi & Fleck, 1998).

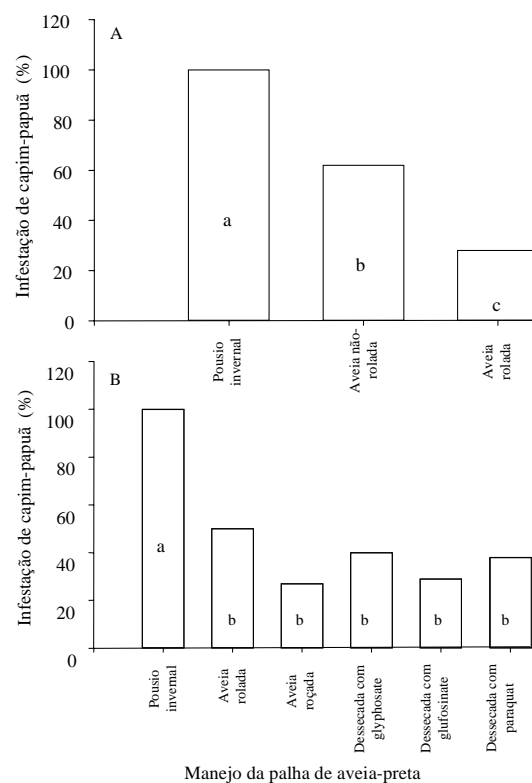


Figura 1. Efeito do manejo da palha de aveia-preta sobre a infestação de capim-papuã (*Brachiaria plantaginea*), aos 43 dias após a dessecação (A), em 1997/98, e aos 23 dias após a dessecação (B), em 1998/99. Barras com mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Eldorado do Sul, RS.

Conclusões

1. A forma de manejo dos resíduos da aveia-preta (não-rolada, rolada ou roçada) e do tipo de herbicida não-seletivo (glyphosate, glufosinate e paraquat) utilizado na sua dessecação não afeta o rendimento de grãos de milho.

2. O atraso de 15 dias na semeadura do milho após a dessecação da aveia-preta aumenta o acúmulo de N total, a produção de massa seca por planta, e o rendimento de grãos.

3. O método de rolagem da planta de aveia-preta diminui a infestação do capim-papuã.

Referências

- AHRENS, W. H. (Ed.). **Herbicide handbook**. Champaign : Weed Science Society of America, 1994. 352 p.
- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. (Coord.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria : Pallotti, 1997. p. 76-111.
- ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas**: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina : IAPAR, 1985. 468 p.
- ARGENTA, G. **Manejo do nitrogênio em milho implantado em semeadura direta, em dois ambientes**. Porto Alegre : UFRGS, 1998. 108 p. Dissertação de Mestrado.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. Adubação nitrogenada em milho implantado em semeadura direta após aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 745-754, 1999.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; RIZZARDI, M. A.; BARUFFI, M. A.; LOPES, M. C. B. Manejo do nitrogênio em milho em semeadura direta, em dois ambientes. I. Efeito sobre a absorção de N. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 577-586, 1999a.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; RIZZARDI, M. A.; BARUFFI, M. A.; LOPES, M. C. B. Manejo do nitrogênio em milho em semeadura direta, em dois ambientes. II. Efeito sobre o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 587-593, 1999b.
- DAROS, A. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 135-140, 1996.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.
- FAY, P. K.; DUKE, W. B. An assessment of allelopathic potential in *Avena* germplasm. **Weed Science**, Champaign, v. 25, n. 3, p. 224-228, 1977.
- FLECK, N. G. Interferência de papuã (*Brachiaria plantaginea*) com soja e ganho de produtividade obtido através do seu controle. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, p. 63-68, 1996.
- INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. 210 p.
- JACOBI, U. S.; FLECK, N. G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no final do ciclo. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 187-207, 1998.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.
- PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C. A.; BEVILAQUA, G. P. Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema cultivo mínimo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 427-432, set. 1994.
- REEVES, D. W. Cover crops and rotations. In: HATFIELD, J. L.; STEWART, B. A. (Ed.). **Crop residues management**. F. Lewis : J. Wiley, 1994. p. 125-172. (Advances in Soil Science).
- RICE, E. L. Allelopathy-an update. **Botanical Review**, New York, v. 45, n. 1, p. 15-109, 1979.
- ROMAN, E. S.; DIDONET, A. D. **Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto de trigo e soja**. Passo Fundo : Embrapa-CNPT, 1990. 32 p. (Circular Técnica, 2).
- ROMAN, E. S.; VELLOSO, J. A. R. O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo : Aldeia Norte, 1993. p. 77-84.
- RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta : FUNDACEP/BASF/FECOTRIGO, 1995. 134 p.
- SÁ, J. C. M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo : Aldeia Norte, 1996. 24 p.
- TEDESCO, M. J.; VOLKSWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Ale-

gre : UFRGS-Departamento de Solos, 1985. 188 p. (Boletim Técnico, 5).

TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 207-214, 1994.

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.;

NEVES, M. C. P. (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 105-120.

VIDAL, R. A.; BAUMAN, T. T. Fate of allelochemicals in the soil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 351-357, 1997.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G.; FLECK, N. G.; BAUMAN, T. T. Palha no sistema de semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 373-377, 1998.