

Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto

Fábio Ribeiro Pires¹
Renato Lara de Assis²
Sergio de Oliveira Procópio³
Gilson Pereira Silva²
Leonardo Leão Moraes²
Marcos Cardoso Rudovalho²
Carlo Adriano Bôer²

RESUMO

O sistema de plantio direto tem como premissa a presença de cobertura sobre o solo; todavia, sua formação e manutenção têm sido um desafio em condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro. Com o objetivo de avaliar o efeito de plantas de cobertura do solo sobre atributos físicos e cobertura do solo e sobre a emergência de plantas daninhas, foram avaliados três tipos de coberturas vegetais do solo antecedendo à cultura da soja em plantio direto: 1) milho; 2) pousio com alta densidade de plantas daninhas cobrindo a área durante a entressafra (ADPD); e 3) pousio com baixa densidade de plantas daninhas cobrindo a área durante a entressafra (BDPD). Para o manejo das coberturas vegetais, utilizou-se a dessecação com o herbicida glifosate, sendo o plantio da soja realizado sete dias após a dessecação. As avaliações da percentagem de cobertura do solo e a fitomassa seca remanescente sobre o solo foram realizadas aos 0, 20, 35, 50 e 65 dias após a dessecação (DAD). Aos 20 DAD foram determinadas a densidade, macro e microporosidade do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm e a resistência do solo à penetração até a profundidade de 40 cm. As plantas daninhas emergidas foram quantificadas aos 25 DAD. Maior cobertura do solo e produção de fitomassa foi propiciada pela cobertura ADPD, não diferindo daquelas promovidas pelo milho. A cobertura com o milho proporcionou menor resistência do solo à penetração, menor densidade e maior microporosidade do solo. As coberturas ADPD e BDPD apresentaram relação micro/macroporos maior que dois. A cobertura ADPD resultou em maior número de plantas daninhas emergidas durante o ciclo da cultura da soja. Quando se associou proteção do solo e supressão de plantas daninhas, o milho teve melhor desempenho que as demais coberturas.

Palavras chave: Milho, pousio, plantas de cobertura, atributos físicos do solo, plantas daninhas

ABSTRACT

Management of cover crops preceding no-till soybean

No-tillage system presupposes soil cover; however, its formation and maintenance have been a challenge under climate conditions in Brazilian savannahs. Aiming to evaluate the effect of cover crops on physical attributes and weed emergence, three types of soil plant cover before soybean growing season using no-tillage system were analyzed: 1) millet; 2) fallow with high weed density (HWD); and 3) fallow with low weed density (LWD). Desiccation with glyphosate was carried out to manage plant cover, and after seven days, soybean was sowed. At 0, 20, 35, 50 and 65 days after desiccation (DAD), percentage of soil cover and remaining dry phytomass on soil were evaluated. At 20 DAD, the following characteristics were determined: density, macro and micro porosity of soil at 0-10cm and 10-20cm depth, and

¹ Centro Universitário Norte do Espírito Santo/UFES. R. Humberto de Almeida Franklin, 257 - São Mateus, ES. CEP: 29933-415. pires.fr@gmail.com

² Departamento de Agronomia da FESURV (GO). CP. 104. CEP 75901-970 Rio Verde, GO. E-mail: frpires@fesurv.br ou pires.fr@gmail.com; soprocopio@yahoo.com.br; gilson@fesurv.br, assis@fesurv.br.

³ EMBRAPA, Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar, 3250, CEP: 49.025-040 Aracaju-SE. soprocopio@gmail.com

soil resistance to penetration at 40cm depth. Emerged weed was quantified at 25 DAD. Higher soil cover and phytomass production were provided by HWD, not differing from millet. Millet cover provided smaller soil resistance to penetration, smaller density and higher soil macro porosity. HWD and LWD showed a relation micro/macro porosity higher than 2. During the soybean cycle, higher number of emerged weed was provided by HWD. When associating soil protection with weed suppression, millet had the best performance.

Key words: pearl millet, fallow, cover crop, soil physical characteristics, weeds.

INTRODUÇÃO

A eficácia do sistema plantio direto está relacionada, dentre outros fatores, à quantidade e qualidade dos resíduos culturais, sendo este, talvez, o grande desafio de sua sustentabilidade no Cerrado. A recomendação de espécies de plantas de cobertura do solo, principalmente leguminosas e gramíneas, depende da persistência de seus resíduos, após manejo, o que influencia a manutenção da cobertura e as características físicas, químicas e hídricas do solo, além de sua suscetibilidade à erosão.

Quando se consegue produção elevada de fitomassa de plantas de cobertura do solo durante a entressafra (estação seca), nas primeiras semanas de estabelecimento da cultura comercial, ele fica protegido contra variações de temperatura e diminui a evaporação de água, resultando em maior resistência das plantas a períodos de déficit hídrico. Além disso, no início da estação chuvosa o impacto das gotas de chuvas de grande intensidade, comuns nesse período, também é reduzido, diminuindo as perdas de solo por erosão (Sodré Filho *et al.*, 2004). Uma boa cobertura deve promover a supressão de plantas daninhas, o que pode diminuir custos para seu controle em pós-emergência na cultura comercial de primavera-verão.

Para que todos esses benefícios sejam alcançados, estima-se que seja necessária uma produção mínima de 11 a 12 t ha⁻¹ de massa seca de resíduos por ano, devido à alta taxa de decomposição que ocorre nas regiões tropicais (Alvarenga *et al.*, 2001). Séguy *et al.* (1992) observaram que, no Estado do Mato Grosso, no período de 90 dias após a primeira chuva, as palhadas de milho, arroz e soja foram reduzidas, respectivamente, em 63, 65 e 86% de sua massa inicial. Nessa mesma seqüência, aos 90 dias, promoveram cobertura do solo da ordem de 30, 38 e 7%.

Na maioria das regiões, mas particularmente nos cerrados, a produção agrícola envolve a simples sucessão de espécies anuais, sem correta rotação de culturas. Nessa situação, caracterizada pela exposição dos solos na entressafra, a manutenção da cobertura do solo assume importância significativa e representa prática de manejo indispensável para o uso sustentável do solo (Carvalho *et al.*, 2004 a). O manejo que contemple a introdução de

culturas comerciais como plantas de cobertura, em épocas que possibilitem o acúmulo de fitomassa seca por essas plantas, pode contribuir para diminuição desses problemas, pela proteção da superfície do solo e também por sua melhor estruturação, resultante do desenvolvimento radicular.

No Cerrado brasileiro, a semeadura direta é caracterizada pelo cultivo de primavera-verão com soja ou milho, sucedido pela safrinha de milho, sorgo ou milheto no verão-outono. Em áreas onde a safrinha não é possível, tem sido praticada a semeadura direta no mato. A produção de palhada nesse manejo será resultado da quantidade de sementes de plantas daninhas da área e, dependendo das espécies predominantes, exigirá um manejo mais complexo de herbicidas em pré (dessecação de manejo) e em pós-plantio. Por outro lado, a semeadura de espécies de cobertura do solo de rápido crescimento vem assumindo importância, notadamente em regiões onde as condições climáticas limitam o acúmulo e a manutenção de cobertura vegetal do solo durante longo período (Pereira, 1990; Lal & Logan, 1995; Landers, 1995; Alvarenga *et al.*, 2001), principalmente antes do plantio de primavera-verão (Carvalho *et al.*, 2004b, 2004c). Como exemplo dessa modalidade de sucessão de culturas tem-se a semeadura de milheto nas primeiras chuvas de setembro/outubro, produzindo palha para a semeadura da cultura comercial em novembro/dezembro.

Diversos trabalhos têm avaliado espécies de plantas de cobertura antecedendo a cultura de verão, sendo o milheto a que tem apresentado melhores resultados (Delavale, 2002; Carvalho *et al.*, 2004a; Bertin *et al.*, 2005; Muraishi *et al.*, 2005). Cultivado nessa época, o milheto produz quantidade elevada de fitomassa seca em aproximadamente 60 dias após seu plantio (Moreti, 2002), resultando em rápida e boa cobertura do solo (Andrioli & Pelá, 2001; Bertin *et al.*, 2005); seus resíduos persistem por mais tempo recobrando a superfície do solo (Pelá *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 2003).

Não obstante os benefícios proporcionados pelas culturas antecessoras ao cultivo de verão, sua utilização dependerá do tipo de cultivo, da época de semeadura e, principalmente, da disponibilidade hídrica no período entre o final do inverno e início da primavera. Variações na

produção de fitomassa seca de diferentes plantas de cobertura, cultivadas em pré-safra da cultura do milho, em anos agrícolas subsequentes, foram constatadas por Andrioli (2004) e Bertin *et al.* (2005) na região de Jaboticabal, SP. Portanto, a escolha e a execução corretas do manejo a ser adotado são determinantes na formação e manutenção da cobertura vegetal do solo e nos benefícios dela decorrentes.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de plantas de cobertura do solo antecessoras ao cultivo de soja em plantio direto, na cobertura, atributos físicos e na emergência de plantas daninhas em um Latossolo do cerrado do Sudoeste de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada na Fazenda Laje, na região Sudoeste de Goiás, no município de Rio Verde, em um Latossolo Vermelho distrofico típico (EMBRAPA, 1999) textura média, cultivado em plantio direto desde a safra 2000/2001. Durante o período de condução do experimento foram registradas as precipitações pluviométricas totais mensais (mm) e as temperaturas médias mensais (°C) para os meses de novembro e dezembro de 2003 e janeiro e fevereiro de 2004 com valores de, respectivamente, 177,5; 261,8; 330,6; e 388,4 mm e 24,1; 24,7; 23,5; e 23,2 °C. As características químicas do solo, analisadas em amostras coletadas antes da dessecação das plantas de sua cobertura, segundo metodologia descrita em EMBRAPA (1997), foram: pH (CaCl₂) 5,2; 52,4 mg dm⁻³ de matéria orgânica; 5,6 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); 0,22 de K; 4,2 de Ca; 1,1 de Mg; 4,0 de H+Al; e 5,52 de CTC, todos em cmol_c dm⁻³, e 58% de saturação por bases.

As parcelas experimentais tiveram as dimensões de 15 x 10 m dispostas em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições por tratamento. Estes constaram de três tipos de cobertura do solo que antecederam ao cultivo da soja: 1) milheto em área ocupada pelo segundo ano com o cultivar de milheto BN2, semeado em setembro de 2004, a partir das primeiras chuvas, com espaçamento entre linhas de 0,50 m e com 70 sementes m⁻¹ (12 kg ha⁻¹); 2) alta densidade de plantas daninhas (ADPD) em área mantida sem cultivo de safrinha ou de inverno (maio a setembro) e com a predominância das plantas daninhas *Alternanthera tenella*, *Panicum maximum*, *Digitaria insularis* e *Commelina benghalensis*, com densidade populacional elevada, que foi utilizada como índice de cobertura de 100% do solo no início das avaliações; 3) baixa densidade de plantas daninhas (BDPD) em área mantida sem cultivo de safrinha ou de inverno (maio a setembro), com a presença das mesmas espécies de plantas daninhas do tratamento ADPD, contudo em baixa densidade populacional, a qual foi atribuída o índice de cobertura de 45% do solo

no início das avaliações. Portanto, a determinação dos tratamentos com ADPD e BDPD foi baseada no índice de cobertura do solo. Os tratamentos 2 e 3 foram constituídos pelas plantas daninhas de ocorrência espontânea, já estabelecidas na área em estudo, cuja quantidade de sementes presente no solo resultou, por sua vez, em duas densidades de indivíduos bastante distintas. Essas diferenças, possivelmente, foram decorrentes de um manejo diferenciado na área, em anos anteriores.

As três coberturas vegetais do solo foram dessecadas com o herbicida “glyphosate” [1.800 g ha⁻¹ de equivalente ácido (e.a.)], em 18/11/03, e a semeadura da soja, realizada em 25/11/03, mecanicamente, com semeadora pneumática de precisão, espaçamento de 0,5 m entre linhas e adubada com 400 kg ha⁻¹ de fertilizante comercial de fórmula 02-20-18.

Aos 0, 20, 35, 50 e 65 dias após a dessecação (DAD), foram avaliadas a percentagem de cobertura vegetal do solo e a fitomassa seca remanescente sobre o solo. A cobertura do solo foi determinada empregando-se uma adaptação do método da transeção linear (Sloneker & Moldenhauer, 1977). Utilizou-se uma corda de 20 m de comprimento, com marcações a cada 0,5 m; e sempre que um ponto marcado coincidiu com a presença de palha sob ele, computou-se presença de cobertura, considerando-se também a cobertura da cultura da soja em crescimento.

A percentagem de cobertura vegetal do solo foi avaliada pela média de duas medições, realizadas nas diagonais de cada parcela. A percentagem de cobertura foi obtida calculando-se os pontos coincidentes com palhada e/ou cultura da soja, dividindo-os pelo número total de pontos da corda (40) e o resultado multiplicado por 100.

A determinação da fitomassa seca remanescente sobre o solo, após a dessecação, foi realizada em área de um quadrado de ferro com 0,5 m de lado; o material vegetal remanescente contido na área do quadrado foi coletado, em três repetições por parcela, seco em estufa a 65 °C, por 72 h, e pesado para obtenção de sua massa seca.

Aos 20 DAD procedeu-se à coleta de amostras indeformadas do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, utilizando-se anéis volumétricos para determinação da densidade e macro e microporosidade (EMBRAPA, 1997). A resistência do solo à penetração foi determinada em 15 diferentes pontos de cada parcela experimental, até a profundidade de 40 cm, utilizando-se penetrômetro de impacto. O número de impactos foi transformado em resistência do solo à penetração pela fórmula: R (MPa) = (5,6 + 68,9/N)/10,2 (N = centímetros/impactos) (Stolf, 1991). Avaliou-se o índice de cone (resistência do solo à penetração) nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. No momento da determinação da resistência do solo à penetração foram retiradas amostras nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm para determinação da umidade.

A contagem do número de plantas daninhas emergidas por espécie foi realizada em quatro áreas amostrais de 0,25 m² por parcela, aos 25 DAD.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tipos de cobertura comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; e as médias das épocas de avaliação, submetidas à análise de regressão para cobertura do solo e decomposição de palhada. Para comparações entre as regressões foi utilizado o procedimento descrito em Snedecor & Cochran (1989). Para a avaliação da emergência de plantas daninhas foi realizada uma análise descritiva, desde que não atendiam às pressuposições da análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os tipos de cobertura e as épocas de avaliação, após a dessecação, para percentagem de cobertura do solo e fitomassa seca remanescente dos três tipos de cobertura.

As percentagens de cobertura do solo promovidas pelo milho e pela ADPD foram semelhantes e superiores àquela pelo BDPD (Tabela 1).

Analisando as equações de regressão após linearização e utilizando o procedimento de Snedecor & Cochran (1989) para a cobertura do solo e fitomassa seca remanescente, observa-se que os modelos para milho e ADPD não apresentaram diferença significativa (Tabela 2). Diante disso, nova equação foi ajustada para o milho + ADPD (Figura 1A e 1B). A semelhança na decomposição da palhada e, conseqüentemente, na cobertura do solo entre os tratamentos milho e ADPD, ao longo do tempo, deve estar relacionada às características das espécies presentes nos tratamentos, pois o milho é uma gramínea e nas parcelas do ADPD houve predominância de espécies de

plantas daninhas gramíneas. O tratamento BDPD foi menos efetivo na proteção do solo, apenas igualando-se aos demais quando as plantas de soja atingiram um estágio que possibilitou a sua cobertura total.

O modelo exponencial decrescente (Figura 1) foi o que melhor explicou a decomposição, pois é composto de duas partes: uma queda mais acentuada, que representa a decomposição mais rápida das folhas (menor relação C/N), e a que corresponde à decomposição mais lenta de materiais mais resistentes, com presença de maior teor de lignina e de celulose (maior relação C/N).

No dia da dessecação das plantas de cobertura (tempo zero de avaliação), a percentagem de cobertura do solo era de 100, 95 e 45% nos tratamentos milho, ADPD e BDPD, respectivamente (Tabela 1), havendo em todos eles redução da cobertura do solo com o tempo de avaliação. Observa-se que essa cobertura passa a ser afetada pela presença da soja em torno de 35 DAD nos tratamentos milho e ADPD e a partir de 20 DAD no tratamento BDPD (Figura 1A).

Uma boa cobertura do solo nos estádios iniciais de desenvolvimento da soja é importante para proteger o solo de chuvas intensas que ocorrem nessa época (Sodrê Filho *et al.*, 2004), constituindo-se no período em que ocorrem as maiores taxas de erosão durante o ciclo da cultura. Assim, como observado no tratamento ADPD, a utilização do pousio como manejo de inverno e/ou antecedendo o cultivo principal, no verão, pode resultar em boa cobertura do solo, notadamente se as plantas daninhas presentes são predominantemente gramíneas e ocorrerem em alta densidade na área, o que concorda com os resultados relatados por Bertin *et al.* (2005). Todavia, os resultados obtidos neste trabalho discordam daqueles encontrados por Ros & Aita (1996), em que o pousio possibilitou a formação de apenas 30% de cobertura viva sobre o solo para as condições da região de Santa Maria, RS.

Tabela 1. Cobertura do solo (%), fitomassa seca remanescente dos resíduos (kg ha⁻¹) e redução da fitomassa em relação à data de dessecação (%), em função das coberturas do solo dessecadas antecedendo a cultura da soja

Cobertura do solo	Dia após a dessecação									
	0	20	35	50	65					
	Cobertura do solo									
Milho	100 a	76 a	73 a	81 ab	100 a					
ADPD	95 a	81 a	79 a	91 a	100 a					
BDPD	45 b	39 b	35 b	70 b	100 a					
	Fitomassa seca remanescente dos resíduos									
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%
Milho	2.836 a	100	2.168 a	76,5	2.040 a	71,9	1.579 a	55,7	1.277 a	45,0
ADPD	2.991 a	100	2.310 a	77,2	2.079 a	69,5	1.467 a	49,0	1.097 a	36,7
BDPD	1.515 b	100	831 b	54,9	726 b	47,9	699 b	46,1	487 b	32,1

ADPD - alta densidade de plantas daninhas; BDPD - baixa densidade de plantas daninhas.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

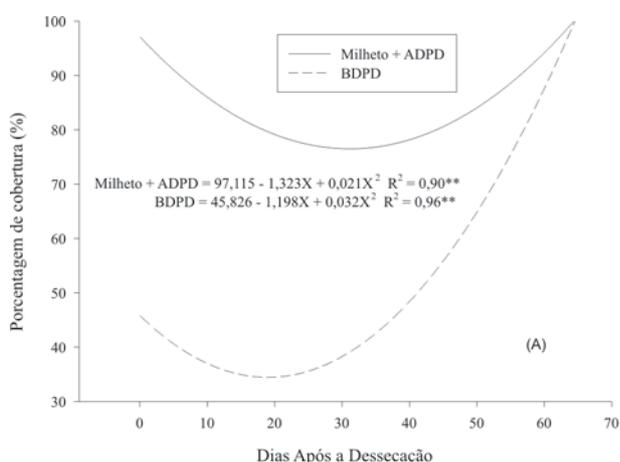
Observa-se que os tratamentos milheto e ADPD tiveram o mesmo comportamento quanto à taxa de decomposição dos resíduos; contudo, diferiram do BDPD (Figura 1B). Esse resultado está relacionado, provavelmente, à relação C/N elevada das espécies do ADPD, principalmente o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e capim-colonião (*Panicum maximum*), as quais compuseram a palhada remanescente desse tratamento. Espindola *et al.* (2006) encontraram relação C/N do colonião de 43,9 na estação seca e cerca de 80 na chuvosa.

Tabela 2. Comparação das equações regressão, após linearização, para cobertura do solo e decomposição de fitomassa seca remanescente até 65 dias após a dessecação das plantas de cobertura do solo antecessoras à cultura da soja

Cobertura do solo	
Plantas de cobertura	F
Milheto vs ADPD	ns
ADPD vs BDPD	*
Milheto vs BDPD	*
F recalculado para os modelos que não diferiram estatisticamente	
[Milheto + ADPD] vs BDPD	**
Decomposição de fitomassa seca remanescente	
Plantas de cobertura	F
Milheto vs ADPD	ns
ADPD vs BDPD	**
Milheto vs BDPD	**
F recalculado para os modelos que não diferiram estatisticamente	
[Milheto + ADPD] vs BDPD	**

(**) e (*) significativos a 1 e 5%, respectivamente, e (ns) quando não-significativo, segundo procedimento estabelecido por Snedecor & Cochran (1989).

ADPD - alta densidade de plantas daninhas; e BDPD - baixa densidade de plantas daninhas.



Moraes (2001), em estudo envolvendo gramíneas (sorgo e milheto) em Minas Gerais, relataram modelos semelhantes de decomposição das palhadas para as duas espécies.

Carvalho *et al.* (2004c) narraram não haver diferença entre a fitomassa seca produzida pelos adubos verdes mucuna-preta, guandu, crotalaria-júncea e milheto e o pousio (vegetação espontânea), com predominância de *P. maximum* e *Brachiaria decumbens*.

Apesar da presença das mesmas espécies no tratamento BDPD, porém em menor densidade populacional, sua decomposição foi mais acelerada (Tabela 1), possivelmente pelo maior contato com o solo e, também, pela maior área de exposição aos fatores umidade, insolação, temperatura, mesofauna e microrganismos. No trabalho desenvolvido por Bertin *et al.* (2005), a produção de cobertura viva não diferiu entre o milheto e o pousio, entretanto, o milheto foi sempre superior quanto ao teor de C total, relação C/N e matéria seca da parte aérea, cuja explicação pode estar nas espécies que predominaram no tratamento pousio-apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e picão-preto (*Bidens pilosa*), todas com menor produção de matéria seca e relação C/N que o milheto.

Carvalho *et al.* (2004a), avaliando a soja no Cerrado, em sucessão a espécies de adubos verdes semeadas antecedendo o cultivo de verão, no mês de outubro, observaram que o milheto destacou-se com a maior produção de fitomassa seca em dois anos subsequentes. Todavia, deve-se considerar que a produção de fitomassa por culturas antecessoras pode variar com o cultivar, tipo de cultivo, época de semeadura e período de desenvolvimento das plantas e, também, de um ano agrícola para outro, relacionando-se principalmente com a disponibilidade hídrica.

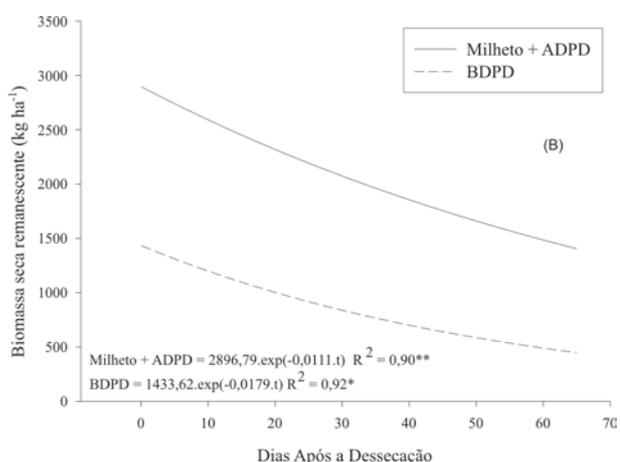


Figura 1. Porcentagem de cobertura do solo (A) e fitomassa seca remanescente dos resíduos (B) em função de diferentes épocas de avaliação após a dessecação de coberturas do solo antecessoras à cultura da soja.

ADPD - alta densidade de plantas daninhas; e BDPD - baixa densidade de plantas daninhas.

Observa-se, também, que a velocidade de decomposição dos resíduos foi mais rápida até 20 DAD, reduzindo para cerca de 77% a fitomassa seca remanescente do milho e do ADPD a 55% do tratamento BDPD. Maior decomposição das palhadas de milho, sorgo e capim-pé-de-galinha nos primeiros dias de avaliação, após o manejo com triton, também foi observada por Silva *et al.* (2003), o que foi atribuído à grande quantidade de material vegetal que é mais facilmente decomponível do que os colmos. Essa maior decomposição foi também influenciada pela boa regularidade das chuvas, associada à temperatura elevada após o corte. Não obstante, a rápida decomposição dos resíduos, no presente experimento, foi constatada não apenas nos primeiros dias, mas durante todas as avaliações e em todos os tratamentos, sendo que em pouco mais de 60 dias, apenas 45,0, 36,7 e 32,1% da fitomassa seca do milho, do ADPD e do ABPD, respectivamente, permanecia recobrando o solo, corroborando a dificuldade de manutenção da palhada no sistema plantio direto nas condições do cerrado (Sanchez & Logan, 1992; Alvarenga *et al.*, 2001).

O número de plantas daninhas emergidas após a semeadura da soja, com exceção das espécies erva-de-santaluzia (*Chamaesyce hirta*) e erva-de-touro (*Tridax procumbens*), foi maior no manejo ADPD (Figura 2). Isto requereu controle mais difícil das plantas daninhas, em pós-plantio, em função da dificuldade do controle químico das espécies e das densidades encontradas na área. Este fato pode ser explicado pelo maior banco de sementes presente no tratamento ADPD, em comparação ao BDPD, principalmente em relação ao apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), para o qual se contabilizaram aproximadamente 100 plantas m⁻² no tratamento ADPD (Figura 2). Tais fatos servem de alerta para a importância do manejo visando ao impedimento da introdução de propágulos de plantas daninhas nas áreas agrícolas, não só durante o ciclo das culturas, mas também durante o período de pousio.

A utilização de milho antecedendo a soja foi o manejo mais eficiente em diminuir o problema de plantas daninhas na cultura subsequente. Vidal & Trezzi (2004) constataram

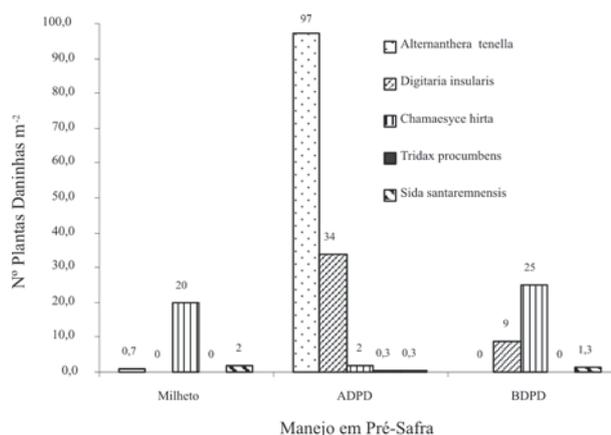


Figura 2. Número e espécies de plantas daninhas em função das coberturas do solo antecessoras à cultura da soja, 25 dias após a dessecação.

ADPD–alta densidade de plantas daninhas; BDPD–baixa densidade de plantas daninhas.

redução de mais de 80% na emergência de plantas de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) pela cobertura prévia do solo com milho. Esses resultados mostram a importância da formação de palhada, quando se utiliza a rotação de culturas, como um dos métodos dentro do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) diminuindo significativamente a dependência da aplicação de herbicidas.

A umidade gravimétrica, definida por ocasião da determinação da resistência do solo à penetração, não diferiu estatisticamente para as diferentes coberturas; os valores de resistência do solo à penetração, todavia, diferiram (Tabela 3) e situaram-se na faixa de 1,2 a 3,1 MPa, refletindo o efeito das diferentes coberturas.

Por se tratar de um solo de textura média, os resultados mostram que os valores de resistência do solo não estão limitando o crescimento das raízes. De acordo com Sene *et al.* (1985), são considerados críticos os valores que variam de 6,0 a 7,0 MPa para solos arenosos e em torno de 2,5 MPa para solos argilosos.

A menor resistência do solo à penetração no tratamento com o milho, em relação ao ADPD, deve estar associada à ação das raízes do milho que, provavelmente, melho-

Tabela 3. Umidade gravimétrica (kg kg⁻¹) e resistência à penetração (MPa) em diferentes camadas de solo em função de três tipos de cobertura do solo dessecadas antecedendo a cultura da soja

Coberturas	Camadas (cm)						
	0-20	20-40	0-10	11-20	21-30	31-40	0-40
	Umidade (kg kg ⁻¹)			Resistência à penetração (MPa)			
Milheto	0,27 a	0,27 a	1,33 b	1,61 c	2,32 b	2,55 a	2,15 b
ADPD	0,21 a	0,20 a	1,96 a	2,72 a	3,07 a	2,60 a	2,70 a
BDPD	0,26 a	0,24 a	1,27 b	1,92 b	2,42 b	2,55 a	2,22 b

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ADPD – alta densidade de plantas daninhas; e BDPD – baixa densidade de plantas daninhas.

Tabela 4. Valores de densidade, macroporosidade, microporosidade, relação macro/microporos e porosidade total em duas profundidades do solo sob diferentes plantas de cobertura dessecadas antecedendo a cultura da soja.

Manejo	Densidade kg dm ⁻³	Macroporos m ³ m ⁻³	Microporos m ³ m ⁻³	Relação (micro/macro)	Porosidade total m ³ m ⁻³
0 - 10 cm					
Milheto	1,12 b	0,24 a	0,34 a	1,47 b	0,58 a
ADPDP	1,24 a	0,13 b	0,38 a	2,90 a	0,51 b
BDPDA	1,11 b	0,13 b	0,38 a	2,63 a	0,55 ab
11 - 20 cm					
Milheto	1,12 b	0,17 a	0,36 a	2,17 a	0,53 a
ADPDP	1,16 ab	0,15 a	0,37 a	2,50 a	0,51 ab
BDPDA	1,16 a	0,16 a	0,34 a	2,17 a	0,49 b

* Médias de tratamentos, dentro de cada profundidade, não seguidas por mesma letra, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ADPD – alta densidade de plantas daninhas; e BDPD – baixa densidade de plantas daninhas.

raram as condições físicas do solo (Gonçalves *et al.*, 2006). Essa evidência é corroborada pela menor densidade e maior macroporosidade do solo (Tabela 4), situação favorável ao crescimento do sistema radicular das plantas.

O tratamento com o milheto proporcionou maior macroporosidade; entretanto, apresentou relação micro/macroporos menor que dois na profundidade de 0-10 cm (Tabela 4), representando uma situação desfavorável à maior retenção de água pelo solo. Os sistemas ADPD e BDPD tiveram relação micro/macroporos maior que dois nas profundidades avaliadas. Segundo Camargo & Alleoni (1997), um solo ideal deve apresentar 0,5 m³ m⁻³ de volume de poros que, na capacidade de campo, teria 0,33 m³ m⁻³ (2/3) ocupado pela água (microporos) e 0,17 m³ m⁻³ (1/3) pelo ar (macroporos). A porosidade total do solo, com exceção do BDPD na profundidade de 10 a 20 cm, apresentou valores acima de 0,5 m³ m⁻³. Além disso, para as coberturas estudadas, a macroporosidade, que é responsável pela percolação de água, aeração e difusividade dos gases do solo, não atingiu valores menores do que 0,1 m³ m⁻³, valor mínimo aceitável para esse parâmetro.

CONCLUSÕES

1) Maior cobertura do solo e produção de fitomassa foi propiciada pela cobertura ADPD, não diferindo daquelas promovidas pelo milheto, tendo a cobertura BDPD desempenho inferior.

2) A Cobertura com o milheto proporcionou menor resistência do solo à penetração, e menor densidade e maior macroporosidade do solo.

3) A cobertura ADPD resultou em maior número de plantas daninhas emergidas durante o ciclo da cultura da soja.

4) Quando se associou proteção do solo e supressão de plantas daninhas, o milheto teve melhor desempenho que as demais coberturas.

REFERÊNCIAS

- Alvarenga RC, Lara-Cabezas WA, Cruz JC & Santana DP (2001) Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, 22:25-36.
- Andrioli I (2004) Plantas de cobertura em pré-safra à cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP. Tese de Livre Docência. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 78p.
- Andrioli I & Pelá A (2001) Plantas de cobertura em pré-safra à cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP. In: 28º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Londrina. Anais, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.274.
- Bertin EG, Andrioli I & Centurion JF (2005) Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. Acta Scientiarum, 27:379-386.
- Camargo OA & Alleoni LRF (1997) Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba, USP/ESALQ. 132p.
- Carvalho MAC, Athayde MLF, Soratto RP, Alves MC & Arf O (2004a) Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:1141-1148.
- Carvalho MAC, Athayde MLF, Soratto RP, Alves MC & Sá, ME (2004b) Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:1205-1211.
- Carvalho MAC, Soratto RP, Athayde MLF, Alves MC, Arf O & Sá ME (2004c) Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:47-53.
- Delavale FG (2002) Culturas de cobertura e modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto. Dissertação de mestrado. Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 107p.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (1999) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS. 412p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1997) Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS. 212p.
- Espindola JAA, Guerra JGM, Almeida DL, Teixeira MG & Urquiaga, S (2006) Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30: 321-328.

- Goncalves WG, Jimenez RL, Araujo Filho JV, Assis RL, Silva GP & Pires FR (2006) Sistema radicular de plantas de cobertura sob efeito de compactação do solo. *Engenharia Agrícola*, 26:67-75.
- Lal R & Logan TJ (1995) Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: Lal R, Kimble JM, Levine E & Stewart BA (Eds.) *Soil management greenhouse effect*. Boca Raton, CRC Press. p. 293-307.
- Landers JN (1995) Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. Goiânia, APDC. 261p.
- Moraes RNS (2001) Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto. Dissertação de mestrado. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 90p.
- Moreti D (2002) Propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho cultivado com feijão e algodão, sob diferentes sistemas de preparo, adubação e plantas de cobertura. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira. 70p.
- Muraishi CT, Leal AJF, Lazarini E, Rodrigues LR & Gomes Junior FG (2005) Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. *Acta Scientiarum Agronomica*, 27:199-207.
- Pelá A, Silva MS, Costa LA, Silva CJ, Zucareli C, Decarli LD & Matter UF (1999) Avaliação da resistência a decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. *Revista Plantio Direto*, 53:26.
- Pereira JAR (1990) Cultivo de espécies visando à obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no cerrado. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 83p.
- Ros CO & Aita C (1996) Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 20:135-140.
- Sanchez PA & Logan TJ (1992) Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: Lal R & Sanchez PA (Eds.) *Myths and science of soil of the tropics*. Madison, Soil Science Society of América. p.35-46.
- Séguy L, Bouzinac S & Matsubara M (1992) Gestão dos solos e culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do Centro-Oeste. Lucas do Rio Verde, CIRAD, 117p. (Convênio RAP/ CIRAD-CA Fazenda Progresso)
- Sene M, Vepraskas MJ, Naderman, GC & Denton HP (1985) Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. *Soil Science Society of America Journal*, 49:422-427.
- Snedecor GW & Cochran WG (1989) *Statistical methods*, 8th ed. Ames, Iowa State University Press. 503p.
- Silva FL, Collier LS, Laurindo PC, Mendes MM & Fisher EC (2003) Potencial de restituição de nutrientes através de plantas de cobertura em plantio direto no Tocantins. In: 29^o Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeirão Preto. Anais, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. CD-ROM.
- Sloneker LL & Moldenhauer WC (1977) Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. *Journal Soil Water Conservaton*, 32:231-236.
- Sodré Filho J, Cardoso AN, Carmona R & Carvalho AM (2004) Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:327-334.
- Stolf R (1991) Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15:229-235.
- Vidal RA & Trezzi MM (2004) Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo I - plantas em desenvolvimento vegetativo. *Planta Daninha*, 22:217-223.