

ALTERAÇÕES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM NITOSSOLO VERMELHO PELA SUCESSÃO MILHETO – SOJA NA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Sandro Roberto Brancalião¹; Maria Helena Moraes²; Leandro Borges Lemos³

¹*Centro de Solos e Recursos Ambientais, Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP, brancaliao@iac.sp.gov.br.*

²*Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.*

³*Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP*

1 RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a influência da cultura do milho, em três épocas de semeadura e sob cinco manejos da fitomassa, na produtividade da soja e nas propriedades físicas de um Nitossolo Vermelho distroférico (densidade, porosidade total, diâmetro médio ponderado dos agregados e grau de floculação do solo). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. A época foi representada por parcelas de semeadura da cultura do milho (E₁, E₂, E₃) e o manejo, como subparcelas, por manejos de ceifa da fitomassa, a saber: M₁- a cada florescimento e retirada da fitomassa; M₂ – a cada florescimento e permanência da fitomassa; M₃-no único florescimento e retirada da fitomassa; M₄ – no único florescimento e permanência da fitomassa; e M₅ – livre crescimento. Foram coletadas amostras de solo para realização das análises físicas e químicas, estratificadas em 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m de profundidade. Avaliou-se, também, a produção de massa de matéria seca pelo milho e a produtividade da soja. A E₂ apresentou melhor qualidade física do solo. A E₃ resultou em menores valores de grau de floculação e de diâmetro médio ponderado dos agregados. A E₃ apresentou menor produção de fitomassa do milho.

UNITERMOS: manejo do solo, propriedades físicas, planta de cobertura, semeadura direta, *Glycine max. (L.) Merrill*, *Pennisetum glaucum*.

BRANCALIÃO, S.R.; MORAES, M.H.; LEMOS, L.B.

CHANGES OF PHYSICAL PROPERTIES OF A “NITOSSOLO VERMELHO” BY MILLET – SOYBEAN SUCCESSION AT IMPLANTATION PHASE IN NO-TILLAGE SYSTEM

2 ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of a millet-soybean rotation, during the implantation phase of no-tillage system on the physical properties of a “Nitossolo Vermelho distroférico” and the dry mass production of millet and the productivity of soybean. The experimental design used was a randomized blocks, in a split plot

arrangement, with four replications. The parcels was constituted by three sowings (E1, E2 and E3) and the subparcels was constituted by harvests, where each harvest handling was: M1 – harvest each blooming and covering withdrawal; M2 - harvest each blooming and covering permanency; M3 – only in the first harvest on blooming and covering withdrawal; M4 - only in the first harvest on blooming and covering permanency, and M5– free growing, with no harvest. Samples were collected from three soil layers: 0-0,05, 0,05-0,10 and 0,10-0,20 m. The E2 showed smaller values of soil density and larger values of total porosity. The E3 resulted in smaller values of flocculation degree and mean weight diameter of the aggregates. The E3 showed smaller production of dry mass.

KEYWORDS: soil management, physical properties, cover crop, no-tillage, soybean, *Pennisetum glaucum*.

3 INTRODUÇÃO

A soja constitui-se na principal exploração agrícola, dentre as culturas anuais cultivadas, seguida pelo milho, arroz e feijão. Essas culturas são as que mais demandam operações de preparo de solo contribuindo para problemas causados pelas perdas e mudanças nas propriedades físicas do solo.

Alguns agricultores ainda efetuam uma gradagem imediatamente após a colheita da soja e do milho, com os objetivos de incorporar os restos culturais e manter a área com baixa infestação de plantas daninhas. Assim, os solos permanecem sem nenhuma utilização, e na maioria das vezes ficam completamente expostos, sem vegetação durante o período da entressafra, favorecendo a degradação e acelerando o processo de erosão, o que dificulta a conservação de terraços e aumenta o assoreamento de mananciais. O uso de cobertura vegetal como proteção dos solos tem sido objeto de estudos de vários pesquisadores, dentre eles Dechen et al. (1981), Castro et al. (1986), Silva et al. (1986), Lopes et al. (1987) e Pereira (1990). No entanto, Derpsch & Calegari (1992) obtiveram resultados representativos, em virtude da menor velocidade com que a massa vegetal é decomposta.

Contudo, nas regiões de clima tropical, nem todos os trabalhos de pesquisa apresentam resultados de relativo sucesso, tendo em vista as condições de degradação da palha, que é acelerada (Pereira, 1990; Landers, 1995). Pereira (1990), na mesma região em estudo, ou seja, região Centro-Sul do Estado de São Paulo, constatou que a cobertura morta obtida com dezesseis espécies testadas não foi quantitativamente suficiente para a permanência da fitomassa por ocasião de semeadura da soja.

O estudo de épocas de semeadura e manejo de plantas de cobertura, com o intuito de aumentar sua duração sem decomposição, é de peculiar importância quando abordamos a sucessão e/ou a rotação de culturas, que objetiva a capitalização mais rápida do produtor e ao mesmo tempo, proteção do solo com a fitomassa em cobertura perante o impacto das gotas de chuva sobre o solo, que se faz muito maior do que em pousio, ou em semeadura convencional.

O milheto tem se constituído em importante planta de cobertura em sistema de semeadura direta, pois se calcula que uma área total de 15 milhões de hectares, fornece quantidade considerável de palha, que permite sucesso na semeadura direta da cultura subsequente (Salton & Kichel, 1997), salientando-se a importância no sistema de rotação, tanto com a cultura da soja como a do algodão. Além de o milheto apresentar

características favoráveis à reciclagem de nutrientes (Salton & Hernani, 1994) a planta pode, com menos de 60 dias, alcançar cerca de cinco toneladas por hectare de massa seca, entretanto, quanto mais tardia a semeadura, menor a produção de palhada, provavelmente devido a condições de distribuição de precipitação e temperatura e variações no comprimento do dia.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência da fitomassa do milheto em algumas propriedades físicas de um Nitossolo Vermelho em sucessão com a cultura da soja.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP - Campus de Botucatu/SP, num Nitossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa, de acordo com os critérios da Embrapa (1999), derivado de rochas eruptivas básicas pertencentes à Formação Geológica Serra Geral-Grupo São Bento (IPT, 1981).

Em 15 de fevereiro de 1999 toda a área experimental foi manejada utilizando-se como dessecante o herbicida Glyphosate. A semeadura do milheto foi realizada, mecanicamente, em sistema de semeadura direta, a partir de cinco de março, no ano de 1999, utilizando-se a cultivar BN-2, no espaçamento de 0,20 metros, com 25 kg de semente ha⁻¹, utilizando-se de superfosfato simples na dose de 375 kg ha⁻¹, com intervalo de 20 dias entre as épocas de semeadura.

A cultura da soja foi semeada em sistema de semeadura direta em novembro de 1999, utilizando-se a cultivar EMBRAPA-48, no espaçamento 0,60 m, empregando-se 30 sementes por metro linear, objetivando obter uma população em torno de 300 mil plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura da soja constituiu-se de 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 8-28-16 + 0,4 Zn. Anteriormente, em outubro, coletaram-se todas as plantas contidas em duas linhas de 0,5 m de comprimento (manejo final), para determinação da produção de fitomassa pelo milheto. Os dados pluviométricos mensais (mm) da Fazenda Experimental Lageado, para o período de janeiro de 1999 a outubro de 2000, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados pluviométricos mensais (mm) da Fazenda Experimental Lageado para o período de janeiro de 1999 a outubro de 2000.

Mês	Precipitação mensal (mm)	Mês	Precipitação mensal e total (mm)
Janeiro/1999	400,00	Dezembro	183,80
Fevereiro	203,50	Janeiro/2000	213,60
Março	111,00	Fevereiro	227,90
Abril	70,30	Março	162,40
Mai	44,80	Abril	12,10
Junho	97,50	Mai	10,30
Julho	16,30	Junho	12,80
Agosto	0,00	Julho	55,00
Setembro	84,40	Agosto	73,70
Outubro	35,30	Setembro	127,90
Novembro	34,20	Outubro	20,30
Total			1.099,80

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por três épocas de semeadura da cultura do milheto e as subparcelas por cinco manejos de ceifa da fitomassa, a saber: M1 - a cada florescimento e retirada da fitomassa; M2 - a cada florescimento e permanência da fitomassa; M3 - apenas no primeiro florescimento e retirada da fitomassa; M4 - apenas no primeiro florescimento e permanência da fitomassa; e M5 - livre crescimento.

Amostras com estrutura indeformada e deformada foram coletadas entre 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m de profundidade, após o ciclo da soja, para realização das análises físicas (Embrapa, 1997) e matéria orgânica (Raij & Quaggio, 1993).

A densidade do solo foi determinada pelo método do torrão impermeabilizado. Para a determinação da estabilidade de agregados utilizou-se o método do peneiramento com solo seco, que possibilitou o cálculo do diâmetro médio ponderado, de acordo com a equação: $DMP = \sum (C_{mm} \times P)$, onde: DMP= diâmetro médio ponderado (mm); C= centro da classe (mm); P= proporção do peso de cada fração de agregados em relação ao total da amostra.

A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, possibilitando o cálculo da porosidade total, de acordo com a equação: $P = (1 - D_s/D_p)$, onde: P= porosidade total ($dm^3 dm^{-3}$); D_s = densidade do solo ($kg dm^{-3}$); D_p = densidade de partículas ($kg dm^{-3}$). Ao se utilizar valores observados de densidade de partículas variando entre 2,8-3,0 $Mg m^{-3}$ para o cálculo da porosidade total, salienta-se que as condições laboratoriais foram perfeitamente controladas com temperatura ideal ($18^0 C$), o que uniformizou a análise para consequentemente calcular a porosidade total do solo.

A análise granulométrica foi feita empregando-se o método do densímetro de Bouyoucos, com adição de NaOH 1N como dispersante. A argila dispersa em água também foi determinada pelo método do densímetro de Bouyoucos, sem o emprego de dispersante químico. O grau de floculação foi obtido por cálculo, de acordo com a equação: $GF = 100 (AT - ADA) / AT$, onde: GF= grau de floculação (%); AT = argila total ($g kg^{-1}$); ADA = argila dispersa em água ($g kg^{-1}$). Como componentes da produção foram avaliadas a fitomassa em cobertura do milheto e a produtividade da cultura da soja.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores de matéria orgânica em função dos sistemas de manejo do solo e das épocas de semeadura do milheto, nas três profundidades estudadas. Observa-se que os teores não apresentaram variação significativa em função dos tratamentos, resultados que podem ser decorrentes da decomposição relativamente homogênea da fitomassa do milheto adicionada ao solo, uma vez que a recente implantação do sistema de semeadura direta não permitiu que as diferenças entre os tratamentos se acentuassem, conforme comentam Pereira (1990) e Landers (1995) que encontraram resultados semelhantes.

Os valores de densidade do solo, obtidos para os sistemas de manejo da fitomassa do milheto e para as épocas de semeadura, constam da Tabela 3. Pode-se observar que nas três primeiras camadas do solo houve diferença significativa entre as épocas de semeadura do milheto. Em todas as camadas estudadas a segunda época de semeadura (E_2) mostrou diferença significativa com as demais, com valores menores de densidade do solo.

Tabela 2. Teores de matéria orgânica (g dm^{-3}), nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, de um Nitossolo Vermelho, de acordo com o manejo da fitomassa e a época de semeadura do milho.

Manejo da fitomassa	Época de semeadura			Média
	E ₁	E ₂	E ₃	
g dm^{-3}				
0 – 0,05 m				
M ₁	27 Aa	24 Aa	28 Aa	26 a
M ₂	22 Aa	20 Aa	24 Aa	22 a
M ₃	26 Aa	20 Aa	25 Aa	24 a
M ₄	25 Aa	20 Aa	17 Aa	21 a
M ₅	19 Aa	20 Aa	27 Aa	22 a
Média	24 A	21 A	24 A	
0,05 – 0,10 m				
M ₁	28 Aa	22 Aa	24 Aa	25 a
M ₂	24 Aa	23 Aa	25 Aa	24 a
M ₃	27 Aa	20 Aa	24 Aa	24 a
M ₄	25 Aa	24 Aa	24 Aa	25 a
M ₅	29 Aa	23 Aa	26 Aa	26 a
Média	27 A	23 A	25 A	
0,10 - 0,20 m				
M ₁	23 Aa	23 Aa	21 Aa	22 a
M ₂	25 Aa	21 Aa	23 Aa	23 a
M ₃	22 Aa	20 Aa	23 Aa	22 a
M ₄	24 Aa	24 Aa	25 Aa	23 a
M ₅	24 Aa	23 Aa	24 Aa	24 a
Média	23 A	22 A	23 A	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Manejo - M1: Ceifa a cada florescimento e retirada da fitomassa; M2: Ceifa a cada florescimento e permanência da fitomassa; M3: Ceifa no florescimento e retirada da fitomassa; M4: Ceifa no florescimento e permanência da fitomassa; M5: Livre crescimento, sem ceifar. E₁, E₂ e E₃: primeira, segunda e terceira época de semeadura do milho, respectivamente.

Como para a primeira época de semeadura do milho, realizada no início do mês de março, o solo estava com maior teor de água, uma vez que a precipitação mensal em janeiro e fevereiro foi elevada (Tabela 1), pode-se inferir que os maiores valores de densidade do solo, nas três camadas estudadas, sejam decorrentes de uma maior compactação do solo causada pelo tráfego de equipamentos agrícolas na semeadura da cultura. Além do tráfego de equipamentos agrícolas na semeadura, deve-se considerar, também, o tráfego por ocasião dos tratamentos culturais, tais como aplicações de herbicida, fungicida e inseticida, que proporcionaram, num total de sete passadas de máquinas, compactação neste primeiro ano de implantação do Sistema de Semeadura Direta (SSD), como também foi descrito por Lucarelli (1997), que atribuiu para diferentes sistemas de cultivo, ser esta também uma causa de compactação no SSD, além do não

revolvimento, como foi apregoado por Vieira & Muzilli (1984).

Tabela 3. Valores da densidade do solo, nas 10 e 0,10-0,20 m, profundidades de 0-0,05, 0,05-0, de um Nitossolo Vermelho, de acordo com o manejo da fitomassa e a época de semeadura do milheto.

Manejo da fitomassa	Época de semeadura			Média
	E ₁	E ₂	E ₃	
kg dm ⁻³				
0 – 0,05 m				
M ₁	1,57 Aa	1,43 Aa	1,56 Aa	1,52 a
M ₂	1,57 Aa	1,40 Ba	1,56 Aa	1,51 a
M ₃	1,53 Aa	1,42 Aa	1,47 Aa	1,47 a
M ₄	1,52 Aa	1,43 Aa	1,45 Aa	1,47 a
M ₅	1,57 Aa	1,45 Aa	1,51 Aa	1,51 a
Média	1,55 A	1,43 B	1,51 A	
0,05 – 0,10 m				
M ₁	1,59 Aa	1,46 Ba	1,45 Ba	1,50 a
M ₂	1,55 Aa	1,45 Aa	1,48 Aa	1,49 a
M ₃	1,53 Aa	1,41 Ba	1,50 Aa	1,48 a
M ₄	1,50 Aa	1,49 Aa	1,48 Aa	1,49 a
M ₅	1,53 Aa	1,46 Aa	1,49 Aa	
Média	1,54 A	1,45 B	1,48 B	
0,10 - 0,20 m				
M ₁	1,62 Aa	1,43 Ba	1,42 Bb	1,49 a
M ₂	1,53 ABa	1,43 Ba	1,58 Aa	1,52 a
M ₃	1,58 Aa	1,37 Ba	1,44 Bb	1,46 a
M ₄	1,64 Aa	1,44 Ba	1,44 Bb	1,51 a
M ₅	1,55 Aa	1,46 Ba	1,44 Bb	1,48 a
Média	1,58 A	1,43 B	1,46 B	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Manejo - M1: Ceifa a cada florescimento e retirada da fitomassa; M2: Ceifa a cada florescimento e permanência da fitomassa; M3: Ceifa no florescimento e retirada da fitomassa; M4: Ceifa no florescimento e permanência da fitomassa; M5: Livre crescimento, sem ceifar. E1, E2 e E3: primeira, segunda e terceira época de semeadura do milheto, respectivamente.

Assim como para a primeira época de semeadura do milheto, a terceira época também apresentou maiores valores de densidade do solo na camada superficial, entre 0 e 0,05 m. Neste caso, a menor produção de matéria seca pelo milheto deve ter proporcionado menor proteção à camada superficial do solo nas fases de manejo da fitomassa do milheto e semeadura da soja, com conseqüente aumento nos valores de densidade do solo.

Com base no histórico da área percebe-se que toda área foi uniformizada anteriormente com soja no sistema convencional, por conseguinte, a resposta menor em massa de matéria seca do milheto é em função à sua sensibilidade ao fotoperíodo

ocorrendo o florescimento com menor número de dias após a semeadura (15-20 dias) e, conseqüentemente, produzindo menos massa de matéria seca.

Para a segunda época de semeadura do milho ocorreu uma combinação mais favorável de teor de água no solo (menor precipitação quando comparada com a primeira época de semeadura) e produção de massa de matéria seca do milho (maior quando comparada com a terceira época de semeadura). Conseqüentemente, os valores de densidade do solo foram significativamente menores para esta época de semeadura do milho.

Para a porosidade total do solo houve diferença estatística significativa entre as épocas de semeadura do milho nas camadas de 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m (Tabela 4). Em sistema de semeadura direta a porosidade do solo diminui superficialmente nos três primeiros anos de implantação do sistema e, somente a partir do quinto ano agrícola, esses parâmetros começam a se alterar, quando, então, pode-se considerar que o sistema está implantado, ou seja o efeito do tráfego não será tão nocivo ao solo como na ocasião da implantação do SSD, conforme comentam Corsini & Ferraud (1999). É importante enfatizar que o SSD, ao longo do tempo, poderá não mais ser tão suscetível à compactação pelo efeito do tráfego, principalmente se observadas as condições de umidade do solo no ato das operações.

Para a primeira época de semeadura do milho obtiveram-se menores valores de porosidade total nas camadas de 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m em relação às outras épocas. Para a camada superficial, entre 0-0,05 m, embora a diferença de porosidade total entre as épocas não seja significativa percebe-se uma tendência de maiores valores para a segunda época de semeadura do milho. Comparando-se os manejos da cultura do milho, para a segunda época de semeadura, na camada de 0,05-0,10 m, verifica-se que para o manejo M₁, com ceifa da fitomassa em todos os períodos de florescimento, o solo ficou por mais tempo descoberto do que para o manejo M₃, com apenas uma ceifa, o que protegeu, conseqüentemente, menos o solo contra o impacto direto das gotas de chuva (Siqueira et al., 1997), sendo que resultados semelhantes foram encontrados por esse autor, enfatizando em seu trabalho a importância da cobertura do solo e de plantas que proporcionem um bom aporte de fitomassa.

Tormena et al. (1998) enfatizam que a persistência da palha, em SSD, é de fundamental importância para que o solo apresente propriedades físicas adequadas. Os autores também concluíram que o milho, manejado com essa finalidade, mostrou resultados semelhantes ao manejo com outras gramíneas utilizadas como plantas de cobertura no sistema de semeadura direta.

Para as camadas estudadas pode-se verificar que os valores de grau de floculação foram menores para a E₃ (Tabela 5), tendo o manejo M₄ apresentado os maiores valores nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m.

Quanto mais tardia a época de semeadura, não sendo concomitante com a maior ocorrência de chuvas, menor será a produção de palhada (Salton & Hernani 1994) e, conseqüentemente, menor a contribuição para as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo.

A cobertura do solo, ou seja, a quantidade de palha que permaneceu nestes tratamentos, proporcionada pelo milho, e sua alternância com a soja, contribuíram para aumentar significativamente o grau de floculação das partículas do solo. No entanto, na camada superficial (0-0,05 m), embora na terceira época tenha produzido menor fitomassa em cobertura, o resultado do manejo M₄ foi significativo, contribuindo para uma melhoria significativa do grau de floculação das partículas do solo, diante dos demais sistemas de manejo estudados. Contudo, os maiores valores de grau de floculação foram

significativamente maiores para E₂ na camada de 0,10-0,20 m, com exceção dos tratamentos: E₁M₁, E₁M₄ e E₁M₅.

Tabela 4. Valores da porosidade total, nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, de um Nitossolo Vermelho, de acordo com o manejo da fitomassa e a época de semeadura do milheto.

Manejo da fitomassa	Época de semeadura			Média
	E ₁	E ₂	E ₃	
dm ³ dm ⁻³				
0 – 0,05 m				
M ₁	0,46 Aa	0,47 Aa	0,43 Aa	0,46 a
M ₂	0,44 Aa	0,51 Aa	0,46 Aa	0,47 a
M ₃	0,45 Aa	0,49 Aa	0,49 Aa	0,48 a
M ₄	0,47 Aa	0,52 Aa	0,47 Aa	0,49 a
M ₅	0,49 Aa	0,48 Aa	0,48 Aa	0,48 a
Média	0,47 A	0,49 A	0,47 A	
0,05 – 0,10 m				
M ₁	0,46 Aa	0,49 Ab	0,50 Aa	0,48 a
M ₂	0,46 Ba	0,51 Aab	0,46 ABa	0,48 a
M ₃	0,46 Ba	0,55 Aa	0,45 Ba	0,49 a
M ₄	0,46 Ba	0,51 Aab	0,49 ABa	0,49 a
M ₅	0,48 Aa	0,52 Aab	0,48 Aa	0,49 a
Média	0,46 B	0,52 A	0,48 A	
0,10 - 0,20 m				
M ₁	0,44 Aa	0,51 Aa	0,51 Aa	0,49 a
M ₂	0,45 Aa	0,51 Aa	0,45 Aa	0,47 a
M ₃	0,44 Ba	0,54 Aa	0,50 ABa	0,49 a
M ₄	0,44 Aa	0,46 Aa	0,48 Aa	0,45 a
M ₅	0,47 Aa	0,50 Aa	0,48 Aa	0,48 a
Média	0,44 B	0,50 A	0,48 A	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Manejo - M1: Ceifa a cada florescimento e retirada da fitomassa; M2: Ceifa a cada florescimento e permanência da fitomassa; M3: Ceifa no florescimento e retirada da fitomassa; M4: Ceifa no florescimento e permanência da fitomassa; M5: Livre crescimento, sem ceifar. E1, E2 e E3: primeira, segunda e terceira época de semeadura do milheto, respectivamente.

Quanto mais tardia a época de semeadura houve uma influência negativa no diâmetro médio ponderado dos agregados do solo, resultados que corroboram com os obtidos para o grau de flocculação, com maiores valores de argila dispersa e, conseqüentemente, menor flocculação das artículas de argila.

Como não foram observadas diferenças estatísticas significativas quanto ao teor de matéria orgânica do solo entre os tratamentos (Tabela 2), o maior índice de agregação obtido para a primeira época de semeadura do milheto pode ser atribuído à atuação das raízes das plantas. A primeira época de semeadura o solo permaneceu por um período

maior sob a influência das raízes das plantas de milho, o que pressupõe sua decomposição e uma provável contribuição no estoque de carbono orgânico.

Tabela 5. Valores do grau de flocculação de argila, nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, de um Nitossolo Vermelho, de acordo com o manejo da fitomassa e a época de semeadura do milho.

Manejo da fitomassa	Época de semeadura			Média
	E ₁	E ₂	E ₃	
%				
0 – 0,05 m				
M ₁	74 Aa	77 Aa	64 Aab	72 a
M ₂	66 Aba	73 Aa	50 Bb	63 a
M ₃	75 Aba	59 Aa	58 Bab	73 a
M ₄	56 Aa	62 Aa	75 Aa	65 a
M ₅	66 Aa	76 Aa	58 Aab	66 a
Média	67 AB	75 A	61 B	
0,05 – 0,10 m				
M ₁	67 Aa	81 Aa	68 Aa	72 a
M ₂	69 Aa	85 Aa	72 Aa	75 a
M ₃	72 Aa	83 Aa	70 Aa	75 a
M ₄	59 Aa	76 Aa	75 Aa	70 a
M ₅	79 Aa	90 Aa	52 Aa	73 a
Média	68 A	83 A	67 A	
0,10 - 0,20 m				
M ₁	84 Aa	96 Aa	65 Ba	82 a
M ₂	78 Ba	98 Aa	81 Ba	86 a
M ₃	78 Ba	96 Aa	64 Ba	79 a
M ₄	75 Aa	85 Aa	78 Aa	79 a
M ₅	91 Aa	98 Aa	68 Ba	86 a
Média	81 B	95 A	71 C	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Manejo - M1: Ceifa a cada florescimento e retirada da fitomassa; M2: Ceifa a cada florescimento e permanência da fitomassa; M3: Ceifa no florescimento e retirada da fitomassa; M4: Ceifa no florescimento e permanência da fitomassa; M5: Livre crescimento, sem ceifar. E1, E2 e E3: primeira, segunda e terceira época de semeadura do milho, respectivamente.

Para o diâmetro médio ponderado dos agregados do solo (Tabela 6) foram observadas diferenças estatísticas significativas para época de semeadura, para as camadas de 0-0,05 e 0,10-0,20 m, não levando em consideração os diferentes manejos da fitomassa.

Outro fator é o rápido crescimento do milho e, conseqüentemente, o residual de fitomassa com cortes únicos e sucessivos que recobre em maior ou menor intensidade a superfície do solo, além do que, a fitomassa em cobertura considerada foi resultante da produção de massa de matéria seca diferenciada dos tratamentos, com retirada ou permanência de palha. Todavia, outro aspecto que também pode ter influenciado a menor

cobertura proporcionada pelos manejos ao solo, é o baixo índice de precipitação, entre os meses de maio e agosto, reduzindo a rebrota do milheto, fato também observado por Seiffert & Barreto (1977) e Lemos et al. (2003). Ferraris & Norman (1976) destacam, também, a temperatura como fator climático importante, entretanto neste ano agrícola esta condição não foi limitante.

Tabela 6. Valores de diâmetro médio ponderado dos agregados, nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, de um Nitossolo Vermelho, de acordo com o manejo da fitomassa e a época de semeadura do milheto.

Manejo da fitomassa	Época de semeadura			Média
	E ₁	E ₂	E ₃	
mm				
0 – 0,05 m				
M ₁	4,83 Aa	4,58 Aa	4,32 Aa	4,57 a
M ₂	5,12 Aa	3,98 ABa	3,96 Ba	4,35 a
M ₃	4,80 Aa	4,65 Aa	4,01 Aa	4,48 a
M ₄	5,06 Aa	4,43 Aa	4,12 Aa	4,54 a
M ₅	5,09 Aa	3,88 Ba	4,14Aba	4,37 a
Média	4,98 A	4,30 B	4,11 B	
0,05 – 0,10 m				
M ₁	5,15 Aa	4,58 Aa	4,69 Aa	4,80 a
M ₂	5,26 Aa	4,68 Aa	4,46 Aa	4,80 a
M ₃	5,03 Aa	4,40 Aa	4,59 Aa	4,67 a
M ₄	5,16 Aa	4,72 Aa	4,36 Aa	4,75 a
M ₅	4,48 Aa	4,46 Aa	4,49 Aa	4,48 a
Média	5,02 A	4,57 A	4,52 A	
0,10 - 0,20 m				
M ₁	5,35 Aa	4,72 ABa	4,15 Ba	4,74 a
M ₂	4,85 Aa	4,82 Aa	4,41 Aa	4,69 a
M ₃	5,18 Aa	4,59 ABa	4,13 Ba	4,63 a
M ₄	5,17 Aa	4,90 ABa	4,34 Ba	4,80 a
M ₅	5,11 Aa	4,55 Aa	4,51 Aa	4,73 a
Média	5,13 A	4,72 B	4,31 C	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Manejo - M1: Ceifa a cada florescimento e retirada da fitomassa; M2: Ceifa a cada florescimento e permanência da fitomassa; M3: Ceifa no florescimento e retirada da fitomassa; M4: Ceifa no florescimento e permanência da fitomassa; M5: Livre crescimento, sem ceifar. E1, E2 e E3: primeira, segunda e terceira época de semeadura do milheto, respectivamente.

A Tabela 7 apresenta os componentes avaliados para as plantas estudadas, a massa de matéria seca e a produtividade da soja. Para os sistemas de manejo da fitomassa do milheto também foram encontradas diferenças estatísticas significativas. Os tratamentos M₁ e M₃, para as três épocas de semeadura do milheto, forneceram menor quantidade de fitomassa, pois as mesmas foram retiradas por ocasião das ceifas, restando apenas as rebrotas que permaneceram no manejo final, antes da instalação da soja. Os tratamentos da

época E₃ são os que apresentaram as menores quantidades de fitomassa, em função do menor ciclo atingido pelo milho, que foi semeado mais tardiamente, evidenciando a influência do fotoperíodo, pois se trata de uma planta de dia curto.

Quando a época de semeadura é favorável, com relação a condições climáticas, são nítidas as diferenças entre os sistemas de manejo do milho. Os sistemas de manejo com permanência da fitomassa diferiram estatisticamente daqueles com retirada, justamente nas duas primeiras épocas de semeadura do milho. Entretanto, essas diferenças quanto a quantidade de fitomassa de milho entre os tratamentos não refletiram em alterações no desenvolvimento da cultura subsequente, ou seja, da soja, conforme pode ser constatado na Tabela 7. Isto demonstra que a fitomassa em cobertura do milho proporcionou condições adequadas para o crescimento das plantas de soja homogeneamente, nas diferentes condições em que se manejou anteriormente a fitomassa.

Embora a fitomassa do milho, deixada como cobertura sobre o solo, tenha mostrado diferença significativa entre os manejos estudados, não houve ganhos significativos em produtividade da soja, pois, possivelmente, no primeiro ano de semeadura direta este efeito dificilmente é verificado imediatamente. Percebe-se um maior rendimento de grãos para os manejos com permanência da fitomassa, que poderá vir a resultar em diferenças significativas com a estabilização do sistema de semeadura direta.

Tabela 7. Fitomassa em cobertura do milho e produtividade da soja em diferentes épocas de semeadura e manejos da fitomassa do milho.

Manejo da fitomassa	Produção de fitomassa do milho (t ha ⁻¹)				Produtividade da soja (t ha ⁻¹)			
	E ₁	E ₂	E ₃	Média	E ₁	E ₂	E ₃	Média
M ₁	3,26 Ac	2,04 Ac	2,86 Ab	2,72 c	2,57 Aa	2,03 Aa	2,81 Aa	2,47 a
M ₂	18,42 Aa	16,14 Aa	10,45 Ba	15,00 a	2,92 Aa	2,58 Aa	3,15 Aa	2,88 a
M ₃	7,49 Bb	11,44 Ab	3,05 Cb	7,33 b	2,90 Aa	2,64 Aa	3,00 Aa	2,84 a
M ₄	14,98 Aa	4,39Aab	11,31 Ba	13,56 a	3,44 Aa	2,83 Aa	3,04 Aa	3,10 a
M ₅	15,68 Aa	11,75 Ab	7,29 Ba	11,57 a	3,34 Aa	2,18 Aa	2,92 Aa	2,82 a
Média	11,97 A	11,15 A	6,99 B		3,03 A	2,45 A	2,99 A	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Manejo - M1: Ceifa a cada florescimento e retirada da fitomassa; M2: Ceifa a cada florescimento e permanência da fitomassa; M3: Ceifa no florescimento e retirada da fitomassa; M4: Ceifa no florescimento e permanência da fitomassa; M5: Livre crescimento, sem ceifar. E1, E2 e E3: primeira, segunda e terceira época de semeadura do milho, respectivamente.

6 CONCLUSÕES

A época E₂ de semeadura do milho apresentou melhor qualidade física do solo enquanto que a época E₃ de semeadura do milho resultou em menores valores de grau de floculação e de diâmetro médio ponderado dos agregados.

A época E₃ de semeadura do milho apresentou menor produtividade de fitomassa.

Os sistemas de manejo da fitomassa do milho não alteraram a produtividade da cultura da soja na implantação do sistema de semeadura direta nas condições estudadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, O.M. et al. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.3, p.293-297, 1986.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeito de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.289-298, 1999.

DECHEN, S.C.F.; LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O.M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, n.2, p.133-137, 1981.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina, IAPAR, 1992. 78p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, 1999. 412p.

FERRARIS, R.; NORMAN, M.J.T. Factors affecting the regrowth of *Pennisetum americanum* under frequent defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.27, n.8, p.365-371, 1976.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Divisão de Minas e Energia Aplicada**. Mapa Geológico do Estado de São Paulo (escala 1:500.000), 1981.

LANDERS, J. N. **Fascículos de experiência de plantio direto no cerrado**. Goiânia, APDC, 1995. 261p.

LEMOS, L.B. et al. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milheto sobre a soja em sucessão em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p.405-415. 2003.

LOPES, P.R.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.11, n.1, p.71-75, 1987.

LUCARELLI, J.R.F. **Alterações em características de um latossolo roxo submetido a diferentes sistemas de manejo**. Campinas. 1997. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Concentração em Água e Solo). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

PEREIRA, J.A.R. **Cultivo de espécies visando a obtenção de cobertura vegetal do solo**

na entressafra da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no cerrado. 1990. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Área de Concentração em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

RAIJ, van B.; QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico**, Campinas, n.81, 1993.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C. Cultivos de primavera: alternativa para produção de palha no Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10, 1994, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: SBCS, 1994. p.248-249.

SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. **Milheto – alternativa para cobertura do solo e alimentação animal**. Dourados: EMBRAPA. 1997. Folheto.

SEIFFERT, N.F.; BARRETO, I.L. Forrageiras para ensilagem. I.Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* sp.) e milheto (*Pennisetum americanum* Schum) na região da depressão central do Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, v.13, p.205-214, 1977.

SILVA, I.F. et al. Efeito de diferentes coberturas vegetais e de práticas conservacionistas no controle da erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, n.3, p.289-292, 1986.

SIQUEIRA, R.; BOLLER, W.; GAMERO, C.A. Capacidade de trabalho e consumo de combustível na trituração de três coberturas vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997 (um CD ROM).

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.22, n.2, p.301-309, 1998.

VIEIRA, M.J.; MUZZILI, O. Características físicas de um latossolo vermelho escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.7, p.873-882, 1984.