

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO EM SISTEMAS
DE CULTIVO E PRODUTIVIDADE DO MILHO E DA SOJA**

Fabiana de Souza Pereira

Engenheira Agrônoma

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO EM SISTEMAS
DE CULTIVO E PRODUTIVIDADE DO MILHO E DA SOJA**

Fabiana de Souza Pereira

Orientador: Prof. Dr. Itamar Andrioli

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

2013

P436q Pereira, Fabiana Souza de
Qualidade física e química do solo em sistemas de cultivo e
produtividade do milho e da soja / Fabiana de Souza Pereira. –
Jaboticabal, 2013
xiv, 58 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Itamar Andrioli
Banca examinadora: Ricardo Falqueto Jorge, Amauri Nelson
Beutler, José Frederico Centurion, Renato de Mello Prado

Bibliografia

1. Plantas de cobertura. 2. Propriedades físicas do solo. 3. Matéria
seca I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 631.425

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da
Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de
Jaboticabal.

Certificado Aprovação

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FABIANA DE SOUZA PEREIRA – Filha de Geraldo de Souza Pereira e Helena Maria dos Santos Souza, nasceu no dia 20 de março do ano de 1978, em Ipameri – GO. cursou o Ensino Médio na Escola Estadual Professor Eduardo Mancini, no período de 1993 a 1996. Em julho de 2000, ingressou no curso de Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, e em agosto de 2005, obteve o título de Engenheira Agrônoma. Iniciou em março de 2007 o curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal – SP. No dia 29 de maio de 2009, submeteu-se à banca para a defesa da dissertação e obteve o título de Mestre em Agronomia. Ingressou no curso de Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal SP em agosto de 2009 e submeteu-se à banca para a defesa da tese e obteve o título de Doutora em Agronomia dia 15 de março de 2013.

*Para os montes levanto os olhos:
De onde me virá socorro?
O meu socorro virá do Senhor,
Criador do céu e da terra.
Ele não permitirá que teus pés resvalem;
Não dormirá aquele que te guarda.
Não, não há de dormir, nem adormecer
O guarda de Israel.
O Senhor é teu guarda,
O Senhor é teu abrigo, sempre ao teu lado.
De dia, o sol não te fará mal;
Nem a lua durante a noite.
O Senhor te resguardará de todo o mal;
Ele velará sobre tua alma.
O Senhor guardará os teus passos,
Agora e para todo o sempre.*

Cântico das peregrinações

Aos meus amados pais, Geraldo de Souza Pereira e Helena Maria dos Santos Souza, e aos meus irmãos Fabio, Fausto e Faber por sempre me apoiarem e incentivarem em todas as etapas da minha vida,

DEDICO

À minha família que é a base da minha vida, obrigada por vocês existirem e fazer parte da minha vida,

OFEREÇO

A Deus

AGRADEÇO E LOUVO SEMPRE

AGRADECIMENTOS

A Deus agradeço a tudo na vida, sem ele eu jamais teria chegado aqui;

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, pela oportunidade oferecida;

Ao professor Dr. Itamar Andrioli, pela orientação, oportunidade, incentivo e amizade, que tanto contribuíram para a minha formação profissional;

Aos professores Dr. José Frederico Centurion, Dr. José Carlos Barbosa, Dr. William Natale e Dr. Renato de Mello Prado pela participação no Exame Geral de Qualificação e pelas sugestões, conselhos, ensinamentos e valiosas contribuições no aprimoramento deste trabalho;

A todos os docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia da FCAV/Unesp, pela atenção e pelos conhecimentos transmitidos, os quais contribuíram para a minha formação profissional;

A todos meus familiares, em especial meus amados pais, Geraldo de Souza Pereira e Helena Maria dos Santos Souza, pelo exemplo de luta, carinho e apoio nesta caminhada, minhas palavras são poucas para agradecer e demonstrar meu amor por vocês, vocês são minha vida;

Aos meus queridos e amados irmãos Fabio, Fausto e Faber por existirem e fazer parte da minha vida, vocês são meus heróis, minha vida;

As minhas queridas cunhadas Michelle e Gleciely, que na verdade são minhas irmãs, muito obrigada pelo carinho e atenção;

Aos meus sobrinhos Matheus, Ana Laura e Maluzinha, a tia ama vocês!

Ao meu namorado Fábio Enrique Marconato, por todo carinho, apoio e companheirismo em todos os momentos;

Às minhas amigas, irmãs e companheiras de todas as horas Amanda Hernandez Stéfani, Cinara Xavier de Almeida Falqueto e Liliam Silvia Cândido, os momentos que vivemos juntas ficarão guardados para sempre no meu coração. (O quarteto fantástico jamais será esquecido!)

Aos meus grandes amigos Paula Regina de Oliveira, Sísara Rocha Oliveira, Alba Leonor, Gisele Sales Batista, Adriana Figueiredo, Juliana Castoldi, Ricardo Falqueto, Eurico Lucas Neto, Anderson Luiz Feltrim, Anderson Morello, Marcus André, Leandro Rossato, Valdeci Orioli, Saulo Strazeio, Adolfo Valente, Rony Barbosa e Thiago Barros por todo carinho, companheirismo e, sobretudo à imensa amizade;

A todos os amigos e colegas de Pós-Graduação, pelos ensinamentos, companheirismo e esforços não medidos durante o convívio;

A todos os funcionários do Departamento de Solos e Adubos, pelos auxílios e pela amizade, em especial à Célia Regina Muniz, Maria Inês Bueno, Luis Souza, Mauro Alves, Cláudia Campos, Dejair Silva, Ademir Silva, Orivaldo Gomes, Cristiano Ferreira e Anderson Morello da Silva;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção, pela ajuda e atenção recebida;

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação e aos funcionários da Biblioteca da FCAV/Unesp pela presteza, atendimento e auxílio;

A todos os familiares, amigos, colegas e companheiros de pesquisa, que estando presentes ou não, sempre torceram pelo meu sucesso e sempre me incentivaram, e também pela amizade durante esta caminhada;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Muito Obrigada!!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. SISTEMAS DE CULTIVO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO...	4
2.2. SISTEMAS DE CULTIVO NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO	8
2.3. SISTEMAS DE CULTIVO, PRODUÇÃO DE BIOMASSA E	
PRODUTIVIDADE DO MILHO E DA SOJA.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÕES	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Resultados das análises químicas em camadas antes da instalação do experimento.....	13
TABELA 2. Resultados da análise física do solo referente ao ano agrícola 2008/2009.....	14
TABELA 3. Sistemas de plantio utilizados no experimento no experimento durante os anos agrícolas.....	16
TABELA 4. Valores de matéria seca total dos sistemas de cultivo para os anos 2009, 2010 e 2011.....	21
TABELA 5. Valores médios de pH do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.....	24
TABELA 6. Valores médios de matéria orgânica do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	25
TABELA 7. Valores médios de fósforo do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	26
TABELA 8 Valores médios de potássio do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	27
TABELA 9. Valores médios de cálcio do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	28
TABELA 10. Valores médios de magnésio do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	29

TABELA 11. Valores médios de H + Al do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	30
TABELA 12. Valores médios de Soma de bases do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	31
TABELA 13. Valores médios de Capacidade de troca catiônica do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	32
TABELA 14. Valores médios de V% do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012	33
TABELA 15. Valores de macro e microporosidade de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo.....	35
TABELA 16. Valores de porosidade total e densidade do solo de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo	38
TABELA 17. Valores de diâmetro médio geométrico e ponderado de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo	40
TABELA 18. Valores de resistência à penetração e índice S de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo.....	42
TABELA 19. Produtividade em Kg ha ⁻¹ da soja, milho safrinha e safra nos anos agrícolas de 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012.....	46

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1. Valores mensais de precipitação nos anos de 2009, 2010 e 2011.....	17
FIGURA 2. Curvas de retenção de água de um Latossolo Vermelho em sistemas de cultivo nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m.....	44

QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO EM SISTEMAS DE CULTIVO E PRODUTIVIDADE DO MILHO E DA SOJA

RESUMO – A preservação dos solos agrícolas pela adoção de sistemas adequados de uso e manejo é essencial para a sua conservação, contribuindo para a manutenção da produtividade das culturas. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade física e química do solo, submetido a sistemas de cultivo, que proporcionam variações no aporte de material orgânico, avaliando as interferências desses sistemas na produtividade da cultura do milho e da soja, durante três anos. O experimento foi instalado de acordo com um delineamento de classificação hierárquica, com 12 tratamentos e quatro repetições. Sendo quatro níveis do fator A [crotalária (A1), milho (A2), grade (A3) e lablab (A4)] e três níveis de B (sistemas de cultivos) (SC) dentro de cada nível de A. Níveis de B dentro de A1 – Crotalária: (crotalária/milho) (SC1), (milho/soja) (SC2), (milho/braquiária/soja) (SC3), B dentro de A2 – Milheto: (milheto/milho) (SC4), (milho/soja) (SC5), (milho/braquiária/soja) (SC6), B dentro de A3 – Grade: (grade/milho/soja) (SC7), (milho/soja/direto) (SC8), (milho/braquiária/soja) (SC9) e B dentro de A4 – Lablab: (lablab/milho) (SC10), (milho/soja) (SC11), (milho/braquiária/soja) (SC12). A produtividade de matéria seca total da parte aérea das plantas dos sistemas de cultivo estudados foram maiores, nos tratamentos SC3, SC6 e SC9 que continham braquiária. Houve um incremento de matéria orgânica e fósforo. Houve aumento da microporosidade e da densidade do solo em relação ao estudo anterior. O solo da área apresentou boa qualidade física avaliada pela resistência do solo à penetração e índice S. A cultura do milho e da soja apresentaram ótimas produtividades.

Palavras-chave: plantas de cobertura, propriedades físicas do solo, matéria seca.

QUALITY AND PHYSICAL CHEMISTRY OF SOIL IN FARMING SYSTEMS AND PRODUCTIVITY OF CORN AND SOYBEAN

SUMMARY – The preservation of agricultural land through the adoption of appropriate use and management is essential for their conservation, thereby contributing to increased crop yields. The present study aimed to evaluate the physical and chemical quality of the soil, subjected to cropping systems that provide variations in the input of organic material, evaluating the performance of these systems interference productivity of corn and soybeans after three years of the experiment. The experiment was carried out according to a randomized hierarchical classification, with 12 treatments and four replications, constituting 48 plots, four levels of factor A [Crotalaria (A1), Millet (A2), Grade (A3) and Lablab (A4)] and three levels of B (cropping systems) (SC) within each level of A. The combination of the four levels of factor B, is 12 treatments. The yield of total dry matter of the aerial part of the cropping systems studied were higher in treatments containing brachiaria. There was an increase of organic matter and phosphorus. There was an increase in microporosity and soil bulk density compared to the previous study. The soil showed good physical quality assessed by resistance to penetration and index S. The corn and soybeans had great yields.

Keywords: cover crops, soil physical properties, dry matter.

1. INTRODUÇÃO

A consolidação de uma agricultura racional, lucrativa e sustentável depende do reconhecimento da fragilidade do ecossistema modificado pelo homem para a realização dessa atividade econômica. Sendo assim, o emprego de técnicas e tecnologias apropriadas, bem como o desenvolvimento de novas alternativas agrícolas fundamentadas no enfoque sistêmico e na utilização racional de técnicas agrônômicas, poderiam auxiliar na busca do tipo de agricultura almejada (TSUMANUMA, 2004).

A qualidade física dos solos agrícolas pode ser afetada pelo sistema de manejo, sendo a magnitude das alterações dependente do tempo de uso do solo e das condições edafoclimáticas (COSTA et al., 2003). O uso intensivo do solo promove modificações nos atributos físicos, principalmente na estrutura, que durante vários anos pode degradar os solos, reduzindo a produtividade e aumentando os custos de produção, refletindo assim na diminuição da qualidade física do solo.

A degradação das propriedades físicas do solo é um dos principais processos responsáveis pela perda da qualidade estrutural e do aumento da erosão hídrica. Algumas práticas culturais e de manejo provocam alterações nas propriedades do solo, principalmente em suas características estruturais. Tais alterações podem manifestar-se de várias maneiras, influenciando o desenvolvimento das plantas. Desta forma, o solo submetido ao cultivo tende a perder a sua estrutura original, pelo fracionamento dos agregados em unidades menores, com conseqüente redução no volume de macroporos e aumentos no volume de microporos e na densidade do solo (BERTOL, 2001).

As características físicas são modificadas de acordo com o sistema radicular da espécie, além do tipo e quantidade da manta depositada, enquanto que as químicas são afetadas de acordo com a dinâmica dos nutrientes no solo, devido à absorção pelas plantas, e pela matéria orgânica.

A preservação dos solos agrícolas através da adoção de sistemas adequados de uso e manejo é essencial para a sua conservação, contribuindo assim para o aumento da produtividade das culturas. A utilização de plantas de cobertura na forma de adubo verde é caracterizada como alternativa para o manejo sustentável

dos solos (ALVARENGA et al. 2001). No entanto, o emprego de plantas de cobertura no sistema plantio direto implica no conhecimento de espécies que apresentam adequada produção de biomassa, adequada proteção física do solo e fornecimento de nutrientes através da palhada remanescente de seu cultivo (NUNES et al., 2006).

O plantio direto não deve ser visto como uma receita universal, mas sim como um sistema que deve ser adaptado às condições de cada região. Nas regiões Norte e Nordeste do Estado de São Paulo, por exemplo, esta prática ainda é pouco funcional, devido ao predomínio de altas temperaturas que dificultam o acúmulo de resíduos e a formação de cobertura morta, graças à aceleração nas atividades dos microorganismos. Sem cobertura o solo se adensa mais facilmente, retém menor quantidade de água, atinge facilmente altas temperaturas e fica mais suscetível à erosão, comprometendo todo o sistema.

Uma das soluções para estes problemas consiste no uso de plantas de cobertura, utilizadas também como adubação verde. Estas têm como objetivo final melhorar a capacidade produtiva do solo, através de todos os seus efeitos, melhorando assim a produtividade das culturas comerciais.

As plantas de cobertura são capazes de produzir grande quantidade de fitomassa, contribuindo para a formação de uma palhada sobre o solo, que aumenta a retenção de água e diminui sua perda por evaporação, além disso, reduz a variação de temperatura, o impacto das gotas de chuva e os efeitos da erosão. Também tem efeito nas propriedades químicas do solo graças à reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, principalmente as espécies de sistema radicular profundo, diminuindo, ainda, as perdas de nutrientes por lixiviação.

As regiões norte e nordeste do Estado de São Paulo, bem como a região do Cerrado que abrange outros estados, apresentam inverno seco, o que compromete o cultivo de plantas de cobertura com finalidade de produção de fitomassa e melhoria das propriedades físicas do solo, da forma que tem sido realizado com sucesso no Sul do País.

Segundo Andrioli (2004), uma das alternativas é o plantio de espécies de cobertura no início da primavera (setembro), antes da cultura principal, no início do período das chuvas. Além da produção de fitomassa, que viabiliza o sistema plantio

direto, plantas de cobertura cultivadas em pré-safra, quando leguminosas, podem fornecer nitrogênio e aumentar a produtividade de milho.

Sistemas de produção fundamentados em consórcio de espécies são utilizados há séculos, pelos agricultores. O sistema consorciado tem apresentado maior estabilidade à produção pelo fato de assegurar maior grau de diversificação, apresentando geralmente menor incidência de pragas e doenças, por oferecer substrato descontínuo a estes organismos (TSUMANUMA, 2004).

Neste contexto destaca-se o emprego de braquiárias como cobertura morta no desenvolvimento e produtividade de culturas proveniente de tecnologia difundida pela Embrapa/Arroz e Feijão e colaboradores, caracterizado de Sistema Santa Fé. Esse sistema fundamenta-se na produção consorciada com culturas de grãos (milho, sorgo, arroz de terras altas e soja) com forrageiras, principalmente uma ou duas culturas solteiras por ano e uma última, a safrinha, que consiste em consórcio de uma cultura de ciclo precoce com uma gramínea forrageira.

Trabalhos com o cultivo consorciado de milho e *Brachiaria brizantha* demonstram a viabilidade deste sistema de produção. A braquiária se destaca pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo. Segundo Bernardes (2003), esta forrageira já é difundida e aceita pelos produtores rurais, o que facilita a sua adoção para a produção de massa para a cobertura do solo, em sistema plantio direto.

Um dos grandes desafios, nas regiões tropicais, é desenvolver sistemas agropecuários que possam manter a alta produtividade e a boa qualidade do solo. É importante que o uso do solo possa ocorrer baseado em práticas que estejam de acordo com a capacidade de oferta, de modo a preservar o potencial produtivo e ambiental, mantendo a estabilidade do sistema sem a necessidade de uma recuperação futura. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade física e química do solo submetido a sistemas de cultivo, que proporcionam variações no aporte de material orgânico, avaliando as interferências desses sistemas na produtividade da cultura do milho e da soja, durante três anos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas de cultivo nas propriedades físicas do solo

Na agricultura, procura-se desenvolver e adotar manejos e tecnologias que contribuam para a sustentabilidade dos agroecossistemas. Essa contribuição pode e deve ser monitorada por meio de indicadores de qualidade do solo, os quais devem ser integradores de processos e relacionarem-se claramente com funções do solo (REINERT, 2006).

O uso de um determinado solo e o manejo que é dado a este, afetam em maior ou menor grau as suas propriedades físicas, entre elas a densidade, porosidade e resistência à penetração. Saber como estas propriedades físicas são influenciadas pelo seu uso e manejo é fundamental pois permite inferir sobre a produtividade e sobre a capacidade de uso destes solos, permitindo a adoção de formas de uso e manejo visando manter suas propriedades. Isto é fundamental para a definição de possíveis restrições ao desenvolvimento das plantas, pois são indicativos da qualidade do solo.

Estudando quatro rotações: coquetel de adubos verdes, milho safrinha, trigo (*Triticum aestivum* L.) e aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), Laurani et al. (2004) verificaram que, independentemente da rotação, os maiores valores de densidade são observados na camada de 0-0,2 m. Os autores inferem que, com as rotações, não se alteram a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo.

Em um trabalho realizado por Costa et al. (2009) em Santa Catarina em um Cambissolo Húmico alumínico, em área com pastagem nativa pastejada por nove anos, observou-se que o preparo do solo com arado ou escarificador foi o fator que mais modificou as propriedades do solo, reduziu o teor de carbono orgânico total (COT), a estabilidade dos agregados, a densidade e a umidade e aumentou a porosidade total, a macroporosidade e a capacidade de aeração do solo, comparado ao sistema de plantio direto, no qual os efeitos do manejo da pastagem não modificaram as propriedades físicas do solo.

Bertol et al. (2004) estudaram, em um Cambissolo Húmico alumínico, de maio de 1995 a abril de 2001, sendo os tratamentos: preparo convencional com uma aração + duas gradagens em rotação de culturas (PCR) e em sucessão (PCS), plantio direto em rotação de culturas (SDR) e em sucessão (SDS) e campo nativo (CN). A sequência de cultivo nos tratamentos foi: PCR - feijão/pousio/milho/pousio/soja/pousio; PCS - milho/pousio/milho/pousio/milho/pousio; SDR - feijão/aveia/milho/nabo/soja/ervilhaca e, na SDS, milho/ervilhaca/milho/ervilhaca/milho/ervilhaca. No CN, a área foi pastejada até o momento da instalação do experimento, permanecendo em pousio com roçadas periódicas. Na camada de 0-10 cm, a densidade do solo foi maior na SDS e SDR comparando PCS e PCR, enquanto o volume total de poros e de macroporos foi igual na SDS e SDR, em relação ao CN. Nessa camada, a relação volume de macroporos/total de poros foi maior no PCS e PCR do que na SDS, SDR e CN. Na média das camadas estudadas, o teor de carbono orgânico e a estabilidade dos agregados foram maiores na SDS, SDR e CN do que no PCS e PCR. Culturas não influenciaram as propriedades físicas do solo.

Silva et al. (2008), estudando sistemas de manejo do solo: grade pesada, escarificador e plantio direto, e nas subparcelas seis sucessões implantadas: milho, milho + mucuna-preta, milho + braquiária, soja, arroz e *Crotalaria juncea*. A cultura do feijão foi semeada após a colheita/manejo das plantas cultivadas no verão e independentemente do manejo constituem adequadas opções de sucessão de culturas, mediante alta produção de massa seca e recobrimento do solo. No plantio direto, comparado aos demais sistemas de manejo houve compactação na camada superficial, mediante redução da macroporosidade. Com exceção da macroporosidade na camada mais superficial (0-0,1m), as propriedades umidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo não foram influenciadas pelos sistemas de manejo do solo.

Com o objetivo de se avaliar o efeito de culturas de cobertura nos atributos físicos do solo, Silva et al. (2010), realizaram um trabalho em um Latossolo Vermelho distroférico, em área há oito anos sob plantio direto. Foram avaliadas as culturas girassol (*Helianthus annuus* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth), consórcio de crotalária e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e

consórcio de aveia preta, ervilhaca peluda e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg), sucedendo a soja e como antecessoras do milho. As culturas de girassol, crotalária e o consórcio aveia preta mais crotalária proporcionaram maiores teores de COT. Valores de macroporosidade e porosidade total aumentaram na camada superficial enquanto os valores de densidade do solo e de microporosidade foram menores nessa camada. Os consórcios entre aveia preta+ervilhaca peluda+nabo forrageiro e, da aveia preta+crotalária possibilitam maior cobertura e permanência da palha sobre o solo.

Santos et al. (2011) em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), em comparação à pastagem contínua e ao cerrado nativo, verificaram que os sistemas de cultivo provocaram impacto nos atributos físico-hídricos, na camada 0-0,20 m. O cultivo contínuo de pastagem proporcionou a melhor qualidade física do solo. Na comparação entre os anos, apenas o sistema de preparo convencional do solo mostrou incremento na densidade e redução na porosidade do solo. A pastagem em rotação no sistema ILP, mesmo após quatro anos, reduziu a qualidade física do solo em comparação à pastagem contínua.

Prado et al. (2002), em um trabalho avaliando alterações na resistência à penetração e na densidade do solo em razão de sistemas de preparo do solo, observaram que os sistemas de preparo afetaram significativamente a resistência à penetração e a densidade do solo.

Wohlenberg et al. (2004) realizaram um estudo onde foi determinado ao longo do tempo, a influência de sistemas de culturas, de cobertura do solo e do teor de matéria orgânica sobre a agregação de um Argissolo Vermelho-Amarelo em seu estado natural e sob rotação e sucessão de culturas. Verificou-se que a maior estabilidade estrutural ocorreu no solo sob campo natural e a menor em solo descoberto, em virtude do intenso preparo do solo e da redução do teor de matéria orgânica, aumentando os agregados de menor tamanho. Verificou-se também que as sequências de culturas influenciaram diretamente na agregação do solo, dependendo da época do ano e tempo de estabelecimento dos sistemas de culturas.

Pereira et al. (2011), em um estudo avaliando a agregação de um Latossolo Vermelho distrófico, submetido a sistemas de manejo sem e com a inclusão de plantas de cobertura em pré-safra, durante 11 anos, observaram que os sistemas

conservacionistas, apresentaram maiores valores de diâmetro médio ponderado e geométrico dos agregados.

Beutler et al. (2001), realizaram um estudo que teve por objetivo avaliar a agregação de um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de manejo na região dos cerrados. Dentre os sistemas estudados, a semeadura direta foi o que apresentou a maior percentagem de agregados na classe $> 2\text{mm}$, menores nas classes $< 2\text{ mm}$ e $< 1\text{mm}$ e maior diâmetro médio geométrico dos agregados na camada superficial (0-0,05 m).

Sousa Neto et al. (2008) realizaram um estudo para avaliar os atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico em sistemas de manejo que incluem plantas de cobertura cultivadas em pré-safra. Verificou-se que as plantas de cobertura no sistema de semeadura direta promoveram maior estabilidade de agregados e maior densidade do solo na camada superficial, sem alteração do conteúdo de água disponível às plantas.

Pereira et al. (2011) em um estudo realizado com o objetivo de avaliar o parâmetro S como indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico, submetido a sistemas de manejo sem ou com a inclusão de plantas de cobertura em pré-safra, verificou que nenhum dos sistemas de manejo estudados apresentaram valores de índice S menores que 0,035.

Tormena et al. (2008) em sistemas de plantio direto e de preparo convencional do solo, verificaram que o índice S diferenciou os sistemas de preparo e posições de amostragem, sendo que no sistema de plantio direto foi menor que no sistema de convencional independente das posições de amostragem linha e entrelinha. O valor de S diminuiu com o aumento da densidade do solo, indicando a redução da qualidade física, associada à compactação do mesmo.

Silva et al. (2008) verificaram que a área de mata nativa apresentou melhor qualidade física do solo determinada pelo índice S, em relação às áreas de plantio direto.

Marchão et al. (2007) verificaram que o índice S variou em função do sistema de integração lavoura-pecuária e da profundidade de amostragem, demonstrando ser um índice sensível às alterações na estrutura do solo.

2.2 Sistemas de cultivo nas propriedades químicas do solo

A qualidade do solo se relaciona com sua capacidade em desempenhar funções que interferem na produtividade de plantas, animais e no ambiente, podendo mudar com o passar do tempo em decorrência de eventos naturais ou uso humano (SSSA, 1995).

A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo seu efeito nas propriedades químicas e biológicas do mesmo (DORAN; PARKIN, 1994). O manejo do solo se constitui de práticas indispensáveis ao bom desenvolvimento das culturas e compreende um conjunto de técnicas que, utilizadas racionalmente, contribuem para alcançar altas produtividades, mas, se mal utilizadas, podem levar à redução da capacidade produtiva dos solos em curto prazo (MEDEIROS et al. 2001).

O conhecimento das características químicas dos solos e as suas implicações em seu manejo são de grande importância para a prática de agricultura tecnificada, pois, solos com diferentes propriedades químicas irão se comportar de modo diferente sob o mesmo sistema de manejo, o que pode interferir na produção das culturas.

O SPD, em comparação com o preparo convencional, tem efeitos positivos sobre as propriedades químicas mais importantes do solo. Sob o SPD, registram-se maiores valores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e também maiores valores de pH, ao passo que a saturação do alumínio se torna mais baixa (SIDIRAS; PAVAN, 1985). A importância da matéria orgânica nos solos é abrangente. Sua atuação ocorre tanto na melhoria das condições físicas, quanto nas propriedades químicas e físico-químicas, no fornecimento de nutrientes às plantas e na maior capacidade de troca catiônica do solo (CTC), além de proporcionar um ambiente adequado ao estabelecimento e à atividade da microbiota.

Em um trabalho realizado por Torres et al.(1988) e Altmann (2001), foram avaliadas características químicas do solo, após seis anos de cultivo em quatro sistemas de preparo: plantio direto; convencional com arado de disco, grade pesada e escarificador, seguido de duas gradagens niveladoras, em quatro profundidades. Observou-se que o pH não sofreu variação em função do sistema de preparo.

Maria (2003) observou que no plantio direto houve concentração de fósforo na camada superficial do solo (0-7 cm), sendo que o arado de disco foi o implemento que distribuiu melhor o fósforo no solo. Os teores de potássio, na profundidade de 0-0,07 m, foram maiores no sistema plantio direto, convencional com grade pesada e escarificador. A distribuição do cálcio foi uniforme nos quatro sistemas até os 21 cm, sendo observada a mesma tendência para o magnésio.

Portugal et al. (2010), avaliaram as alterações em propriedades químicas. Os sistemas agrícolas com laranjeira e cana melhoraram a condição química do solo, aumentando os teores de nutrientes e diminuindo o Al^{3+} do complexo de troca, porém apresentaram redução dos teores de MO.

Ferreira et al. (2009) em um estudo avaliando as concentrações do K do solo em um sistema ILP, em plantio direto, com diferentes intensidades de pastejo (aveia-preta + azevém) de bovinos no inverno e a cultura da soja cultivada no verão. O experimento foi iniciado em maio de 2001 em área pertencente à Fazenda do Espinilho, localizada no município de São Miguel das Missões – RS, em Latossolo Vermelho distroférrico que vinha sendo cultivado em plantio direto desde 1991. Os tratamentos constaram de intensidades de pastejo: 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m de altura do pasto e um tratamento sem pastejo. Os teores de K disponível eram originalmente altos e assim se mantiveram ao longo do tempo, independentemente do tratamento de pastejo. Em todas as situações houve a formação de gradiente decrescente de concentração de K a partir da superfície sendo maior após pastagem que após soja. A ausência do pastejo, apesar de propiciar menor ciclagem de K, resultou em maiores teores do nutriente no solo, em relação às áreas com animais, especialmente aquelas intensamente pastejadas, devido às perdas causadas, provavelmente, pelas excretas.

2.3 Sistemas de cultivo, produção de biomassa e produtividade do milho e da soja

A proteção da superfície do solo com resíduos vegetais é um dos meios mais eficazes de reduzir as perdas por erosão, devido à diminuição do impacto das gotas

de chuva sobre o solo, redução no selamento dos poros e na velocidade de escoamento da enxurrada e, aumento na infiltração de água. Tal proteção pode ser obtida utilizando-se de plantas de cobertura que são espécies empregadas com o objetivo de produzir fitomassa, sendo seus resíduos mantidos na superfície do solo para a formação de cobertura morta, contribuindo para aumentar a eficiência do sistema plantio direto.

Os resíduos produzidos pelas culturas comerciais, geralmente, são insuficientes para produzir uma boa cobertura do solo. Portanto, é necessário introduzir ao sistema, plantas capazes de produzir grande quantidade de fitomassa com rápido desenvolvimento inicial e ciclo curto, para que possa ser utilizadas nos sistemas de rotação de culturas e, também, que seus resíduos não sejam decompostos rapidamente, de modo que o solo permaneça coberto o maior tempo possível (PELÁ, 2002). Sendo assim, as espécies utilizadas para cobertura do solo deverão possuir certos atributos, tais como o de produzir grande quantidade de massa seca, possuir elevada taxa de crescimento, resistência à seca e ao frio, não infestar áreas, ser de fácil manejo, ter sistema radicular vigoroso e profundo, elevada capacidade de reciclar nutrientes, fácil produção de sementes, elevada relação C/N, entre outros (EMBRAPA, 2000).

Os resíduos culturais na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes, cuja disponibilidade pode ser rápida e intensa ou lenta e gradual, conforme a interação entre os fatores climáticos (ROSOLEM et al., 2003), principalmente precipitação pluvial e temperatura, atividade macro e microbiológica do solo e qualidade e quantidade do resíduo vegetal (ALCÂNTARA et al., 2000).

Entre as plantas de cobertura utilizadas, destacam-se as gramíneas e as leguminosas. As gramíneas colaboram na manutenção de níveis elevados de matéria orgânica no solo, devido a alta relação C/N e o alto teor de lignina em sua composição, formando húmus de maior estabilidade, todavia, pode apresentar problemas em relação à disponibilidade de N (BULISANI; ROSTON, 1993). Por outro lado, as leguminosas, através de sua capacidade de fixação simbiótica do N₂ atmosférico, fornecem maiores quantidades de N ao solo e a cultura seguinte. Porém para o máximo aproveitamento do N é importante que a liberação do nutriente ocorra em sincronia com a demanda do elemento pela cultura (STUTE;

POSNER, 1995). Moraes (2001), ao estudar a velocidade de decomposição e mineralização de nutrientes em sorgo e milheto, observou que a taxa média de decomposição da palhada é maior nos primeiros 42 dias após o manejo (DAM) e que a mineralização dos nutrientes é mais acentuada nos primeiros 63 DAM.

Em um estudo realizado na região dos Cerrados, para avaliação do comportamento das gramíneas sorgo, capim-mombaça, milheto, braquiária, do consórcio milho e braquiária, Kliemann et al. (2006), observaram respectivamente perdas de biomassa das palhadas aos 150 dias de 80, 64, 58, 56 e 56%.

Carneiro et al. (2008), realizaram um trabalho para avaliar a produção de fitomassa entre nove espécies de cobertura e verificaram que as espécies mais promissoras para produção de fitomassa foram o guandu, milheto, feijão-de-porco e niger.

Pelá et al. (1999), ao avaliarem a decomposição de dez espécies de cobertura, observaram que o milheto foi a espécie mais resistente à decomposição, apresentando percentual de perda de biomassa de 66% em 73 dias e o feijão bravo do Ceará apresentou perda de 64,5%.

Bertin et al. (2005), avaliaram plantas de cobertura cultivadas em pré-safra ao milho em plantio direto, visando avaliar a cobertura do solo e produção de fitomassa. Foi constatado, melhor cobertura viva pelo milheto, crotalaria juncea e vegetação espontânea, sendo que o milheto produziu mais fitomassa e foi mais eficiente na cobertura morta do solo.

Em um estudo realizado por Pequeno et al. (2006), foi observada maior produção de matéria seca e matéria verde da *Brachiaria brizantha* com semeadura simultânea ao plantio do milho, em relação ao plantio aos 16 dias após a emergência do milho.

Silva et al. (2003) avaliaram diferentes formas de semeadura de *Brachiaria brizantha* em consórcio com milho. Apesar de não ter influenciado na produtividade do milho, o cultivo de duas linhas de braquiária na entrelinha do milho promoveu maior produção de biomassa da forrageira por ocasião da colheita do milho.

Em um estudo realizado por Carvalho et al. (2004), cujo objetivo foi avaliar as características agrônômicas e a produtividade do milho, cultivado em sucessão a adubos verdes nos sistemas de plantio direto e de preparo convencional do solo, observaram que a crotalaria cultivada na primavera proporcionou aumento de 18,5%

na produtividade do milho em sucessão, comparada a área de pousio, em ano com precipitação normal, tanto em plantio direto, quanto no sistema de preparo convencional do solo. O sistema convencional de preparo do solo propiciou maior produtividade do milho em ano com ocorrência de veranico.

Carvalho et al. (2004), em um estudo avaliando o desempenho da cultura da soja em sucessão a adubos verdes nos sistemas de plantio direto e preparo convencional do solo, observaram que o cultivo dos diferentes adubos verdes na primavera não influenciaram a produtividade da soja em sucessão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Jaboticabal - SP (21°15' S e 48°18' W; 595 m de altitude). O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, com verão quente e inverno seco, precipitação média anual de 1.285 mm e temperatura média de 21°C. O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico textura argilosa típico (LVd) (ANDRIOLI; CENTURION, 1999), cuja composição granulométrica foi determinada na camada de 0 a 0,20 m, em amostras deformadas por meio da dispersão com NaOH (0,1 mol L⁻¹) e agitação lenta durante 16 h, sendo o conteúdo de argila obtido pelo Método da Pipeta (GEE; BAUDER, 1986). O LVd apresentou 310 g kg⁻¹ de argila; 48 g kg⁻¹ de silte e 642 g kg⁻¹ de areia.

A área experimental foi cultivada desde 1995 até 2000, utilizando sistema de semeadura convencional e de plantas de cobertura em pré-safra ao SPD das culturas de verão. As culturas anuais foram o milho, durante os anos de 1995 a 1997, e a soja, entre 1998 e 2000. A partir de 2001, até 2009, a área foi cultivada anualmente com milho, sob SPD, com as seguintes plantas de cobertura em pré-safra: crotalária (*Crotalaria juncea*) (SDC), milheto (*Pennisetum americanum*) (SDM) e lablab (*Dolechus lablab*) (SDL) e sistema convencional (gradagem aradora e duas niveladoras) (SC).

Nessa área, após 11 anos de cultivo, foi realizado um trabalho que teve por objetivo avaliar a qualidade física do solo (PEREIRA, 2009). Os resultados obtidos neste trabalho foram utilizados para o monitoramento da qualidade física do solo, em

função das condições propostas pela constituição dos sistemas de cultivo, dessa forma, o presente estudo sugere a continuidade de obtenção de novos resultados, analisando a qualidade física e química de um Latossolo Vermelho em sistemas de cultivo. Os dados das análises químicas e físicas antes da instalação do experimento estão descritos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados das análises químicas em camadas antes da instalação do experimento.

TRATAMENTOS	PROF.	pH	P(res.)	M.O	Ca	Mg	K	H + Al	SB	T	V
	m	CaCl ₂	mg dm ⁻³	G dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
GRADE	0 - 0,05	5,0	29	17	24	12	2,3	29	38	67	57
GRADE	0,05 - 0,10	5,0	30	17	20	10	1,3	29	31	60	51
GRADE	0,10 - 0,20	4,7	21	16	18	10	1,2	28	29	57	51
GRADE	0,20 - 0,30	4,3	10	14	19	9	1,2	28	29	57	51
SDC	0 - 0,05	5,4	23	26	27	13	3,9	32	43	75	57
SDC	0,05 - 0,10	4,9	27	19	20	11	2,6	29	34	63	54
SDC	0,10 - 0,20	4,6	25	17	18	10	1,5	29	29	58	50
SDC	0,20 - 0,30	4,4	17	13	18	10	1,4	28	29	57	51
SDM	0 - 0,05	5,4	21	26	30	12	4,3	23	46	69	67
SDM	0,05 - 0,10	4,9	23	19	22	11	3,2	32	36	68	53
SDM	0,10 - 0,20	4,6	25	17	17	10	1,9	39	29	68	43
SDM	0,20 - 0,30	4,3	12	15	15	9	1,4	38	25	63	40
SDL	0 - 0,05	5,5	23	25	30	12	2,6	23	45	68	66
SDL	0,05 - 0,10	4,9	21	20	28	10	1,5	31	39	70	56
SDL	0,10 - 0,20	4,5	18	17	28	10	1,4	40	39	79	49
SDL	0,20 - 0,30	4,2	15	15	22	9	1,5	42	32	74	43

GRADE: Preparo Convencional; SDC: Semeadura Direta Crotalária; SDM: Semeadura Direta Milheto; SDL: Semeadura Direta LabLab.

Tabela 2. Resultados das análises físicas do solo referente ao ano agrícola 2008/2009.

CAMADA (m)	GRADE	SDC	SDM	SDL
MACROPOROSIDADE ($m^3 m^{-3}$)				
0 - 0,10	0,14	0,13	0,12	0,15
0,10 - 0,20	0,09	0,12	0,11	0,09
MICROPOROSIDADE ($m^3 m^{-3}$)				
0 - 0,10	0,25	0,28	0,29	0,26
0,10 - 0,20	0,29	0,28	0,27	0,28
POROSIDADE TOTAL ($m^3 m^{-3}$)				
0 - 0,10	0,39	0,41	0,42	0,41
0,10 - 0,20	0,38	0,39	0,38	0,37
DENSIDADE DO SOLO ($Mg m^{-3}$)				
0 - 0,10	1,15	1,24	1,27	1,25
0,10 - 0,20	1,34	1,32	1,35	1,37
DMG (mm)				
0 - 0,05	2,73	4,84	5,31	5,51
0,05 - 0,10	2,53	4,37	4,05	4,92
DMP (mm)				
0 - 0,05	2,65	5,41	5,66	5,34
0,05 - 0,10	2,52	4,74	4,92	5,16

GRADE: Preparo Convencional; SDC: Semeadura Direta Crotalária; SDM: Semeadura Direta Milheto; SDL: Semeadura Direta LabLab.

O experimento foi instalado de acordo com um delineamento de classificação hierárquica, com 12 tratamentos e quatro repetições, constituindo 48 parcelas, sendo quatro níveis do fator A [crotalária (A1), milho (A2), grade (A3) e lablab (A4)] e três níveis de B (sistemas de cultivos) (SC) dentro de cada nível de A. A combinação entre os quatro níveis do fator A, com os três níveis do fator B, constitui 12 tratamentos, como se mostra a seguir:

Níveis de B dentro de A1 – Crotalária: (crotalária/milho) (SC1), (milho/soja) (SC2), (milho/braquiária/soja) (SC3), B dentro de A2 – Milheto: (milheto/milho) (SC4), (milho/soja) (SC5), (milho/braquiária/soja) (SC6), B dentro de A3 – Grade: (grade/milho/soja) (SC7), (milho/soja/direto) (SC8), (milho/braquiária/soja) (SC9) e B dentro de A4 – Lablab: (lablab/milho) (SC10), (milho/soja) (SC11), (milho/braquiária/soja) (SC12).

Este experimento iniciou-se no ano agrícola 2008/2009, com a semeadura do milho safrinha em consórcio com a braquiária, dia 20-03-2009. Foi utilizado a *Brachiaria ruziziensis*, sendo a quantidade de sementes utilizada de 30 kg ha⁻¹. No dia 12-08-2009 e 05-10-2009, foram coletadas plantas de milho e braquiária, respectivamente, para avaliação da matéria seca. Na segunda quinzena de setembro, referente ao ano agrícola 2009/2010, foram semeadas as plantas de cobertura em pré-safra sem adubação, sendo elas: crotalária(SC1), milheto(SC4) e lablab(SC10), com o uso de uma semeadora para plantio direto, utilizando espaçamento entre linhas de 0,45 m para todas as espécies, sendo que a quantidade de sementes utilizada foi de 50, 30 e 40 Kg ha⁻¹ respectivamente. Após 70 dias, em pleno florescimento, foi realizada a coleta das plantas de cobertura para avaliar a matéria seca e, realizou-se o dessecamento com herbicida glyphosate para posterior semeadura das culturas. A semeadura da soja foi realizada no dia 27-11-2009. A semeadura do milho-safra foi realizada no dia 22-12-2009. No ano agrícola 2009/2010, a semeadura da braquiária não foi realizada devido ao atraso das chuvas. O milho safrinha foi semeado dia 08-04-2010. No dia 14-07-2010, foram colhidas plantas para avaliação da matéria seca. Devido a uma doença que ocorreu nos sistemas de cultivo que continham crotalária, esta foi substituída pelo feijão-deporco em 2010, sendo feita a semeadura das plantas de cobertura em pré-safra dia 15-10-2010, e a coleta para matéria seca dia 13-12-2010.

A semeadura da soja foi realizada dia 06-10-2010 e do milho safra dia 18-12-2010. No ano de 2011, o milho safrinha foi semeado em consórcio com a braquiária dia 18-03-2011 e foram coletadas plantas para avaliação da matéria seca dia 28-07-2011. As plantas de cobertura foram semeadas em pré-safra dia 8-10-2011. A soja foi semeada dia 14-11-2011 e o milho safra 22-12-2011. O milho utilizado na semeadura do milho safrinha foi o híbrido impacto Bt com espaçamento de 0,90 m entrelinhas e 4,5 sementes por metro linear. Foi utilizado 200 kg ha⁻¹ do formulado 4-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) na adubação. A aplicação de nitrogênio em cobertura foi feita com uréia e ocorreu quando as plantas apresentavam com 08 folhas, utilizando-se 400 kg ha⁻¹ do formulado 20-0-20. Na semeadura do milho safra foi utilizado seis sementes por metro linear do híbrido impacto Bt e 400 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16. A adubação de cobertura foi feita com uréia utilizando 250 Kg há⁻¹ do formulado 4-

20-20. A semeadura da soja foi feita com a cultivar 5D690 RR semiprecoce, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas utilizando 80 Kg ha⁻¹ de semente e 300 Kg ha⁻¹ do formulado 2-20-20 na adubação. A produção de grãos foi avaliada no final do ciclo das culturas. Os valores mensais de precipitação durante os anos 2009, 2010 e 2011, podem ser observados na Figura 1.

Tabela 3. Sistemas de plantio utilizados no experimento durante os anos agrícolas.

Fator A	Fator B dentro de A	ANO AGRÍCOLA											
		2008/2009			2009/2010			2010/2011			2011/2012		
		Pré-safra	safra	safrinha	Pré-safra	safra	safrinha	Pré-safra	safra	safrinha	Pré-safra	safra	safrinha
Crotalária	SC1	-	-	milho/solt.	crotalária	milho	-	feijão de porco	milho	-	feijão de porco	milho	-
Crotalária	SC2	-	-	milho/solt.	-	soja	milho/solt.	-	soja	milho/solt.	-	soja	milho/solt.
Crotalária	SC3	-	-	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.
Milheto	SC4	-	-	milho/solt.	milheto	milho	-	milheto	milho	-	milheto	milho	-
Milheto	SC5	-	-	milho/solt.	-	soja	milho/solt.	-	soja	milho/solt.	-	soja	milho/solt.
Milheto	SC6	-	-	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.
Grade	SC7	-	-	milho/solt.	-	soja	grade/milho	-	soja	grade/milho	-	soja	grade/milho
Grade	SC8	-	-	milho/solt.	-	soja	milho/direto	-	soja	milho/direto	-	soja	milho/direto
Grade	SC9	-	-	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.
Lablab	SC10	-	-	milho/solt.	lablab	milho	-	lablab	milho	-	lablab	milho	-
Lablab	SC11	-	-	milho/solt.	-	soja	milho/solt.	-	soja	milho/solt.	-	soja	milho/solt.
Lablab	SC12	-	-	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.	-	soja	milho/braq.

SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja).

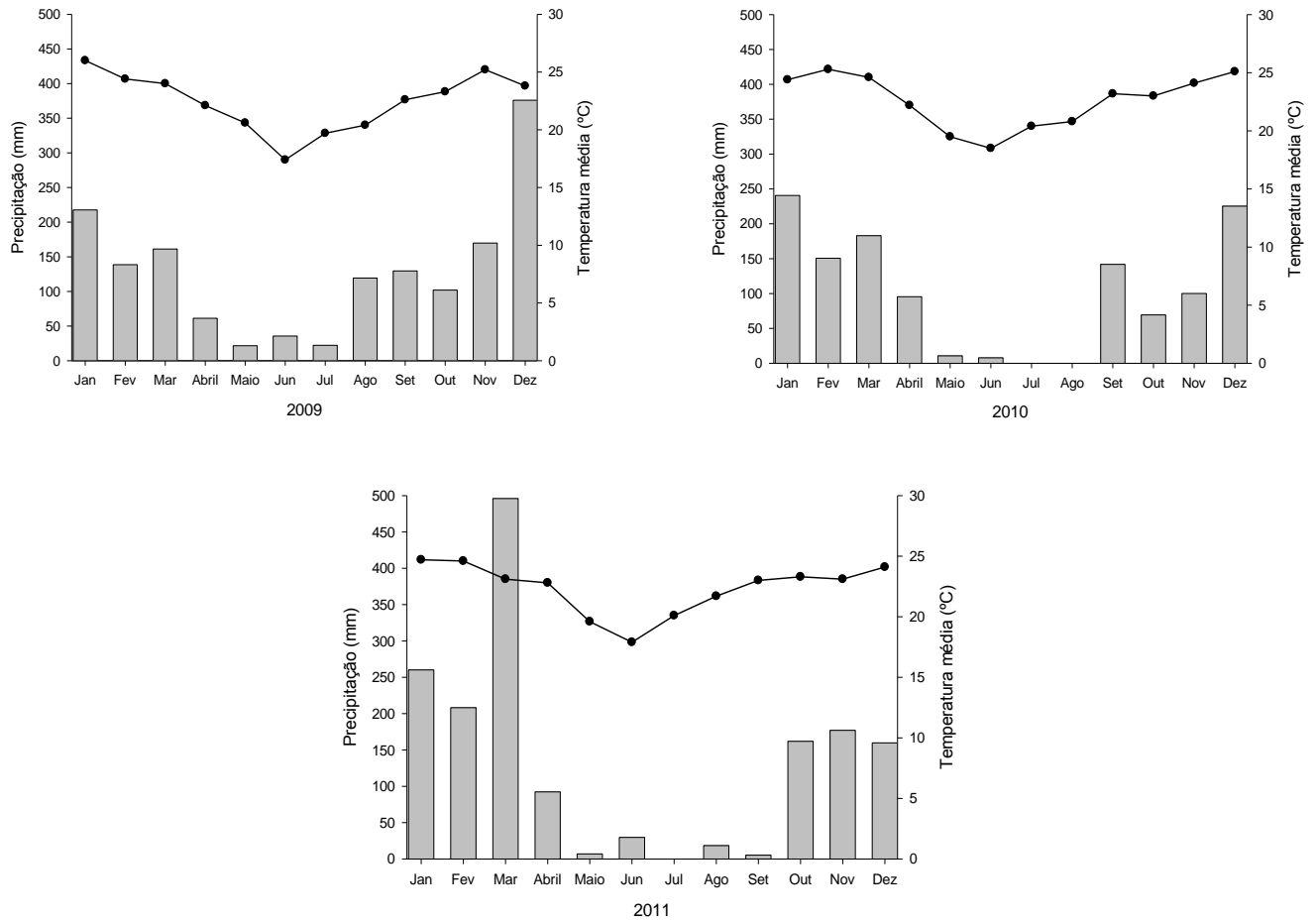


Figura 1. Valores mensais de precipitação pluvial e temperatura nos anos de 2009, 2010 e 2011.

Para a determinação da matéria seca, foram coletadas plantas de cobertura, utilizando um quadrado metálico com área de 1 m^2 , lançado aleatoriamente. Logo após, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 65°C até atingir a massa constante, para estimar a produção de matéria seca (MS).

No estágio de maturação fisiológica do milho e da soja, foram coletadas cinco plantas por parcela do experimento, sendo que as plantas de milho foram separadas em folha, colmo, palha da espiga, sabugo e grãos. Em seguida, foram secas em estufa a 65°C até atingir a massa constante, para estimar a produção de matéria seca (MS).

Para a determinação das propriedades físicas do solo, dia 04-01-2012 foram coletadas amostras indeformadas nas entrelinhas das culturas, nos sistemas de

manejo estudados nas camadas de 0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m e para análise química nas camadas de 0 - 0,05; 0,05 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,30 m antes e após a instalação do experimento.

Após devidamente preparadas, as amostras foram saturadas por meio de elevação gradual de uma lâmina de água em uma bandeja e então submetidas às tensões de 0,001; 0,006; 0,01; 0,033; 0,06 e 0,3 MPa, em câmaras de Richards (KLUTE, 1986). Ao atingir o equilíbrio, foram pesadas, e, na sequência, as amostras foram secas em estufas a 105°C, durante 24 horas, para a determinação do conteúdo de água em cada tensão (GARDNER, 1986) e da densidade do solo (BLAKE; HARTGE, 1986). A microporosidade foi determinada por secagem na tensão de 0,006 MPa; a porosidade total segundo Danielson & Sutherland (1986), e a macroporosidade, obtida por diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

As curvas de retenção de água foram ajustadas pelo modelo proposto por Genuchten (1980), a partir do qual, foram obtidos a inclinação e, conseqüentemente, o índice S, como se segue:

$$S = -n(\Theta_{\text{sat}} - \Theta_{\text{res}})[1 + 1/m]^{-(1+m)}$$

em que: n e m são parâmetros que governam o formato da curva; θ_{sat} e θ_{res} são a umidade na saturação e residual, respectivamente.

Para a determinação da resistência do solo à penetração, foram coletadas amostras indeformadas do solo, com anéis volumétricos de 0,03 m de altura e 0,048 m de diâmetro, nas mesmas camadas anteriormente citadas. Após devidamente preparadas, as amostras foram saturadas por meio de elevação gradual de uma lâmina de água em uma bandeja e, em seguida, submetidas à tensão de 0,01 MPa, em câmaras de pressão de Richards, com placas porosas (KLUTE, 1986). Ao atingir o equilíbrio, as amostras foram pesadas e determinadas à resistência do solo à penetração (RP), com duas subdeterminações por amostra, na camada intermediária do cilindro, perfazendo 100 leituras por determinação, que foram utilizadas para a obtenção da RP média. A RP foi determinada com o penetrômetro eletrônico, com semiângulo de cone de 30°, com velocidade constante de penetração de 0,01 m min⁻¹, 60 leituras por min, cone com área da base de 2,42

mm, equipado com atuador linear e célula de carga de 20 kg, acoplada a um microcomputador para a aquisição dos dados.

Para avaliação do estado de agregação do solo, foram coletadas duas amostras compostas por parcela, nas camadas de 0,0-0,05 e 0,05-0,10 m da superfície do solo. Para cada amostra composta foram coletadas quatro amostra simples, com o auxílio de uma espátula. Após a retirada das amostras, o solo foi seco à sombra, seguindo-se o peneiramento.

Para cada amostra de 50 g foi determinada a distribuição de classes de agregados (8,0-4,0 mm; 4,0-2,0 mm; 2,0-1,0 mm; 1,0-0,5 mm e 0,25-0,125 mm) por meio de tamisamento, foram umedecidas por capilaridade por um período de 10 minutos. O tamisamento por 15 minutos, com movimento vertical de 30 oscilações por minuto foi feito em um recipiente, onde se colocou dois jogos de peneiras, para que cada amostra proveniente do campo fosse avaliada em duplicata.

A classe de agregados de solo mais fino foi considerada aquela em que o solo passou pela peneira de 0,125 mm de malha, ficando disperso no tamisador. Seu valor, em gramas, foi computado, subtraindo-se o somatório do peso das outras classes de agregados do peso total da amostra seca. Os valores obtidos foram usados para cálculo do DMP e DMG, conforme Kemper e Rosenau (1986).

A amostragem do solo para avaliação das propriedades químicas do solo foi realizada antes da instalação e no final do experimento. Foram coletadas 15 subamostras por parcela, utilizando-se de um trado tipo holandês, para compor uma amostra composta, nas camadas 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m. As determinações analíticas nas amostras de terra seguiram os métodos descritos por Raij et al. (2001).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando esta indicou diferença entre médias, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. Resultados e Discussão

Na safrinha do milho no ano agrícola 2009/2010 (referente ao ano agrícola 2008/2009), observa-se que todos os sistemas de cultivo que continha braquiária dentro dos níveis estudados apresentaram maiores conteúdos de matéria seca,

diferentemente do que ocorreu no próximo ano agrícola onde a braquiária não foi semeada devido ao atraso das chuvas, ocorrendo a diminuição de matéria seca em todos os tratamentos que continha braquiária (Tabela 4). A braquiária apresentou uma produtividade média de 3.800 Kg ha^{-1} em todos os tratamentos nos sistemas de cultivo dentro dos níveis estudados. O período entre a colheita do milho safrinha e a implantação da soja proporciona significativo incremento de palha. Com isso, quanto mais tarde for a semeadura da soja, maior será a produção de massa das braquiárias. A soja apresentou valores médios de 4.000 Kg ha^{-1} e as plantas de cobertura 3.000 Kg ha^{-1} , 2.000 Kg ha^{-1} e 1.500 Kg ha^{-1} , para crotalária, milho e lablab respectivamente. A diferença ocorreu no conteúdo de matéria seca do milho safrinha e do milho safra, onde a safrinha apresentou uma maior produtividade.

Devido ao fato da substituição da crotalária para feijão-de-porco devido a uma doença ocorrida nesses tratamentos no ano agrícola 2010/2011, houve um acréscimo de matéria seca, sendo que a produtividade média do feijão-de-porco foi de 4.000 Kg ha^{-1} . Semelhante ao ano agrícola de 2009/2010, a safrinha do milho apresentou maiores valores de produtividade da matéria seca em relação ao milho na safra.

No ano agrícola de 2011/2012, houve um incremento de matéria seca em relação aos anos anteriores. Os tratamentos que continham braquiária apresentaram maiores conteúdos de matéria seca. A produtividade das plantas de cobertura, praticamente não se alteraram, mostrando mais uma vez que a safrinha apresentou maior conteúdo de matéria seca.

Tabela 4. Resultados médios de matéria seca total dos sistemas de cultivo referente aos anos agrícolas 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012.

		MATÉRIA SECA (t ha⁻¹)		
Fator A	Fator B dentro de A	2009	2010	2011
CRO (A1)	SC1	11,3b	16,3 ab	20,2 a
	SC2	13,5 b	18,1 a	18,5 a
	SC3	17,3 a	13,2 b	22,6 a
	Média	14,0 AB	15,8 A	20,4 A
	Teste F	8,97**	4,53*	0,03 ^{Ns}
MILHETO (A2)	SC4	12,4 b	16,8 a	22,6 a
	SC5	12,8 b	17,1 a	17,6 b
	SC6	20,6 a	19,4 a	22,4 a
	Média	15,3 A	17,8 A	20,8 A
	Teste F	20,86**	1,49 ^{Ns}	3,74*
GRADE (A3)	SC7	16,2 b	19,4 a	18,3 a
	SC8	15,5 b	18,2 a	17,2 a
	SC9	19,5 a	17,4 a	18,2 a
	Média	17,0 B	18,3 A	17,9 A
	Teste F	4,41**	0,80 ^{Ns}	0,00 ^{Ns}
LABLAB (A4)	SC10	12,8 b	18,3 a	21,3 a
	SC11	15,2 ab	18,2 a	17,5 a
	SC12	18,4 a	15,7 a	20,6 a
	Média	15,5 A	17,4 A	19,8 A
	Teste F	7,77**	1,60 ^{Ns}	0,03 ^{Ns}
	Teste F para fator A	4,61**	2,54 ^{Ns}	1,04 ^{Ns}
	CV	12,63	13,35	14,32

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Pode-se observar na Tabela 5 que após três anos da implantação do experimento, os sistemas de cultivo não apresentaram variações no valor pH em

relação a análise química realizada anteriormente (Tabela 1). Corroborando com tal informação, Moreti et al. (2007), também em Latossolo Vermelho, verificaram, após um ano, que a crotalaria e o milheto não alteraram os atributos químicos do solo, tanto na semeadura direta quanto incorporados ao solo pelo preparo convencional. Torres et al.(1988), Altmann (2001), avaliando características químicas do solo, após seis anos de cultivo em quatro sistemas de preparo: plantio direto; convencional com arado de disco, grade pesada e escarificador, seguido de duas gradagens niveladoras, em quatro profundidades, observaram que o pH não sofreu variação em função do sistema de preparo.

Na Tabela 6 observa-se que os sistemas de cultivo modificaram os teores iniciais da matéria orgânica apresentados na tabela 1. Mesmo não apresentando diferença significativa entre as médias, pode-se observar que os sistemas de cultivos dentro do nível Grade, apresentaram os menores conteúdos de matéria orgânica. O aumento da matéria orgânica do solo está associado entre outros fatores, aos níveis de resíduos vegetais depositados ao solo. Contudo, depende também da qualidade desses resíduos, sobretudo no que se refere à relação C/N. De acordo com Santos e Tomm (2003), a manutenção do teor de matéria orgânica em valores mais elevados na camada superficial do solo, principalmente nos sistemas conservacionistas, decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície, pois não é realizada a incorporação física destes pelo revolvimento do solo, o que diminui a taxa de mineralização, na semeadura direta. Sato et al. (2011), em um estudo avaliando a velocidade de infiltração de água e os teores de matéria orgânica do solo em sistema de consórcio milho e forrageiras, observaram que todos os sistemas de cultivo estudados apresentaram diminuição dos teores de matéria orgânica em profundidade, fato semelhante pode ser observado no estudo em questão, pois todos os sistemas de cultivo também apresentaram diminuição da matéria orgânica em profundidade.

Em relação ao fósforo observa-se na Tabela 7 que houve um incremento considerável em relação à análise química inicial. Segundo Pavinato; Rosolem (2008) é normal se observar o aumento na disponibilidade de fósforo no solo com resíduos vegetais, tanto pelo fósforo presente no resíduo, como por competição de compostos dos resíduos pelos sítios de troca no solo. O não revolvimento do solo

proporciona o acúmulo de matéria orgânica, favorecendo a liberação de compostos orgânicos que competem com o P pelos sítios de adsorção, o que mantém este nutriente em formas mais disponíveis (RHEINHEIMER et al., 1998).

Pode-se observar que não houve diferença significativa entre as médias dos sistemas de cultivo. Ocorreu um decréscimo no teor de fósforo na camada de 0,20-0,30, possivelmente devido a pouca mobilidade do fósforo no solo, a redução na sua adsorção em razão do seu menor contato com os constituintes inorgânicos do solo, devido à pouca incorporação dos resíduos a essa profundidade. Maria (2003), afirma que no plantio direto houve concentração de fósforo na camada superficial do solo, sendo que o arado de disco foi o implemento que distribuiu melhor o fósforo no solo.

Os resultados positivos da correção da acidez do solo através da calagem realizada, tais como a neutralização da acidez e do alumínio e o fornecimento de Ca e Mg, existem os efeitos indiretos, que se manifestam de várias maneiras como por exemplo, o aumento da disponibilidade do fósforo no solo, que normalmente está ligado ao Fe e ao Al. A calagem pode melhorar o ambiente químico do solo e neutralizar o alumínio, favorecer o desenvolvimento das raízes e a exploração de um maior volume de solo pelo sistema radicular, facilitando a absorção de água e de nutrientes, em especial aqueles que, como o fósforo, tem pouca mobilidade no solo.

No geral, houve um decréscimo na CTC (Tabela 13) do solo em relação à análise inicial, sendo que, os sistemas de cultivo estudados não apresentaram diferença significativa entre suas médias. A matéria orgânica também pode influenciar a CTC, em virtude do aumento do balanço de cargas negativas ou da diminuição da atividade do H^+ , da qual participam também os cátions presentes na solução do solo. Incrementos nos valores de CTC, em semeadura direta, acompanhando as variações de pH e matéria orgânica foram obtidos por Bayer e Bertol (1999). Nascimento et al. (2003) observaram, após três anos de cultivo de guandu, crotalária e mucuna-preta, que essas leguminosas não alteraram significativamente a CTC do solo em relação a uma área sem cultivo, com vegetação espontânea.

Em relação ao V%, pode-se observar na Tabela 14, que houve um decréscimo em seus teores na camada de 0,20-0,30 m. Apesar dos sistemas de cultivo não apresentarem diferença significativa entre suas médias, pode-se observar que os

maiores valores de V foram devidos aos menores valores de $H^+ + Al^{3+}$, possivelmente em consequência de valores mais elevados de pH.

Tabela 5. Valores médios de pH do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

Fator A	Fator B dentro de A	pH			
		0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
CRO (A1)	SC1	5,3 a	5,2 a	5,1 a	4,7 a
	SC2	5,1 a	4,9 a	4,4 b	4,2 b
	SC3	5,4 a	5,1 a	4,7 ab	4,5 ab
	Média	5,3 A	5,1 A	4,7 A	4,4 A
	Teste F	1,10 ^{Ns}	0,78 ^{Ns}	5,72**	4,14*
MILHETO (A2)	SC4	5,3 a	5,2 a	4,8 a	4,7 a
	SC5	5,2 a	4,9 a	4,3 b	4,2 b
	SC6	5,3 a	4,9 a	4,4 ab	4,3 ab
	Média	5,3 A	5,0	4,5 A	4,4 A
	Teste F	0,21 ^{Ns}	1,24 ^{Ns}	3,86*	4,14*
GRADE (A3)	SC7	5,3 a	5,0 a	4,7 a	4,3 a
	SC8	5,3 a	5,2 a	4,8 a	4,4 a
	SC9	5,1 a	4,9 a	4,8 a	4,4 a
	Média	5,2 A	5,0 A	4,8 A	4,3 A
	Teste F	0,86 ^{Ns}	1,02 ^{Ns}	0,07 ^{Ns}	0,12 ^{Ns}
LABLAB (A4)	SC10	5,3 a	4,8 a	4,8 a	4,5 a
	SC11	5,2 a	4,8 a	4,4 a	4,1 a
	SC12	5,3 a	4,8 a	4,6 a	4,4 a
	Média	5,3 A	4,8 A	4,6 A	4,3 A
	Teste F	0,86 ^{Ns}	0,08 ^{Ns}	1,41 ^{Ns}	2,01 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,15 ^{Ns}	1,61	2,01 ^{Ns}	0,50 ^{Ns}
	CV	4,12	5,97	6,29	6,41

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 6. Valores médios de matéria orgânica do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

		MATÉRIA ORGÂNICA (g dm⁻³)			
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	28,52 a	20,23 a	17,23 a	13,00 a
CRO (A1)	SC2	22,56 a	18,26 a	16,45 a	10,50 a
	SC3	22,43 a	19,42 a	17,14 a	12,25 a
	Média	24,50 A	19,30 A	16,94 A	11,91 A
	Teste F	0,60 ^{Ns}	0,70 ^{Ns}	0,10 ^{Ns}	2,64 ^{Ns}
	SC4	28,44 a	22,34 a	17,44 a	15,67 a
MILHETO (A2)	SC5	20,75 b	20,67 a	16,36 a	12,56 a
	SC6	23,67 ab	19,48 a	16,78 a	14,67 a
	Média	24,28 A	20,83 A	16,86 A	14,3 A
	Teste F	5,66**	0,93 ^{Ns}	2,59 ^{Ns}	4,91*
	SC7	17,23 a	17,78 a	16,67 a	14,56 a
GRADE (A3)	SC8	17,14 a	16,00 a	15,34 a	12,68 a
	SC9	16,67 a	15,23 a	16,68 a	11,50 a
	Média	17,01 A	16,33 A	16,23 A	12,91 A
	Teste F	0,43 ^{Ns}	1,19 ^{Ns}	0,67 ^{Ns}	0,10 ^{Ns}
	SC10	26,67 a	24,46 a	19,45 a	16,68 a
LABLAB (A4)	SC11	23,34 b	21,56 a	14,46 b	12,24 b
	SC12	25,24 ab	23,67 a	13,67 b	14,66 ab
	Média	25,08 A	23,23 A	15,86 A	14,52 A
	Teste F	3,53*	2,16 ^{Ns}	5,01*	5,71**
	Teste F para fator A	10,17**	2,51 ^{Ns}	0,39 ^{Ns}	1,54 ^{Ns}
	CV	12,54	14,36	13,49	12,98

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 7. Valores médios de fósforo do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

		FÓSFORO (mg dm⁻³)			
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	31 a	37 a	33 a	16 a
CRO (A1)	SC2	46 a	42 a	42 a	14 a
	SC3	30 a	31 a	27 a	19 a
	Média	35,6 A	36,6 A	34 A	16,3 A
	Teste F	1,40 ^{Ns}	2,87 ^{Ns}	1,69 ^{Ns}	0,53 ^{Ns}
	SC4	34 a	27 a	40 a	29 a
MILHETO (A2)	SC5	51 a	46 ab	28 a	13 b
	SC6	42 a	42 ab	20 a	9 b
	Média	42,3 A	38,3 A	29,3 A	17 A
	Teste F	1,12 ^{Ns}	4,10*	1,95 ^{Ns}	8,97**
	SC7	42 a	44 a	31 a	7 a
GRADE (A3)	SC8	40 a	52 a	36 a	6 a
	SC9	47 a	43 a	28 a	11 a
	Média	43 A	46,3 A	31,6 A	8 A
	Teste F	0,27 ^{Ns}	0,46 ^{Ns}	0,27 ^{Ns}	0,01 ^{Ns}
	SC10	40 a	39 a	25 a	18 a
LABLAB (A4)	SC11	32 a	36 a	21 a	18 a
	SC12	40 a	46 a	34 a	13 a
	Média	37,3 A	40,3 A	26,6 A	16,3 A
	Teste F	0,36 ^{Ns}	0,28 ^{Ns}	0,75 ^{Ns}	0,67 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,62 ^{Ns}	0,30 ^{Ns}	0,78 ^{Ns}	1,73 ^{Ns}
	CV	39,17	43,32	46,39	46,09

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 8. Valores médios de potássio do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

		POTÁSSIO (mmol _c dm ⁻³)			
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	3,2 a	2,4 a	2,1 a	1,5 a
CRO (A1)	SC2	1,9 b	2,1 a	1,7 a	1,4 a
	SC3	2,9 ab	2,7 a	1,8 a	1,5 a
	Média	2,6 AB	2,4 AB	1,8 AB	1,4 B
	Teste F	5,08*	1,80 ^{Ns}	0,24 ^{Ns}	0,19 ^{Ns}
	SC4	4,6 a	3,1 a	2,9 a	2,4 a
MILHETO (A2)	SC5	2,2 b	2,2 a	2,1 b	1,5 b
	SC6	3,2 b	2,6 a	2,2 ab	1,8 ab
	Média	3,3 A	2,6 A	2,4 A	1,9 A
	Teste F	15,02**	2,19 ^{Ns}	3,33*	7,38**
	SC7	1,9 b	1,8 a	1,8 a	1,3 a
GRADE (A3)	SC8	3,2 a	2,5 a	2,1 a	1,7 a
	SC9	2,3 ab	2,1 a	2,1 a	1,3 a
	Média	2,4 B	2,1 AB	2,0 AB	1,4 B
	Teste F	4,55*	1,82 ^{Ns}	0,24 ^{Ns}	1,31 ^{Ns}
	SC10	3,2 a	1,9 a	1,7 a	1,4 a
LABLAB (A4)	SC11	2,1 a	1,8 a	1,8 a	1,4 a
	SC12	2,5 ab	2,2 a	1,9 a	1,4 a
	Média	2,6 B	1,9 B	1,8 B	1,4 B
	Teste F	3,80*	0,45 ^{Ns}	0,37 ^{Ns}	0,02 ^{Ns}
	Teste F para fator A	5,16**	3,29*	3,10*	5,24**
	CV	22,06	22,02	25,40	22,33

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 9. Valores médios de cálcio do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

		CÁLCIO (mmol _c dm ⁻³)			
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	23 a	22 a	24 a	13 a
CRO (A1)	SC2	21 a	18 a	10 b	6 b
	SC3	25 a	29 a	14 ab	10 ab
	Média	23 A	23 A	16 A	9,6 A
	Teste F	0,57 ^{Ns}	1,12 ^{Ns}	6,01 ^{**}	3,99 [*]
	SC4	26 a	25 a	15 a	12 a
MILHETO (A2)	SC5	23 a	22 a	7 a	6 a
	SC6	22 a	15 a	8 a	6 a
	Média	23,6 A	20,6 A	10 A	8 A
	Teste F	0,70 ^{Ns}	0,89 ^{Ns}	1,97 ^{Ns}	3,01 ^{Ns}
	SC7	24 a	17 a	13 a	8 a
GRADE (A3)	SC8	21 a	21 a	14 a	8 a
	SC9	20 a	15 a	15 a	8 a
	Média	21,6 A	17,6 A	14 A	8 A
	Teste F	0,51 ^{Ns}	0,29 ^{Ns}	0,12 ^{Ns}	0,15 ^{Ns}
	SC10	24 a	17 a	16 a	12 a
LABLAB (A4)	SC11	21 a	15 a	8 a	6 a
	SC12	25 a	15 a	11 a	8 a
	Média	23,3 A	15,6 A	11,6 A	8,6 A
	Teste F	0,85 ^{Ns}	0,04 ^{Ns}	1,60 ^{Ns}	3,04 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,47 ^{Ns}	1,09 ^{Ns}	1,96 ^{Ns}	0,43 ^{Ns}
	CV	21,27	52,84	45,48	43,16

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 10. Valores médios de magnésio do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

		MAGNÉSIO (mmol _c dm ⁻³)			
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	13 a	14 a	17 a	8 a
CRO (A1)	SC2	14 a	11 a	6 b	3 b
	SC3	18 a	19 a	8 b	6 ab
	Média	15,4 A	15 A	10,5 A	6,3 A
	Teste F	1,67 ^{Ns}	2,02 ^{Ns}	7,21**	4,31*
	SC4	19 a	15 a	10 a	9 a
MILHETO (A2)	SC5	17 a	11 a	5 a	4 b
	SC6	17 a	10 a	5 a	4 b
	Média	17,9 A	12,5 A	7,1 A	5,6 A
	Teste F	0,23 ^{Ns}	0,83 ^{Ns}	1,60 ^{Ns}	6,23**
	SC7	16 a	11 a	7 a	4 a
GRADE (A3)	SC8	13 a	13 a	8 a	4 a
	SC9	14 a	10 a	8 a	5 a
	Média	14,8 A	11,5 A	8,2 A	4,5 A
	Teste F	0,66 ^{Ns}	0,40 ^{Ns}	0,08 ^{Ns}	0,19 ^{Ns}
	SC10	14 a	9 a	9 a	6 a
LABLAB (A4)	SC11	14 a	9 a	5 a	4 a
	SC12	17 a	10 a	7 a	4 a
	Média	15,5 A	9,7 A	7,1 A	5,1 A
	Teste F	0,82 ^{Ns}	0,01 ^{Ns}	0,73 ^{Ns}	1,74 ^{Ns}
	Teste F para fator A	1,27 ^{Ns}	2,15 ^{Ns}	1,49 ^{Ns}	1,38 ^{Ns}
	CV	26,21	42,49	56,76	42,88

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 11. Valores médios de H + Al do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

Fator A	Fator B dentro de A	H + Al (mmol _c dm ⁻³)			
		0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	25 a	28 a	29 b	33 a
CRO	SC2	27 a	31 a	41 a	42 a
(A1)	SC3	27 a	31 a	33 ab	37 a
	Média	26,3 A	30 A	34,33 A	37,3 A
	Teste F	0,21 ^{Ns}	0,67 ^{Ns}	6,58**	2,16 ^{Ns}
	SC4	24 a	28 a	33 a	32 a
MILHETO	SC5	25 a	33 a	39 a	42 a
(A2)	SC6	25 a	31 a	39 a	39 a
	Média	24,6 A	30,6 A	37 A	37,6 A
	Teste F	0,14 ^{Ns}	1,53 ^{Ns}	2,13 ^{Ns}	2,61 ^{Ns}
	SC7	23 a	28 a	34 a	37 a
GRADE	SC8	23 a	27 a	33 a	37 a
(A3)	SC9	26 a	31 a	30 a	34 a
	Média	24 A	28,6 A	32,3 A	36 A
	Teste F	0,80 ^{Ns}	0,89 ^{Ns}	0,76 ^{Ns}	0,33 ^{Ns}
	SC10	26 a	34 a	34 a	38 a
LABLAB	SC11	26 a	32 a	38 a	42 a
(A4)	SC12	25 a	32 a	35 a	37 a
	Média	25,6 A	32,3 A	35,6 A	39 A
	Teste F	0,18 ^{Ns}	0,35 ^{Ns}	0,70 ^{Ns}	0,61 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,79 ^{Ns}	1,80 ^{Ns}	2,20 ^{Ns}	0,53 ^{Ns}
	CV	16,11	14,59	12,96	16,74

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 12. Valores médios de Soma de bases do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

		SOMA DE BASE			
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	40,2 a	38,6 a	43,7 a	24,7 a
CRO (A1)	SC2	37,7 a	32,2 a	17,5 b	21,1 ab
	SC3	46,6 a	39,5 a	22,1 b	11,3 b
	Média	41,5 A	36,7 A	27,7 A	19,0 A
	Teste F	1,03 ^{Ns}	0,44 ^{Ns}	7,26**	4,22*
	SC4	48,9 a	42,2 a	27,6 a	23,9 a
MILHETO (A2)	SC5	43,7 a	36,2 a	15 a	12 b
	SC6	42,9 a	28,8 a	16 a	12,6 b
	Média	45,1 A	35,7 A	19,5 A	16,1 A
	Teste F	0,50 ^{Ns}	1,25 ^{Ns}	1,83 ^{Ns}	4,69*
	SC7	42,6 a	30,3 a	22,3 a	13,3 a
GRADE (A3)	SC8	38,4 a	36,8 a	22 a	14,7 a
	SC9	37,1 a	27,6 a	25,8 a	15,8 a
	Média	39,3 A	31,5 A	23,3 A	14,6 A
	Teste F	0,40 ^{Ns}	0,62 ^{Ns}	0,13 ^{Ns}	0,16 ^{Ns}
	SC10	42 a	28,8 a	26,5 a	20,9 a
LABLAB (A4)	SC11	37,5 a	27,1 a	15,3 a	10,9 a
	SC12	46 a	27,9 a	20,7 a	14,4 a
	Média	41,8 A	27,9 A	20,8 A	15,4 A
	Teste F	0,88 ^{Ns}	0,02 ^{Ns}	1,18 ^{Ns}	2,65 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,84 ^{Ns}	1,39 ^{Ns}	1,53 ^{Ns}	0,64 ^{Ns}
	CV	21,65	36,13	44,92	38,71

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 13. Valores médios de Capacidade de troca catiônica do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA					
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20	0,20-0,30 m
	SC1	66 a	66,9 a	63,2 a	56,8 a
CRO (A1)	SC2	64,9 a	64 a	58,2 a	53,6 a
	SC3	74,2 a	69,7 a	56,8 a	55,2 a
	Média	68,3 A	66,8 A	59,4 A	55,2 A
	Teste F	1,59 ^{Ns}	0,40 ^{Ns}	1,58 ^{Ns}	0,50 ^{Ns}
	SC4	76 a	72,2 a	61,7 a	55,3 a
MILHETO (A2)	SC5	69 a	70 a	54 a	54,5 a
	SC6	68,7 a	60,6 a	55 a	51,8 a
	Média	71,2 A	67,6 A	56,9 A	53,8 A
	Teste F	1,05 ^{Ns}	1,89 ^{Ns}	2,51 ^{Ns}	0,65 ^{Ns}
	SC7	65,6 a	58,3 a	55,5 a	50,3 a
GRADE (A3)	SC8	62,2 a	64 a	55,2 a	51,9 a
	SC9	63,6 a	58,8 a	59,8 a	49,8 a
	Média	63,8 A	60,3 A	56,8 A	50,6 A
	Teste F	0,18 ^{Ns}	0,49 ^{Ns}	0,93 ^{Ns}	0,24 ^{Ns}
	SC10	75,7 a	62,9 a	60,8 a	59,9 a
LABLAB (A4)	SC11	64 a	59,6 a	53,3 a	52,9 ab
	SC12	71 a	59,9 a	56,2 a	51,7 b
	Média	70,2 A	60,8 A	56,7 A	54,8 A
	Teste F	2,13 ^{Ns}	0,17 ^{Ns}	2,04 ^{Ns}	3,84*
	Teste F para fator A	1,99 ^{Ns}	2,19 ^{Ns}	0,71 ^{Ns}	2,48 ^{Ns}
	CV	11,80	14,04	9,24	8,40

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Tabela 14. Valores médios de Saturação por bases do Latossolo Vermelho para os tratamentos nas camadas analisadas no ano de 2012.

Fator A	Fator B dentro de A	V (%)			
		0-0,05 m	0,05-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
	SC1	60 a	56,5 a	55,5 a	41,2 a
CRO (A1)	SC2	57,7 a	50 a	29,7 b	20,7 b
	SC3	65 a	57,5 a	39,2 ab	34,2 ab
	Média	60,9 A	54,6 A	41,4 A	32,0 A
	Teste F	0,90 ^{Ns}	0,59 ^{Ns}	6,23**	3,80*
	SC4	67 a	58,2 a	46 a	42,2 a
MILHETO (A2)	SC5	62 a	47,5 a	27,7 b	22,5 b
	SC6	62 a	47,2 a	29 ab	24,7 ab
	Média	63,6 A	50,9 A	34,2 A	29,8 A
	Teste F	0,54 ^{Ns}	1,40 ^{Ns}	3,82*	4,09*
	SC7	63,2 a	52 a	43 a	26,2 a
GRADE (A3)	SC8	61,7 a	57 a	45 a	28,5 a
	SC9	57,2 a	46,2 a	39,7 a	34 a
	Média	60,7 A	51,7 A	42,5 A	29,5 A
	Teste F	0,64 ^{Ns}	1,03 ^{Ns}	0,26 ^{Ns}	0,56 ^{Ns}
	SC10	65,7 a	47,5 a	43 a	35,5 a
LABLAB (A4)	SC11	57,5 a	45 a	36,2 a	20,7 a
	SC12	63,7 a	46,7 a	28,7 a	28,2 a
	Média	62,3 A	46,4 A	35,9 A	28,1 A
	Teste F	1,21 ^{Ns}	0,06 ^{Ns}	1,87 ^{Ns}	1,90 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,37 ^{Ns}	1,24 ^{Ns}	1,83 ^{Ns}	0,28 ^{Ns}
	CV	12,63	20,84	27,05	35,74

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Pode ser observado na Tabela 15, que os sistemas de cultivo dentro dos níveis estudados não apresentaram diferença significativa para a macroporosidade, na

camada de 0-0,10 m. Para a camada de 0,10-0,20 m, a macroporosidade apresentou diferença significativa apenas para os sistemas de cultivo dentro do nível Lablab (A4), sendo que SC10 apresentou o maior valor não se diferenciando de SC11. Pereira (2009), na mesma área experimental, também verificou que o sistema de semeadura direta com lablab apresentou maiores valores para a macroporosidade. As leguminosas, de forma geral, segundo Jong Van Lier e Libardi (1997), apresentam um agressivo sistema radicular pivotante, capaz de romper camadas adensadas. A maioria das plantas desenvolve satisfatoriamente seu sistema radicular quando a porcentagem de macroporos está acima de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, e segundo Cintra et al. (1983), a redução na macroporosidade tem grande efeito sobre o desenvolvimento radicular das plantas e sobre a velocidade de infiltração de água, por imprimir ao solo condições de baixa aeração.

Ainda na Tabela 15, pode-se observar que houve um incremento considerável da microporosidade em relação aos dados apresentados na Tabela 2. Fato semelhante ocorreu em um trabalho desenvolvido para avaliar possíveis alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo, após o cultivo de um ano com plantas de cobertura, Santos et al. (2009), concluíram que a cobertura vegetal influenciou significativamente os valores da microporosidade, entretanto não afetou nenhum outro atributo estudado, tais como densidade do solo, macroporosidade e porosidade total.

A camada de 0-0,10 m não apresentou diferença significativa entre os sistemas de cultivo dentro dos níveis estudados. Porém, na camada de 0,10-0,20 m, ocorreu diferença significativa para microporosidade apresentada no nível Grade (A3) dentro dos sistemas de cultivo e entre médias, onde o sistema de cultivo SC7 apresenta o maior valor, sendo que os sistemas de cultivo SC8 e SC9 não apresentaram diferença significativa. O maior valor da microporosidade, no sistema de cultivo SC7, deve ter ocorrido, provavelmente, devido à maior intervenção do cultivo, dado ao revolvimento do solo, pois a mesma pode ter sofrido maior ação de processos erosivos, carreando partículas de argila que, sabidamente, são responsáveis pelo aumento da microporosidade do solo. Silva e Kay (1997) indicam que a microporosidade é fortemente influenciada pela textura.

Tabela 15. Valores de macro e microporosidade de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo

Fator A	Fator B dentro de A	MACROPOROSIDADE (m ³ m ⁻³)		MICROPOROSIDADE (m ³ m ⁻³)	
		0-0,10 m	0,10-0,20 m	0-0,10 m	0,10-0,20 m
CRO (A1)	SC1	0,13 a	0,13 a	0,42 a	0,39 a
	SC2	0,12 a	0,12 a	0,42 a	0,40 a
	SC3	0,15 a	0,12 a	0,40 a	0,38 a
	Média	0,13 A	0,12 A	0,41 A	0,39 A
	Teste F	1,06 ^{Ns}	0,11 ^{Ns}	0,09 ^{Ns}	0,09 ^{Ns}
MILHETO (A2)	SC4	0,12 a	0,10 a	0,38 a	0,38 a
	SC5	0,09 a	0,10 a	0,43 a	0,42 a
	SC6	0,11 a	0,10 a	0,40 a	0,40 a
	Média	0,10 A	0,10 A	0,40 A	0,40 A
	Teste F	0,15 ^{Ns}	0,00 ^{Ns}	0,39 ^{Ns}	0,45 ^{Ns}
GRADE (A3)	SC7	0,11 a	0,10 a	0,40 a	0,54 a
	SC8	0,13 a	0,07 a	0,35 a	0,34 b
	SC9	0,09 a	0,08 a	0,46 a	0,38 b
	Média	0,11 A	0,09 A	0,40 A	0,42 B
	Teste F	0,22 ^{Ns}	0,46 ^{Ns}	1,92 ^{Ns}	14,84**
LABLAB (A4)	SC10	0,17 a	0,18 a	0,35 a	0,41 a
	SC11	0,10 a	0,11 ab	0,43 a	0,41 a
	SC12	0,14 a	0,10 b	0,36 a	0,35 a
	Média	0,14 A	0,13 A	0,38 A	0,39 A
	Teste F	0,64 ^{Ns}	3,88*	1,18 ^{Ns}	1,72 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,81 ^{Ns}	2,28 ^{Ns}	0,35 ^{Ns}	0,84 ^{Ns}
	CV	24,04	22,03	32,10	28,08

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Na Tabela 16, observa-se que, para a porosidade total na camada de 0-0,10 m, não houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo dentro dos níveis estudados. No entanto, na camada de 0,10-0,20 m, a porosidade total apresentou diferença significativa entre os sistemas de cultivo nos níveis Grade (A3), sendo que, o sistema de cultivo SC9 apresentou o maior valor. Já os sistemas SC7 e SC8 não apresentaram diferenças significativas. Pode-se observar que não houve diferença

significativa entre as médias dos sistemas de cultivo em nenhuma das camadas analisadas.

Para a densidade do solo, pode-se observar que houve um aumento em seus valores em relação à Tabela 2. Observa-se que com o aumento do tempo de implantação do sistema plantio direto, a densidade do solo vai aumentando. Estudos comprovam que a estabilidade é atingida por volta de 4 a 5 anos. Segundo Stone et al. (2002) e Oliveira et al. (2004), o uso contínuo de sistema plantio direto gerou redução da densidade do solo, sendo que a origem desse benefício deve estar relacionado à melhoria da agregação, maior teor de carbono orgânico e maior continuidade e estabilidade de poros. Ainda na Tabela 16, observa-se que os sistemas de cultivo dentro dos níveis Milheto (A2), Grade (A3) e Lablab (A4), na camada de 0-0,10 m, apresentaram diferença significativa, não apresentando diferença entre suas médias. Os sistemas de cultivo SC5 e SC6, dentro de Milheto (A2), tiveram os maiores valores para densidade do solo, não apresentando diferença significativa entre si, sendo que o sistema de cultivo SC6 também não apresentou diferença significativa em relação ao sistema SC4. O sistema de cultivo SC9, dentro de Grade (A3), apresentou o maior valor de densidade do solo, não diferindo significativamente do sistema SC8, sendo que este não diferiu do sistema SC7. O menor valor de densidade do solo observado no SC7 pode ser justificado pelo maior revolvimento do solo nessa camada analisada. Os sistemas de cultivo SC10 e SC11, dentro de Lablab (A4) apresentaram os maiores valores de densidade do solo, não diferindo entre si, sendo observado fato semelhante para os sistemas SC10 e SC12. Em relação aos dados apresentados para densidade do solo na Tabela 2, pode-se observar que houve um aumento considerável para densidade do solo na tabela 16. Segundo Oliveira et al. (2003), a rotação de culturas, pela inclusão de espécies com sistema radicular agressivo e pelos aportes diferenciados de matéria seca, pode melhorar os atributos físicos do solo, e a intensidade da melhoria depende do período de cultivo, do número de cultivos por ano e das espécies cultivadas.

Já para a camada de 0,10-0,20 m, somente os sistemas de cultivo dentro de Grade (A3) apresentaram diferença significativa para a densidade do solo. Os sistemas SC9 e SC7 apresentaram os maiores valores de densidade do solo, não

diferindo entre si. Os sistemas SC7 e SC8 também não apresentaram diferença significativa. Em estudo realizado na mesma área, Pereira (2009) observou que não houve interação significativa entre os sistemas de manejo e as camadas analisadas em relação à densidade do solo. O sistema convencional (SC) apresentou menor valor de densidade do solo em relação aos sistemas de plantio direto, não diferindo significativamente do SDC. Stone et al. (2001), em estudo avaliando os efeitos de quatro sistemas de preparo do solo e seis rotações de culturas sobre a densidade e a porosidade do solo, observaram que o plantio direto ocasionou maior valor de densidade do solo e maior valor de porosidade total. Nas camadas mais profundas, o preparo do solo com arado de aiveca propiciou os menores valores de densidade do solo e maiores de porosidade total e de macroporosidade.

Tabela 16. Valores de porosidade total e densidade do solo de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo

Fator A	Fator B dentro de A	DENSIDADE DO SOLO (Mg m ⁻³)		POROSIDADE TOTAL (m ³ m ⁻³)	
		0-0,10 m	0,10-0,20 m	0-0,10 m	0,10-0,20 m
CRO (A1)	SC1	1,51 a	1,54 a	0,56 a	0,53 a
	SC2	1,52 a	1,52 a	0,54 a	0,52 a
	SC3	1,56 a	1,56 a	0,60 a	0,51 a
	Média	1,53 A	1,54 A	0,56 A	0,52 A
	Teste F	1,04 ^{Ns}	0,22 ^{Ns}	0,57 ^{Ns}	0,14 ^{Ns}
MILHETO (A2)	SC4	1,44 b	1,50 a	0,50 a	0,49 a
	SC5	1,59 a	1,58 a	0,52 a	0,52 a
	SC6	1,48 ab	1,52 a	0,51 a	0,50 a
	Média	1,50 A	1,53 A	0,51 A	0,50 A
	Teste F	3,70*	3,28 ^{Ns}	0,05 ^{Ns}	0,44 ^{Ns}
GRADE (A3)	SC7	1,37 b	1,44 ab	0,52 a	0,49 b
	SC8	1,42 ab	1,38 b	0,48 a	0,42 b
	SC9	1,57 a	1,58 a	0,56 a	0,56 a
	Média	1,45 A	1,46 A	0,52 A	0,51 A
	Teste F	10,80**	6,47**	0,83 ^{Ns}	14,26**
LABLAB (A4)	SC10	1,58 a	1,56 a	0,53 a	0,53 a
	SC11	1,46 ab	1,58 a	0,54 a	0,54 a
	SC12	1,39 b	1,53 a	0,51 a	0,51 a
	Média	1,47 A	1,55 A	0,52 A	0,52 A
	Teste F	4,04*	1,90 ^{Ns}	0,17 ^{Ns}	0,14 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,67 ^{Ns}	0,92 ^{Ns}	1,13 ^{Ns}	0,29 ^{Ns}
	CV	8,74	9,56	11,69	12,45

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Os valores da distribuição de classes do tamanho de agregados, diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) encontram-se na Tabela 17. Pode-se observar nesta tabela que o DMG e DMP apresentaram diferença significativa entre as médias dos sistemas de cultivo apenas dentro do nível Grade na camada de 0-0,05 m. Esse resultado sugere que os preparos intensos por implementos agrícolas a que foi submetido o tratamento SC7, fracionou os agregados maiores em menores. Essa pressuposição é feita quando se compara

esse tratamento aos demais em que a permanência da cobertura vegetal protege o solo da ação da chuva. No trabalho realizado por Pereira (2009), cujos resultados estão apresentados na Tabela 2, também apresentaram valores de DMG e DMP dentro do tratamento Grade menores em relação aos tratamentos que incluíram plantas de cobertura em pré-safra. Estes resultados podem ser justificados em virtude do intenso preparo do solo, aumentando os agregados de menor tamanho. Souza Neto et al.(2008) observaram em estudo realizado que a substituição do preparo convencional pelo plantio direto favoreceu a estabilidade dos agregados do solo.

Em um trabalho realizado por Borges et al. (2003), verificaram que a maioria dos sistemas de cultivo afetou negativamente a distribuição percentual de agregados quando comparados com o solo mantido sem cultivo. Os tratamentos que envolveram rotação de culturas em plantio direto foram os que mais contribuíram para a obtenção de macroagregados e dos maiores valores do diâmetro médio ponderado na camada superficial (0,0-2,5 cm), com resultados semelhantes à testemunha (solo mantido sem cultivo).

Palmeira et al.(1999), num Planossolo eutrófico da região de Pelotas, cultivado sob diferentes sistemas após 10 anos, verificou que a maior concentração de agregados estáveis em água na classe de maior tamanho ocorreu nos sistemas de cultivo com mínima mobilização do solo, enquanto a maior concentração na classe de menor diâmetro ocorreu nos tratamentos com maior ação antrópica.

Tabela 17. Valores de diâmetro médio geométrico e ponderado de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo

Fator A	Fator B dentro de A	DMG (mm)		DMP (mm)	
		0-0,05 m	0,05-0,10 m	0-0,05 m	0,05-0,10 m
CRO (A1)	SC1	4,71 a	3,85 a	5,36 a	4,79 a
	SC2	4,74 a	2,86 a	5,39 a	4,06 a
	SC3	4,69 a	3,14 a	5,37 a	4,32 a
	Média	4,71 A	3,28 A	5,37 A	4,39 A
	Teste F	0,00 ^{Ns}	1,29 ^{Ns}	0,00 ^{Ns}	1,18 ^{Ns}
MILHETO (A2)	SC4	4,84 a	3,53 a	5,44 a	4,56 a
	SC5	3,78 a	3,19 a	4,80 a	4,22 a
	SC6	4,51 a	3,14 a	5,25 a	4,33 a
	Média	4,37 A	3,29 A	5,16 A	4,37 A
	Teste F	1,94 ^{Ns}	0,23 ^{Ns}	1,75 ^{Ns}	0,26 ^{Ns}
GRADE (A3)	SC7	2,49 a	1,56 b	4,68 a	4,16 a
	SC8	3,46 a	3,09 ab	3,83 a	2,78 b
	SC9	3,50 a	3,36 a	4,54 a	4,30 a
	Média	3,15 B	2,67 A	4,35 B	3,74 A
	Teste F	2,16 ^{Ns}	4,69*	3,42*	6,07**
LABLAB (A4)	SC10	4,08 a	4,18 a	4,98 a	5,05 a
	SC11	4,19 a	2,61 b	5,08 a	3,83 b
	SC12	4,41 a	2,48 b	5,21 a	3,74 b
	Média	4,22 A	3,09 A	5,09 A	4,21 A
	Teste F	0,19 ^{Ns}	4,42*	0,21 ^{Ns}	4,59*
	Teste F para fator A	8,99**	1,25 ^{Ns}	9,87**	2,33 ^{Ns}
	CV	18,9	29,08	9,84	16,30

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

O parâmetro resistência do solo à penetração (RP), mostrado na Tabela 18, não apresentou diferença significativa para os sistemas de cultivo dentro dos níveis, para as camadas estudadas. Conforme Almeida et al. (2008), a resistência do solo à

penetração sofre grande influência do conteúdo de água e da densidade do solo. Letey (1985) afirma que o aumento da resistência do solo à penetração, acima de 2 MPa, afeta o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas. Na Tabela 18, pode-se observar que nenhum dos sistemas de cultivo estudados apresentou valores de resistência à penetração maiores que 2 MPa, mostrando que o solo em estudo apresenta boas condições físicas, avaliadas através da resistência à penetração, para o crescimento e desenvolvimento radicular. Segundo Silva et al. (1994) e Beutler (2003), a determinação da RP limitante para cada cultura aumentaria sua precisão para o monitoramento da qualidade física do solo.

O índice S também não apresentou diferença significativa para os sistemas de cultivo dentro dos níveis estudados nas camadas analisadas. No estudo realizado por Pereira (2009) na mesma área em questão, houve diferença significativa entre os tratamentos analisados, sendo que o tratamento Grade apresentou o maior valor, e o SDL o menor, não apresentando valores inferiores a 0,035. Dexter (2004) sugeriu a utilização do parâmetro "S", que é definido como a inclinação da curva de retenção de água no ponto de inflexão. Valores de S maiores do que 0,035 foram estabelecidos como favoráveis para o crescimento das raízes, e abaixo desse valor restritivo. Ou seja, valores $> 0,035$ indicam adequada distribuição de tamanho de poros e qualidade física do solo, independentemente do tipo de solo, em clima temperado.

Desta forma, fatores que alteram a distribuição do diâmetro dos poros, como o uso e o manejo do solo, podem ser avaliados e comparados diretamente por esse parâmetro. Como pode ser constatado na Tabela 18, nenhum sistema de cultivo apresentou valor de S menor que 0,035, podendo, assim, afirmar que esse solo possui boa qualidade física para o crescimento de plantas, avaliado por esse parâmetro. Porém, resultados diferentes foram obtidos por Silva et al. (2008), que apresentaram valores de S menores que 0,035, possuindo, assim, uma estrutura física degradada, concordando com Dexter (2004).

Tabela 18. Valores de resistência à penetração e índice S de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de cultivo

		RESISTÊNCIA à PENETRAÇÃO		ÍNDICE S	
Fator A	Fator B dentro de A	0-0,10 m	0,10-0,20 m	0-0,10 m	0,10-0,20 m
	SC1	0,90 a	0,95 a	0,056 a	0,048 a
CRO (A1)	SC2	0,92 a	0,95 a	0,047 a	0,049 a
	SC3	0,79 a	1,02 a	0,066 a	0,048 a
	Média	0,87 A	0,97 A	0,056 A	0,048 A
	Teste F	0,12 ^{Ns}	0,11 ^{Ns}	0,90 ^{Ns}	0,04 ^{Ns}
	SC4	0,94 a	1,17 a	0,052 a	0,042 a
MILHETO (A2)	SC5	1,08 a	1,19 a	0,041 a	0,040 a
	SC6	1,04 a	1,16 a	0,047 a	0,041 a
	Média	1,02 A	1,17 A	0,047 A	0,041 A
	Teste F	0,14 ^{Ns}	0,02 ^{Ns}	0,28 ^{Ns}	0,04 ^{Ns}
	SC7	1,02 a	0,83 a	0,051 a	0,037 a
GRADE (A3)	SC8	0,42 a	1,05 a	0,054 a	0,037 a
	SC9	1,02 a	1,01 a	0,046 a	0,040 a
	Média	0,82 A	0,96 A	0,050 A	0,038 A
	Teste F	3,17 ^{Ns}	0,95 ^{Ns}	0,17 ^{Ns}	0,13 ^{Ns}
	SC10	0,91 a	0,86 a	0,051 a	0,059 a
LABLAB (A4)	SC11	0,93 a	1,12 a	0,051 a	0,044 a
	SC12	0,92 a	1,05 a	0,066 a	0,043 a
	Média	0,92 A	1,01 A	0,056 A	0,049 A
	Teste F	0,00 ^{Ns}	1,38 ^{Ns}	0,75 ^{Ns}	3,64 ^{Ns}
	Teste F para fator A	0,62 ^{Ns}	2,03 ^{Ns}	0,68 ^{Ns}	0,73 ^{Ns}
	CV	42,38	22,81	37,06	21,59

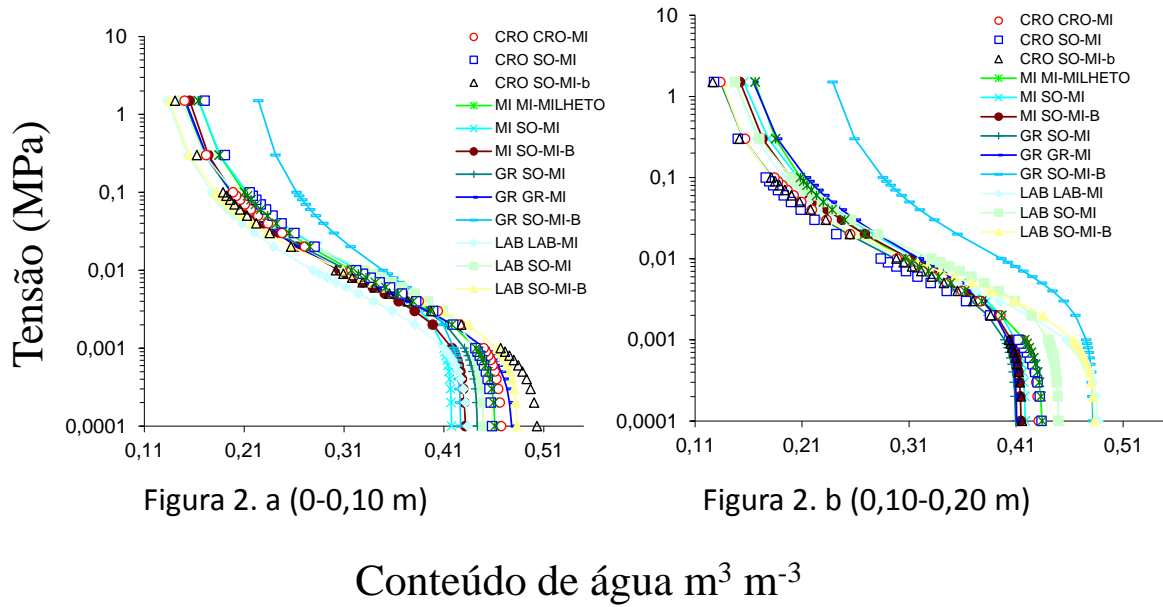
Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas referem aos sistemas de cultivo e maiúsculas às médias dos sistemas de cultivo. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

Segundo Marchão et al. (2007), a retenção de água no solo é considerada uma avaliação adequada para estimar sua qualidade física e estrutural. A retenção de água é característica específica de cada solo, sendo resultado de ação conjunta e complexa de vários fatores, como o teor e a mineralogia da fração argila (FERREIRA; FERNANDES; CURI, 1999), teor de matéria orgânica, estrutura e densidade do solo (BEUTLER et al., 2001).

Na tensão de 0,01 MPa, correspondente à capacidade de campo, todos os sistemas de cultivo estudados tiveram retenção de água semelhante. Algumas variações que podem ser observadas entre as curvas de retenção de água apresentadas nos sistemas de cultivo, podem ser relacionadas à influência da composição dos materiais em termos de matéria orgânica, o que pode determinar alterações na quantidade e na distribuição de poros. Carvalho et al. (1999) observaram que, em um Podzólico Vermelho-Amarelo, (atual Argissolo Vermelho-Amarelo) sob diferentes sistemas de preparo do solo, a maior retenção de água ocorreu no plantio direto devido à manutenção da matéria orgânica.

Na Figura 2.b, estão apresentadas as curvas de retenção de água no Latossolo Vermelho distrófico, nos sistemas de cultivo estudados na camada de 0,10-0,20 m. Na tensão de 0,01 MPa, correspondente à capacidade de campo, todos os sistemas de cultivo estudados na camada de 0,10-0,20 m apresentaram retenção de água semelhante, exceto o sistema de cultivo SC7, dentro do nível Grade (A3), que provavelmente obedeceu ao volume de microporos apresentados, ou seja, esse sistema de cultivo apresentou a maior retenção de água nessa tensão devido à maior microporosidade observada na camada de 0,10-0,20 m, concordando com Araújo et al. (2004), que também constataram que o aumento da água retida foi devido à alteração na distribuição do tamanho de poros, com o aumento de poros de menor diâmetro. Marchão et al. (2007), em Latossolo Vermelho sob uso de cultivos contínuos, integração lavoura-pecuária e sistemas de preparo do solo na fase lavoura, observaram que as curvas de retenção de água, em relação a diferentes sistemas, mostraram tendência de aproximação das curvas com o aumento da profundidade, o que reforça a hipótese da similaridade do solo nas camadas mais profundas, a partir de 0,20-0,25 m, onde não haveria mais efeito dos sistemas de manejo e uso do solo. A curva de retenção de água tem potencial para ser utilizada como índice de qualidade física do solo em sistemas de uso e manejo que alterem mais drasticamente a distribuição de poros por tamanho, ou mesmo entre tipos de solo (DEXTER, 2004).

Figura 2. Curvas de retenção de água de um Latossolo Vermelho em sistemas de cultivos nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m.



Como pode ser observado na Tabela 19, a produtividade da soja, do milho safrinha e safra obtida no experimento independentemente do sistema de cultivo, foi consideravelmente superior à produtividade média nacional, que no ano agrícola 2010/2011 foi de 3.016 Kg ha⁻¹, 4.236 Kg ha⁻¹ e 3.838 Kg ha⁻¹, respectivamente (CONAB, 2011). O que define o potencial máximo de produção é o conjunto de fatores relacionados ao histórico da área, escolha do híbrido, população de plantas, condições físicas e químicas do solo, manejo de pragas, de doenças e de plantas daninhas, condições climáticas (quantidade e distribuição de chuvas, temperatura, radiação solar, luminosidade) e aplicação de insumos. Por estas razões, tem sido bastante variável, na literatura, o comportamento das culturas sob diferentes manejos do solo. Observa-se que os sistemas de cultivo estudados não apresentaram diferença significativa para produtividade. Mesmo com o atraso da semeadura do milho em pré-safra, a produtividade não foi prejudicada, fato que pode ser justificado pelo favorecimento do clima. O tratamento SC7 (sistema convencional) apresentou uma maior densidade do solo e menor agregação, comparado com os outros tratamentos, mas em relação à produtividade, não apresentou diferença significativa, podendo justificar esse fato pela boa distribuição de chuva, relevo plano e ausência de erosão. É importante observar que os sistemas de cultivo que continham braquiária não prejudicaram o desenvolvimento e produtividade do milho safrinha, porém, em algumas situações, pesquisadores relatam que a presença da forrageira não afetou a produtividade de grãos de milho, mas em alguns casos, houve necessidade da aplicação de subdoses de herbicida para reduzir o desenvolvimento da forrageira. Jakelaitis et al. (2005) encontraram diferença significativa na produtividade do milho consorciado com Braquiária. Entretanto, Kluthcouski; Aidar (2003) encontraram resultados semelhantes dos obtidos neste experimento. Estes autores não observaram diferença significativa na produtividade do milho consorciado com espécies de *Brachiaria*, relatando que o sombreamento do solo pelo milho, muito provavelmente, restringiu o desenvolvimento das espécies de *Brachiaria*, impedindo a competição interespecífica.

Tabela 19. Produtividade em Kg ha⁻¹ da soja, milho safrinha e safra nos anos agrícolas de 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012.

Tratamentos	Ano agrícola 2009/2010			Ano agrícola 2010/2011			Ano agrícola 2011/2012		
	Soja	Safrinha	Safra	Soja	Safrinha	Safra	Soja	Safrinha	Safra
SC1	-	-	8.451 a	-	-	9.067 a	-	-	8.992 a
SC2	4.188 a	9.351 a	-	5.178 a	9.087 a	-	5.641 a	9.195 a	-
SC3	4.296 a	7.185 a	-	5.068 a	6.640 a	-	5.958 a	6.994 a	-
SC4	-	-	8.339 a	-	-	8.747 a	-	-	9.192 a
SC5	4.521 a	7.569 a	-	5.264 a	10.137 a	-	5.432 a	9.358 a	-
SC6	4.707 a	8.199 a	-	5.444 a	9.097 a	-	5.881 a	8.089 a	-
SC7	4.551 a	8.394 a	-	6.077 a	8.893 a	-	6.973 a	8.693 a	-
SC8	4.305 a	7.690 a	-	5.343 a	8.342 a	-	5.725 a	8.870 a	-
SC9	4.607 a	6.700 a	-	5.610 a	7.438 a	-	6.162 a	8.009 a	-
SC10	-	-	9.047 a	-	-	9.207 a	-	-	9.508 a
SC11	4.445 a	7.016 a	-	5.241 a	8.244 a	-	5.097 a	8.664 a	-
SC12	4.751 a	6.932 a	-	5.293 a	7.537 a	-	5.542 a	7.784 a	-

Obs.: (Safrinha do milho referente ao ano agrícola 2008/2009). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. SC1: CROTALÁRIA (crotalária/milho); SC2: CROTALÁRIA (milho/soja); SC3: CROTALÁRIA (milho/braquiária/soja); SC4: MILHETO (milheto/milho); SC5: MILHETO (milho/soja); SC6: MILHETO (milho/braquiária/soja); SC7: GRADE (grade/milho/soja); SC8: GRADE (milho/soja/direto); SC9: GRADE (milho/braquiária/soja); SC10: LABLAB (lab/milho); SC11: LABLAB (milho/soja); SC12: LABLAB (milho/braquiária/soja). (Obs.: soja referente ao ano agrícola de 2009/2010).

5. Conclusões

1. Os sistemas de cultivo tiveram comportamento semelhante em relação à produtividade de grãos de milho safra, milho safrinha e de soja.
2. Os sistemas de cultivo estudados com diferentes aportes de material orgânico influenciaram na microporosidade e densidade do solo em todos os tratamentos e na agregação do solo no sistema convencional.
3. O solo apresentou boa qualidade física avaliada pelos parâmetros resistência do solo à penetração e índice S.
4. A inclusão da braquiária nos sistemas de cultivo, que apresentaram maior produção de matéria seca, não prejudicou a produtividade do milho safrinha.

6. Referências

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. & FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: Efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.19, p.115-119, 1995.

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p. 277-288, 2000.

ALMEIDA, C. X.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; JORGE, R. F.; BARBOSA, J. C. Funções de pedotransferência para a curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.32, p. 2235-2243, 2008.

ALTMANN, N. Como iniciar o plantio direto. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 2001, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 282 p.

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, p. 25-36, 2001.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.1-4.

ANDRIOLI, I. **Plantas de cobertura em pré-safra à cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP**. 2004. 78f. Tese (Livre-Docente) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 337-345, 2004.

BERNARDES, L.F. **Semeadura de capim-braquiária em pós emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BERTIN, E.G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.27, p.379-386, 2005.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JUNIOR, BEUTLER, A. N. **Efeito da compactação do solo e do conteúdo de água nas características agrônômicas de soja e arroz de sequeiro**. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Agregação de Latossolo Vermelho distrófico típico relacionada com o manejo na região dos cerrados no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, p. 129-136, 2001.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ROQUE, C. G. Resistência à penetração em Latossolos: limitante à produção de grãos de soja In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia. **Resumo expandido**. Goiânia: CONBEA, 2003. CD-ROM.

BLAKE, G.R., HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison: ASA, 1986. p.363-375.

BORGES, J. R.; PAULETTO, E. A.; SOUSA, R. O. de; GOMES, A. da S.; SILVA, J. B. da; LEITZKE, V. W. Agregação de um Gleissolo submetido a sistemas de cultivo e culturas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 389-395, 2003.

BULISANI, E.A.; ROSTON, A.J. Leguminosas: adubação verde e rotação de culturas. **Documentos IAC**, Campinas, n.35, p.13-16, 1993.

CARNEIRO, M. A. C. et al. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.

CARVALHO, E.J.M.; FIGUEIREDO, M.S.; COSTA, L.M. Comportamento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 34:257-265, 1999.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.1, p.47-53, 2004.

CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J.; SCOPEL, I. Caracterização do impedimento mecânico em um Latossolo Roxo do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 7, p. 323-327, 1983.

COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F.R. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.33, n.2, p. 235-244, 2009.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 527-535, 2003.

DANIELSON, R.E. & SUTHERLAND, P.L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed). **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986, part 1. p. 443-461.

DEXTER, A.R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Oxford, v. 120, n. 3, p. 201-14, 2004.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B., Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSAJ, 1994. p.3-22.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil - 2000/01**. Londrina: Embrapa/CNPSo, 2000. 245 p.

FARIA, A.F.G.; SANTOS, A.C.; SANTOS, T.M.; FILHO, F.B. Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do rio Araguaia, estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 517-524, 2010.

FERREIRA, E.V.O. **Dinâmica de potássio em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto sob intensidades de pastejo**. Tese (metrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 515-524, 1999.

GARDNER, W.H. Water content. In: KLUTE, A, (Ed). **Methods of soil analysis: Part 1 -Physical and mineralogical methods**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.493-541.

GEE, G.W.; BAUDER, J.W. Particle size analysis. In: **Methods of soil analysis part I**, 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 383-411.

GENUCHTEN, M.T. A Closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, F.C.L.; VIANA, R.G. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v.23, p.59-67, 2005.

JONG VAN LIER, Q.; LIBARDI, P.L. Extraction of soil water by plants: Development and validation of a model. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, p. 535-542, 1997.

KEMPER, W.D.; ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. 2nd Madison: American Society of Agronomy, 1986. pt 1; p. 425-443.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, p.21-28, 2006.

KLUTE, A. Water retention: Laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed). **Methods of soil analysis**. 2nd. Madison: American Society of Agronomy, 1986, p. 635-660.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.

LAURANI, R.A.; RALISCH, R.; TAVARES FILHO, J.; SOARES, D.S.; RIBON, A.A. Distribuição de poros de um Latossolo Vermelho eutroférrico na fase de implantação e um sistema de plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.347-354, 2004.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Scienuis**, New York, v.1, p. 277-294, 1985.

MARCHÃO, R.L.; SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; SILVA, E.M.; SÁ, M.A.C.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Parâmetro 'S' e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007.

MEDEIROS, H.R.; PEDREIRA, C.G.S.; VILLA NOVA, N.A.; BARIONI, L.G.; MELLO, A.C.L. Prediction of herbage accumulation of *Cynodon* grasses by an empirical model based on temperature and daylength. p. 263-265. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001. São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001.

MORAES, R.N.S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto.** 2001. 90f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MORETI, D.; ALVES, M.C.; FILHO, W.V.V.; CARVALHO, M.P. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 167-175. 2007.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F. da; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. de F. da. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, p.457- 462, 2003.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.A.; SILVA, E.B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.41, p.943-948, 2006.

OLIVEIRA, G. C. de; DIAS JÚNIOR, M. S.; RESK, D. V. S.; CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 291-299, 2003.

OLIVEIRA, C. Q. et al. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 327-336, mar./abr. 2004.

PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA, C.F.A.; GOMES, A.S. & SILVA, J.B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p.189-195, 1999.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.32, p.911-920, 2008.

PELÁ, A. Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP. 2002, 53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP, 2002.

PELÁ, A.; SILVA, M.S.; COSTA, L.A.; SILVA, C.J.; ZUCARELI, C.; DECARLI, L.D.; MATTER, U.F. Avaliação da resistência à decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 10, p. 26- 33, 1999.

PEQUENO, D. N. L.; MARTINS, E. P.; AFFERRI, F. S.; FIDELIS, R. R.; SIQUEIRA, F. L. T. Efeito da época de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre caracteres agronômicos da cultura anual e da forragem em Gurupi, estado do Tocantins. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 2,n. 3, p. 127-134, 2006.

PEREIRA, F. S.; ANDRIOLI, I.; PEREIRA, F. S.; OLIVEIRA, P. R.; CENTURION, J. F.; FALQUETO, R. J.; MARTINS, A. L. S. Qualidade física de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de manejo avaliado pelo índice S. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 87-95, 2011.

PEREIRA, F.S. **Indicadores de qualidade de um Latossolo Vermelho após onze anos em sistemas de cultivo**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.34, p. 575-585, 2010.

PRADO, R. M.; ROQUE, C. G.; SOUZA, Z. M. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 1795-1801, 2002.

RAIJ, B.van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.(Ed). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

REINERT, D.J.; REICHERT, D.J.; VEIGA, M. & SUZUKI, L.E.A.S. Qualidade física dos solos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA,16, 2006, Aracajú. **Resumos e Palestras**. CD-ROM.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 355-362, 2003.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e plantio direto em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.28p. 155-163, 2011.

SANTOS, L. N. S. et al. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo sob diferentes coberturas vegetais em Alegre (ES). **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.2, p.140-149, 2009.

SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da; RAGA, A.; CANGANI, K.G.; VERONEZ, B.; ICASTRO, R.L. Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v.39, p.437-445, 2011.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.9, p.249-254, 1985.

SILVA, A. P.; BABUJIA, L. C.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, R. A.; HUNGRIA, M. Microbial biomass under various soil-and crop-management systems in short and long-term experiments in Brazil. **Field Crops Research**, v. 119, n. 1, p. 20-26, 2010.

SILVA, A.F.; JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A; FERREIRA, L.R. Técnicas para viabilização do consorcio milho/brachiaria brizantha. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2003, Viçosa. **Anais...** Viçosa, UFV, 2003, p. 310.

SILVA, A.P.; KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. **Soil Science Society of America Journal, Madison**, v. 61, p. 877-883, 1997.

SILVA, D.A.; SOUZA, L.C.F.; VITORINO, A.C.T., GONÇALVES, M.C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p.147-156, 2011.

SILVA, F.F.; FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; ARATANI, R.G.; ANDRIOLI, F.F. & ANDRIOLI, I. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho cultivado no sistema plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 13, p. 191-204, 2008.

SILVA, M. G. da; ARF, O; ALVES, M. C.; BUZETTI, S. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 335-347, 2008.

SOUZA NETO, E.L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A.N. & CENTURION, J.F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, p. 255-260, 2008.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, p. 395-401, 2001.

STONE, L. F.; GUIMARAES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 207-212, 2002.

STUTE, J.K.; POSNER, J.L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the upper Midwest. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, p.1063-1069, 1995.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; DIAS, O.S.; CAMPIDELLI, C.; BULISANI, E.A. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.27, p.1477-1483, 1992.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; IMHOFF, S.C.; DEXTER, A.R. Quantification of the soil physical quality of a tropical Oxisol using the S index. **Science in Agriculture**, v. 65, p. 56-60, 2008.

TORRES, E.; GAZZIERO, D.L.P.; GALERANI, P.R. Avaliação de sistemas de preparo do solo e semeadura da soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1987/88**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1988. p.237.

TSUMANUMA, GM. Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP, 2004 – 83f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

WOHLENBERG, E. et al. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 891- 900, 2004.

