

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO  
CULTIVADO COM CAFEIRO SUBMETIDO  
AOS MANEJOS ORGÂNICO E  
CONVENCIONAL**

**FABIANA SILVA DE SOUZA**

**2007**

**FABIANA SILVA DE SOUZA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO CULTIVADO COM CAFEIEIRO  
SUBMETIDO AOS MANEJOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de  
Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador  
Prof. Dr. Mozart Martins Ferreira

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos  
da Biblioteca Central da UFLA**

Souza, Fabiana Silva de

Atributos físicos do solo cultivado com cafeeiro submetido aos manejos orgânico e convencional /Fabiana Silva de Souza. -- Lavras : UFLA, 2007.

79 p. : il.

Orientador: Mozart Martins Ferreira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Solo. 2. Atributo físico. 3. Café. 4. Manejo orgânico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.43

**FABIANA SILVA DE SOUZA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO CULTIVADO COM CAFEIEIRO  
SUBMETIDO AOS MANEJOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 5 de março de 2007.

Prof. Dr. Marx Leandro Naves Silva

DCS -UFLA

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

DAG –UFLA

Prof. Dr. Mozart Martins Ferreira  
Departamento de Ciência do Solo/UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

## AGRADECIMENTOS

A Deus, presença e força constante.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade de realização da Pós-Graduação em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, Gabriel e Lurdinha, e aos meus irmãos, Guga e Gabi.

Ao Carlos, pelo companheirismo, suporte, carinho e amor.

A minha florzinha, Malu, força e luz em meu caminho.

Ao meu orientador, Prof. Mozart Martins Ferreira, pela confiança, amizade e exemplo profissional.

Ao Prof. Marx Leandro Naves Silva, pelo incentivo, colaboração e amizade.

À equipe do PRODETAB: Vanessa Theodoro, Sttela Veiga, Prof. Rubens, Prof. Daniel, Marcelo Malta, Alex Botelho, Éder e auxílio do Fabinho (Fazenda Baunilha) na condução do experimento.

Ao Prof. Carlos Alberto, pela colaboração.

Aos estagiários, bolsistas e amigos, pelo auxílio nas coletas e análises: Thiago, Gabriela, José de Assis, Gilson, Carlos e Ricardo.

Aos professores do Departamento de Ciência do Solo (DCS/UFLA).

Ao Prof. Geraldo, pela experiência, incentivo e amizade.

Aos funcionários do DCS/UFLA, em especial, Pezão, Humberto, Vitinho, Maria Alice, Daniela, Emerson, Márcia e mais que especial Dulce e Delanne, pela valorosa amizade, ensinamentos, apoio e grande presteza.

Aos colegas de curso, especialmente Aretusa, Ricardo, Michele, Leônidas, Fabiano, Geila, Regla, Éderson, Bruno Dias, Adriana, Ana Luiza, Junior Cesar, Evaldo.

Ao doutorando Bruno Dias, pela contribuição e colaboração na realização das análises no LEMOS.

Ao doutorando Amaury Carvalho, pela classificação do solo.

À Verônica e ao Éderson, pela colaboração.

Às educadoras e funcionárias do Centro Educacional NDE – UFLA.

À Jennifer, Vô Toninho e Vovó Janete pelo carinho e apoio.

Aos amigos Fafá e Didi, Léo e Patrícia, Peixe e Lidi, Fabiano e Ivana, , Augusta e Lucas (e Ana Luiza), Eliane (e família), Olívia (e família), as Tháises, Aretusa, Ricardo, pela amizade e boa convivência.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
2.1 Agricultura orgânica .....	3
2.2 Cafeicultura orgânica.....	5
2.3 Atributos físicos e carbono orgânico total do solo .....	7
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
3.1 Localização e caracterização da área .....	14
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	14
3.3 Descrição dos tratamentos.....	17
3.4 Amostragem de solo .....	19
3.5 Avaliações dos atributos físicos do solo.....	19
3.6 Avaliação do carbono orgânico total do solo.....	22
3.7 Análise estatística .....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
4.1 Comportamento dos atributos físicos do solo cultivado com cafeeiro submetido a diferentes manejos orgânicos, comparativamente ao manejo convencional .....	24
4.2 Comportamento dos atributos físicos do solo cultivado com cafeeiro submetido a diferentes manejos orgânicos do solo.....	34
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	48
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	49
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	50
<b>ANEXOS</b> .....	58

## RESUMO

SOUZA, Fabiana Silva de. **Atributos físicos do solo cultivado com cafeeiro submetido aos manejos orgânico e convencional.** 2007. 79 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

A crescente demanda mundial por alimentos mais saudáveis, tem dado destaque à cafeicultura orgânica, que preconiza a não utilização de agrotóxicos, o uso de matéria orgânica, a busca do equilíbrio solo-planta por meio do manejo racional do solo e a valorização social do trabalhador rural. Nesse contexto, este trabalho objetivou avaliar o efeito do manejo orgânico nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico típico em lavoura cafeeira da região de Lavras, MG. O delineamento foi em látice balanceado 4 x 4, sendo os 16 tratamentos arranjos em esquema fatorial 3 x 2 x 2 e mais 4 tratamentos adicionais, com 5 repetições. A testemunha foi uma lavoura convencional em área adjacente. A amostragem para a avaliação dos atributos físicos do solo e do carbono orgânico total do solo foi realizada em agosto de 2005. A coleta das amostras foi realizada na projeção da copa do cafeeiro, na camada superficial. Os resultados na comparação entre os tratamentos de manejo orgânico com a testemunha indicaram redução na argila dispersa em água e densidade do solo, e aumento no índice de floculação, no volume total de poros determinado, volume total de poros calculado e macroporosidade, em relação à testemunha. Para a estabilidade de agregados em água não houve efeito significativo em relação à testemunha. Poucos tratamentos de manejo orgânico apresentaram incrementos quanto à condutividade hidráulica, em comparação com a testemunha. Na comparação entre os tratamentos de manejo orgânico, foi observado o efeito dos adubos orgânicos, adubo verde e palha de café. Os resultados indicaram alterações para alguns atributos físicos, em função da taxa de decomposição e relação C:N para os resíduos utilizados. Os manejos orgânicos adotados por um ano incrementam, de maneira pouco expressiva, o conteúdo de carbono orgânico do solo em relação ao manejo convencional. O manejo orgânico leva a modificações nos atributos físicos do solo, relacionados à estrutura do solo. Dentre as fontes de matéria orgânica utilizadas, o uso da adubação verde na entrelinha do cafeeiro participa mais efetivamente nas alterações dos atributos físicos do solo.

---

<sup>1</sup> Orientador: Mozart Martins Ferreira.

## ABSTRACT

SOUZA, Fabiana Silva de. **Soil physical attributes cultivated com coffee plants submitted the management organic and conventional.** 2007. 79 p. Dissertation (Master in Soil and Nutrition of Plants) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.<sup>2</sup>

The world's crescent demand for healthier food has given prominence to organic coffee plantations, in which the use of agrototoxics is prohibited and the use of organic matter, the search for a balance between soil and plant through a rational management of the soil and the valorization of rural workers are searched. This work aimed to evaluate the effect of organic management on the physical attributes of a Red Oxisol cultivated with coffee plant Lavras country, MG, Brazil. The experiment was delineated in a 4 x 4 balanced lattice and the 16 treatments were arranged in a 3 x 2 x 2 factorial outline with 4 additional treatments and 5 replications. An adjacent conventionally managed coffee plantation was used as the control. Sampling for the evaluation of soil physical attributes and total organic carbon was performed in August 2005. Disturbed and undisturbed samples were collected in the projection of the coffee plants at depth 0-20 cm. The results indicated that the organic management reduced the water-dispersible-clay and bulk density values and increased the flocculation index, total porosity and macroporosity when compared to the control. There were no significant changes in the stability of aggregates. Few organic management treatments presented increments in hydraulic conductivity values in comparison to the control. The effects of the application of organic manure, green manure and coffee plant residues indicated changes for some physical attributes according to the decomposition rate and C:N ratio of these materials. The organic management treatments did not proportionate an expressive increase in the organic carbon content in comparison with the conventional management in a period of one year; however it changed soil physical attributes. Among the sources of organic matter used, the green manuring in the interrows of the coffee crop participates more efficiently in the alterations of the soil physical attributes.

---

<sup>2</sup> Adviser: Mozart Martins Ferreira.

## 1 INTRODUÇÃO

Cresce em todo o mundo a expectativa sobre o mercado de produtos orgânicos, dentre eles o café. No Brasil, a atividade cafeeira desponta-se como uma das principais no cenário agrícola e, em Minas Gerais, o café destaca-se entre os alimentos produzidos de forma orgânica, seguindo a tradição do estado para esta cultura. A busca de qualidade e da valorização do produto torna crescente a expectativa sobre a produção de cafés de acordo com a normatização da agricultura orgânica. Este mercado é formado, predominantemente por consumidores conscientes das questões ligadas à saúde e encontra-se em expansão com a adesão de um público ligado a questões de caráter ambiental e social.

A produção legitimamente orgânica é um sistema alternativo que se fundamenta em três princípios básicos: a não utilização de agrotóxicos, a busca do equilíbrio solo-planta por meio do manejo racional do solo e a valorização social do trabalhador rural.

A degradação dos recursos produtivos, a redução drástica da biodiversidade e a alta dependência de recursos externos de alto custo energético apontam para a insustentabilidade dos sistemas convencionais de produção. As conseqüências ecológicas, econômicas e sociais da modernização da cafeicultura, aliadas à crescente pressão pela preservação da biodiversidade, apontam para a necessidade do desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis.

A matéria orgânica do solo vem sendo considerada a chave da sustentabilidade e apresenta estreita relação com os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Assim sendo, torna-se necessário o manejo sustentável da matéria orgânica possibilitando a manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo.

Estudos relacionados à utilização de resíduos para fins agrícolas têm sido intensificados, quer como condicionantes dos atributos do solo, em virtude do material orgânico, quer como fonte de nutrientes para as plantas cultivadas. Entretanto, estudos que versam sobre os benefícios da matéria orgânica nos atributos físicos do solo, em lavoura cafeeira, são escassos.

A possibilidade do uso agrícola de resíduos, de origem vegetal, animal, urbano e agroindustrial mostra-se promissora, pois, além do aproveitamento e da eliminação desses resíduos, podem, eventualmente, trazer efeitos benéficos ao solo. Nesse sentido, este estudo assenta-se na hipótese de que o manejo orgânico com o uso de insumos levará a modificações benéficas nos atributos físicos do solo.

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito do manejo orgânico nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico típico em lavoura cafeeira da região de Lavras, MG.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Agricultura orgânica

A base científica e conceitual da prática da agricultura orgânica foi implantada nos anos 1930, compreendendo os seguintes princípios: a) o solo não é um substrato inerte, mas o hábitat de múltiplos organismos e microrganismos, que funcionam como agentes transformadores de nutrientes, tornando-os solúveis e disponíveis para as plantas; b) o desequilíbrio nutricional ou do meio ambiente propicia o aparecimento de parasitas e reduz as defesas das plantas, tornando-as mais vulneráveis às doenças; c) as propriedades rurais devem funcionar como um organismo agrícola, para alcançar a maior auto-suficiência possível (Conselho Internacional do Café, 1997).

A agricultura orgânica é um sistema de produção agropecuário que promove a interação entre biodiversidade, ciclos biológicos das espécies vegetais e animais e atividades biológicas do solo, sem o uso de produtos químicos tóxicos ao meio ambiente para não proporcionar a contaminação da água, do solo e do ar. Baseia-se no uso mínimo de produtos externos à propriedade e no manejo de práticas que restauram, mantêm e promovem a harmonia ecológica do sistema. A agricultura orgânica deve ser, também, ecologicamente sustentável, economicamente viável, socialmente justa e culturalmente aceitável (Alvarenga et al., 2002).

O conceito de “orgânico” baseia-se no manejo de sistemas agropecuários de modo similar à vida de um organismo, respeitando o potencial produtivo da propriedade agrícola. Nesses sistemas ou “organismos agrícolas”, a produção vegetal e animal, a exploração dos recursos naturais e, principalmente, o homem evoluem de forma totalmente integrada (Theodoro, 2001).

É considerado orgânico o sistema de produção agropecuária e industrial que respeita a integridade cultural e tem por objetivo a auto-sustentação no

tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e, entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana (BRASIL, 1999).

De acordo com a definição do Codex Alimentarius (2006), a agricultura orgânica é um sistema de gerenciamento total da produção agrícola com vistas a promover e a realçar a saúde do meio ambiente, preservar a biodiversidade, os ciclos e as atividades biológicas do solo. Nesse sentido, a agricultura orgânica enfatiza o uso de práticas de manejo em oposição ao uso de elementos estranhos ao meio rural. Isso abrange, sempre que possível, a administração de conhecimentos agrônômicos, biológicos e, até mesmo, mecânicos. Exclui a adoção de substâncias químicas ou outros materiais sintéticos que desempenhem no solo funções estranhas às desempenhadas pelo ecossistema.

Ehlers (1996) cita que um dos princípios básicos da agricultura alternativa (orgânica, biodinâmica, biológica e natural) é a exclusão dos agroquímicos e a valorização dos processos biológicos e vegetativos nos sistemas produtivos. Quanto às práticas agrícolas, todas defendem a revalorização da adubação orgânica, seja ela de origem vegetal ou animal, do plantio consorciado, da rotação de culturas e do controle biológico de pragas. O que há de comum em todas as propostas e vertentes alternativas é o objetivo de desenvolver uma agricultura sustentável, ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável.

A produção orgânica encontra maior sucesso quando praticada por agricultores familiares, pois surge como saída para a crescente descapitalização do setor, devido à melhora na qualidade de vida dos agricultores, pois a mão-de-obra é da própria família. Com relação ao agricultor empresarial, em função da

maior exigência de mão-de-obra contratada no sistema de cultivo orgânico, sua aplicação se torna menos viável, devido ao aumento no custo de produção (Assis & Romeiro, 2004).

Outro importante fator a ser considerado é o manejo do solo e seus aspectos físicos, químicos e biológicos, respeitando os níveis adequados de matéria orgânica para preservar e manter o equilíbrio biológico no solo (Ricci et al., 2002).

Por fim, Theodoro (2006) relata a necessidade de estudos sobre os benefícios que o sistema orgânico pode proporcionar a produtores e consumidores, como a menor dependência de insumos externos à propriedade, a redução dos custos de produção, além de uma menor degradação do solo.

## **2.2 Cafeicultura orgânica**

A produção de café legitimamente orgânico é um sistema alternativo que se fundamenta nos princípios básicos da agricultura orgânica: a não utilização de agrotóxicos, a busca do equilíbrio solo/planta pelo manejo racional do solo e a valorização social do trabalhador rural (Theodoro, 2001).

O estado de Minas Gerais, estimulado pela crescente rejeição do café exportado para Europa, principalmente devido ao uso abusivo de agrotóxicos, foi o primeiro estado brasileiro a investir na produção orgânica (Viglio, 1996). Desde então, o número de produtores vem aumentando, devido ao mercado ser bastante promissor, constituído principalmente por consumidores conscientes das questões ligadas à saúde, ao meio ambiente e de caráter social, além da maior conscientização ambiental destes produtores (Burg & Myer, 1998).

Conforme López de Leon & Mendoza Díaz (1999), o propósito fundamental da produção orgânica, assim como da cafeicultura orgânica, é proporcionar alternativas de produção próximas da sustentabilidade que

minimizem o impacto ambiental, aproveitando os conhecimentos, as experiências e os recursos locais. Isto se baseia, principalmente, na reciclagem de matéria orgânica e nas técnicas de produção compatíveis com o meio ambiente, fazendo uso de adequados recursos naturais, entre eles: fertilidade do solo e o estímulo à biodiversidade vegetal e animal, como forma de garantir o equilíbrio biológico natural.

A matéria orgânica do solo desempenha diversas funções no ambiente, estando ligada a processos fundamentais como ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade biológica (Roscoe et al., 2006). Dos insumos utilizados na elevação do teor de matéria orgânica no solo, passíveis de serem utilizados na cafeicultura orgânica, têm-se estercos, compostos, biofertilizantes e resíduos de biomassa vegetal, incluindo os adubos verdes (Ricci et al., 2002).

O cultivo de plantas na entrelinha da lavoura cafeeira de forma consorciada (adubos verdes), sendo posteriormente incorporadas, preserva a fertilidade das terras, agindo sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo também para a diminuição do número de capinas (Calegari et al., 1993). As plantas mais utilizadas como adubo verde são as leguminosas, devido à capacidade de fixar nitrogênio, incorporando-o ao solo e auxiliando no suprimento desse nutriente à cultura (Burg & Myer, 1998).

Na lavoura cafeeira, o controle das ervas espontâneas é uma prática que vem evoluindo de forma mais racional, evitando a concorrência direta dessas plantas com os cafeeiros e, ao mesmo tempo, utilizando a presença das mesmas nas ruas da lavoura como fonte alternativa de matéria orgânica, para melhorar a qualidade do solo explorado. Esta melhoria advém da alteração das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo pelo acréscimo de matéria orgânica fornecida pela ciclagem das plantas espontâneas, cuja presença favorece e diversifica a fauna e microbiota do solo; altera substancialmente fatores, tais

como estrutura do solo, diminui a perda de solo e de adubos pela erosão hídrica; evita adensamento das camadas superficiais e melhora o nível de fertilidade do solo, contribuindo para a manutenção de uma cafeicultura sustentável (Alcântara, 1998).

### **2.3 Atributos físicos e carbono orgânico total do solo**

Quando o homem altera o equilíbrio do ecossistema, ocorrem mudanças na dinâmica da matéria orgânica e os efeitos dessa perturbação são, geralmente, negativos para as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Quando manejada, a fração orgânica não apresenta a mesma estabilidade das frações minerais. Sob uso agrícola, a utilização intensiva da terra com sistemas de cultivos inadequados tem contribuído para a degradação dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, particularmente a diminuição da estabilidade e tamanho dos agregados, o aumento da densidade, a diminuição da macroporosidade e da taxa de infiltração de água, além de redução no complexo de cargas e na atividade biológica (Roose et al., 1993; Silva & Mielniczuk, 1997). Essa degradação da qualidade do solo está diretamente relacionada à diminuição do teor de matéria orgânica e à compactação pelo tráfego (Blancaneaux et al., 1993).

A presença da matéria orgânica no solo tem sido reconhecida como a chave da sustentabilidade, pelas suas inúmeras influências benéficas e essenciais, nas mais diferentes propriedades do solo. Por outro lado, sua falta, além de outros fatores, contribui diretamente para a degradação, refletindo conseqüentemente na qualidade do solo (Stevenson, 1986).

O emprego de fertilizantes orgânicos está associado, também, à melhoria das propriedades físicas do solo e ao estabelecimento de microrganismos benéficos (Doran, 1995), ao aumento da matéria orgânica do solo e da capacidade de troca de cátions e à diminuição da densidade do solo (Bulluck et

al., 2002). Nesses benefícios, ainda se incluem as melhorias na taxa de infiltração e agregação do solo (Lima, 2001).

Em solos tropicais e temperados, a matéria orgânica apresenta uma estreita relação com propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Portanto, o manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo (Ciotta et al., 2003).

Bulluck et al. (2002) afirmam que compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos da fertilidade do solo podem resultar em incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo. Conforme os resultados desses autores, condicionadores orgânicos de solo, como o esterco bovino e o composto de caroço de algodão, podem ser superiores aos fertilizantes sintéticos, por melhorarem os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, incrementando a produtividade das plantas.

Theodoro (2001), estudando sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional, concluiu que, em relação à condição natural de ocorrência do Latossolo Vermelho distrófico, os sistemas de produção do cafeeiro orgânico contribuem positivamente para a conservação dos atributos físicos após cinco anos de implantação da lavoura.

Miyasaka & Okamoto (1993) citam os benefícios da utilização da matéria orgânica para o estabelecimento de uma estrutura adequada do solo, permitindo uma maior circulação de ar e água. Estes autores relatam que o húmus atua como agente cimentante das partículas do solo, formando agregados bastante estáveis, principalmente os de dimensão inferior a 1 mm. O complexo argilo-húmico formado se dispersa mais dificilmente que o agregado de argila.

Segundo Gomar et al. (2002), variações nos teores de matéria orgânica modificam as condições físicas do solo, manifestando-se pelas alterações na estrutura, na densidade do solo, na aeração, na retenção de água, na drenagem e

na consistência do solo. Estes autores, avaliando a influência da biomassa radicular em atributos físicos do solo, concluíram que as raízes influíram na interação física das partículas, bem como no aporte de agentes cimentantes provenientes dos exsudados radiculares e pela ativação da biomassa microbiana desenvolvida na rizosfera. Verificaram, ainda, efeitos benéficos da matéria orgânica na estabilização e na formação de agregados maiores.

Oliveira et al. (2002) verificaram aumentos do teor de carbono orgânico em solo cultivado com cana-de-açúcar e tratado com bio sólido, em dois anos consecutivos, com doses acumuladas entre 70 e 211 t ha<sup>-1</sup>, incorporado na camada de 0-20 cm. Os autores observaram também que os aumentos de carbono orgânico foram maiores no segundo ano, indicando a possibilidade de incrementos crescentes com sucessivas aplicações do resíduo. Entretanto, Andrade et al. (2005), após cinco anos da aplicação do bio sólido, nas doses 10, 20 e 40 t ha<sup>-1</sup>, sem incorporação, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, constataram que o teor total de carbono no solo não diferiu entre os tratamentos, para as profundidades avaliadas.

Alcântara & Ferreira (2000), estudando os efeitos de vários métodos de controle de plantas daninhas em lavoura cafeeira sobre alguns indicadores de qualidade do solo, após 18 anos de pesquisa, observaram que o tratamento sem capina aumentou o teor de matéria orgânica na camada superficial. O aumento da matéria orgânica afetou, conseqüentemente, outros parâmetros, diminuiu a densidade do solo e aumentou a porosidade e a estabilidade dos agregados em água.

Conforme observado por Costa (2005), o teor de argila dispersa em água e o grau de floculação das argilas foi afetado significativamente pela utilização de cama de aviário na recuperação física de um Latossolo Vermelho. A testemunha apresentou os maiores teores de argila dispersa em água e, conseqüentemente, o menor grau de floculação das argilas, para ambas as épocas

e profundidades amostradas no estudo. Isso ocorreu devido ao não recebimento do adubo orgânico, não manifestando, assim, os efeitos positivos deste na agregação das partículas.

Andreola (1996), estudando a influência da adubação orgânica com cama de frango, nas propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada (Nitossolo Vermelho) sob plantio de milho e feijão, observou, no tratamento com adubação orgânica, teores de argila dispersa em água de 22,46, 21,52 e 1,23% para as profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente. No entanto, estes valores não foram significativos em relação à testemunha (21,98, 20,24 e 0,88%). O autor explica que o adubo orgânico não influenciou os teores e que a redução dos teores de argila dispersa em água em profundidade se deve ao aumento do  $Al^{+3}$ , promovendo maior floculação entre as partículas.

Em trabalho que constou da aplicação de lodo de esgoto puro e tratado com resíduo gorduroso “Olestra”, em quatro solos de amplas diferenças químicas e físicas, verificaram diminuições significativas na densidade do solo e na densidade de partículas com relação à testemunha (Logan et al., 1996). Felton (1995) aplicou e incorporou, a um solo de mina, duas doses de lixo urbano (14 e 28 Mg ha<sup>-1</sup>). Ao longo de 34 meses, o valor médio da densidade do solo nas parcelas testemunhas foi da ordem de 1,74 Mg m<sup>-3</sup>, enquanto que, nas parcelas tratadas, esta reduziu para 1,49 Mg m<sup>-3</sup>.

Avaliando a aplicação de lodo de esgoto e composto de lixo urbano nas propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho Amarelo, Marciano (1999) verificou, para o primeiro ano, que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a densidade do solo ou a porosidade total. Já para o segundo ano do experimento, a amostragem foi feita em quatro camadas distintas, verificando efeitos diferentes, dependendo da profundidade considerada. Nas camadas mais superficiais (0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,15 m), houve efeito

significativo dos tratamentos sobre ambas as propriedades. Para a camada de 0,15-0,20 m, no entanto, nenhum efeito significativo foi observado.

Conforme Braida et al. (2006), o carbono orgânico reduziu a densidade máxima obtida pelo teste Proctor Normal. Aragón et al. (2000), avaliando a compactação e a relação com o carbono orgânico e o conteúdo de água no solo pelo teste Proctor Normal, observaram comportamento semelhante ao observado por Braida et al. (2006), em relação ao efeito do carbono orgânico na densidade do solo.

Com a utilização de adubação orgânica humificada, em um Argissolo Vermelho Amarelo, Rocha (2000) obteve, para os tratamentos orgânicos em relação ao tratamento químico, uma tendência a melhorias na taxa de infiltração acumulada, na densidade do solo e na porosidade total do solo.

Warren & Fonteno (1993) utilizando cama de frango e dejetos de suínos, observaram que a CTC e a disponibilidade de nutrientes aumentavam linearmente com o aumento da dose de cama aplicada ao solo. Os autores verificaram também benefícios relacionados à agregação e à resistência estrutural do solo, as quais apresentam influência direta na porosidade total e na disponibilidade de água no solo. No entanto, Mubarak et al. (2003) concluíram que a aplicação de cama de frango não afetou significativamente os teores de carbono orgânico do solo, bem como a densidade e o conteúdo de água no solo. Estes autores relataram ainda, que os efeitos benéficos dos resíduos de animais nas propriedades físicas do solo podem exigir um longo espaço de tempo para se manifestar, além de também depender de características intrínsecas do solo. Solos com boas qualidades físicas, assim como elevados teores de nutrientes, tendem a não responder de forma significativa à aplicação desses resíduos. Espera-se que os efeitos sejam mais evidentes em solos naturalmente pobres e com algum grau de degradação.

Espanhol et al. (2003), estudando o efeito da adubação orgânica com a utilização de cama de aviário nas doses de 0; 5; 10 e 20 t ha<sup>-1</sup>, em um Cambissolo Húmico, cultivado com macieira, não observaram diferenças significativas na flocculação das argilas, no teor de carbono orgânico e na estabilidade de agregados do solo. De acordo com estes autores, os efeitos da utilização da adubação orgânica não foram significativos devido à rápida mineralização do material orgânico.

A maior agregação atribuída ao aumento no teor de matéria orgânica deve-se ao fato de ela apresentar grande superfície específica e CTC, possibilitando maior número de ligações eletrostáticas entre esta e as partículas de solo. Além disso, a sua decomposição por microrganismos resulta na formação de inúmeros compostos importantes na cimentação e estabilização dos agregados (Angers, 1992). De acordo com Souza et al. (2005), o maior teor de matéria orgânica, com aplicação de biossólido na camada de 0-10 cm, resultou em maior estabilidade de agregados para um Latossolo Vermelho distrófico e um Latossolo Vermelho eutroférico, verificado pelo diâmetro médio geométrico e agregados maiores que 2 mm.

Logan et al. (1996), utilizando lodo de esgoto, não obtiveram efeitos significativos sobre a condutividade hidráulica do solo saturado, independentemente da textura do solo utilizado. Embora com problemas de variabilidade, Marciano (1999) observou que há elevação da condutividade hidráulica do solo saturado com o aumento das doses de lodo utilizadas.

Um manejo adequado da área e a incorporação periódica de resíduos orgânicos podem, no decorrer do tempo, levar a uma melhor estruturação do solo, pelo efeito direto da matéria orgânica por meio da cimentação das partículas do solo por ácidos orgânicos e pelo efeito indireto, por meio do crescimento de raízes e da atuação de microrganismos na agregação das partículas (Costa, 2005).

Enfim, a adição de compostos orgânicos tem contribuído para a excelência da qualidade do solo que, especialmente nos cultivos orgânicos, tem promovido sustentabilidade nesse sistema de produção (Silva et al., 2005).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização e caracterização da área

A área em estudo está localizada no município de Lavras, MG, a uma altitude de 925 m, nas coordenadas geográficas de 21°13'40" S e 44°57'50" W. Segundo a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Cwb (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). A temperatura média anual situa-se em torno de 19,3°C, com precipitação média de 1.493mm.

O experimento foi conduzido na Fazenda Baunilha, em lavoura cafeeira anteriormente cultivada de forma convencional, implantada há sete anos, a qual foi submetida ao processo de conversão para o sistema orgânico, em agosto de 2004. A cultivar utilizada foi ‘Catuaí Amarelo’, espaçamento de 4 x 0,70 m, em uma área total de 2,02 ha, com 4.167 plantas por ha.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico textura muito argilosa A moderado, fase floresta subperenifólia e relevo suave ondulado.

### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o látice balanceado 4 x 4, descrito por Cochran & Cox (1957). A lavoura orgânica apresenta área de 1,61 ha. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 3 x 2 x 2, correspondendo a três fontes de matéria orgânica (esterco bovino, cama de aviário e farelo de mamona), com ou sem a aplicação de palha de café e com ou sem adubo verde (*Cajanus cajan* L.) nas entrelinhas, mais quatro tratamentos adicionais, totalizando 16 tratamentos de manejo orgânico, com 5 repetições, num total de

80 parcelas. Cada parcela foi constituída de 112 plantas, sendo 16 plantas úteis e 96 plantas de bordadura.

TABELA 1. Tratamentos utilizados no manejo orgânico. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos (Fatorial 3 x 2 x 2)	
1	Esterco bovino + palha de café
2	Cama de aviário + palha de café
3	Farelo de mamona + palha de café
4	Esterco bovino
5	Cama de aviário
6	Farelo de mamona
7	Adubo verde + esterco bovino + palha de café
8	Adubo verde + cama de aviário + palha de café
9	Adubo verde + farelo de mamona + palha de café
10	Adubo verde + esterco bovino
11	Adubo verde + cama de aviário
12	Adubo verde + farelo de mamona
Tratamentos adicionais	
13	Esterco bovino + moinha de carvão + sulfato duplo de K e Mg
14	Farelo de mamona + palha de café + farinha de rocha
15	Palha de café fermentada
16	Adubo verde – <i>Cajanus cajan</i>

Os quatro tratamentos adicionais possibilitaram a avaliação do uso do esterco bovino + moinha de carvão + sulfato duplo de potássio e magnésio; a farinha de rocha Itafértil na dose de 2,08t ha<sup>-1</sup> (500 g planta<sup>-1</sup>) + farelo de

mamona + palha de café e o uso da palha de café fermentada ( $20,0 \text{ L planta}^{-1}$ ); e do adubo verde feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) plantado nas entrelinhas do cafeeiro como únicas fontes de adubação (Tabela 1). Todos os tratamentos de manejo orgânico receberam, como fonte de adubação foliar, o biofertilizante “Supermagro”. Foram realizadas três pulverizações em operações tratorizadas mensais (dezembro/2004 a fevereiro/2005). O referido biofertilizante foi preparado como descrito em Theodoro (2006).

A testemunha foi uma lavoura convencional em área adjacente à lavoura experimental orgânica, mesma cultivar e espaçamento, isolada por uma barreira vegetal composta por cinco linhas de cafeeiros perfazendo uma distância de 20,0 m entre os blocos de tratamentos de manejo orgânico e a testemunha, visando evitar qualquer efeito proveniente do manejo convencional. A lavoura convencional apresenta área de 0,41 ha, constituída de 20 parcelas, sendo cada parcela constituída por 112 plantas, consistindo de 16 plantas úteis e 96 plantas de bordadura.

A adubação da lavoura convencional foi estabelecida de acordo com as especificações da 5ª Aproximação (Ribeiro et al., 1999), com o uso de formulados NPK desde a sua implantação, de acordo com análises de solo e foliar e foi aplicada adubação foliar com Niphokam (Quimifol) (10% N; 8,0%  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em CNA + água; 8,0%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0,5% Mg, 1,0% Ca; 2,0% S, 1,0% Zn; 0,5% B; 0,1% Fe; 0,1% Mo; 0,2% Cu e 0,5% Mn ) na dose de 1,0L/400L calda por ha. A palha de café proveniente da propriedade foi aplicada todo ano e o controle de plantas espontâneas foi realizado por meio de método integrado de roçada mecânica e herbicida sistêmico.

### 3.3 Descrição dos tratamentos

Após a escolha dos materiais utilizados para a adubação, foi realizada a análise do valor agronômico de cada insumo (Tabela 2).

TABELA 2. Resultado do valor agronômico dos diferentes insumos utilizados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Insumos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>							mg kg <sup>-1</sup>			
Esterco bovino	14,6	4,91	17,5	46,8	5,18	2,6	16	30	71	431	162
Cama de aviário	27,6	16,0	22,3	23,8	5,14	3,2	34	269	773	389	445
Farelo de mamona	49,4	13,2	9,7	22,9	0,87	3,3	27	21	2222	293	126
Palha de café	13,8	6,4	18,4	4,3	0,97	0,9	23	15	271	42	17
Moinha carvão	2,6	0,76	2,9	51,6	1,63	2,3	20	37	51032	449	41

Fonte: Theodoro, 2006.

As fontes de matéria orgânica foram aplicadas na superfície do solo, sob a saia do cafeeiro feita com ou sem a aplicação de palha de café sobre as fontes de matéria orgânica e com ou sem adubo verde nas entrelinhas. As quantidades utilizadas dos adubos orgânicos foram de 8,5 kg de esterco bovino planta<sup>-1</sup> (34,9 t ha<sup>-1</sup>), 2,0 kg de farelo de mamona planta<sup>-1</sup> (8,5 t ha<sup>-1</sup>) e 4,2 kg de cama de aviário planta<sup>-1</sup> (17,4 t ha<sup>-1</sup>).

A compostagem laminar da palha de café foi realizada após a aplicação dos adubos orgânicos (esterco bovino, cama de aviário e farelo de mamona), para que o processo de compostagem ocorresse em condições de campo, dispensando a montagem das medas comuns na compostagem tradicional. A palha de café fermentada foi aplicada superficialmente na projeção da copa do cafeeiro, na dose de 2,0 L cova<sup>-1</sup>. Além dos tratamentos orgânicos, nos quais foi

utilizada a palha de café, a aplicação foi realizada em todas parcelas convencionais.

As relações carbono:nitrogênio para os diferentes resíduos utilizados são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3. Relação carbono:nitrogênio (C:N) dos diferentes resíduos utilizados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Insumos	C : N
Esterco bovino	18 : 1
Cama de aviário	14 : 1
Farelo de mamona	10 : 1
Palha de café	31 : 1
Guandu	29 : 1

Fonte: Embrapa Agrobiologia, 2006.

A adubação verde foi realizada em janeiro/2005, com o plantio do feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) nas parcelas de manejo orgânico (tratamentos 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16). O plantio foi feito com matracas nas entrelinhas dos cafeeiros em quatro linhas com espaçamento de 50,0 cm e na densidade de dez sementes por metro linear (utilizando-se 50% do espaço livre do café, de acordo com o espaçamento). O guandu cresceu na área por três meses e foi roçado mecanicamente em abril/2005.

O controle de plantas espontâneas nos tratamentos de manejo orgânico foi realizado com roçadora mecânica periodicamente. Já no sistema convencional, foi utilizado um manejo integrado com o uso de roçadora mecânica a cada 30 a 45 dias e aplicação de controle químico com herbicida sistêmico Glyphosate, na dose de 1,5L 150L<sup>-1</sup> de calda.

### **3.4 Amostragem de solo**

A coleta das amostras, deformadas e indeformadas, ocorreu em agosto de 2005, efetuada aleatoriamente na projeção da copa do cafeeiro, na camada superficial (0-20 cm de profundidade). As amostras deformadas foram secas ao ar, desagregadas e peneiradas ( $\emptyset = 2$  mm), para algumas determinações dos atributos físicos do solo e do carbono orgânico total do solo. As amostras com estrutura indeformada de solo foram obtidas com cilindro de alumínio (anel volumétrico) coletadas com o uso do amostrador de Uhland, em cilindros com volume conhecido, sendo as dimensões médias dos cilindros de 8,25 cm de altura por 6,96 cm de diâmetro interno. Foram preparadas também amostras para a determinação da estabilidade de agregados em água, sendo passadas em peneira de 7,93 mm, ficando retidas em peneira de malha 4,76 mm.

### **3.5 Avaliações dos atributos físicos do solo**

A partir das amostras deformadas, procedeu-se à análise granulométrica pelo método da pipeta (Day, 1965), após dispersão da amostra com NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> e agitação rápida por 10 minutos (ANEXO 1). A argila dispersa em água foi determinada também pelo método da pipeta, sem a utilização do dispersante químico, determinando-se o índice de floculação de acordo com Embrapa (1997). A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico (Blake & Hartge, 1986b).

A partir das amostras indeformadas, a densidade do solo foi determinada de acordo com Blake & Hartge (1986a) e o volume total de poros calculado (VTPc) segundo expressão preconizada por Danielson & Sutherland (1986) (Equação 1). A distribuição de poros por tamanho foi determinada utilizando-se funil de placa porosa, em unidade de sucção a 60 cm de altura de coluna d'água, para separação de macro e microporos. O volume da água retida nas amostras

após equilíbrio foi relacionado a microporosidade, sendo a macroporosidade obtida por diferença (Grohmann, 1960).

$$VTPc = [1-(Ds/Dp)] * 100 \quad \text{(Equação 1)}$$

Ds: densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ );

Dp: densidade de partículas ( $\text{g cm}^{-3}$ ).

Avaliou-se também o volume total de poros determinado (VTPd) sendo igual à umidade de saturação com base em volume ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ). Os poros bloqueados foram determinados pela diferença entre o volume total de poros calculado e o volume total de poros determinado.

Agregados com diâmetro de 4,76 a 7,93 mm foram obtidos por peneiramento do solo, sendo a estabilidade de agregados determinada por meio de peneiramento em água após pré-umedecimento lento por capilaridade (Kemper & Rosenau, 1986). Foram utilizadas peneiras de malhas correspondentes a 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm e 0,105 mm para a separação das classes de tamanho dos agregados. A estabilidade de agregados foi expressa pelos seguintes índices: diâmetro médio geométrico, porcentagem de agregados maiores que 2 mm e porcentagem de agregados menores que 0,105 mm.

O diâmetro médio geométrico foi calculado com o uso da expressão:

$$DMG = 10^X$$

$$X = [ \sum ( n \log d ) / \sum n ]$$

em que,

DMG : diâmetro médio geométrico (mm);

n: porcentagem de agregados de cada classe de tamanho (%);

d: diâmetro médio de cada classe de tamanho (mm).

As porcentagens de agregados maiores que 2 mm e menores que 0,105 mm foram calculadas pelas expressões:

$$\% > 2 \text{ mm} = 100 [(n_{>2}) / \sum n_i],$$

$$\% < 0,105 \text{ mm} = 100[(n_{<0,105}) / \sum n_i],$$

em que,

$\% > 2 \text{ mm}$ : porcentagem de agregados maiores que 2 mm;

$n_{>2}$ : quantidade de agregados na classe com diâmetro maior que 2 mm (g);

$n_i$ : quantidade de agregados em cada classe de tamanho (g);

$\% < 0,105 \text{ mm}$ : porcentagem de agregados menores que 0,105 mm;

$n_{<0,105}$ : quantidade de agregados na classe diâmetro menor que 0,105 mm.

A condutividade hidráulica do solo saturado ( $k_s$ ) foi determinada por meio de permeâmetro de carga constante, seguindo metodologia descrita por Lima et al. (1990), utilizando-se amostras indeformadas saturadas previamente por capilaridade. Considerou-se, para efeito de cálculo, o valor estabilizado após cinco leituras iguais. A equação de Darcy foi utilizada para o cálculo da condutividade hidráulica do solo saturado:

$$k_s = 600 * (Q * L) / (A * h * t)$$

em que,

$k_s$ : condutividade hidráulica do solo saturado ( $\text{mm h}^{-1}$ );

Q: volume de água coletada no intervalo de tempo t ( $\text{cm}^3$ );

L: altura do cilindro (cm);

A: área da seção transversal do cilindro ( $\text{cm}^2$ );

h: altura da lâmina d'água sobre a amostra (cm);

t: intervalo de tempo entre as coletas (min).

A retenção de água pelo solo foi determinada utilizando-se amostras de estrutura deformada, as quais foram previamente saturadas com água destilada por 24 horas e colocadas nos respectivos aparelhos (unidade de sucção e extratores de placa porosa de Richards) para a obtenção da umidade às sucções correspondentes a 0,02; 0,04; 0,06; 0,1; 0,33; 1,0; 5,0 e 15,0 atm. Após o

equilíbrio, as amostras úmidas foram pesadas e procedeu-se à secagem em estufa a 105-110°C, por 24 horas, obtendo, em seguida, o grau de umidade (umidade gravimétrica), expressando-se os resultados em porcentagem (Freire, 1975).

Para a determinação da água disponível, adotou-se o intervalo de umidade entre a capacidade de campo (0,1 atm) e o ponto de murcha permanente (15 atm).

### **3.6 Avaliação do carbono orgânico total do solo**

Para proceder à análise do carbono orgânico total do solo, as amostras de terra fina seca ao ar foram maceradas em almofariz e passadas em peneira de 100 mesh. Em seguida, obteve-se triplicata para todos os tratamentos de manejo orgânico e a testemunha. A determinação do carbono orgânico total do solo foi realizada pela metodologia baseada em Yeomans & Bremner (1988). Procedeu-se à oxidação da matéria orgânica a quente com dicromato de potássio em meio ácido, sendo determinado por titulação com sulfato ferroso amoniacal.

### **3.7 Análise estatística**

A testemunha foi comparada com cada um dos dezesseis tratamentos de manejo orgânico por meio do teste t com proteção de Bonferroni (Johnson & Wichern, 1998), com o auxílio do programa SISVAR para Windows versão 4.6. O teste de Bonferroni consiste na aplicação do teste t tradicional, a  $\alpha$  de probabilidade, com probabilidade  $\alpha' = \alpha/\kappa$ , considerando-se  $\kappa$  contrastes. Neste estudo, como cada um dos tratamentos foi comparado à testemunha, totalizou 16 comparações, sendo significativo quando  $\alpha' < \alpha/16$ , em que  $\alpha' = 0,05/16$ , se p-valor menor que 0,003125, então diferença significativa.

Foi adotado, para os tratamentos de manejo orgânico, um esquema fatorial (3 x 2 x 2) mais quatro tratamentos adicionais. A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa estatístico SAS. Os efeitos de cada variável

independente (adubo orgânico, palha de café e adubo verde) e suas respectivas interações foram estimados e testados utilizando-se os desdobramentos apropriados. Os valores médios dos atributos físicos avaliados foram submetidos ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Também foram realizados contrastes entre os tratamentos adicionais e os tratamentos do esquema em fatorial por meio da opção “contrast” do proc GLM.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Comportamento dos atributos físicos do solo cultivado com cafeeiro submetido a diferentes manejos orgânicos, comparativamente ao manejo convencional

Nessa seção, buscou-se avaliar o comportamento dos atributos físicos do solo que recebeu os diferentes resíduos orgânicos, comparativamente ao solo, submetido ao manejo convencional. Para tanto, os dados do solo submetido ao sistema convencional, considerado como referência (testemunha), foram comparados com os dados de cada um dos tratamentos de manejo orgânico, por meio do teste t, com proteção de Bonferroni. Os resultados encontrados são apresentados nas Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8.

Observa-se, na Tabela 4, para o carbono orgânico total do solo, que apenas os tratamentos 4 (esterco bovino), 7 (adubo verde+esterco bovino+palha de café), 8 (adubo verde+cama de aviário+palha de café), 13 (esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg) e 16 (adubo verde-*Cajanus cajan*) foram semelhantes à testemunha (convencional). Os demais tratamentos de manejo orgânico diferiram da testemunha, tendo sido constatado, embora baixo, um certo incremento no aporte de carbono orgânico do solo proporcionado pelo manejo orgânico em relação ao manejo convencional. Esse resultado semelhante ao observado por Marciano (1999) que avaliando o efeito da incorporação de resíduos orgânicos nas propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho Amarelo, em diversas amostragens de solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, realizadas de 15 a 360 dias após a incorporação da primeira dose dos resíduos, constatou, para o primeiro ano, uma aparente elevação do conteúdo de carbono orgânico ao longo do tempo.

TABELA 4. Carbono orgânico total do solo (CO), densidade partículas (Dp), argila dispersa em água (ADA) e índice de floculação (IF) para um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos em comparação com cafeeiro sob manejo convencional. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos <sup>1</sup>	CO	Dp	ADA	IF
	g kg <sup>-1</sup>	g cm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	%
1	28,10 *	2,49	106 *	85 *
2	29,48 *	2,55 *	160	77
3	26,99 *	2,52 *	145	79
4	26,32	2,55 *	138	80
5	28,15 *	2,49	150	79
6	27,65 *	2,49	121	83 *
7	26,23	2,57 *	140	79
8	26,51	2,58 *	108 *	84 *
9	27,22 *	2,52 *	133	81
10	27,20 *	2,59 *	148	78
11	27,60 *	2,53 *	124	82 *
12	26,99 *	2,52 *	108 *	84 *
13	26,27	2,61 *	123	82 *
14	27,44 *	2,59 *	106 *	85 *
15	26,92 *	2,59 *	108 *	84 *
16	26,50	2,55 *	183	73
Convencional	23,67	2,36	166	74

\* Significativo, a 5% de probabilidade, segundo a Proteção de Bonferroni.

<sup>1</sup> 1. esterco bovino+palha de café; 2. cama de aviário+palha de café; 3.farelo de mamona+palha de café; 4. esterco bovino; 5. cama de aviário; 6. farelo de mamona; 7. adubo verde+esterco bovino+palha de café; 8. adubo verde+cama de aviário+palha de café; 9. adubo verde +farelo de mamona+palha de café; 10. adubo verde+esterco bovino; 11. adubo verde+cama de aviário; 12. adubo verde+farelo de mamona; 13.esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg; 14.farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha; 15. palha de café fermentada; 16.adubo verde-*Cajanus cajan*.

O efeito do manejo e da cultura foi evidenciado ao compararem-se os teores de carbono orgânico das áreas de café com os da área onde foi cultivado milho por três anos, uma vez que as duas áreas possuíam o mesmo histórico até 1991. Isso indica que, após três anos de cultivo do milho, houve uma tendência de redução no carbono orgânico do solo (Marchiori Júnior & Melo, 2000).

Verifica-se, na Tabela 4, que, para a densidade de partículas, apenas os tratamentos 1 (esterco bovino+palha de café), 5 (cama de aviário) e 6 (farelo de mamona) não diferiram da testemunha (convencional) e apresentaram valores menores que os demais tratamentos de manejo orgânico. Era esperado que a

testemunha apresentasse valor mais elevado de densidade de partículas, em relação aos tratamentos de manejo orgânico, devido ao menor teor de carbono orgânico do solo. A densidade dos materiais orgânicos não ultrapassa  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ , enquanto a de constituintes minerais é, em média,  $2,65 \text{ g cm}^{-3}$ . Entretanto, o aporte de matéria orgânica foi muito pequeno, devido ao curto tempo de manejo.

Os dados da Tabela 4 mostram ao, comparar-se os teores de argila dispersa em água, que os tratamentos 1 (esterco bovino+palha de café), 8 (adubo verde+cama de aviário+palha de café), 12 (adubo verde +farelo de mamona), 14 (farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha) e 15 (palha de café fermentada) apresentaram redução nos teores em relação à testemunha. Embora os valores obtidos tenham sido superiores aos encontrados por Costa (2005) em Latossolo Vermelho distrófico, avaliando a recuperação física do solo influenciada pela aplicação de camas de aviário, a autora observou também que o teor de argila dispersa em água decresceu com o aumento da dosagem do adubo aplicado, o que implicou em um aumento no grau de floculação das argilas.

Inversamente ao que ocorreu com os teores de argila dispersa em água, pela a Tabela 4 observa-se que houve um incremento no índice de floculação para os tratamentos 1 (esterco bovino+palha de café), 6 (farelo de mamona), 8 (adubo verde+cama de aviário+palha de café), 11 (adubo verde+cama de aviário), 12 (adubo verde +farelo de mamona), 13 (esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg), 14 (farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha) e 15 (palha de café fermentada) em relação ao manejo convencional. Os demais tratamentos e a testemunha apresentaram menor índice de floculação e, conseqüentemente, maior teor de argila dispersa em água. Lima et al. (2003), avaliando áreas que exploram a suinocultura de forma integrada com a produção de café, verificaram em uma das propriedades (Fazenda Cachoeira, em Oliveira, MG) aumentos no índice de floculação. Os autores relatam que os

efeitos podem ser atribuídos, principalmente, às doses de dejetos aplicadas, sendo bem menores nas demais propriedades em estudo, além do emprego de outras fontes de matéria orgânica que podem justificar melhorias nas características físicas do solo.

TABELA 5. Densidade do solo (Ds), volume total de poros determinado (VTPd), volume total de poros calculado (VTPc), macroporosidade, microporosidade e poros bloqueados, para um Latossolo Vermelho distrófico, cultivado com cafeeiro submetido a diferentes manejos orgânicos em comparação com cafeeiro sob manejo convencional. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos <sup>1</sup>	Ds g cm <sup>-3</sup>	VTPd	VTPc	Macro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Micro	Porosbloq
1	1,08 *	0,557 *	0,567 *	0,189 *	0,379	0,010
2	1,09 *	0,547 *	0,572 *	0,187 *	0,386	0,025
3	1,05 *	0,556 *	0,582 *	0,207 *	0,375	0,027
4	1,13 *	0,538 *	0,557 *	0,167 *	0,389	0,018
5	1,09 *	0,548 *	0,561 *	0,183 *	0,379	0,013
6	1,09 *	0,535 *	0,561 *	0,174 *	0,387	0,026
7	1,03 *	0,537 *	0,596 *	0,241 *	0,355 *	0,059 *
8	1,08 *	0,545 *	0,583 *	0,204 *	0,378	0,038 *
9	1,11 *	0,539 *	0,561 *	0,165 *	0,396	0,022
10	1,06 *	0,549 *	0,592 *	0,218 *	0,374	0,043 *
11	1,09 *	0,541 *	0,568 *	0,195 *	0,373 *	0,026
12	1,09 *	0,542 *	0,567 *	0,182 *	0,385	0,025
13	1,04 *	0,561 *	0,601 *	0,230 *	0,371 *	0,040 *
14	1,08 *	0,541 *	0,585 *	0,204 *	0,381	0,044 *
15	1,11 *	0,528 *	0,573 *	0,203 *	0,370 *	0,045 *
16	1,03 *	0,569 *	0,597 *	0,230 *	0,368 *	0,028
Convencional	1,27	0,452	0,460	0,055	0,404	0,007

\* Significativo, a 5% de probabilidade, segundo a Proteção de Bonferroni.

<sup>1</sup> 1. esterco bovino+palha de café; 2. cama de aviário+palha de café; 3.farelo de mamona+palha de café; 4. esterco bovino; 5. cama de aviário; 6. farelo de mamona; 7. adubo verde+esterco bovino+palha de café; 8. adubo verde+cama de aviário+palha de café; 9. adubo verde +farelo de mamona+palha de café; 10. adubo verde+esterco bovino; 11. adubo verde+cama de aviário; 12. adubo verde+farelo de mamona; 13.esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg; 14.farelo de mamona+palha de café+fárinha de rocha; 15. palha de café fermentada; 16.adubo verde-*Cajanus cajan*.

Os dados da Tabela 5 mostram, que independentemente do tratamento de manejo orgânico adotado, os valores de densidade do solo, volume total de poros determinado e calculado, e macroporosidade diferiram significativamente, comparados ao manejo convencional. Os valores da

densidade do solo apresentaram-se menores e os valores do volume total de poros calculado, volume total de poros determinado e a macroporosidade, maiores.

No presente estudo, o efeito do manejo orgânico acarretou em redução da densidade do solo, mesmo em curto período de condução do experimento. Andreola (1996) constatou redução nos valores de densidade do solo em uma Terra Roxa Estruturada (Nitossolo Vermelho) para os tratamentos com adubo orgânico, após três anos de condução do experimento. Melo et al. (2004), com aplicação de biossólido proveniente de uma estação de tratamento de esgoto em um Latossolo Vermelho distrófico, textura média, nas doses 0; 25,0; 47,5 e 50,0 t ha<sup>-1</sup>, incorporado a até 0,10 m e aplicado durante cinco anos consecutivos, encontraram redução significativa na densidade do solo, após o quinto ano, apenas na maior dose aplicada. Os autores relatam que o efeito da aplicação do biossólido na redução da densidade depende do tipo de solo e da quantidade aplicada.

Também Lima et al. (2003), em lavoura cafeeira orgânica, verificaram aumentos na macroporosidade devido à utilização de dejetos suínos e outras fontes de matéria orgânica. No entanto, Melo et al. (2004) não obtiveram alterações na porosidade total do solo para nenhuma camada e doses de biossólido aplicado em um Latossolo Vermelho eutroférico, após cinco anos de uso do resíduo. De acordo com Costa (2005), os tratamentos, profundidades e épocas de amostragem não influenciaram significativamente os valores da porosidade total em um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com pastagem com a utilização de resíduos orgânicos, provenientes da criação intensiva de aves para corte.

Com relação a microporosidade, os dados da Tabela 5 mostram que os tratamentos 7 (adubo verde+esterco bovino+palha de café), 11 (adubo verde+cama de aviário), 13 (esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de

K e Mg), 15 (palha de café fermentada) e 16 (adubo verde-*Cajanus cajan*) apresentaram redução quando comparados à testemunha, que apresentou uma maior microporosidade devido à maior densidade do solo observada (Tabela 5).

Para os poros bloqueados, a Tabela 5 mostra que os tratamentos 7 (adubo verde+esterco bovino+palha de café), 8 (adubo verde+cama de aviário+palha de café), 10 (adubo verde+esterco bovino), 13 (esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg), 14 (farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha) e 15 (palha de café fermentada) apresentaram maior quantidade.

TABELA 6. Estabilidade de agregados em água, para um Latossolo Vermelho distrófico, cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos em comparação com cafeeiro sob manejo convencional. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos <sup>1</sup>	DMG <sup>2</sup>	> 2 mm <sup>3</sup>	< 0,105 mm <sup>4</sup>
	mm	%	
1	4,28	91,33	0,68
2	4,45	94,76	0,38
3	4,16	91,85	0,66
4	4,75	98,52	0,13
5	4,45	94,88	0,60
6	4,39	94,06	0,48
7	4,38	94,00	0,56
8	4,35	94,05	0,82
9	4,40	94,14	0,42
10	4,25	93,24	0,85
11	4,38	93,82	0,41
12	4,42	93,72	0,10
13	4,27	92,73	0,51
14	4,42	94,26	0,36
15	4,29	92,54	0,46
16	4,33	93,58	0,65
Convencional	4,52	95,48	0,48

\* Significativo, a 5% de probabilidade, segundo a Proteção de Bonferroni.

<sup>1</sup> 1. esterco bovino+palha de café; 2. cama de aviário+palha de café; 3. farelo de mamona+palha de café; 4. esterco bovino; 5. cama de aviário; 6. farelo de mamona; 7. adubo verde+esterco bovino+palha de café; 8. adubo verde+cama de aviário+palha de café; 9. adubo verde +farelo de mamona+palha de café; 10. adubo verde+esterco bovino; 11. adubo verde+cama de aviário; 12. adubo verde+farelo de mamona; 13. esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg; 14. farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha; 15. palha de café fermentada; 16. adubo verde-*Cajanus cajan*. <sup>2</sup> diâmetro médio geométrico; <sup>3</sup> porcentagem maior 2mm; <sup>4</sup> porcentagem menor 0,105 mm.

Os valores encontrados para estabilidade de agregados, diâmetro médio geométrico dos agregados, porcentagem de agregados maiores que 2 mm e porcentagem de agregados menores que 0,105 mm foram semelhantes aos da testemunha (convencional), por meio da proteção de Bonferroni. Souza et al. (2005) observaram maior agregação na camada de 0–10 cm em relação à de 10–20 cm e 20–30 cm. Segundo alguns autores, o sistema de semeadura direta, em geral, ocasiona um acúmulo de matéria orgânica na camada de 0–5 cm em relação às camadas subsuperficiais (Bayer & Mielnickzuk, 1997; Castro Filho et al., 1998).

Embora os tratamentos utilizados não tenham diferido da testemunha (Tabela 6), na literatura encontram-se vários trabalhos que evidenciam o efeito benéfico da matéria orgânica na estabilidade de agregados (Beutler et al., 2001; Campos et al., 1995; Hadas et al., 1994; Jorge et al., 1991; Martinez-Mena et al., 1998; Souza et al., 2005; Whalen & Chang, 2002; Wei et al., 1985).

Jorge et al. (1991), estudando a adição de lodo de esgoto em Latossolo Vermelho, verificaram aumento do índice de agregação do solo em relação à testemunha, após quatro anos. De acordo com Costa et al. (2004), o diâmetro médio geométrico foi positivo e linearmente relacionado com os teores de carbono orgânico do solo, reforçando a importância deste na qualidade física de Latossolos.

A condutividade hidráulica do solo saturado (Tabela 7) foi afetada pelo manejo orgânico nos tratamentos 3 (farelo de mamona+palha de café), 7 (adubo verde+esterco bovino+palha de café), 13 (esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg), 15 (palha de café fermentada) e 16 (adubo verde-*Cajanus cajan*). Estes diferiram estatisticamente da testemunha, sendo valores superiores de condutividade hidráulica do solo saturado.

TABELA 7. Condutividade hidráulica ( $k_s$ ) para um Latossolo Vermelho distrófico, cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos em comparação com cafeeiro sob manejo convencional. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos <sup>1</sup>	$k_s$ mm h <sup>-1</sup>
1	139,4
2	148,9
3	199,6 *
4	23,3
5	169,2
6	77,7
7	224,2 *
8	79,6
9	186,4
10	161,0
11	128,4
12	174,0
13	205,3 *
14	147,8
15	210,1 *
16	193,4 *
Convencional	11,9

\* Significativo, a 5% de probabilidade, segundo a Proteção de Bonferroni.

<sup>1</sup> 1. esterco bovino+palha de café; 2. cama de aviário+palha de café; 3.farelo de mamona+palha de café; 4. esterco bovino; 5. cama de aviário; 6. farelo de mamona; 7. adubo verde+esterco bovino+palha de café; 8. adubo verde+cama de aviário+palha de café; 9. adubo verde +farelo de mamona+palha de café; 10. adubo verde+esterco bovino; 11. adubo verde+cama de aviário; 12. adubo verde+farelo de mamona; 13.esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg; 14.farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha; 15. palha de café fermentada; 16.adubo verde-*Cajanus cajan*.

A adição dos resíduos através dos tratamentos orgânicos utilizados neste estudo pode acarretar num possível aumento da atividade biológica no solo, podendo levar à formação de caminhos de fluxo preferencial que, ainda que alterem pouco outros atributos físicos do solo, afetaria de maneira mais pronunciada a transmissão da água no solo. A baixa condutividade hidráulica observada para a testemunha pode ser explicada também devido à baixa macroporosidade obtida (Tabela 5), ao material adicionado, às raízes do adubo verde, entre outros.

Os resultados disponíveis na literatura, muitas vezes, são contraditórios. Trabalhando com amostras de um solo arenoso, Kumar et al. (1985) obtiveram

diminuições marcantes na condutividade hidráulica do solo saturado com a adição de doses de resíduos (diminuição de 93 % para o lodo industrial, 82% para o esterco de curral, 78% para o adubo verde e 62% para o lodo de esgoto), sendo justificado pelos autores por se tratar de um solo arenoso. Dessa forma, eles não esperariam o mesmo resultado para solos de textura fina, onde a matéria orgânica promove a formação de agregados.

Marciano (1999) observou efeito significativo dos tratamentos (lodo de esgoto e composto de lixo) em um Latossolo Vermelho Amarelo sobre a condutividade hidráulica do solo saturado no primeiro ano do experimento. Isso que ocorreu, segundo o autor, a despeito da alta variabilidade dos dados e da não ocorrência de efeito significativo dos tratamentos sobre a porosidade total do solo e sobre a retenção de água nos potenciais mátricos próximos à saturação.

Quanto à condutividade hidráulica, Metzger & Yaron (1987) salientam, para a aplicação de lodo de esgoto, que o efeito dos componentes orgânicos sobre esta propriedade é indireto, por meio da modificação na condição de agregação e na porosidade do solo, levando ao seu aumento para umidades próximas à saturação e a sua redução para umidades menores. No entanto, quando se aplica material orgânico na superfície sem posterior incorporação, efeito inverso a este eventualmente pode ocorrer. Neste caso, partículas orgânicas coloidais podem ser carreadas e se interporem nos macroporos, reduzindo a condutividade hidráulica para umidades próximas à saturação (devido à diminuição dos macroporos) e aumentando-a para umidades menores, devido à elevação da proporção de microporos ou à diminuição na tortuosidade do filme de água que recobre as partículas do solo.

Observa-se que, para as tensões 0,02; 0,33; 1,0; 5 e 15 atm, a maioria dos tratamentos de manejo orgânico apresenta maior retenção de água no solo. Porém, para as tensões 0,04; 0,06 e 0,1 atm, a testemunha (manejo

convencional) apresentou valores mais elevados de retenção de água no solo que todos os tratamentos de manejo orgânico (Tabela 8).

TABELA 8. Graus de umidade (U%), tensões (atm) e água disponível (AD) para um Latossolo Vermelho distrófico, cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos e manejo convencional. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos <sup>1</sup>	Tensão. (atm)								AD
	0,02	0,04	0,06	0,1	0,33	1	5	15	
	.....% .....								
1	57,19	43,66	39,13	38,04	32,05	28,45	25,47	23,46	15,30
2	53,82	45,91	39,11	37,98	33,02	28,83	25,19	23,99	15,30
3	52,01	42,26	39,03	38,64	32,17	28,42	25,31	22,53	15,60
4	56,30	44,23	39,68	39,02	32,71	28,41	24,60	23,30	16,90
5	52,97	42,03	39,04	37,85	31,94	28,37	24,51	22,81	15,00
6	51,42	40,76	38,78	38,31	32,32	29,27	25,04	23,31	15,30
7	52,34	42,35	39,26	37,47	32,30	28,42	23,34	23,01	15,40
8	49,67	41,13	38,37	36,06	30,69	27,32	24,27	21,73	13,80 *
9	52,71	39,97	37,80	37,35	31,33	27,79	24,73	23,00	15,40
10	54,15	45,66	39,98	39,90	33,66	28,57	23,97	23,25	15,70
11	51,70	41,69	37,25	36,85	31,00	27,35	24,81	22,09	14,00 *
12	52,12	45,50	38,42	37,92	31,75	29,91	26,16	23,11	15,80
13	54,69	44,06	40,18	39,39	33,24	29,04	24,42	23,16	15,60
14	50,50	40,44	38,38	36,53	32,47	28,63	26,89	22,82	15,20
15	54,18	42,53	37,51	36,08	31,20	27,57	22,95	22,74	14,30 *
16	52,07	41,41	38,61	37,47	31,74	28,09	24,89	22,88	14,90 *
Convencional	51,69	46,37	41,07	40,96	32,27	27,55	23,95	22,32	18,00

\* Significativo, a 5% de probabilidade, segundo a Proteção de Bonferroni.

<sup>1</sup> 1. esterco bovino+palha de café; 2. cama de aviário+palha de café; 3.farelo de mamona+palha de café; 4. esterco bovino; 5. cama de aviário; 6. farelo de mamona; 7. adubo verde+esterco bovino+palha de café; 8. adubo verde+cama de aviário+palha de café; 9. adubo verde +farelo de mamona+palha de café; 10. adubo verde+esterco bovino; 11. adubo verde+cama de aviário; 12. adubo verde+farelo de mamona; .13.esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg; 14.farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha; 15. palha de café fermentada; 16.adubo verde-*Cajanus cajan*.

Para a água disponível, os tratamentos 8 (adubo verde+cama de aviário+palha de café), 11 (adubo verde+cama de aviário), 15 (palha de café fermentada) e 16 (adubo verde-*Cajanus cajan*) foram inferiores à testemunha. Os demais tratamentos de manejo orgânico apresentaram valores superiores de água disponível, não diferindo da testemunha (Tabela 8). Segundo Marciano (1999), de maneira geral, pode-se dizer que, comparativamente às testemunhas e ao tratamento que recebeu adubação mineral, a aplicação de resíduos levou ao aumento da variabilidade do conteúdo de água, principalmente para os potenciais mátricos próximos à saturação.

Logan & Harisson (1995) e Logan et al. (1996), trabalhando com a aplicação do “N-viro soil” a um solo siltoso e utilizando lodo de esgoto em quatro solos com classes texturais diferentes, respectivamente, verificaram aumentos significativos na retenção de água aos potenciais mátricos -5,9; 33 e 1.500 kPa.

#### **4.2 Comportamento dos atributos físicos do solo cultivado com caféiro submetido a diferentes manejos orgânicos do solo**

Em anexo encontram-se os resultados do resumo da análise de variância referente aos atributos físicos e carbono orgânico total do solo para os dezesseis tratamentos de manejo orgânico, de acordo com o delineamento experimental utilizado. Quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade e, quando houve efeito significativo para as interações, procederam-se aos desdobramentos necessários.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 9, para o carbono orgânico total do solo, que, entre todos os tratamentos de manejo orgânico aplicados, o teor de carbono orgânico só foi afetado significativamente pelos efeitos combinados do plantio de adubo verde e da utilização de palha de café.

TABELA 9. Carbono orgânico total do solo (CO) de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, com e sem a presença de adubo verde nas entrelinhas de plantio e da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

AV <sup>1</sup>	PC <sup>2</sup>	
	Com PC	Sem PC
	.....CO (g kg <sup>-1</sup> ).....	
Com AV	26,79 b A	27,49 a A
Sem AV	28,53 a A	26,91 a B

CV= 7,17 %

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> AV. Adubo verde, <sup>2</sup> PC. Palha de café.

Analisando-se o efeito da presença da palha de café no teor de carbono orgânico do solo, observa-se efeito significativo em relação ao adubo verde. O maior conteúdo foi obtido sem a presença do adubo verde e, na presença, ocasionou menor conteúdo de carbono orgânico do solo. Sem a presença da palha de café, não houve diferença significativa em relação à utilização do adubo verde. A palha de café na ausência do adubo verde proporcionou maior teor de carbono orgânico, por ser um material lignificado, e a lignina ser considerada um dos materiais mais resistentes à decomposição, além do quê, a presença do adubo verde intensifica a atuação dos microrganismos na mineralização da palha de café, levando a uma redução nos teores do carbono orgânico devido à maior degradação da matéria orgânica pelos microrganismos.

De acordo com Pillon et al. (2005), a quantidade de matéria orgânica do solo é resultado do balanço entre as adições e as perdas de carbono orgânico. Quando os resíduos vegetais são depositados sobre o solo, inicia-se o processo de decomposição, por meio, inicialmente, da atividade da fauna e dos microrganismos, os quais utilizam os resíduos vegetais como fonte de carbono e de energia para seu crescimento. Neste processo, somente parte do carbono (20% em média) persiste no solo por um determinado período, dependendo da

sua forma, localização e constituição química e fará parte da matéria orgânica do solo. Os 80% restantes retornarão para atmosfera na forma de CO<sub>2</sub>.

Com relação ao adubo verde, a presença do mesmo no conteúdo de carbono orgânico do solo não diferiu da utilização da palha de café. Sem a presença do adubo verde, houve efeito significativo da utilização da palha de café. A presença proporcionou teor mais elevado de carbono orgânico do solo, evidenciando os benefícios da utilização da palha de café no incremento de carbono orgânico do solo, devido à sua alta relação C:N (Tabela 3) e concentração de lignina.

Na Tabela 10 são apresentados os resultados obtidos para a densidade de partículas. Para os tratamentos de manejo orgânico, houve efeito significativo do adubo verde sobre a densidade de partículas.

TABELA 10. Densidade de partículas (Dp) de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, com e sem a presença de adubo verde nas entrelinhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2007.

AV <sup>1</sup>	Dp
	g cm <sup>-3</sup>
Com AV	2,57 a
Sem AV	2,53 b

CV= 3,88 %

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de F, a 5% de probabilidade. AV<sup>1</sup>. Adubo verde.

Houve efeito significativo da presença do adubo verde, embora a diferença seja mínima; com adubo verde, a densidade de partículas foi maior em relação à densidade de partículas sem a utilização do adubo verde. De acordo com Alvarenga et al. (2002), observa-se, na prática, que o plantio de crotalaria, guandu, mamona e, em alguns casos, a mucuna-anã, como adubo verde nas

entrelinhas dos cafezais, enriquece o solo com matéria orgânica e beneficia a microvida do solo, melhorando as condições de cultivo para os cafeeiros.

Marciano (1999) observou diferenças significativas entre os tratamentos lodo de esgoto e composto de lixo, para a densidade dos sólidos, revelando que esta foi significativamente menor para o lodo de esgoto que para o composto de lixo. Para o tratamento lodo de esgoto, houve efeito linear significativo com relação às doses aplicadas, sendo a correlação negativa. Para o composto de lixo, verificou-se efeito quadrático, com relação às doses aplicadas, inicialmente ocorrendo aumento e, ao final, uma diminuição da densidade dos sólidos, atribuindo parte deste efeito às diferenças na composição granulométrica do solo. Este autor relata, ainda, que a determinação dos valores da densidade dos sólidos se justifica pela sua utilização nos cálculos da porosidade total do solo ( $VTPc=[1-(Ds/Dp)]$ ) e que, embora tenham sido verificadas diferenças significativas da densidade dos sólidos entre os tratamentos, estas diferenças foram pequenas e insuficientes para provocar alterações consideráveis na porosidade total calculada do solo.

Não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos de manejo orgânico para a argila dispersa em água e o índice de floculação. Porém, entre os tratamentos adicionais, para argila dispersa em água, o contraste entre o tratamento 15 (palha de café fermentada) vs 16 (adubo verde-*Cajanus cajan*) indicou maior valor para o tratamento 16 ( $183 \text{ g kg}^{-1}$ ) em relação ao tratamento 15 ( $108 \text{ g kg}^{-1}$ ). Para o índice de floculação, entre os tratamentos adicionais, o contraste entre o tratamento 15 (palha de café fermentada) vs 16 (adubo verde-*Cajanus cajan*) indicou superioridade do tratamento 15 (84 %) em relação ao tratamento 16 (73%); e o contraste 13+14 (13 - esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg + 14 - farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha) vs 15+16 (15 - palha de café fermentada + 16 - adubo verde-*Cajanus*

*cajan*) apresentou maior índice de floculação para o 13+14 (84%) do que o 15+16 (79 %).

Em relação ao teor de argila dispersa em água e o índice de floculação, o efeito significativo para o contraste proposto (15 vs 16) indica que o efeito da palha de café fermentada ocasionou redução nos teores de argila dispersa em água e incrementos no índice de floculação em relação ao adubo verde (*Cajanus cajan*). Embora a utilização da palha de café fermentada tenha se destacado em relação ao adubo verde, o manejo orgânico do solo com a utilização destes proporciona incrementos no teor de matéria orgânica, podendo propiciar efeitos benéficos nestes atributos e nos demais atributos físicos do solo. Santos et al. (2002), considerando apenas as características físicas do solo, relatam que o plantio de leguminosas nas entrelinhas do cafezal e o seu manejo por meio de roçadas periódicas, é uma alternativa promissora com relação ao aumento da aeração, da capacidade de drenagem, da redução do escoamento superficial, de superfícies de encrustamento e, conseqüentemente, da redução na erosão.

Para o índice de floculação, o efeito significativo para o contraste proposto (13+14vs15+16), com superioridade do 13+14 (13 - esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg + 14 - farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha) em relação ao 15+16 (15 - palha de café fermentada + 16 - adubo verde-*Cajanus cajan*), pode ser explicado devido ao maior número de fontes de matéria orgânica existentes nos tratamentos 13 e 14.

Os valores de densidade do solo são apresentados na Tabela 11. Houve efeito significativo para a interação entre o adubo orgânico e o adubo verde. Em relação à utilização do adubo verde, sem a presença do mesmo, não foi verificada diferença significativa quanto ao adubo orgânico utilizado na densidade do solo para os tratamentos de manejo orgânico. Já a presença do

adubo verde nas entrelinhas de plantio do cafeeiro proporcionou efeito significativo para o adubo orgânico utilizado.

TABELA 11. Densidade do solo (Ds) de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, em função do adubo orgânico, com e sem a presença de adubo verde nas entrelinhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Adubo orgânico <sup>1</sup>	Ds	
	Com AV <sup>2</sup>	Sem AV
	..... g cm <sup>-3</sup> .....	
EB	1,05 b A	1,09 a A
CA	1,10 ab A	1,05 a B
FM	1,14 a A	1,08 a B

CV= 5,86 %

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> EB. Esterco bovino; CA. Cama de aviário; FM. Farelo de mamona. AV<sup>2</sup>. Adubo verde.

O efeito combinado do esterco de bovino com a presença do adubo verde proporcionou o menor valor de densidade do solo e o maior valor observado foi para o farelo de mamona (Tabela 11). Este comportamento pode ser explicado pela relação C:N destes resíduos (Tabela 3), sendo maior para o esterco bovino, seguido da cama de aviário e do farelo de mamona. Azevedo & Spehar (2002) relatam que grandes diferenças nas taxas de decomposição têm sido observadas entre os resíduos, as quais têm sido atribuídas a diferenças nas características dos resíduos, incluindo as concentrações de nitrogênio, carbono solúvel em água, lignina, hemicelulose, celulose, nutrientes, compostos fenólicos e, principalmente, a relação C:N.

De acordo com a taxa de decomposição dos resíduos, são disponibilizados nutrientes, em especial o nitrogênio. Segundo Chaves (2000), adubação verde combinada com outros adubos orgânicos proporciona maior equilíbrio à nutrição nitrogenada. Com isso, ocorre a utilização do carbono e

nitrogênio liberado a partir dos resíduos como fonte de energia para os microrganismos, o que promove elevação na atividade biológica e conseqüente liberação de CO<sub>2</sub>. Assim sendo, a matéria orgânica exposta à atividade microbiana reduz o conteúdo de carbono orgânico do solo.

Em se tratando dos adubos orgânicos, o esterco bovino não apresentou diferença significativa com e sem a presença do adubo verde, pois o mesmo apresenta alta concentração de carbono, mas pouco nitrogênio, sendo lentamente mineralizado, proporcionando maior conteúdo de carbono. Para a cama de aviário e o farelo de mamona, houve diferença significativa para a utilização do adubo verde. Com a presença do mesmo, a densidade do solo apresentou valor mais elevado que sem a presença do mesmo. Ambos os adubos orgânicos apresentaram mesmo comportamento em relação ao adubo verde para a densidade do solo. Neste caso, a taxa de mineralização da cama de aviário e do farelo de mamona é mais rápida que a do esterco bovino, acarretando em redução do aporte de carbono, principalmente na presença do adubo verde, o que pode justificar os valores de densidade do solo mais elevados para a cama de aviário e o farelo de mamona.

Severino et al. (2004), avaliando a mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana, observaram destacada atividade microbiana no solo que recebeu a torta de mamona, o que é um indicativo de que sua decomposição é muito rápida. Ao final de 33 dias de incubação, os autores obtiveram mineralização de 35 mg kg<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, enquanto que, para o esterco bovino, foi de 5 mg kg<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> e de 2,4 mg kg<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> para o bagaço de cana.

Para o volume total de poros calculado, verificou-se diferença significativa da interação entre o adubo orgânico e a presença ou não do adubo verde (Tabela 12). Com relação ao volume total de poros calculado, o comportamento observado foi semelhante ao da densidade do solo, já que o

volume total de poros calculado é em função, principalmente, da densidade do solo.

TABELA 12. Volume total de poros calculado (VTPc) de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, em função do adubo orgânico, com e sem a presença de adubo verde nas entrelinhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Adubo orgânico <sup>1</sup>	VTPc	
	Com AV <sup>2</sup>	Sem AV
	..... m m <sup>-3</sup> .....	
EB	0,596 a A	0,569 a B
CA	0,571 b A	0,581 a A
FM	0,554 c B	0,568 a A

CV= 4,88 %

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> EB. Esterco bovino; CA. Cama de aviário; FM. Farelo de mamona. AV<sup>2</sup>. Adubo verde.

Não houve diferença significativa sem a presença do adubo verde para os adubos orgânicos. Porém, a presença do adubo verde possibilitou observar o efeito do adubo orgânico. O esterco bovino apresentou volume total de poros calculado superior ao dos demais adubos orgânicos, seguido pela cama de aviário e pelo farelo de mamona.

A redução do aporte de carbono no solo não se deve, unicamente, à redução da quantidade de resíduos adicionados, mas também ao aumento da atividade microbiana (Stevenson, 1982). Assim, com o aumento da atividade microbiana, ocasionado pela combinação dos adubos orgânicos e do adubo verde, ocorre liberação do carbono, devido, principalmente à relação C:N, que influencia diretamente a taxa de decomposição.

Em relação aos adubos orgânicos, o esterco bovino apresentou diferença significativa com e sem a presença do adubo verde, para o volume total de poros

calculado. Para a cama de aviário, não houve diferença significativa para a utilização do adubo verde. Houve efeito significativo para o farelo de mamona. Com a presença do mesmo, o volume total de poros calculado apresentou menor valor do que sem. A taxa de decomposição do farelo de mamona é rápida, devido à sua baixa relação C:N. Assim, a utilização do adubo verde nas entrelinhas de plantio do cafeeiro tende a acelerar este processo.

Ocorreu, ainda, efeito significativo entre o contraste proposto entre os tratamentos adicionais e os demais tratamentos de manejo orgânico (fatorial). Os resultados observados do volume total de poros calculado indicam que os tratamentos adicionais ( $0,589 \text{ m m}^{-3}$ ) foram superiores aos tratamentos fatoriais ( $0,572 \text{ m m}^{-3}$ ).

Para o volume total de poros determinado, houve efeito significativo do adubo verde (Tabela 13). Verifica-se que, sem a presença do adubo verde, o valor do volume total de poros determinado foi maior do que com a presença deste.

TABELA 13. Volume total de poros determinado (VTPd) de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, com e sem a presença de adubo verde nas entrelinhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Adubo verde	VTPd $\text{m m}^{-3}$
Com AV	0,537 b
Sem AV	0,552 a

CV= 3,42 %

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de F, a 5% de probabilidade.

Embora o cultivo de adubos verdes na entrelinha do cafeeiro, sobretudo de leguminosas, neste estudo o guandu, atue na proteção do solo e propicie também aumento nos teores de carbono orgânico, a principal função é na suplementação de nitrogênio. Portanto, a presença do adubo verde, pode ter

influenciado intensificando a atividade biológica, reduzindo o conteúdo de carbono orgânico e acarretando em menor volume total de poros determinado. Para o volume total de poros determinado houve, ainda, efeito significativo para a interação entre o adubo orgânico utilizado e o uso da palha de café para os tratamentos de manejo orgânico (Tabela 14).

TABELA 14. Volume total de poros determinado (VTPd) de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiro submetido a diferentes manejos orgânicos, em função do adubo orgânico, com e sem a presença da palha de café. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Adubo orgânico <sup>1</sup>	VTPd	
	Com PC <sup>2</sup>	Sem PC
	..... m m <sup>-3</sup> .....	
EB	0,542 a B	0,560 a A
CA	0,556 a A	0,543 b B
FM	0,542 a A	0,522 c B

CV= 3,42 %

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> EB. Esterco bovino; CA. Cama de aviário; FM. Farelo de mamona. <sup>2</sup> PC. Palha de café

Com a presença da palha de café, não se verificou diferença significativa em relação aos adubos utilizados. A palha de café apresenta elevada relação C:N e lenta decomposição, o que mascarou os efeitos do esterco bovino, cama de aviário e farelo de mamona. O efeito dos adubos orgânicos no volume total de poros determinado foi evidenciado quando sem a presença da palha de café. Os resíduos liberam carbono, nitrogênio e outros componentes simples durante o processo de decomposição, dos quais parte retorna à atmosfera na forma de gás (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, etc.), outra parte é imobilizada pelos microrganismos decompositores, pequena parte permanece na forma prontamente disponível para as plantas e o restante é perdido por lixiviação ou direcionado à produção de

substâncias húmicas (Stevenson, 1982). Diante o exposto, para o volume total de poros determinado, os adubos apresentaram comportamento similar ao relatado anteriormente. O esterco bovino apresentou maior volume total de poros determinado, devido à sua lenta decomposição e maior relação C:N, seguido pela cama de aviário e farelo de mamona.

O efeito do adubo orgânico utilizado nos tratamentos de manejo orgânico sobre macroporosidade foi significativo (Tabela 15). Como discutido anteriormente, o efeito dos adubos orgânicos, para a macroporosidade, apresentou o mesmo comportamento. O esterco bovino proporcionou maior valor de macroporosidade devido ao maior aporte de carbono na utilização deste adubo. A elevada taxa de mineralização do farelo de mamona, com redução no teor de carbono, ocasionou também menor macroporosidade.

TABELA 15. Macroporosidade de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, em função do adubo orgânico utilizado. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Adubo orgânico <sup>1</sup>	Macro m m <sup>-3</sup>
EB	0,209 a
CA	0,199 ab
FM	0,172 b

CV= 22,32 %

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> EB. Esterco bovino; CA. Cama de aviário; FM. Farelo de mamona.

Ressalta-se, ainda, que o coeficiente de variação foi relativamente elevado para a macroporosidade, podendo ser indicativo da necessidade de um maior número de repetições, a fim de reduzir a variabilidade encontrada nessa determinação de porosidade.

Houve efeito significativo do adubo orgânico utilizado sobre a microporosidade para os tratamentos de manejo orgânico (Tabela 16).

TABELA 16. Microporosidade de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, em função do adubo orgânico utilizado. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Adubo orgânico <sup>1</sup>	Micro m m <sup>-3</sup>
EB	0,373 b
CA	0,376 ab
FM	0,389 a

CV= 5,25 %

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> EB. Esterco bovino; CA. Cama de aviário; FM. Farelo de mamona.

Para a microporosidade, o farelo de mamona proporcionou maior valor e o esterco bovino, o menor valor de microporosidade. A maior microporosidade observada pelo efeito do farelo de mamona foi ocasionada pela menor aporte de carbono, pelo deste material ser rico em nitrogênio, apresentando elevada taxa de mineralização. Para o esterco bovino, a menor microporosidade observada foi proporcionada pelo fato de o material apresentar elevado teor de carbono e menor taxa de decomposição, em relação aos demais adubos utilizados neste estudo.

Para os poros bloqueados, o efeito do adubo verde foi significativo (Tabela 17). A presença do adubo verde acarretou maior valor para os poros bloqueados, enquanto que, sem ele, menor o valor para este atributo, o que pode ser explicado pelo efeito proporcionado pelo sistema radicular do guandu.

Houve também, para os poros bloqueados, efeito significativo entre o contraste proposto entre os tratamentos adicionais e os demais tratamentos de manejo orgânico (fatorial). Os tratamentos adicionais (0,039 m m<sup>-3</sup>) foram superiores aos tratamentos fatoriais (0,028 m m<sup>-3</sup>).

TABELA 17. Poros bloqueados de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos, com e sem a presença de adubo verde (AV) nas entrelinhas de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Adubo verde	Poros Bloq. m m <sup>-3</sup>
Com AV	0,037 a
Sem AV	0,022 b

CV=70,06 %

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de F, a 5% de probabilidade.

A estabilidade de agregados, neste estudo representada pelo diâmetro médio geométrico, porcentagem de agregados >2mm e porcentagem de agregados <0,105 mm, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos de manejo orgânico para nenhum dos índices utilizados. Como mencionado anteriormente, foi observada maior estabilidade natural de agregados. Além disso, o efeito mais pronunciado poderia ocorrer com a coleta das amostras em camadas estratificadas.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos orgânicos para condutividade hidráulica. Pode-se ressaltar, ainda, que o coeficiente de variação foi elevado (88,85). Esta elevada variabilidade nas medições da condutividade hidráulica foi relatada por José (2000), indicando a necessidade de um número maior de repetições na coleta das amostras de estrutura indeformada. Marciano (1999) relata também os problemas metodológicos envolvidos na obtenção desta propriedade, desde a amostragem até a sua determinação em laboratório, bem como a elevada variabilidade.

Para a água disponível, não houve efeito significativo entre os tratamentos de manejo orgânico. Logan et al. (1996), trabalhando com lodo de esgoto em quatro solos de diversas classes texturais, não verificaram efeito significativo na água disponível às plantas, considerada para o estudo entre 33 e 1.500 kPa. Kumar et al. (1985) aplicaram, a um solo arenoso, diferentes resíduos

orgânicos (lodo de esgoto, lodo industrial prensado, adubo verde e esterco de curral). A incorporação de todos os resíduos orgânicos causou um apreciável aumento da água retida a um dado potencial; somente o lodo de esgoto e o lodo industrial provocaram aumento na água disponível.

## 5 CONCLUSÕES

Os manejos orgânicos adotados por um ano incrementam de maneira pouco expressiva o conteúdo de carbono orgânico do solo em relação ao manejo convencional.

O manejo orgânico leva a modificações nos atributos físicos do solo, relacionados à estrutura do solo.

Dentre as fontes de matéria orgânica utilizadas, o uso da adubação verde na entrelinha do cafeeiro participa mais efetivamente nas alterações dos atributos físicos do solo.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho foi realizado dentro do projeto multidisciplinar “Conversão de lavoura cafeeira convencional para o agroecossistema orgânico familiar”, no intuito de contribuir para um melhor conhecimento sobre a cafeicultura orgânica, avaliando os efeitos do manejo orgânico do solo nos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo, a qualidade e produção dos cafés produzidos no sistema orgânico; identificando o comportamento das principais pragas e doenças do agroecossistema cafeeiro sob manejo orgânico.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que apesar do curto tempo de condução, houve tendências à melhoria nos atributos físicos do solo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E.N.; FERREIRA, M.M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*C. arabica* L.) sobre a qualidade a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 711-721, 2000.
- ALCÂNTARA, E.N. **Manejo das plantas daninhas em cafeeiro**. Lavras: EPAMIG-Centro Tecnológico do Sul de Minas, 1998. (Circular Técnica, 83).
- ALVARENGA, M.I.N.; MARTINS, M.; PAULA, M.B. Manejo ecológico da propriedade cafeeira orgânica. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.23, n.214/215, p.21-31, jan/abr. 2002.
- ANDRADE, C.A.; OLIVEIRA, C.; CERRI, C.C. Qualidade da matéria orgânica e estoques de carbono e nitrogênio em latossolo tratado com biossólido e cultivado com eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.803-816, 2005.
- ANDREOLA, F. **propriedades físicas e químicas do solo e produção de feijão e milho em uma Terra Roxa Estruturada em resposta a cobertura vegetal de inverno e adubação orgânica e mineral**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 103p. (Tese-Doutorado em Agronomia).
- ANGERS, D.A. Changes in soil aggregation and organic carbon under corn and alfafa. **Soil Science Society American Journal**, v. 56, p.1244-1249, 1992.
- ARAGÓN, A.; GARCÍA, M.G.; FILGUEIRA, R.R.; PACHEPKY, Y.A.A. Maximum compactibility of Argentine soils from the Proctor test; the relationship with organic carbon and water content. **Soil Tillage Reserch**. v.56, p.197-204, 2000.
- ASSIS, R.L.; ROMEIRO, A.R. Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.21, n.1, p.143-168, jan./abr. 2004.
- AZEVEDO, D.M.P; SPEHAR, C.R. Decomposição da palhada de culturas para plantio no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros. Teresina: Embrapa Meio-Norte. **Comunicado Técnico**, 147, novembro, 2002. 4p.

BAYER, C.; MIELNICKZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.105-112, 1997.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, 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, 25:129-136, 2001.

BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Particle density. In: **Methods of soil analysis**. Part 1, 2nd ed., Madison, American society of Agronomy, 1986a. pp 377 – 382.

BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: **Methods of soil analysis**. Part 1, 2nd ed., Madison, American society of Agronomy, 1986b. pp 363 – 375.

BLANCANEAUX, Ph., FREITAS, P.L. de, AMABILE, R.F. Le semis direct comme pratique de conservation des sols des cerrados du Brésil central. **Cahiers Orstom, série Pédologie**, Paris, v.28, n.2, p.253-275, 1993.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.605-614, 2006.

BRASIL. Ministério de Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **LEX – coletânea de Legislação e Jurisprudência**: legislação federal e marginalia, São Paulo, ano 63, t.5, p. 2465-2476, maio 1999.

BULLUCK, L.R.; BROSIUS, M.G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J.B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, n.2, p.147-160, 2002.

BURG, I.C.; MYER, P.H. **Manual de alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças**. Francisco Beltrão, PR: 7 ed. 1998. 153p.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M.B.B. da; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, J.T. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. da (coord.) **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: AS-PTA, 1993. 346p.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, 1995.

CASTRO FILHO, C., MUZILLI, O., PODANOSCHI A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 527-538, 1998.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; ERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, nov-dez, 2003.(NOTA)

CHAVES, J.C.D. **Benefícios da adubação verde na lavoura cafeeira**. Folder, IAPAR, Londrina, 2000.

CODEX ALIMENTARIUS. **Alimentos produzidos organicamente**.

Capturado em agosto 2006. Online. Disponível na Internet

<http://www.codexalimentarius.net>

COHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2 ed. New York: Wiley & Sons, 1957. 617p.

CONSELHO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Análise agro-econômica do café cultivado organicamente ou café “orgânico”**. Londres: Junta Executiva, 1997. 19p. (Apostila).

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.A.; FONTOURA, S.M.V. Aumento da matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.587-589, mar/abr, 2004. (NOTA)

COSTA, A.M. **Recuperação física de um Latossolo Vermelho, influenciada pela aplicação de camas de aviário**. Uberlândia: UFU. 2005.111p. (Dissertação Mestrado).

DANIELSON, R.E.; SUTHERLAND, P.L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 443-461.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965, V.1, p. 545-566.

DORAN, J. Building soil quality. In: Conservation Workshop on Opportunities and Challenges in Sustainable Agriculture, 1995. Red Deer, Canada. **Alberta Conservation Tillage Society and Alberta Agriculture Conservation**. Proceedings. Red Deer, Canada, 1995, p.151-158

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análises do solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Sistemas de Produção, 2. Cultivo do café orgânico**. ISSN 1806-2830 Versão Eletrônica. Jan/2006.

Capturado em agosto 2006. Online. Disponível na Internet

<http://cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/cafe>

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo, Livros da Terra, 1996. 178p.

ESPANHOL, G.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; MERTZ, L.M.; NUERNBERG, N.J.; NAVA, G.; MAFRA, S.L. Adubação com esterco de aves em macieira e atributos físicos do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto, 2003, **Anais...** Ribeirão Preto: UNESP, 2003. 1 CD ROM.

FELTON, G.K. Temporal variation of soil hydraulic properties on municipal solid waste amended mine soils. **Transactions of the ASAE**, v.38, p.775-782, 1995.

FREIRE, J. C. **Retenção de umidade em perfil oxissol do município de Lavras, MG**. 1975. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola

Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

GOMAR, E.P.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; GARCÍA, E. Atributos do solo e biomassa radicular após quatro anos de semeadura direta de forrageiras de estação fria em campo natural dessecado com herbicidas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.1, p.211-223, 2002.

GROHMANN, F. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 19, p. 319-328, 1960.

HADAS, A.; RAWITZ, E.; ETKIN, H. & MARGOLIN, M. Shortterm variations of soil physical properties as function of the amount and C/N ratio of decomposing cotton residues. I. Soil aggregation and aggregate tensile strength. **Soil Tillage Reserch.**, v. 32, p.183-198, 1994.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

JORGE, J.A.; CAMARGO, O.A. & VALADARES, J.M.A.S. Condições físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 237-240, 1991.

JOSÉ, M.R. **Atributos físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo na região de Lavras, Minas Gerais**. 2000. 58p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFLA, Lavras, MG.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1, p. 425-442.

KUMAR, S.; MALIK, R.S.; DAHIYA, I.S. Influence of different organic wastes upon water retention, transmission and contact characteristics of a sandy soil. **Australian Journal of Soil Reserch**, v.23, p.131-136, 1985.

LIMA, J.M.; CURI, N.; RESENDE, M.; SANTANA, D.P. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n.1, p. 85-90, jan/abr. 1990.

LIMA, H.V. de. **Influência dos sistemas orgânico e convencional de algodão sobre a qualidade do solo no município de Tauá,CE.** Fortaleza: UFC. 2001. 53p. (Dissertação Mestrado).

LIMA, P.C; GARCIA, N.C.P.; SALGADO, L.T.; MOURA, W.M.; MOTTA, P.E.F. Características químicas, físico-químicas e físicas de solo e o estado nutricional de cafeeiros que estão sob contínua aplicação de dejetos suínos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 03, Porto Seguro, 2003. **Trabalhos apresentados...** Bahia. p. 399.

LOGAN, T.J.; HARRISON, B.J. Physical characteristics of alkaline stabilized sewage slud (N-ViroSoil) and their effects on soil physical properties. **Journal of Environmental Quality**, v.24, p.153-164, 1995

LOGAN, T.J.; HARRISON, B.J.; McAVOY, D.C.; GREFF, J.A. Effects of olestra in sewage sludge on soil physical properties. **Journal of Environmental Quality**, v.25, p.153-161, 1996.

LÓPEZ DE LEON, E.E.; MENDOZA DÍAZ, A. **Manual de caficultura orgânica.** Guatemala, Guatemala: Asociación Nacional del Café, 1999. 159p.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1177-1182, jun. 2000.

MARCIANO, C.R. **Incorporação de resíduos urbanos e as propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho Amarelo.** Piracicaba, 1999. 93p. Tese (Doutorado em Agronomia-Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

MARTINEZ-MENA, M.; WILLIAMS, A.G.; TERNAN, J.L.; FITZJOHN, C. Role of antecedent soil water content on aggregates stability in a semi-arid environment. **Soil Tillage Research**, 48:71-80, 1998.

MELO, V.P.; BEUTLER, A.N.; SOUZA, Z.M.; CENTURION, J.F.; MELO, W.J. Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 67-72, 2004.

METZGER, L.; YARON, B. Influence of sludge organic matter on soil physical properties. **Advances in Soil Science**, v.7, p.141-163, 1987.

MIYASAKA, S.; OKAMOTO, H. Matéria orgânica. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H. A.A (coords.). **Primeiro curso de adubação verde no Instituto Agrônomo**. Campinas, 1993. p. 1-12.

MUBARAK, A.R.; ROSENANI, A.B.; ANUAR, A.R.; ZAUZYAH, D.S. Effect of incorporation of crop residues on a maize-groundnut sequence in the humid tropics. II. Soil physical and chemical properties. **Journal of Plant Nutrition**, Madison, v. 26, n. 12, p.2343-2364, 2003.

OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R.; ROSSETO, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em um latossolo amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: Carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.505-519, 2002.

PILLON, C.; CRUZ, L.; MORAES, C.; ANTUNES, L.; POTES, M.; PEREIRA, R. Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas. 2005.

Capturado em agosto 2006. Online. Disponível na Internet

<http://www.agroecologiaemrede.org.br/pesquisas>

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H.. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 1999. 359p.

RICCI, M.S.F.; ARAÚJO, M.C.F.; FRANCH, C.M.C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101p.

ROCHA, M.T. **Fertilização orgânica e qualidade do solo: um estudo de alguns indicadores de manejo sustentável**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2000. 55 p

ROOSE, E., BLANCANEAUX, Ph., FREITAS, P.L. de. Un simple test de terrain pour évaluer la capacité d'infiltration et le comportement hydrodynamique des horizons pédologiques superficiels: méthode et exemples. **Cahiers Orstom, serie Pedologie**, Paris, v.28, n.2, p.413-419, 1993.

ROSCOE, R.; BODDEY, R.M.; SALTON, J.C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C.(eds). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: Modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados. Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304 p.

SANTOS, I.C.; LIMA, P.C.; ALCANTARA, E.N.; MATTOS, R.N.; MELO, A.V. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.23, n.214/215, p.115-126, jan/abr. 2002.

SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E.M.; LUCENA, M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista De Biologia E Ciências da Terra**, v.5, n.1, s.n.p, 2004.

SILVA, I.F.da, MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.313-319, 1997.

SILVA, M.N.B.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.222-228, 2005.

SOUZA, Z.M.; BEUTLER, A.N.; MELO, V.P.; MELO, W.J. Estabilidade de agregados e resistência à penetração em Latossolos adubados por cinco anos com bio-sólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.1, p.117-123, 2005.

STEVENSON, F.J. Humus chemistry, genesis, composition, reaction. New York, J. Wiley & Sons, 1982. 443p.

STEVENSON, F.J. Cycles of Soil-Carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York, J. Wiley & Sons, 1986. 380p.

THEODORO, V. C. A. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001. 213 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFLA, Lavras, MG.

THEODORO, V.C.A. **Transição do manejo de lavoura cafeeira do sistema convencional para o orgânico**. 2006. 151p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VIGLIO, E.C.B.L. Produtos orgânicos: uma tendência para o futuro? **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, RJ, v.16, n.12, p.8-16, 1996.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil Science Plant Anal.**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

WARREN, S.L.; FONTENO, W.C. Changes in physical and properties of a loamy sand soil when amended with composted poultry litter. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v.1, n.4, p.186-190, 1993.

WEI, Q.F.; LOWERY, B. & PERTERSON, A.E. Effect of sludge application on physical properties of a silty clay loam soil. **Journal of Environmental Quality**, v.14, p.178-180, 1985.

WHALEN, J.K. & CHANG, C. Macroaggregate characteristics in cultivated soils after 25 annual manure applications. **Soil Science Society American Journal**, v. 66, p.1637-1647, 2002.

## ANEXOS

ANEXO A	PÁGINA
TABELA 1A. Composição granulométrica de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos e cultivo convencional (testemunha). UFLA, Lavras, MG, 2007.....	62
TABELA 2A Resumo da análise de variância para densidade de partículas para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	63
TABELA 3A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	64
TABELA 4A Resumo da análise de variância para índice de floculação para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	65
TABELA 5A Resumo da análise de variância para densidade do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	66
TABELA 6A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo dentro de cada nível de adubo verde para densidade do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	66
TABELA 7A Resumo da análise de variância do desdobramento do adubo verde (AV) dentro de cada nível de adubo orgânico para densidade do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	67
TABELA 8A Resumo da análise de variância para o volume total de poros calculado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	67

TABELA 9A	Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo dentro de cada nível de adubo verde para o volume total de poros calculado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	68
TABELA 10A	Resumo da análise de variância do desdobramento do adubo verde (AV) dentro de cada nível de adubo orgânico para volume total de poros calculado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	68
TABELA 11A	Resumo da análise de variância para o volume total de poros determinado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	69
TABELA 12A	Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo dentro de cada nível de palha de café para o volume total de poros determinado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	70
TABELA 13A	Resumo da análise de variância do desdobramento de palha de café (PC) para cada nível de adubo para o volume total de poros determinado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	70
TABELA 14A	Resumo da análise de variância para a macroporosidade para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	70
TABELA 15A	Resumo da análise de variância para a microporosidade para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	71
TABELA 16A	Resumo da análise de variância para poros bloqueados para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007 .....	72
TABELA 17A	Resumo da análise de variância para o diâmetro médio geométrico para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007 .....	73
TABELA 18A	Resumo da análise de variância para a porcentagem de agregados maiores que 2mm para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007 .....	74
TABELA 19A	Resumo da análise de variância para a porcentagem de agregados menores que 0,105mm para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	75

TABELA 20A	Resumo da análise de variância para água disponível para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	76
TABELA 21A	Resumo da análise de variância para condutividade hidráulica para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	77
TABELA 22A	Resumo da análise de variância para carbono orgânico total do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	78
TABELA 23A	Resumo da análise de variância do desdobramento para adubo verde dentro de cada nível de palha de café para carbono orgânico total do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	78
TABELA 24A	Resumo da análise de variância do desdobramento para palha de café dentro de cada nível de adubo verde para carbono orgânico total do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.....	79

TABELA 1A. Composição granulométrica de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com cafeeiros submetidos a diferentes manejos orgânicos e cultivo convencional (testemunha). UFLA, Lavras, MG, 2007.

Tratamentos <sup>1</sup>	AT	Silte	Argila	AMG	AG	AM	AF	AMF
..... g kg <sup>-1</sup> .....								
1	153	152	695	13	32	37	48	23
2	150	148	702	11	29	39	50	21
3	159	145	696	15	32	39	51	22
4	164	147	689	9	29	43	59	24
5	151	145	704	12	31	38	48	22
6	151	132	717	14	33	38	42	24
7	157	159	684	13	33	38	50	23
8	176	140	684	10	36	48	58	24
9	147	149	704	13	30	35	47	22
10	149	164	687	10	29	37	52	21
11	162	149	689	15	34	39	49	25
12	163	145	692	13	33	40	53	23
13	158	146	696	11	31	39	53	24
14	156	146	698	14	32	38	49	23
15	156	168	676	12	34	39	48	23
16	155	155	690	13	34	38	48	22
Convencional	180	190	630	13	31	44	66	29

AT. Areia total; AMG. Areia muito grossa; AG. Areia grossa; AM. Areia média; AF. Areia fina; AMF. Areia muito fina. <sup>1</sup> 1. esterco bovino+palha de café; 2. cama de aviário+palha de café; 3. farelo de mamona+palha de café; 4. esterco bovino; 5. cama de aviário; 6. farelo de mamona; 7. adubo verde+esterco bovino+palha de café; 8. adubo verde+cama de aviário+palha de café; 9. adubo verde +farelo de mamona+palha de café; 10. adubo verde+esterco bovino; 11. adubo verde +cama de aviário; 12. com AV +farelo de mamona; 13. esterco bovino+moinha de carvão+sulfato duplo de K e Mg; 14. farelo de mamona+palha de café+farinha de rocha; 15. palha de café fermentada; 16. adubo verde-*Cajanus cajan*.

TABELA 2A Resumo da análise de variância para densidade de partículas para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,0145
Bloco (Repetição)	15	0,0199
Tratamento	(15)	0,0062
Trat fatorial vs Adicionais	1	0,0333
13+14 vs 15+16	1	0,0033
15 vs 16	1	0,0024
13 vs 14	1	0,0003
Adubo	2	0,0050
Adubo verde	1	0,0539 *
Palha	1	0,0051
Adubo*adubo verde	2	0,0004
Adubo*palha	2	0,0042
Adubo verde*palha	1	0,0037
Adubo*adubo verde* palha	2	0,0043
ERRO	45	0,0098
CV= 3,88 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 3A Resumo da análise de variância para argila dispersa em água para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	67,87
Bloco (Repetição)	15	34,09
Tratamento	(15)	20,11
Trat fatorial vs Adicionais	1	0,37
13+14 vs 15+16	1	37,98
15 vs 16	1	112,99 *
13 vs 14	1	5,84
Adubo	2	1,34
Adubo verde	1	1,21
Palha	1	0,00
Adubo*adubo verde	2	15,13
Adubo*palha	2	0,33
Adubo verde*palha	1	0,90
Adubo*adubo verde*palha	2	11,57
ERRO	45	10,00
CV= 24,06 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 4A Resumo da análise de variância para índice de floculação para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	138,30
Bloco (Repetição)	15	81,68
Tratamento	(15)	42,36
Trat fatorial vs Adicionais	1	0,21
13+14 vs 15+16	1	93,35*
15 vs 16	1	222,70 *
13 vs 14	1	11,69
Adubo	2	3,62
Adubo verde	1	4,21
Palha	1	0,11
Adubo*adubo verde	2	27,45
Adubo*palha	2	0,56
Adubo verde*palha	1	1,80
Adubo*adubo verde*palha	2	32,25
ERRO	45	22,87
CV= 5,91%		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 5A Resumo da análise de variância para densidade do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,0105
Bloco (Repetição)	15	0,0303
Tratamento	(15)	0,0033
Trat fatorial vs Adicionais	1	0,0045
13+14 vs 15+16	1	0,0001
15 vs 16	1	0,0123
13 vs 14	1	0,0020
Adubo	2	0,0107
Adubo verde	1	0,0080
Palha	1	0,0123
Adubo*adubo verde	2	0,0158 *
Adubo*palha	2	0,0075
Adubo verde*palha	1	0,0003
Adubo*adubo verde*palha	2	0,0055
ERRO	45	0,0040
CV= 5,86%		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 6A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo orgânico dentro de cada nível de adubo verde para densidade do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Adubo : Com adubo verde	2	0,0218 *
Adubo : Sem adubo verde	2	0,0049
ERRO	45	0,0040

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 7A Resumo da análise de variância do desdobramento do adubo verde (AV) dentro de cada nível de adubo orgânico para densidade do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
AV: Esterco bovino	1	0,0087
AV: Cama de aviário	1	0,0144 *
AV: Farelo de mamona	1	0,0163 *
ERRO	45	0,0040

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 8A Resumo da análise de variância para o volume total de poros calculado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	14,927810
Bloco (Repetição)	15	37,961787
Tratamento	(15)	8,481653
Trat fatorial vs Adicionais	1	34,027306 *
13+14 vs 15+16	1	2,337473
15 vs 16	1	11,644501
13 vs 14	1	4,929274
Adubo	2	23,701782
Adubo verde	1	0,180203
Palha	1	29,305410
Adubo*adubo verde	2	25,653661 *
Adubo*palha	2	18,085427
Adubo verde*palha	1	2,404937
Adubo*adubo verde* palha	2	14,539970
ERRO	45	7,903335

CV= 4,88%

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 9A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo orgânico para cada nível de adubo verde para o volume total de poros calculado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Adubo : Com adubo verde	2	44,432620 *
Adubo : Sem adubo verde	2	4,922771
ERRO	45	7,903335

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 10A Resumo da análise de variância do desdobramento do adubo verde (AV) dentro de cada nível de adubo orgânico para volume total de poros calculado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
AV: Esterco bovino	1	36,888200 *
AV:Cama de aviário	1	5,064600
AV: Farelo de mamona	1	45,772500 *
ERRO	45	7,903335

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 11A Resumo da análise de variância para o volume total de poros determinado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	5,293653
Bloco (Repetição)	15	35,068830
Tratamento	(15)	4,460023
Trat fatorial vs Adicionais	1	3,174923
13+14 vs 15+16	1	0,212301
15 vs 16	1	33,888685 *
13 vs 14	1	8,094571
Adubo	2	21,992409 *
Adubo verde	1	29,723412 *
Palha	1	3,389783
Adubo*adubo verde	2	4,753286
Adubo*palha	2	20,442332 *
Adubo verde*palha	1	7,527043
Adubo*adubo verde* Palha	2	2,092351
ERRO	45	3,478057
CV= 3,42 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 12A Resumo da análise de variância do desdobramento de adubo orgânico para cada nível de palha de café para o volume total de poros determinado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Adubo : Com palha	2	6,210683
Adubo : Sem palha	2	36,224059*
ERRO	45	3,478057

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 13A Resumo da análise de variância do desdobramento de palha de café (PC) para cada nível de adubo orgânico para o volume total de poros determinado para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
PC: Esterco bovino	1	16,583400 *
PC:Cama de aviário	1	7,927800
PC: Farelo de mamona	1	19,763200 *
ERRO	45	3,478057

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 14A Resumo da análise de variância para a macroporosidade para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	53,840562
Bloco (Repetição)	15	98,363728
Tratamento	(15)	20,767924
Trat fatorial vs Adicionais	1	68,397057
13+14 vs 15+16	1	0,010264
15 vs 16	1	14,157740
13 vs 14	1	13,580854
Adubo	2	73,480575 *
Adubo verde	1	0,298364
Palha	1	47,356596
Adubo*adubo verde	2	55,853649
Adubo*palha	2	20,991462
Adubo verde*palha	1	2,456711
Adubo*adubo verde*palha	2	46,272378
ERRO	45	19,657760
CV= 22,32%		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 15A Resumo da análise de variância para a microporosidade para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	19,001493
Bloco (Repetição)	15	15,793727
Tratamento	(15)	3,893738
Trat fatorial vs Adicionais	1	5,938765
13+14 vs 15+16	1	2,037948
15 vs 16	1	0,122692
13 vs 14	1	2,146297
Adubo	2	13,905887 *
Adubo verde	1	0,014817
Palha	1	2,155512
Adubo*adubo verde	2	6,522894
Adubo*palha	2	0,538129
Adubo verde*palha	1	0,000276
Adubo*adubo verde*palha	2	8,937047
ERRO	45	3,936036
CV=5,25%		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 16A Resumo da análise de variância para poros bloqueados para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	6,683377
Bloco (Repetição)	15	8,007504
Tratamento	(15)	6,814753
Trat fatorial vs Adicionais	1	16,414341 *
13+14 vs 15+16	1	1,140877
15 vs 16	1	5,803259
13 vs 14	1	0,390499
Adubo	2	1,355697
Adubo verde	1	34,532335 *
Palha	1	10,097036
Adubo*adubo verde	2	12,761399
Adubo*palha	2	0,545123
Adubo verde*palha	1	1,422676
Adubo*adubo verde*palha	2	6,784263
ERRO	45	4,618134
CV= 70,06 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 17A Resumo da análise de variância para o diâmetro médio geométrico para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,0665
Bloco (Repetição)	15	0,3496
Tratamento	(15)	0,0714
Trat fatorial vs Adicionais	1	0,0360
13+14 vs 15+16	1	0,0043
15 vs 16	1	0,0037
13 vs 14	1	0,0487
Adubo	2	0,0264
Adubo verde	1	0,0017
Palha	1	0,0152
Adubo*adubo verde	2	0,0691
Adubo*palha	2	0,0342
Adubo verde*palha	1	0,3408
Adubo*adubo verde*palha	2	0,0615
ERRO	45	0,1097
CV= 7,58 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 18A Resumo da análise de variância para a porcentagem de agregados maiores que 2mm para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	8,7315
Bloco (Repetição)	15	46,7327
Tratamento	(15)	10,0818
Trat fatorial vs Adicionais	1	6,7392
13+14 vs 15+16	1	0,7674
15 vs 16	1	2,1683
13 vs 14	1	4,6857
Adubo	2	1,4798
Adubo verde	1	1,0705
Palha	1	3,9035
Adubo*adubo verde	2	5,7838
Adubo*palha	2	0,9966
Adubo verde*palha	1	67,6932
Adubo*adubo verde*palha	2	8,3762
ERRO	45	16,5223
CV= 4,33%		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 19A Resumo da análise de variância para a porcentagem de agregados menores que 0,105mm para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,2786
Bloco (Repetição)	15	0,4742
Tratamento	(15)	0,1801
Trat fatorial vs Adicionais	1	0,0022
13+14 vs 15+16	1	0,0575
15 vs 16	1	0,0718
13 vs 14	1	0,0491
Adubo	2	0,2568
Adubo verde	1	0,0082
Palha	1	0,0338
Adubo*adubo verde	2	0,0674
Adubo*palha	2	0,0742
Adubo verde*palha	1	0,1100
Adubo*adubo verde*palha	2	0,1193
ERRO	45	0,1609
CV= 79,54 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 20A Resumo da análise de variância para água disponível para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	4,5249
Bloco (Repetição)	15	12,9649
Tratamento	(15)	2,2254
Trat fatorial vs Adicionais	1	1,0431
13+14 vs 15+16	1	2,3378
15 vs 16	1	0,7721
13 vs 14	1	0,3892
Adubo	2	9,0459
Adubo verde	1	0,0053
Palha	1	6,6720
Adubo*adubo verde	2	5,7988
Adubo*palha	2	1,9159
Adubo verde*palha	1	0,0609
Adubo*adubo verde*palha	2	3,6670
ERRO	45	4,4758
CV=13,89 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 21A Resumo da análise de variância para condutividade hidráulica para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	1370205,94
Bloco (Repetição)	15	3885180,43
Tratamento	(15)	1211696,41
Trat fatorial vs Adicionais	1	2595838,45
13+14 vs 15+16	1	253373,71
15 vs 16	1	55754,74
13 vs 14	1	659945,25
Adubo	2	334227,65
Adubo verde	1	160383,37
Palha	1	2026592,45
Adubo*adubo verde	2	5064601,76
Adubo*palha	2	3282505,57
Adubo verde*palha	1	840601,19
Adubo*adubo verde*palha	2	292604,77
ERRO	45	1878592,20
CV= 88,85%		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 22A Resumo da análise de variância para carbono orgânico total do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
Repetição	4	0,3338
Bloco (Repetição)	15	0,0721
Tratamento	(15)	0,0295
Trat fatorial vs Adicionais	1	0,0411
13+14 vs 15+16	1	0,0008
15 vs 16	1	0,0035
13 vs 14	1	0,0276
Adubo	2	0,0032
Adubo verde	1	0,0505
Palha	1	0,0317
Adubo*adubo verde	2	0,0255
Adubo*palha	2	0,0568
Adubo verde*palha	1	0,2018*
Adubo*adubo verde*palha	2	0,0430
ERRO	45	0,0381
CV= 7,17 %		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 23A Resumo da análise de variância do desdobramento para adubo verde (AV) dentro de cada nível de palha de café para carbono orgânico total do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
AV : Com palha	1	0,2266 *
AV : Sem palha	1	0,0252
ERRO	45	0,0381

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 24A Resumo da análise de variância do desdobramento para palha de café (PC) dentro de cada nível de adubo verde para carbono orgânico total do solo para os tratamentos de manejo orgânico estudados. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	QM
PC:Com Adubo verde	1	0,0367
PC:Sem Adubo verde	1	0,1968 *
ERRO	45	0,0381

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.