

BENEFÍCIOS DAS COBERTURAS VEGETAIS PARA MELHORAR A SUSTENTABILIDADE DO MAMOEIRO

Laercio Duarte Souza¹, Luciano da Silva Souza²

¹Eng. Agrônomo, Dr. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, Cruz das Almas– BA, 44.380-000, laercio@cnpmf.embrapa.br; ²Eng. Agrônomo, Dr. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas – BA, 44.380-000, lsouza@ufrb.edu.br.

ESTADO DA ARTE

O solo em interação com o ambiente está sempre coberto com vegetação. As exceções são os desertos ou as interferências antrópicas em determinada área, no intervalo entre os cultivos.

Nos estágios iniciais de sua formação o solo já está sendo coberto por líquens, algas e fungos em um processo de interação da flora e da fauna com os minerais, onde ambas as partes se beneficiam. A evolução milenar da formação de um solo será acompanhada por um sistema vegetal, também em evolução, cobrindo sua superfície. Quando bem desenvolvido, definido em profundidade, o solo estará coberto por uma vegetação pouco ou muito diversificada, mas extremamente adaptada àquela condição edafoclimática.

A melhor cobertura - a que mais conserva o solo - é a vegetação nativa que se estabeleceu de forma espontânea como a Mata Atlântica, a Caatinga, o Cerrado, a Floresta Amazônica, o Pampa gaúcho etc. O solo sob essas plantas, que aí nasceram de forma competitiva e predominando sobre as demais, está protegido dos impactos diretos da chuva, do vento e da insolação, o que manterá suas características e capacidade de sustentar essas plantas durante longo tempo. Na medida em que se remove a vegetação nativa (desmatamento) para realizar os necessários cultivos agrícolas, tem início o processo mais lento ou mais rápido de degradação do solo.

Os sistemas de preparo do solo para o plantio agrícola - que tem como objetivo propiciar condições ideais para o desenvolvimento de determinado cultivo - deveria melhorar e manter a sua estrutura. No entanto, atualmente, a maioria das atividades relacionadas à produção agrícola, que utilizam grande volume de insumos e mecanização intensiva, mantém o solo descoberto por longo período de tempo, o que degrada a sua estrutura, principalmente na superfície, provocando compactação e impermeabilização no local por onde entra a água e são realizadas as trocas gasosas com a atmosfera.

Em solos degradados, onde predominam espécies mais resistentes ao estresse hídrico, geralmente ocorre pouca produção de biomassa e baixa absorção de nutrientes. Um exemplo disso é o mata-pasto (*Cassia occidentalis*), espécie que passa a predominar em pastagens depois que o solo é degradado (ALVARENGA *et al.*, 1996). Quando ocorre esse

tipo de predomínio, as espécies mais rústicas e resistentes dificultam o manejo do solo para outros cultivos, induzindo ao produtor o uso da prática da queimada, o que promove a perda da matéria orgânica e acentua ainda mais o processo de degradação do solo.

As plantas, pela ação de suas raízes e parte aérea, podem recuperar solos em processo de degradação, sendo algumas espécies mais eficientes do que outras. As espécies adaptadas às condições de estresse, mas com maior capacidade de absorção de nutrientes e produção de biomassa, e ainda, de fácil manejo nos sistemas agrícolas, são as mais indicadas. Essas plantas, denominadas adubos verdes, devem ser capazes de cobrir o solo rapidamente, predominando sobre a vegetação nativa sem práticas dispendiosas de controle; proteger o solo dos agentes causadores da erosão; diminuir a temperatura na superfície do solo e a evaporação de água; reciclar nutrientes das zonas mais profundas do perfil para a superfície; romper as camadas coesas e/ou compactadas; e aumentar o teor de matéria orgânica no solo (CALEGARI, 1995; ALVARENGA *et al.*, 1996; SILVA & ROSOLEM, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2002).

As raízes, na maioria das espécies, se constituem em uma pequena porcentagem em massa ou em volume da planta como um todo, mas é a parte anatômica que atua diretamente no solo e exercem grande influência na formação e estabilidade dos agregados do solo (SILVA & MIELNICZUK, 1997). O sistema de raízes das leguminosas, geralmente profundo e capaz de romper camadas endurecidas, recupera os nutrientes lixiviados e os devolve a superfície, produzindo grandes quantidades de fitomassa por área, com alta concentração de nutrientes (TANAKA, 1981), além de aumentar a velocidade de infiltração de água em função das raízes profundas e de lenta decomposição, melhoram a estabilidade estrutural do solo (YAACOB & BLAIR, 1981). As gramíneas perenes, por sua vez, possuem um sistema de raízes mais denso e superficial, o que favorece as ligações entre as partículas minerais dispersas e os agregados, em função disso, são utilizadas para a recuperação da estrutura do solo, principalmente na sua superfície (SILVA & MIELNICZUK, 1997). No entanto, o sistema mais eficiente para melhorar a estrutura é a consorciação de gramíneas, leguminosas e nativas emergentes, quando comparado com o plantio de leguminosas ou gramíneas isoladas (ALLISON, 1973; WOHLLENBERG *et al.*, 2004).

Os sistemas agrícolas vêm aumentando a sua produtividade, retirando cada vez maior quantidade de material orgânico por área. Essa exportação necessita ser repostada, é preciso adicionar ao solo raízes em profundidade e folhas e fibras na superfície. A adição isolada de nutrientes na forma mineral, que é a mais utilizada fertilização dos sistemas atuais, não recupera a estrutura do solo na superfície ou em profundidade. Lembrando que o solo fértil é aquele capaz de fornecer água, ar, calor e nutrientes às plantas, na medida e no momento em que elas necessitam (MARCOS, 1982).

NUTRIENTES

As quantidades de resíduos incorporados ao solo por alguns adubos verdes, na forma de massa verde e massa seca, em diferentes condições de solo e clima estão na Tabela 1. Vale ressaltar que o nutriente mais abundante na matéria orgânica (MO), geralmente é o N, embora o P e o K também apareçam com teores significativos. A matéria seca das leguminosas crotalária júncea, o guandu e as mucunas apresentam em média 2,0; 1,13 e 2,16% de N; 0,4; 0,59 e 1,14% de P₂O₅ e 1,81; 1,14 e 2,97% de K₂O, respectivamente (KIEHL, 1985).

Tabela 1 - Adubos verdes e quantidades de massa verde e massa seca incorporada ao solo.

Nome comum	Nome científico	Produção (t ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)	C / N
		Massa verde	Massa seca	N	
Crotalária júncea	<i>Crotalaria juncea</i>	50 - 70	15 - 21	300 - 400	26 / 1
Mucuna-preta	<i>Stylobium aterrimum</i>	40 - 50	6 - 10	130 - 210	22 / 1
Lablab	<i>Dolichos lablab</i>	15 - 30	5 - 90	66 - 132	-
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	20 - 40	8 - 14	90 - 180	29 / 1
Crotalária spectabilis	<i>Crotalaria spectabilis</i>	20 - 30	4 - 6	60 - 120	-
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	10 - 32	1,5 - 4,4	40 - 120	-
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	40 - 50	8 - 10	-	-

Fonte: KIEHL (1985); WEBER & PASSOS (1991); ESPÍNDOLA *et al.* (1998); CHERR *et al.* (2006).

O fluxo de nutrientes é contínuo entre as fases inorgânica (minerais) e orgânica do solo (plantas e organismos vivos e mortos, esterco e excreções). O N é um nutriente que não é constituinte de qualquer rocha da crosta terrestre. Todo o N do solo, direta ou indiretamente, se origina da atmosfera que contém 78% desse elemento. A entrada do N no solo é promovida por descargas elétricas e fixação biológica de microorganismos. Adubos sintéticos industriais como uréia (46% de N), misturam gases de poços de petróleo ricos em H com a atmosfera rica em N, formando a amônia (NH₃) e depois uréia (CO(NH₂)₂). O fósforo existente no solo mantém de 15 a 70% na forma inorgânica, onde está fortemente adsorvida ou insolúvel, enquanto a fração orgânica disponível tem como maior fonte os microorganismos e a mesofauna. Devido à baixa solubilidade e imobilidade do P – que mantém cerca de 90% do total no solo nos primeiros 30 cm – as plantas desenvolveram associações com fungos (micorrizas) que em simbiose com as raízes capturam fósforo. Elementos como K, Ca e Mg geralmente estão em formas de fácil solubilidade, sendo a forma orgânica uma das mais estáveis no solo. Resumindo, podemos afirmar que todos os macronutrientes na transição entre a fase mineral e a absorção pela planta, melhoram a sua disponibilidade e estabilidade no solo se houver uma fase orgânica.

Outra vital contribuição da MO na melhoria do solo no aspecto nutricional das plantas é o húmus. Um material amorfo, formado por diversos ácidos, que apresenta estabilidade

química e tem uma excepcional capacidade de troca catiônica (CTC). Entre os componentes do solo – areia, silte e argila – apenas as argilas têm CTC. No caso dos solos tropicais onde predominam argilas com valores para a CTC variando de 3 a 40 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, cria-se um grave problema, pois não há retenção adequada dos nutrientes adicionados ao solo, havendo grandes perdas por lixiviação. Nos solos de clima temperado, a CTC das argilas varia de 80 a 150 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. A contribuição da MO para os solos tropicais é fundamental, pois o húmus tem uma CTC entre 127 e 136 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, o que está próximo das melhores argilas (Tabela 2). Ou seja, a MO além de fornecer os nutrientes é capaz de aumentar a capacidade de retenção desses em solos argilosos ou arenosos.

Tabela 2 - Capacidade de troca catiônica de argilas minerais e orgânicas ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$).

Vermiculita	Montmorilonita	Ilita	Caulinita	MO pH 5,0	MO pH 6,0	MO pH 7,0
100-150	80-150	10-40	3-15	127	131	136

(THENG, 1979)

O húmus é uma pequena porcentagem de uma grande quantidade de MO incorporada ao solo, resultado da decomposição contínua até chegar a um material mais estável que permanece longo tempo no solo, cuja relação C/N está próxima de 10/1. O que significa dizer que a incorporação de material muito rico em C, como as gramíneas, palhas e fibras, ou de material rico apenas em N como as leguminosas, atuarão e enriquecerão diversos processos biológicos no solo, mas formarão pequena quantidade de húmus. É necessária a adição ao solo de material rico em C e de outro rico em N para que se forme maior porcentagem de húmus, a substância orgânica capaz de aumentar a CTC e de grande estabilidade temporal no solo.

AGREGAÇÃO E ESTRUTURA DO SOLO

As partículas do solo quando isoladas são facilmente lixiviadas, pois se distribuem em sistemas que permitem pouca aeração e dificultam a infiltração da água e o desenvolvimento das raízes. A junção das partículas do solo - areia, silte e argila - forma o que se denomina um agregado, que é uma formação que resiste ao molhamento e secamento sem se romper, sendo em função disso mais estável às intempéries. Os agregados apresentam microporos em seu interior e macroporos no espaço exterior, entre os agregados. Esse arranjo, no seu processo de formação, adquire uma ordenação que é o que se denomina 'estrutura do solo'. A formação e a manutenção de um alto teor de agregados é uma tarefa das mais importantes e difíceis no manejo do solo.

A formação do agregado começa com um aglomerado das menores partículas do solo – argilas minerais e húmus - que vão interagindo com partículas maiores como silte e microrganismos, posteriormente com a areia fina, raízes, hifas de fungos e microrganismos.

Finalmente esses pequenos agregados se unirão via hifas de fungos, excreções e raízes finas, formando um agregado. A MO é um dos principais fatores responsáveis pela formação e estabilidade dos agregados (BRADY & WEIL, 2008).

A utilização de coberturas vegetais de gramíneas e leguminosas aumenta a porcentagem de partículas agregadas no solo, o que aumenta a aeração, a velocidade de infiltração da água e diminui a densidade do solo.

O balanço de cargas positivas (cátions) e negativas (argilas e ânions) no solo influi na estabilidade dos agregados. Os elementos provenientes da decomposição da MO tem carga negativa, em função disso seus efeitos são mais benéficos quando ocorre aplicação simultânea com calcário ao solo, nas doses recomendadas pela análise da área. A quantidade de MO mínima necessária para manter em bom estado a estrutura do solo, o denominado "nível crítico", é um conceito particular para cada solo, variando em função da sua granulometria, da CTC, do manejo, da topografia e do clima, dentre outros fatores (LOVELAND & WEBB, 2003).

EROSÃO

O termo erosão descreve o transporte e deposição dos constituintes do solo por forças da natureza como a água e o vento. Esse processo ocorre de forma geológica e vai moldando as paisagens ao longo dos séculos, ou de forma antrópica como as atividades agrícolas que provocam alterações em curto e médio prazo, podendo provocar perdas de solo que variam de 7,5 a 20 t ha⁻¹ anualmente (White, 1987). O efeito desse processo é difícil de recuperar porque esse arraste ocorre no horizonte superficial, onde está a maior concentração de nutrientes e MO.

Na interação água x solo, a velocidade de infiltração da água no solo deve ser maior do que a incidência das chuvas ou da irrigação, pois, caso contrário, haverá acúmulo de água na superfície do solo. Se a área for plana, haverá a formação de poças e condições anaeróbicas para as plantas. Se houver declive, haverá fluxo de água ladeira abaixo e o arraste das partículas do solo.

A infiltração é influenciada pela estabilidade da estrutura do solo na superfície e pela porosidade. A adição da MO ao solo melhora a estrutura e o sistema de poros, o que aumenta a velocidade de infiltração da água (METZGER & YARON, 1987; EKWUE, 1992). A velocidade de infiltração aumenta significativamente com a utilização da *Crotalaria ochroleuca* como adubo verde e com a utilização de *Sesbania aculeata* isoladamente ou em associação com esterco (SINGH *et al.*, 2007).

O aspecto mais erosivo da chuva é o momento do seu impacto com o solo. A energia cinética do impacto da água com o solo é 200 vezes maior do que a energia do arraste das partículas. A energia do impacto das gotas cresce de forma exponencial ao aumento da

intensidade de chuva. Caso o solo esteja descoberto e exposto, o impacto desses milhares de pequenos martelos rompem os agregados, entopem os poros e provocam a erosão.

A comparação da relação de perdas de solo de uma dada área, sob determinado tipo de cobertura vegetal e manejo da cultura, com as perdas de solo da mesma área mantida continuamente descoberta e preparada convencionalmente no sentido do declive, está na Figura 1. Observa-se a acentuada eficiência da cobertura vegetal do solo no controle da erosão, citando como exemplo, uma cobertura de 25% da superfície do solo reduziria as perdas de solo para 37%, enquanto que uma cobertura de 50% reduziria as perdas de solo para apenas 14% em relação ao solo descoberto.

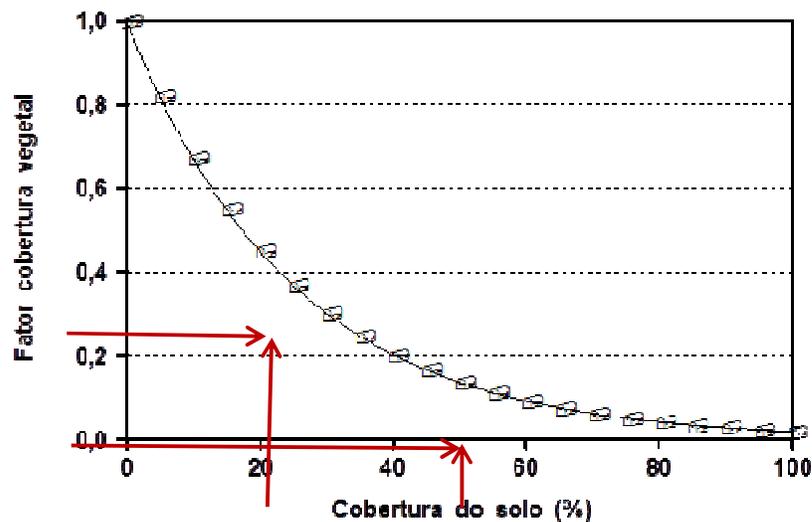


Figura 1 - Relação do fator cobertura vegetal morta com a porcentagem de cobertura do solo pelo resíduo cultural de trigo, espalhado uniformemente sobre a superfície do solo.

A cobertura vegetal é o fator de maior peso na escolha das medidas de controle da erosão, é também o mais fácil de ser alterado pelo homem. Em realidade, é a primeira prática que deve ser tentada no planejamento do controle da erosão. Essa prática também está relacionada com os diferentes tipos de uso ou manejo da terra, ressaltando que certas culturas protegem melhor o solo do que outras, em função da velocidade com que cobrem a superfície, volume e profundidade do sistema de raízes (COGO, 1988).

COBERTURA VEGETAL NO CULTIVO DO MAMÃO

O sistema de mecanização intensiva, adotado no cultivo do mamoeiro no Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, registra de 120 a 160 entradas de máquinas na área do pomar durante os 24 meses do ciclo da cultura. Esse tráfego que ocorre com a regularidade de uma a duas entradas na área por semana, independente da umidade no terreno,

aumenta a densidade do solo e diminui a macroporosidade nos horizontes superficiais, diminuindo a capacidade de transmissão de água no perfil do solo (SOUZA *et al.*, 2006).

O plantio em camalhões, muito utilizada nos pomares de mamão, tem como objetivo evitar o tombamento da planta. No entanto, a raspagem do solo na entrelinha de plantio, amontoando próximo da planta, remove o horizonte superficial que é o mais fértil, diminui a velocidade de infiltração da água no solo e restringe o desenvolvimento das raízes. Esse sistema também dificulta a adoção de coberturas vegetais nas entrelinhas do pomar. Os solos sob cultivo de mamão quando comparados aos mesmos solos sob floresta, diminuíram o teor de MO no horizonte superficial de 80 g kg⁻¹ para 10 a 15 g kg⁻¹ (SOUZA *et al.*, 2006).

Comparando o sistema de produção para a cultura do mamão utilizado pelo produtor (Figura 2a) com o manejo utilizando diferentes coberturas vegetais nas entrelinhas do pomar (Figura 2b), no início das águas, associado ou não com a subsolagem da área, ceifando tais coberturas ao final das águas e deixando a massa verde produzida como cobertura morta do solo nas entrelinhas, CARVALHO *et al.* (2004) observaram melhoria nos atributos físicos do solo: redução da densidade do solo, aumento da porosidade total e da macroporosidade e redução da microporosidade, aumento da condutividade hidráulica em solo saturado e da água disponível às plantas, com uso de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e caupi (*Vigna unguiculata*). Quanto à produtividade, o melhor desempenho foi observado para a vegetação nativa e o feijão-de-porco.

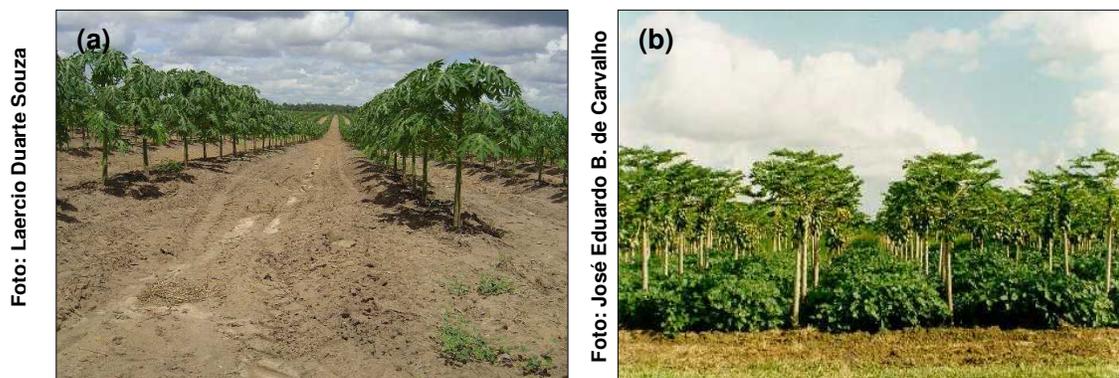


Figura 2 - Cultura do mamão sob diferentes sistemas de manejo do solo: sistema tradicional do produtor (a) e sistema de manejo com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) nas entrelinhas (b).

A cultura do mamão necessita de práticas de preparo de solo que utilizem implementos como escarificadores e subsoladores, ao invés de arado e grade - diminuindo o revolvimento do solo, mantendo o solo com maior porcentagem de cobertura morta.

É necessário buscar soluções de manejo que melhorem a drenagem do solo para evitar o problema de encharcamento – eliminando o uso do camalhão. A utilização de leguminosas com sistema de raízes capaz de se desenvolver em profundidade nos

horizontes coesos e/ou compactados, em consórcio ou rotação com gramíneas não invasoras, nas entrelinhas de plantio, é uma alternativa acessível e deve ser avaliada. Leguminosas rasteiras, como as mucunas, suportam bem o tráfego de máquinas, pois amortecem a pressão dos pneus sem atrapalhar a mobilidade da máquina, que nesse caso, funcionam como um controle e impedem que as leguminosas se engavinhem nos troncos do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

ALLISON, F. E. **Soil organic matter and its role in crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1973. p. 215-345.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Crescimento de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 319-326, maio/ago. 1996.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 14. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008, 975p.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80).

CARVALHO, J. E. B. de; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. de A.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C.; DALTRO JÚNIOR, C. A.; CARVALHO L. L. de; OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS, R. C. dos. Leguminosas e seus efeitos sobre propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro 'Tainung 1'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 335-338, ago. 2004.

CHERR, C. M.; SCHOLBERG, J. M. S.; McSORLEY, R. Green manure approaches to crop production: a synthesis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 2, p. 302-319, Mar./Apr. 2006.

COGO, N.P. Conceitos e princípios científicos envolvidos no manejo de solos para fins de erosão hídrica. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; FREITAS, S.S. **A responsabilidade social da ciência do solo**. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p. 251-262,

EKWUE, E. I. Effect of organic and fertilizer treatments on soil physical properties and erodibility. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 22, n. 3/4, p. 199-209, Jan. 1992.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; SOUZA, F. A. de; DE-POLLI, H.; PERIM, A.; GRAVINA, G. do A.; AQUINO, A. M. de; SANTOS, A. L. dos; DALCOMO, J. M. **Avaliação de leguminosas para cobertura do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 19 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 55).

KIEHL, E.J. Manual de Compostagem, Piracicaba, 1985, 171p.

LOVELAND, P.; WEBB, J. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 70, n. 1, p. 1-18, Mar. 2003.

MARCOS, Z. Z. Ensaio sobre epistemologia pedológica: 1. Definição de solo. 2. Natureza e comportamento do solo. **Cahiers ORSTOM**, série pédologie, Paris, v. 19, n. 1, p. 5-23, 1982.

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

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L.M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2, p. 393-486.

SILVA, I. F.; 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, abr./jun. 1997.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 253-260, abr./jun. 2001.

SINGH, G.; JALOTA, S. K.; SINGH, Y. Manuring and residue management effects on physical properties of a soil under the rice-wheat system in Punjab, India. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 94, n. 1, p. 229-238, May 2007.

SOUZA, L. D.; SANTANA, S. O.; SOUZA, L. da S. Argissolo Amarelo sob cultivo de mamão I. Alterações nas propriedades físicas. XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. **Anais...**, 2006, CD Room.

TANAKA, R. T. A adubação verde. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 81, p. 62-67, 1981.

THENG, B.K.G. Formation and properties of clay - polymer complexes, 1979.

WEBER, O. B.; PASSOS, O. S. Adubação verde: aspectos relacionados à citricultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 295-303, 1991.

WHITE, R.E. **Introduction to principles and practice of soil Science**. Blackwell Scientific Publication, 1987.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 891-90, set./out. 2004.

YAACOB, O.; BLAIR, G. J. Effect of legume cropping and organic matter accumulation on the infiltration rate and structural stability of a granite soil under a simulated tropical environment. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 60, n. 1, p. 11-20, 1981.