

XI SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA
Embrapa Milho e Sorgo-Sete Lagoas, MG
01-03/10/2008

**ADUBAÇÃO VERDE E SISTEMA PLANTIO DIRETO AFETANDO
A QUALIDADE DO SOLO E A PRODUÇÃO ORGÂNICA**

José Aloísio Alves Moreira¹, Israel Alexandre Pereira Filho², José Carlos Cruz², Márcia Thaís de Melo Carvalho¹, Elizabeth Rigo³, Roberta Paula de Jesus³, Graciela Corcioli³

INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica tem por finalidade produzir alimentos mais saudáveis a saúde humana e animal, bem como preservar o meio ambiente do uso de produtos químicos.

O termo *Organic Agriculture* (Agricultura Orgânica) surgiu na Inglaterra idealizado pelo engenheiro agrônomo Albert Howard, que estudou e comparou o fertilizante utilizado pelos indianos oriundo de compostos orgânicos com fertilizantes químicos. No Brasil, no período de 1980 e 1990, as organizações ligadas ao sistema de produção orgânica se multiplicaram, cresceu o número de produtores e a produção se expandiu em quantidade, diversidade e qualidade. Existe hoje uma forte demanda do mercado consumidor mundial por produtos orgânicos. O crescimento desse mercado foi estimado para o ano de 2005 em 15%. No Brasil a produção orgânica inclui hortaliças, soja, açúcar mascavo, café, frutas (banana, citros), cereais (milho, arroz, trigo), leguminosas (feijão, amendoim), caju, dendê, erva-mate, plantas medicinais, mel, produtos derivados do leite e vários outros produtos de menor expansão quantitativa (Khathounian, 2001).

De acordo com a Instrução Normativa 07/1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1999), um sistema orgânico de produção agropecuária e industrial é todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, respeitando a integridade cultural e tendo 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

¹ Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia Goiânia-Nova Veneza, km 12. Santo Antônio de Goiás, GO, 75.375-000. E-mail: jaloisio@cnpmms.embrapa.br, marcia@cnpaf.embrapa.br

² Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 264, km 65, 35.701-970, Sete lagoas, MG. E-mail israel@cnpmms.embrapa.br, zecarlos@cnpmms.embrapa.br

³ Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós-Graduação em Agronomia

emprego de agrotóxicos, organismos geneticamente modificados – OGM / transgênicos, 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, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e transformação.

Segundo Altieri (2004), pesquisas têm demonstrado que sistemas orgânicos de produção podem ser tão produtivos quanto os convencionais, porém com menores taxas de erosão do solo e maiores níveis de biodiversidade. O raciocínio para ambos os sistemas é totalmente diferente: os sistemas orgânicos se baseiam na suposição de que em qualquer momento a área pode ser cultivada com adubo verde de leguminosas ou cultivos de forragens que servirão para alimentação bovina, cujo esterco se incorporará ao solo. As propriedades convencionais se baseiam em suposição totalmente diferente: que sua sobrevivência depende de uma fábrica de fertilizante.

O grande desafio, na transformação de um sistema de produção agropecuário convencional para o sistema de produção sustentável, está na recuperação das estruturas física, química e biológica do solo que, em muitas situações, encontram-se completamente degradadas e com queda de produtividade, mesmo sob altíssima utilização de insumos agrícolas, e na preservação da biodiversidade natural, além da eliminação do controle químico de pragas e doenças, atendendo, assim, aos anseios da comunidade.

Entretanto, um grande atrativo para os agricultores, é o maior preço alcançado pelos produtos orgânicos. Movida pela crescente demanda do consumo e insatisfação cada vez maior com as práticas agrícolas convencionais, a agricultura orgânica está em franca ascensão, tendo um crescimento em torno de 20 a 30% ao ano, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. Dados das “Nações Unidas” mostram que em pelo menos 130 países, nos diversos continentes existe produção comercial de alimentos orgânicos. A área mundial de produção orgânica no ano 2000 foi calculada em 7 milhões de hectares, enquanto que o mercado de alimentos orgânicos movimentou aproximadamente US\$ 22 bilhões. Nos últimos anos, nos países desenvolvidos, a área com produção orgânica está crescendo a uma taxa anual em torno de 30%. Segundo Halweil (2000), neste ritmo, em 2010, cerca de 30% da área cultivada da União Européia deverá ser orgânica.

Solos de cerrados apresentam um conjunto de condições que favorece seu uso intensivo para atividades agrícolas, especialmente para culturas anuais. Entretanto, alguns sistemas agrícolas praticados são ainda de pouca eficiência e com baixos índices

de produtividade, decorrentes, principalmente, do inadequado manejo do solo e da água, além do insuficiente nível de planejamento e gerenciamento do processo produtivo sustentável (Urchei et al., 1996).

De modo geral, os sistemas de preparo nesses solos caracterizam-se pelo alto grau de revolvimento dos mesmos, pelo uso da grade aradora e arado de discos, que acarretam impactos negativos nos atributos do solo, comprometendo a sustentabilidade ambiental (Silveira et al., 1997, Moreira et al., 2006c).

Como alternativa aos sistemas que degradam o solo, os sistemas conservacionistas, como o plantio direto, constituem-se em práticas que dão sustentabilidade à agricultura.

O sistema plantio direto vem sendo bastante utilizado atualmente; nesse sistema, a semente e o adubo são colocados diretamente no solo contribuindo assim para a sustentabilidade de sistemas agrícolas intensivos, pois mantém o solo coberto com cobertura morta ou viva o ano inteiro, minimizando os efeitos da erosão e mantendo o conteúdo de matéria orgânica (Albuquerque et al., 1995).

Para Primavesi et al. (2000), o sistema plantio direto compreende um conjunto de técnicas integradas que visa melhorar as condições ambientais para explorar da melhor forma possível o potencial genético produtivo das culturas, respeitando três requisitos mínimos - não revolvimento do solo, rotação de culturas e uso de culturas de cobertura para formação de palhada, associada ao manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas.

Quanto menor for a interferência do homem nos processos biológicos que ocorrem no solo, maiores serão as condições de regeneração. Com o sistema plantio direto, os resíduos são mantidos na superfície e o revolvimento limita-se à linha de semeadura. A manutenção dos resíduos culturais na superfície altera o regime térmico do solo, conserva sua umidade, diminui as perdas de solo por erosão e aumenta a proteção física da matéria orgânica no interior dos agregados (Bayer & Mielniczuk, 1997).

Entretanto, solos nas regiões dos cerrados apresentam uma alta taxa de decomposição de matéria orgânica, levando a necessidade de contínuo aporte da mesma para manter sua estrutura em condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Além do mais, os sistemas agrícolas presentes, em geral, tem baixa produção de fitomassa. Assim, é de fundamental importância manejos que visem incluir culturas de rotação e de cobertura vegetal, incluindo os adubos verdes, objetivando a melhoria de

atributos físicos do solo, da produtividade e da sustentabilidade ambiental (Beutler et al., 2003; Carvalho et al., 2006; Moreira et al., 2007).

Segundo Malavolta & Kliemann (1985), a adubação verde é realizada, geralmente, com uma leguminosa cultivada e cortada no início, ou antes, de seu florescimento, e deixada sobre a superfície do solo ou incorporada.

A terminologia adubos verdes vem sendo substituída por cobertura verde do solo ou, simplesmente, plantas de cobertura em algumas regiões do país (Osterroht, 2001).

As plantas de cobertura de solo têm como objetivo final beneficiar em produtividade as culturas econômicas sem aumentar os custos, por meio de todos os seus efeitos (Monegat, 1991, Moreira et al., 2008a).

Ao se escolher a espécie de cobertura do solo no inverno, para continuar cobrindo o solo no verão e servir como adubação verde, é importante visar o retorno econômico da própria cultura, como produção de sementes ou pastoreio e, também, o fornecimento de nitrogênio para a cultura subsequente (Santos & Reis, 2001, citando Didonet & Santos, 1996, Moreira et al., 2008a, Moreira et al., 2006b). No entanto, na escolha da espécie que será utilizada como adubo verde, deve-se considerar também, as condições do solo, clima, o tipo de cultura e região

Dentre outras, são muito utilizadas como cobertura de solo na região dos cerrados, a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*); guandu-anão (*Cajanus cajan*); crotalária (*Crotalaria juncea*), milho safrinha (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum technicum*) e o milheto (*Pennisetum americanum*).

A crotalária é uma leguminosa anual, de rápido crescimento, elevada produção de massa verde e boa adaptação a diferentes regiões. Espécie de clima tropical e subtropical, não resiste a geadas severas. Possui efeito supressor e/ou alelopático de plantas daninhas e tem apresentado bom comportamento em solos argilosos e arenosos. Seu manejo deve ser feito na fase de plena floração, aos 110 a 140 dias após a semeadura. (Amabile et al., 2000; Trani et al., 1989). Como desvantagens, citam-se os problemas fitossanitários intensificados em áreas cultivadas por muito tempo e o tombamento de plantas causado por ventos fortes (Costa et al., 1992).

O guandu é uma leguminosa rústica, anual, bianual ou semi-perene de clima tropical e subtropical, de dias longos. Resiste bem à seca, pois possui sistema radicular pivotante capaz de penetrar em solos compactados e adensados, além de reciclar nutrientes. Apresenta elevada produção de biomassa e grande capacidade em fixar nitrogênio, e se desenvolve bem em solos arenosos e argilosos. Não tolera umidade

excessiva nas raízes. É pouco exigente quanto à fertilidade do solo. As cultivares de porte anão devem ser manejadas entre 90 e 100 dias após o florescimento, e seu ciclo completo é de, aproximadamente, 140 dias (Costa et al., 1992).

A mucuna-preta é uma leguminosa de clima tropical e subtropical, bastante agressiva e precoce. Resiste bem à seca, à sombra e a altas temperaturas, não tolerando geadas. Desenvolve-se bem em solos com baixa fertilidade e alta acidez. Controla o crescimento de plantas daninhas, pois promove uma rápida e eficiente cobertura do solo. O manejo deve ser feito no florescimento – enchimento de vagens, aos 140 a 170 dias após a semeadura (Costa et al., 1992).

As gramíneas têm papel importante no sistema de plantio direto, na rotação e na formação de cobertura do solo. Dentre essas gramíneas o sorgo caracteriza-se pela tolerância à seca e às condições de elevada umidade de solo, adaptando-se à rotação em áreas destinadas ao controle de arroz vermelho e outras plantas daninhas do arroz irrigado. Além do sorgo, destaca-se o milheto, também tolerante à seca e muito importante no processo de formação de palhada para cobertura do solo, nas regiões do cerrado, principalmente no período de abril a setembro, período de baixa ou nenhuma precipitação pluvial.

Ao longo do tempo, as características físicas, químicas e biológicas do solo têm sido bastante influenciadas pelos efeitos das plantas de coberturas e manejo do solo, devido ao aumento do teor de matéria orgânica do solo, pela adição da fitomassa total, aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes em formas assimiláveis pelas plantas; auxílio na formação de ácidos orgânicos fundamentais ao processo de solubilização dos minerais; diminuição nos teores de alumínio trocável; elevação do pH do solo e, conseqüentemente, diminuição da acidez, principalmente pela ação das leguminosas (Silva et al., 2003,).

A palhada deixada pelas coberturas na superfície do solo, num primeiro momento, conforme citado por Osterroth (2001), protege o solo contra a ação dos raios solares e o impacto da chuva, conservando sua umidade, facilitando, assim, a penetração das raízes e o desenvolvimento da fauna do solo.

Segundo Barreto & Fernandes (2001), a incorporação da biomassa da gliricídia (*Gliricidia sepium*) e da leucena (*Leucaena leucocephala*) em solos de tabuleiros costeiros promoveram melhorias em suas características físicas, entre as quais, a densidade do solo e macroporosidade, principalmente, nas camadas superficiais. Pereira Filho et al.

(2001) verificaram aumentos no teor de matéria orgânica, na camada de 0 - 20 cm de profundidade, com a utilização da leucena.

O acúmulo de material orgânico tem origem na inexistência de revolvimento do solo, que resulta em menores taxas de decomposição do material orgânico e em menores perdas por erosão. O material vegetal adicionado superficialmente decompõe mais lentamente quando não é incorporado ao solo, porque fica menos exposto aos microrganismos do solo. A matéria orgânica do solo também fica menos exposta ao ataque dos microrganismos, pois, sem o revolvimento, não há quebra das estruturas que a protegem fisicamente dos agentes decompositores. Assim, vários autores têm registrado aumentos nos teores de matéria orgânica da camada superficial de solos, com plantas de cobertura e sob plantio direto (Centurion et al., 1985; Merten & Mielniczuk, 1991; Ismail et al., 1994; Bayer & Mielniczuk, 1997; Corazza et al., 1999; Amado et al., 2001, Carvalho, 2005).

Segundo Soane (1990), a matéria orgânica pode interferir na resistência do solo à compactação, mediante o aumento da força de ligação entre partículas minerais, em função de sua natureza coloidal e comportamento molecular. Isso traz como consequência aumento da estabilidade dos agregados, aumento da força de retenção de água, diminuição da densidade do solo (com consequente alteração nas relações de porosidade), já que a densidade dos materiais orgânicos é consideravelmente menor que a das partículas minerais do solo, logo a adição desses materiais ao solo resulta em uma mistura de menor densidade.

De fato, vários autores relataram a ação da matéria orgânica, resultante de plantas de cobertura, sobre a agregação do solo, retenção de água e densidade do solo. Perin et al. (2003), ao trabalharem com cobertura viva de leguminosas, concluíram que essas proporcionaram maiores índices de estabilidade de agregados, na camada de 0-5 cm de profundidade, em relação a uma área capinada usada como testemunha. Alvarenga et al. (1986), Carpenedo & Mielniczuk (1990) e Moreira et al. (2006a) também verificaram que práticas conservacionistas, como plantio direto, que revolvem menos o solo e recebem um maior aporte de resíduos orgânicos, geralmente tem-se mostrado eficientes em aumentar a estabilidade de agregados.

Estudos realizados indicam que, sob o sistema plantio direto e sob vegetação nativa, em que há menor revolvimento do solo e maior e constante aporte de resíduos orgânicos, o diâmetro médio geométrico dos agregados é superior aos valores encontrados nos sistemas de cultivo convencional (Carpenedo & Mielniczuk, 1990;

Silva & Mielniczuk, 2000; Oliveira et al., 2004, Moreira et al., 2008b). Resultados apresentados por Grohmann (1960) e Moreira et al. (2008b) demonstraram que os agregados de solos virgens são mais estáveis do que os provenientes de solos cultivados.

Os resíduos de leguminosas, além de agregadores de solo, têm grande importância como fornecedores de N, podendo contribuir para a diminuição da acidez do solo e da relação C/N da matéria orgânica do solo (Hargrove, 1986). As gramíneas também promovem a melhoria do solo, por possuírem maior conteúdo de lignina, possibilitando aumento de ácidos carboxílicos e ácidos húmicos nos substratos (Primavesi, 1982), favorecendo a estruturação e a estabilidade dos agregados do solo (Fassbender & Bornemisza, 1994, Moreira et al., 2008b), tornando-o menos suscetível à compactação. Segundo Silva & Mielniczuk (1997), os efeitos benéficos das gramíneas perenes na formação e estabilização dos agregados do solo são devidos à alta densidade de raízes, que promove a aproximação das partículas pela constante absorção de água do perfil do solo, às periódicas renovações do sistema radicular e à uniforme distribuição dos exsudatos no solo, que estimulam a atividade microbiana, cujos subprodutos atuam na formação e estabilização dos agregados. Tisdall & Oades (1979) sugerem que o aumento da estabilidade de agregados devido à ação de gramíneas se deve à liberação de polissacarídeos por hifas de micorrizas associadas.

Entretanto, em sistemas orgânicos de produção, têm-se dado preferência às leguminosas, pelo aporte de N, visto que nessa modalidade de sistema é vetada a utilização de adubos químicos nitrogenados. De fato, Corcioli (2006) verificou que as leguminosas foram mais eficientes na produção de milho que o sorgo.

Em relação à retenção de água, Resk et al. (1982) verificaram que houve aumento na capacidade de retenção de um Latossolo Vermelho-Escuro, para todas as coberturas incorporadas, em cerca de $0,04 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, até sete meses após a sua incorporação. O conteúdo de matéria orgânica e a composição da fase sólida têm papel importante na determinação da retenção de água. A matéria orgânica tem efeito direto sobre a retenção de água devido a sua natureza hidrófila, e um efeito indireto devido à modificação da estrutura do solo.

Embora a adição dos materiais orgânicos ao solo resulte em uma menor densidade, esse efeito não é imediato. Henklain (1997), avaliando a influência do tempo de manejo do sistema plantio direto na densidade e porosidade do solo, comprovou uma melhora na estruturação do solo comparado ao sistema convencional. Após 20 anos, o

mesmo autor observou uma compactação em ambos os sistemas, argumentando que é menor no sistema plantio direto.

A diminuição da densidade do solo e o aumento da macroporosidade, com o decorrer do tempo, no sistema plantio direto, se devem aos canais deixados pelas raízes, que se decompõem, e ao aumento da matéria orgânica na camada superficial, que aumenta a atividade biológica e melhora as propriedades físicas do solo (Nascimento, 1998, Moreira et al., 2008c). Corsini & Ferraudo (1999) afirmam que a partir do quarto ano o plantio direto começa a recuperar a estrutura e a porosidade do solo, sendo equivalente ao convencional no oitavo ano.

A densidade do solo é uma propriedade relativamente instável: varia de solo para solo e dentro de um mesmo solo, dependendo principalmente do grau de compactação, do teor de matéria orgânica, da ausência ou presença de cobertura vegetal, do sistema de cultivo empregado, e da profundidade (Gavande, 1976; Kiehl, 1979; Brady, 1989).

Existe estreita relação entre a densidade do solo e outros atributos, como: porosidade total, macroporosidade e teor de matéria orgânica. Tal fato é assinalado por Kiehl et al. (1972), que ressaltam que para uma correta interpretação dos resultados da densidade do solo é indispensável compará-los com outras informações, como: densidade das partículas, distribuição dos poros por tamanho, teor de matéria orgânica e grau de agregação. Segundo Grohman (1972), dentre as propriedades físicas do solo sujeitas às alterações pelo cultivo, a porosidade total, por estar relacionada com o volume e com a distribuição dos espaços porosos, merece especial atenção, visto que nesses espaços se processam os principais fenômenos que regulam o crescimento e a produção vegetal.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDEL, J.; PETRERE, J. & FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, p. 115-119, jan/abr. 1995.

ALTIERI, M. A. *Biotecnologia agrícola: mitos, riscos ambientais e alternativas*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004. 86p.

ALVARENGA, R. C.; FERNANDES, B.; SILVA, T. C. A. & RESENDE, M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do

solo e de manejo da palhada do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.273-277, 1986.

AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L. & CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.1, p.47-54, 2000.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F. & BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 189-197, 2001.

BARRETO, A. C. & FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1287-1293, out. 2001.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 235-239, 1997.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; BORKET, C. M., GAUDENCIO, C. A., PEREIRA, J. E. & OLIVEIRA JÚNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n. 007, de 17 de maio de 1999. Normas disciplinadoras para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 maio 1999. p. 5-9.

CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.99-105, 1990.

CARVALHO, M. T. M. de. **Influencia de um sistema de produção agroecológico sobre os atributos físico-hídricos do solo, crescimento e produtividade do milho (*Zea mays* L.)** 2005. 47 f. Dissertação (mestrado em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal), Escola de Agronomia e Engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2005.

CARVALHO, M. T. de M.; MOREIRA, J. A. A.; DIDONET, A. D. ; STONE, L. F. Produtividade do milho (*Zea mays* L.) para consumo in natura em sistema de produção orgânico. In: 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006, Goiânia-GO. 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. & FERNANDES, F. M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 267-270, 1985.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. & GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, p. 425-432, 1999.

CORCIOLI, G. **Adubos verdes no crescimento e na produtividade do milho em sistemas orgânicos**. 2006, 68f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

CORSINI, P. C. & FERRAUDO A. S. 1999. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em latossolo roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, p.289-98, 1999.

COSTA, M. B. B, CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S. & AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346 p.

FASSBENDER, H. W. & BORNEMISZA, E. **Química de solos: com ênfase em solos de América Latina**. 2 ed. San José: IICA, 1994. 420 p.

GROHMANN, F. Porosidade. In: MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. São Paulo, Polígono, 1972. p.77- 84.

GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*. Campinas, 19(21): 519-528, 1960.

HALWEIL, B. Agricultura orgânica prospera mundialmente. In: BROWN, L.R.; RENNER, M.; HALWEIL, B. (Ed.) **Sinais vitais 2000 as tendências ambientais que determinarão nosso futuro**. Salvador: UMA Ed., 2000. p.122-123.

HENKLAIN, J. C. I. Influência do tempo no manejo do sistema de semeadura direta e suas implicações nas propriedades físicas do solo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro, RJ. (CD ROM). **Resumos...** Rio de Janeiro: SBCS 1997.

ISMAIL, I.; BLEVINS, R. L. & FRYE, W. W. Long-term no-tillage effects on soil properties and continuous corn yields. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 58, p. 193-198, 1994.

KATHOUNIAN, C. A. **A reconstrução da agricultura ecológica**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KIEHL, E. J.; KINJO, T. & MARCOS, Z. Z. **Caracterização e interpretação das propriedades do solo**. 2ª ed. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Solos e Geologia, 1972. 119p.

MALAVOLTA, E. & KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. São Paulo: Potafos, 1985.

MERTEN, G. H. & MIELNICZUK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo Roxo sob dois sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p. 369-374, 1991.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura de solo**: Característica e manejo em pequenas propriedades. Chapecó . Ed. do Autor, 1991. 337 p.

MOREIRA, J. A. A.; CARVALHO, M. T. de M.; STONE, L. F. Influência de um Sistema de Produção Agroecológico Sobre o Acúmulo de Nitrogênio e Sobre a Produtividade do Milho Verde (*Zea mays* L.). In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2008, Londrina. Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Londrina-PR, 2008a.

MOREIRA, J. A. A.; RIGO, E. S. T.; CARVALHO, M. T. de M.; STONE, L. F. Plantas de cobertura de solo, atributos físicos e agregação de um Latossolo Vermelho distrófico, cultivado com milho verde, no sistema plantio direto. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2008, Londrina-PR. Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Londrina-PR, 2008b.

MOREIRA, J. A. A.; RIGO, E. S. T.; STONE, L. F.; CARVALHO, M. T. de M. Plantas de Cobertura, Preparo do Solo, e Atributos Físicos de um Latossolo Vermelho Distrófico em Sistema de Produção Orgânico. In: Simpósio sobre Cerrado, 2008, Brasília. Simpósio Sobre Cerrado. Brasília: SPI-Embrapa, 2008c.

MOREIRA, J. A. A.; CARVALHO, M. T. de M.; WANDER, A. E.; DIDONET, A. D. Growth and Productivity of Maize Cultivated in No-Tillage in Succession of Different cover crops. In: Tropentag, 2007, Witzzenhausen. Tropentag 2007 Utilization of diversity in land use systems: Sustainable and organic approaches to meet human needs. Witzzenhausen: Universities of Kassel-Witzzenhausen and Göttingen, 2007.

MOREIRA, J. A. A.; CARVALHO, M. T. de M.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D. Qualidade Física de um Argissolo Cultivado Com a Sucessão Plantas de Cobertura-Milho em Sistema de Produção Orgânico. In: XXVI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2006, Belo Horizonte-MG. XXVI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2006.

MOREIRA, J. A. A.; CARVALHO, M. T. de M.; DIDONET, Agostinho D.; STONE, L. F. Crescimento e Produtividade de Milho Para o Consumo in natura Cultivado em Sucessão a Diferentes Plantas de Cobertura do Solo . In: XXVI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2006, Belo Horizonte-MG. 2006.

MOREIRA, J. A. A.; CORCIOLI, G.; DIDONET, A. D.; SILVA, N. F. da . Crescimento e Produtividade de Milho Cultivado no Sistema de Preparo Convencional de Solo em Sucessão a Diferentes Espécies de Aduos Verdes. . In: XXVI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2006, Belo Horizonte-MG. 2006.

OSTERROHT, M. V. Somente um novo paradigma pode explicar a fertilidade orgânica de solos. **Agroecologia**, Botucatu, n. 8, p. 20-21, abr-mai. 2001.

PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de um latossolo vermelho distrófico típico sob sistema de manejo na região dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v.25, p.167-177, 2001.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M. & TEIXEIRA, M. G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.791-796, 2003.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 1982. 541

PRIMAVESI, A. C. P. A.; PRIMAVESI, O. & GOGOY, R. Manejo de cortes de cultivares de aveia forrageira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: UFV, 2000. 3 p. Seção Oral. CD-ROM.

RESCK, D. V. S.; SHARMAA, R. D. & PEREIRA, J. Efeito de quinze espécies de adubos verdes na capacidade de retenção de água e no controle de nematóides, em latossolo vermelho escuro sob cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.17,n.3, p.459-467, 1982.

SANTOS, H. P. & REIS, E M. **Rotação de cultura em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212 p.

SILVA, A. P. da; IMHOFF, S. & CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 70, p. 83-90, 2003.

SILVA, I. de F. & MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, n.1, p. 113-117, 1997.

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, p.313-319, 2000.

SILVEIRA, P. M.; SILVA, J. G.; STONE, L. F. & ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito de sistema de preparo na densidade do solo. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. 1997, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência de Solo. 1997, (CDROM)

SOANE, B. D. The role of organic matter in soil compactability: a review of some practical aspects. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 16, p. 179-201, 1990.

TISDALL, J. M. & OADES, J. M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. *Australian Journal of Soil Research*, Victoria, v. 17, p. 429-441, 1979.

TRANI, P. E.; BULISANI, E. A. & BRAGA, N. R. **Adubação verde**. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1989. (Boletim técnico, 197), 13 p.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. & CHIEPPE JÚNIOR, J. B. Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro argiloso, sob pivô central. *Irriga*, Botucatu, v. 1, n. 3, p. 8-15, 1996.