

A utilização de plantas de cobertura na recuperação de solos compactados

Felipe Samways Santos¹, Luiz Antonio Zano Junior¹, Deonir Secco¹, Patrícia Pereira Dias¹, Fabíola Tomassoni¹, Natália Pereira²

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Rua Universitária, 1619, Cascavel – PR.

²Faculdade Assis Gurgacz - FAG

felipe_samways@hotmail.com, lzanao@iapar.br, deonir.secco@unioeste.br, patypdias.89@gmail.com, fabiola_tomassoni@hotmail.com, natalia@grupoyamashita.com.br

Resumo: Cultivos realizados no sistema de plantio convencional afetam negativamente a estrutura dos solos. Considerando o crescimento da população mundial, é necessário que a produção agrícola seja cada vez maior, visando satisfazer nossas necessidades alimentares. Assim, a manutenção da qualidade dos solos torna-se um princípio fundamental. Em virtude da pressão exercida nos solos pela agricultura em grande escala, uma alternativa à recuperação da qualidade química, física e biológica destes solos é a adoção do sistema de plantio direto com rotação de culturas, permitindo que haja maior deposição de palha na superfície, aumentando os teores de matéria orgânica e umidade, evitando erosão, além de permitir o rompimento das camadas compactadas do solo, haja visto que muitas espécies de cobertura apresentam sistema radicular profundo e vigoroso, sendo então, capazes de criar bioporos que facilitarão a aeração, o transporte de água e nutrientes. Desta maneira, a utilização, na entressafra, de plantas como *Crotalaria juncea*, *Calopogônio*, *Mucuna preta*, entre outras, é essencial para a recuperação da qualidade do solo.

Palavras-chave: descompactação biológica, plantas recuperadoras, estrutura do solo.

The use of cover crops to recover compacted soils

Abstract: Crops sown in conventional tillage negatively affect soil structure . Considering the growth of the world population , it is necessary that agricultural production is increasing in order to meet our food needs . Thus, the maintenance of soil quality becomes a fundamental principle . Because of the pressure on land for agriculture on a large scale , an alternative to the recovery of quality chemical, physical and biological soil of these is the adoption of no-tillage crop rotation , allowing for greater deposition of straw on the surface , increasing levels of organic matter and moisture , preventing erosion , and allow the disruption of compacted layers of soil , there are as many kinds of coverage have deep root system and vigorous , so being able to create biopores to facilitate aeration , transport of water and nutrients. Thus, the use of season , as *Crotalaria juncea* plants , *Calopogonio* , velvet bean, among others, is essential to the recovery of soil quality.

Keywords: unpacking biological reclaimers plants, soil structure.

Introdução

A desordenada aplicação de métodos muitas vezes inadequados para o preparo do solo pode provocar diversos impactos negativos em sua estrutura física, bem como a redução da produtividade de culturas.

O atual modelo de assessoria técnica oferecida aos produtores baseia-se principalmente na venda dos mais variados e diversos insumos agrícolas, e até mesmo maquinário, que muitas vezes são inadequados ao produtor e principalmente ao solo em que será operado. Assim, conforme as condições do solo, bem como ao maquinário utilizado, há elevado risco de compactação do solo, que afetará consideravelmente as condições de temperatura, disponibilidade de água e nutrientes, aeração e também a resistência do solo à planta.

Além de uma assistência técnica muitas vezes ineficiente, a própria metodologia utilizada no sistema de plantio convencional implica numa série de danos à estrutura física do solo. De acordo com Mello (1988), o sistema de plantio convencional consiste em elevar a mobilização e desagregação do solo, buscando oferecer melhores condições para sementeira, germinação e o desenvolvimento de culturas. Porém, Levien (1999) destaca que a metodologia a ser aplicada e os equipamentos a serem utilizados no preparo convencional variam conforme a localidade, tipo de solo, disposição de resíduos na superfície do solo, época de manejo, cultura anterior, entre outros. O manejo inadequado do solo no sistema convencional provoca impactos negativos, onde Piffer (2008) afirma que a adoção deste sistema eleva o grau de compactação do solo, causando redução nas taxas de infiltração de água, aumento da erosão do solo, além de tornar o solo vulnerável ao desenvolvimento de plantas daninhas.

Alheio ao sistema de plantio convencional, o sistema de plantio direto, definido por Piffer (2008) como uma forma de manejo em que a implantação da cultura é realizada sobre os resíduos (palhada) deixados pela cultura anterior, havendo ainda a rotação de culturas sem qualquer movimentação do solo, restrita somente à linha ou local de sementeira ou plantio, vem ganhando espaço cada vez maior nas lavouras brasileiras tendo em vista os benefícios ambientais e econômicos que traz. O autor afirma ainda que este sistema, se bem empregado, resultará na redução de custos e em ganhos ambientais através de interações biológicas e processos que beneficiem o solo.

Corroborando com o tema, Peixoto et al.(1997) também destacam a eficiência econômica do sistema, afirmando que haverá redução de gastos com insumos agrícolas,

energia e controle erosivo. Ainda, de acordo com os autores, com a adoção do plantio direto, processos biológicos de manejo substituirão os mecânicos e químicos comuns no sistema de plantio convencional.

Para promover a eficiência do plantio direto e garantir a qualidade do solo, é necessário a adoção de sistemas que produzam grande quantidade de palha na superfície, permitindo que o solo fique coberto durante o ano inteiro. Neste sentido, Piffer (2008) afirma que a rotação de culturas e a inserção de plantas de cobertura e/ou descompactadoras representam benefícios para este sistema.

Em busca da manutenção deste sistema e obtenção dos benefícios já citados, Amaral et al. (2004) afirmam que o processo de rotação de culturas deve ser realizado com espécies de raízes compridas e fortes, capazes de se desenvolver em solos resistentes à penetração, forçando a descompactação biológica, aumentando o número de poros, entre outros benefícios (ROSA, 2013).

De acordo com Perin et al. (2007), no processo de rotação de culturas, as leguminosas se destacam por apresentar profundo sistema radicular. Ainda é possível mencionar como espécies recuperadoras da qualidade do solo a *Crotalaria juncea* (*Crotalaria juncea*), Calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), Mucuna preta (*Mucuna aterrimum*), Mucuna cinza (*Mucuna Pruriens*), Mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), Mucuna verde (*Mucuna aterrima*), entre outras citadas por (MIRANDA, 1991; ALVARENGA, 1995; FOLONI, 1999; CUBILLA et al., 2002; PIFFER, 2004; GONÇALVES, 2005; ROSA, 2013; FARIAS et al., 2013).

Compactação do solo

De acordo com (GUPTA e ALLMARAS, 1987; FIGUEIREDO et al., 2000), a compactação corresponde à pressão exercida sobre um solo insaturado, ocorrendo aumento da densidade como consequência da redução do volume.

No mesmo sentido, Assis et al. (2009) definem compactação como uma mudança da condição estrutural física do solo, causando diminuição na aeração do solo, redução na disponibilidade de água e nutrientes (Goedert et al., 2002; Tormena et al., 2002; Cabral et al., 2012), que afetarão o desenvolvimento do sistema radicular (Zobiolo et al., 2007), e também a produtividade da cultura, conforme citam (Rosolem et al., 1994; Fernandez et al., 1995; Guimarães e Moreira, 2001). A compactação reduzirá também as taxas de infiltração de água no solo, favorecendo o escoamento superficial e erosão.

As principais causas da compactação são apresentadas por Piffer e Benez (2005), onde os autores afirmam que a compactação de um solo pode ser causada pelo intenso tráfego de máquinas agrícolas durante o preparo do terreno, semeadura, manejo, colheita e transporte.

Para Rosa (2013), a compactação do solo ocorre quando o número de macroporos é insatisfatório para o desenvolvimento da cultura. Para Assis et al. (2009), a porosidade de um solo deve estar em torno de 50%, com 17% de macroporos, responsáveis pela infiltração de água no solo e 33% de microporos, responsáveis pelo armazenamento de água no solo. Considerando que a água é o principal elemento para a produção agrícola, é possível afirmar que a compactação do solo é um fator determinante e afeta diretamente o desenvolvimento da cultura, conforme citam (VOLTAN et al, 2000).

Descompactação biológica do solo

Os efeitos da compactação do solo são bastante prejudiciais à economia do produtor, bem como ao desenvolvimento de plantas e meio ambiente. Neste sentido, torna-se necessário o emprego de métodos capazes de romper camadas compactadas do solo.

Para atingir as camadas compactadas de um solo, Camara e Klein (2005) sugerem que seja aplicada a técnica da escarificação mecânica, pois de acordo com Nicoloso et al., (2008), esta prática reduz a densidade do solo e responde positivamente à infiltração de água. Entretanto, Busscher et al., (2002) afirmam que a tendência do solo é retomar à sua condição original em pouco tempo, pois a escarificação apresenta efeito apenas temporário, permitindo Camargo e Alleoni (1997) afirmarem que a descompactação biológica promove um rompimento mais homogêneo da camada compactada. Os efeitos temporários da escarificação foram também observados por Secco e Reinert (1997) durante estudos de escarificação em um Latossolo muito argiloso no Rio Grande do Sul.

Como alternativa aos processos de descompactação mecânica, a descompactação biológica tem se apresentado como opção viável, uma vez que a redução nas operações agrícolas e a aplicação de métodos mecânicos de descompactação podem não ser suficientes para solucionar os problemas relacionados à estrutura física do solo (JIMENEZ et al., 2008). De acordo com Cardoso et al., (2003) é necessário que seja aderido um sistema de manejo com rotação de culturas aderindo aquelas capazes de deixar grande quantidade de cobertura no solo, com sistema radicular profundo e vigoroso, capazes de se desenvolver em solos compactados, formando bioporos e melhorando as condições físicas deste solo (CUBILLA et al., 2002). No entanto, os mesmos autores afirmam que a descompactação biológica pode não

apresentar eficiência máxima quando a compactação do solo se apresentar em nível bastante elevado de densidade e resistência à penetração, como apresentaram em revisão literária Suzuki et al. (2006), bem como Reichert et al. (2003), onde os autores recomendaram valores críticos de densidade para solos muito argilosos variando entre 1,25 e 1,30 Mg^{m-3}.

Para Piffer (2008), a habilidade de penetração das raízes em solos compactados varia de acordo com o tipo de solo e até mesmo de planta, onde o tipo de raiz da espécie de cobertura deve ser analisado e considerado, pois Borges et al. (1988) afirmam que raízes pivotantes que apresentam amplo diâmetro oferecem maior restrição ao desenvolvimento e penetração em solos bastante mais adensados.

Plantas com raízes profundas, agressivas e ramificadas são capazes de obter nutrientes das camadas inferiores de um solo e devolver ao sistema no momento de sua senescência através da decomposição. Ainda, quando decompostas, estas raízes formarão bioporos, que são fundamentais para a disponibilidade hídrica e fluxo em massa de nutrientes.

Pesquisando sobre descompactação de solos, Rosa (2013) admitiu que ganhos na qualidade física do solo podem ocorrer através da rotação de culturas, desde que estas apresentem condições e características necessárias para atingirem tal efeito. O autor considera ainda que a utilização de plantas de cobertura para descompactar solos e melhorar sua estrutura física é uma eficiente técnica de conservação e manejo do solo.

Plantas recuperadoras da qualidade do solo

A recuperação biológica de um solo ocorre por meio de plantas recuperadoras ou descompactadoras, que são aquelas definidas por Camargo e Alleoni (1997) como culturas de raízes profundas, agressivas, com alta capacidade de penetração em camadas de solo com alta impedância mecânica.

A recuperação do solo através destas culturas pode ocorrer na entressafra, em substituição total ou parcial à cultura principal.

A perda de nutrientes e o desgaste do solo após a colheita da safra principal são problemas comumente encontrados nas lavouras. Buscando encontrar alternativas à estes impactos, Calegari (1995) afirma que as plantas de cobertura permitem reduzir a susceptibilidade à erosão, realizam a reciclagem de nutrientes no solo aumentando a disponibilidade para as próximas safras, aumentam a quantidade de palha na superfície colaborando com a manutenção da matéria orgânica e umidade do solo (DUARTE JUNIOR E COELHO, 2008).

Práticas agrícolas como lavoura e pecuária se apresentam de forma cada vez mais intensa e fundamental para a sobrevivência humana, haja vista que é do campo que saem os alimentos presentes no cotidiano da população. Considerando o desenfreado aumento da população mundial, é cada vez mais evidente a necessidade de adoção de práticas conservacionistas em solos produtivos, uma vez que, o crescimento da populacional provocará grande pressão nos recursos naturais para que as necessidades humanas sejam satisfeitas. Plantas de cobertura apresentam fins de proteção e recuperação do solo, conforme cita (ROSA, 2013). Entretanto, a recuperação das estruturas física, química e biológica de solos impactados representarão ganhos produtivos nas safras seguintes para culturas destinadas à alimentação humana.

Em pesquisas realizadas por (MIRANDA, 1991; ALVARENGA, 1995; FOLONI, 1999; CUBILLA et al., 2002; PIFFER, 2004; GONÇALVES, 2005; ROSA, 2013; FARIAS et al., 2013), os autores citam a *Crotalaria juncea* (*Crotalaria juncea*), Calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), Mucuna preta (*Mucuna aterrimum*), Mucuna cinza (*Mucuna Pruriens*), Mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), Mucuna verde (*Mucuna aterrima*), Girassol (*Helianthus annuus*), *Crotalaria spectabilis* (*Crotalaria spectabilis*), Feijão lab-lab (*Dolichos lab lab*), Guandú anão (*Cajanus cajan*), Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), Feijão guandú (*Cajanus cajan*), Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), Capim moha (*Setaria itálica*), Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), dentre outras, como plantas destinadas à cobertura e recuperação da estrutura do solo.

Considerações finais

O atual estado de compactação dos solos cultiváveis deve-se principalmente ao sistema de plantio convencional, uma técnica pouco conservacionista que degrada o solo atingindo suas estruturas química, física e biológica.

A utilização de práticas mecânicas como a escarificação permite melhoria na estrutura física do solo. Entretanto, a maior probabilidade de sucesso na recuperação de um solo se dá quando aplicadas técnicas conservacionistas como o sistema de plantio direto e a rotação de culturas utilizando plantas recuperadoras.

Desta forma, recomenda-se a utilização de plantas recuperadoras visando o aumento da qualidade dos solos, permitindo produções cada vez maiores das principais culturas destinadas à alimentação humana, uma vez que, o atual modelo de desenvolvimento, bem como o aumento populacional, direciona as práticas agrícolas à uma forma sustentável e

pouco impactante para que nossas necessidades alimentares possam ser satisfeitas. Contudo, é necessário que haja conscientização por parte dos produtores e também de profissionais que prestam consultorias e assessoria técnica sobre a importância do manejo conservacionista.

Referências

ALVARENGA, R. C. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, fev. 1995.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 115-123, 2004.

ASSIS, R.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LANÇAS, K.P.; LAZARINI, G.D. Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação do teor de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, 2009.

BORGES, E. N. et al. Respostas de variedades de soja à compactação de camadas de solo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 35, n. 202, p. 553-568, 1988.

BUSSCHER, W.J.; BAUER, P.J. & FREDERICK, J.R. Recomposition of a coastal loamy sand after deep tillage as a function of subsequent cumulative rainfall. **Soil Till. Res.**, 68:49-57, 2002.

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

CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ci. Rural**, 35:813-819, 2005.

CAMARGO, O. A.; ALEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 94 p.

CARDOSO, E. G.; ZOTARELLI, L.; PICCININ, J.; TORRES, J. Distribuição do sistema radicular da cultura da soja em função do manejo do solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** SBCS, 2003. CD Rom

CUBILLA, M.; REINERT, D.J.; AITA, C.; REICHERT, J.M. Plantas de cobertura do solo: uma alternativa para aliviar a compactação em sistema plantio direto. **R. Plantio Direto**, 71:29-32, 2002.

DUARTE JUNIOR, J.B.; COELHO, F.C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, 2008.

FERNANDEZ, E.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; THIMOTEO, C.M. DE S.; ROSOLEM, C.A. Matéria seca e nutrição da soja em razão da compactação do solo e adubação fosfatada. **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.117-132, 1995.

FIGUEIREDO, L. H. A.; DIAS JÚNIOR, M. S.; FERREIRA, M. M. Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 487-493, 2000.

FOLONI, J. S. S. **Crescimento radicular da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e de cinco adubos verdes em função da compactação do solo**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

GOEDERT, W. J.; SCHERMACK, M. J.; FREITAS, F. C. de. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p.223-227, 2002.

GONÇALVES, W. G. **Sistema radicular de plantas de cobertura sob efeito de compactação do solo**. Rio Verde: FESURV, 2005. 31p.

GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J.A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n.4, p.703-707, 2001.

GUPTA, S. C.; ALLMARAS, R. R. Models to assess the susceptibility of soil to excessive compaction. **Soil Science**, Baltimore, v. 6, n. 1, p. 65-100, 1987.

JIMENEZ, L.R.; GONÇALVES, W.G.; FILHO, J.V.A.; ASSIS, R.L.; PIRES, F.R.; SILVA, G.P. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.12, n.2, p.116-121, 2008.

LEVIEN, R. **Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 305 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

FARIAS, L.N.; SILVA, E. M. B.; SOUZA, W.P.; MARCELLA K. C. VILARINHO, T.J. SILVA, A.; GUIMARÃES, S.L. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.5, p.497-503, 2013.

MELLO, L. M. M. **Efeito de diferentes sistemas de preparo de solo na cultura da soja (*Glycine Max* (L.) MERRIL) e sobre algumas propriedades de um latossolo vermelho escuro de cerrado**. 1988. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

MIRANDA, J. et al. Crescimento de leguminosas em cilindros de solo com camadas compactadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 1991, Porto Alegre. **Programas e resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. (CD-ROM).

NICOLOSO, R.S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M.R.; GIRARDELLO, V.C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica

na melhoria dos atributos físicos de um latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, 2008.

PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: Instituto Agronômico do Paraná, 1997. p. 48-49.

PERIN, A.; BERNARDO, J.R.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B. Desempenho agrônomico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, 2007.

PIFFER, C. R. **Desenvolvimento do sistema radicular de amaranto (*Amaranthus cruentus*, variedade BRS Alegria), de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.), variedade BN-2) e de pé de galinha (*Eleusine coracana* L.) em duas classes de solo e quatro densidades**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

PIFFER, C.R. **Viabilidade da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como planta de cobertura para a cultura do milho em diferentes sistemas de manejo do solo**. 2008. 174f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

PIFFER, C. R.; BENEZ, S. H. Desenvolvimento do sistema radicular de amaranto, milheto e pé-de-galinha em diferentes níveis de compactação. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 50-52, 2005.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ci. Amb.**, 27:29-48, 2003.

ROSA, H, A. **Potencial estruturante de espécies de cobertura em um latossolo argiloso e seus reflexos no rendimento de grãos e de óleo do crambe**. 39f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Energia na Agricultura, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Cascavel, PR. 2013.

ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C. DA S.; SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.259-266, 1994.

SECCO, D.; REINERT, D.J. Efeitos imediato e residual de escarificadores em Latossolo Vermelho-escuro sob PD. **Eng. Agríc.**, 16:52-61, 1997.

SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; LIMA, C.L.R. Densidade restritiva ao sistema radicular em função da argila. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., Aracajú, 2006. **Anais...** Recife, 2006. CD-ROM.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v.59, p.795-801, 2002

VOLTAN, R.B.Q.; NOGUEIRA, S.S.S.; MIRANDA, M.A.C.; Aspectos da estrutura da raiz e desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, n.5, p.929-938, maio 2000.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR., R. S.; TORMENA, C. A.; CONSTANTIN, J.; CAVALIERI, S. D.; ALONSO, D. G.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. Efeito da compactação do solo e do sulfentrazone sobre a cultura da soja em duas condições de água no solo. **Planta Daninha**, v.25, p.537-545, 2007.

Recebido para publicação em: 15/04/2014

Aceito para publicação em: 07/10/2014