

## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO: ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS

Juliana Cristina da Silva<sup>1</sup>, Beno Wendling<sup>2</sup>, Reginaldo de Camargo<sup>2</sup>, Laís Barbosa Prazeres Mendonça<sup>3</sup>, Márcio de Campos Martins de Freitas<sup>4</sup>

1 Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil, ju\_cristinna@yahoo.com.br

2 Professor, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia, MG,

3 Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG,

4 Aluno especial do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG,

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

### RESUMO

O preparo do solo está relacionado com a sustentabilidade da agricultura, pois influencia a maioria das propriedades físicas do solo, afeta os processos biológicos e condiciona o estabelecimento, o desenvolvimento e a produção das plantas cultivadas. Além de comprovadamente ser uma prática conservacionista, o plantio direto pode proporcionar redução no custo de produção e menores emissões de poluentes resultantes da queima de combustíveis. Ao longo dos mais de setenta anos do desenvolvimento da técnica, a pesquisa conseguiu adaptá-la às mais diferentes condições edafoclimáticas. Esta revisão teve como objetivo fazer uma breve discussão a respeito dos sistemas de preparo do solo, assim como uma análise comparativa entre estes sistemas, quanto aos aspectos técnicos e econômicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Preparo do solo, cultivo mínimo, análise econômica

### ABSTRACT

Soil preparation is related to the sustainability of agriculture, it influences most soil physical properties, affects biological processes and conditions the establishment, development and production of cultivated plants. Besides being a proven conservation practice, no-till may provide a reduction in production costs and lower emissions of pollutants from burning fuels. Over the more than seventy years of technical development, the research could adapt it to many different soil and climatic conditions. This review aimed to make a brief discussion regarding the intent soil tillage systems, as well as a comparative analysis of these systems, regarding the technical and economic aspects.

**KEYWORDS:** Soil preparation, minimum tillage, economic analysis

## **INTRODUÇÃO**

Os solos agrícolas das regiões subtropicais e tropicais, por estarem expostos a condições climáticas intensas, precisam de proteção contínua. A movimentação do solo e sua exposição direta à ação do clima resultam em erosão, redução dos teores de matéria orgânica e perda de nutrientes, o que leva à degradação do solo e conseqüente queda na produtividade agrícola (CALEGARI et al., 1993).

Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi a introdução do sistema de plantio direto (SPD) no sul do Brasil, a partir do início da década de 1970. Seu objetivo básico inicial foi controlar a erosão hídrica. O desenvolvimento desse sistema só se tornou possível graças a um trabalho conjugado de agricultores, pesquisadores, fabricantes de semeadoras, e técnicos interessados em reverter o processo acelerado de degradação do solo e da água verificado em nosso país (LOPES et al., 2004).

Para entender as mudanças nas lavouras sob plantio direto, é necessário compreender as relações entre o solo, a água, a planta, a fauna e a flora, de tal maneira que o homem possa obter vantagem econômica dessas interações, causando o menor impacto possível sobre os recursos naturais (OLIVEIRA, 2004). A partir do exposto, torna-se necessário agrupar informações sobre os benefícios proporcionados pelo sistema de plantio direto comparado com os demais sistemas de cultivo. Desta forma, o objetivo desta revisão foi fazer uma breve definição dos sistemas de preparo do solo: plantio direto, cultivo mínimo e convencional, assim como levantar dados de literatura sobre os aspectos técnicos e econômicos desses sistemas.

## **SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO**

O preparo convencional do solo pode ser definido como o revolvimento de camadas superficiais para reduzir a compactação, incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar os espaços porosos e, com isso, elevar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água (SANTIAGO; ROSSETTO, 2007b). O revolvimento do solo promove o corte e o enterrio das plantas daninhas e auxilia no controle de pragas e patógenos do solo e, além disso, esse processo facilita o crescimento das raízes das plantas.

Dessa forma o preparo convencional do solo, é realizado, basicamente, com aração e gradagens, cujo arado efetua o corte, elevação, inversão e queda, com um efeito de esboroamento de fatias de solo denominadas de leivas. A grade complementa esse trabalho, diminuindo o tamanho dos torrões na superfície, além de nivelar o terreno. Entretanto, tal prática pode acarretar sérios problemas com o passar dos anos (GABRIEL FILHO et al., 2000).

Ao se revolver o solo, ocorre alteração da agregação, dispersando as argilas, que retém a maior parte dos nutrientes necessários às plantas, facilitando o seu arraste pela ação da chuva e do vento, causando erosão (WÜRSCHÉ; DENARDIN, 1980). Conforme estes autores, com a inversão das leivas, enterram-se a cobertura vegetal deixando a superfície do solo exposta aos agentes da erosão e, também, à maior evaporação da água armazenada no solo. Devemos lembrar que a erosão pode aumentar com o uso excessivo de equipamentos de preparo do solo, sendo que esse incremento será maior se o solo permanecer descoberto no período de maior intensidade de chuva (BENATTI JÚNIOR et al., 1983).

Segundo Embrapa Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão (2005) o cultivo mínimo consiste no revolvimento mínimo do solo e na manutenção dos resíduos vegetais, realizando-se escarificações e gradagens leves. Dentre as vantagens de se implantar o cultivo mínimo, AMARAL SOBRINHO & MAZUR (2005), citam redução da erosão, evita a degradação do solo e melhora a produtividade das culturas. Além dessas vantagens, SANTIAGO & ROSSETTO (2007a) relatam a redução do uso de máquinas em relação ao sistema de preparo do solo convencional, o controle de plantas daninhas, como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e a grama-seda (*Cynodon dactylon*). Porém esses autores afirmam que algumas plantas daninhas são favorecidas pelo novo sistema de cultivo, a exemplo das cordas-de-viola (*Ipomoea grandifolia*).

O Sistema de plantio direto (SPD) pode ser definido como um sistema conservacionista do solo, em que a colocação da semente é realizada em sulco ou cova em solo não revolvido, o qual deve ter largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra. Essa técnica elimina, portanto, as operações de aração, gradagens, escarificações e outros métodos convencionais de preparo do solo (MUZILLI, 1981). Convém lembrar que existem diversos sinônimos ou termos equivalentes para plantio direto, dentre eles citamos: plantio direto na palha, sistema de semeadura direta, cultivo zero, sem preparo ou "no-tillage", cultivo reduzido e cultivo sem revolvimento (EMBRAPA CENTRO DE PESQUISA DE MILHO E SORGO, 2006).

Segundo Embrapa Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo (2006) o plantio direto é uma interação entre diferentes fundamentos. O primeiro é a ausência do revolvimento do solo, que evita o selamento superficial, decorrente do impacto das gotas de chuva; conseqüentemente reduz-se o escoamento superficial e aumenta-se a infiltração, reduzindo drasticamente a erosão. Há maior manutenção da estabilidade de agregados, melhorando a estrutura do solo, evitando compactação subsuperficial. Reduz-se as perdas de água por evaporação, aumentando a disponibilidade de água para as plantas, a atividade biológica e a manutenção da matéria orgânica do solo.

O segundo fundamento refere-se à formação e manutenção da cobertura morta. Como vantagem dessa cobertura tem-se a proteção contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo o escoamento superficial, o transporte de sedimentos e, conseqüentemente, a erosão. Atua ainda na proteção do solo contra o efeito dos raios solares, reduzindo a evaporação, a temperatura e a amplitude térmica do solo, e contra a ação de ventos. Com a sua decomposição, incorpora matéria orgânica ao solo, necessária a uma maior e mais rica atividade microbiana, o que permite maior reciclagem de nutrientes. Além disso, auxilia no controle de plantas daninhas, pela supressão ou efeito alelopático. Em terceiro lugar, a rotação de culturas consiste em uma combinação de espécies em diferentes anos agrícolas com diferentes exigências nutricionais, velocidade de decomposição, produção de fitomassa e sistema radicular tornam o sistema mais eficiente, além de facilitar o controle integrado de pragas, doenças e plantas daninhas. Para o sucesso do plantio direto, um fator muito importante é o aporte de material orgânico e cobertura vegetal.

Dentro dos aspectos econômicos existem vários trabalhos comparando o custo entre os sistemas de preparo do solo. Dentre esses, Fernandes et al. (2008) compararam quatro sistemas de preparo do solo para a semeadura do milho e concluíram que o plantio direto foi o sistema que proporcionou menor consumo de

combustível, seguido pelo sistema de cultivo mínimo com grade de disco leve, preparo reduzido e preparo convencional, respectivamente. Além disso, os autores relatam que o plantio direto economizou 22,45 e 12,10 L de óleo diesel para cada hectare trabalhado com relação ao sistema convencional e o cultivo mínimo, respectivamente.

Em um solo manejado com sistema plantio direto, após onze anos de implantação, este sistema de preparo do solo, proporcionou maior produtividade de grãos e rentabilidade, quando comparado ao manejo com grade pesada + niveladora e com escarificador + niveladora. Ademais, o manejo com o sistema plantio direto, associado à adubação nitrogenada, promoveu índice de lucratividade e lucro operacional positivos, nos dois anos agrícolas de cultivo, evidenciando, assim, efeito favorável ao uso destas práticas, por parte dos agricultores. (KANEKO et al., 2010).

SANTOS et al. (2004) também relataram que o plantio direto e o cultivo mínimo foram as melhores alternativas a serem oferecidas ao agricultor, por apresentarem maior lucratividade, quando comparadas com o preparo convencional de solo com arado de discos e o preparo convencional de solo com arado de aivecas. ALVIM et al. (2004) estudando os custos de produção da soja, na região do cerrado de Mato Grosso do Sul, verificaram maior lucratividade no sistema de semeadura direta. Em contrapartida, RAPASSI et al. (2003), demonstraram que na cultura do feijoeiro irrigado, em plantio de inverno, os maiores índices de lucratividade foram obtidos no sistema de plantio convencional.

BORGES FILHO (2001) comparou o percentual dos gastos com herbicidas no plantio direto em relação ao plantio convencional, em 1981, 1984 e 1999 e verificou que na cultura da soja o gasto com herbicidas no plantio direto foi, respectivamente, 252,3%, 156,3% e 20,45% maiores do que no convencional. Já na cultura do milho, os gastos com herbicidas em plantio direto foram, respectivamente, 135,6%, 68,8% e 50,51% maiores do que no convencional. MUZILLI et al. (1983) encontraram resultados semelhantes, onde os gastos com herbicidas foram maiores no plantio direto, na cultura do milho.

BORGES FILHO (2001) descreveu que a demanda de mão-de-obra para formação de culturas de cobertura até a colheita do milho, demandou em média 35 horas por homem no sistema de plantio direto, contra 92,5 horas por homem para o sistema convencional, representando uma economia de 68,3% de mão-de-obra nas situações e sistemas testados. Neste aspecto, MUZILLI et al. (1983) e MOREIRA et al. (1985), também demonstraram que houve uma redução no uso de mão-de-obra no plantio direto.

Desde a implantação do plantio direto no Brasil, vêm sendo desenvolvidos inúmeros trabalhos científicos mostrando as vantagens desse sistema de preparo do solo. BORGES FILHO (2001) relata que os resultados desses primeiros experimentos com plantio direto, mostraram a possibilidade de utilização da técnica na região em diferentes condições de solo e clima. Porém ressalta que, em virtude do crédito rural farto e subsidiado, das perspectivas econômicas bastante favoráveis da cultura da soja e do fato do sistema ainda não estar totalmente adaptado às condições locais, as primeiras informações de pesquisa não foram aproveitadas pela maioria dos agricultores.

Convém ressaltar que nos estados da região Sul, o principal mecanismo indutor do início do plantio direto foi o problema da erosão. Numa enquête realizada em 1978, em que foram entrevistados 306 agricultores, as principais razões

apontadas para a adoção e a continuação deste sistema, foram o controle da erosão (85%), o ganho de tempo nas operações de plantio (39%), a retenção da umidade no solo (28%) e economia de combustível (28%) (MUZILLI, 1981). O autor relata que as principais limitações apresentadas pelos agricultores foram o alto custo com herbicidas (40%), a dificuldade no manejo das plantas daninhas (20%) e maquinários não adequados (16%). Cabe salientar que, com o passar dos anos, novas tecnologias foram desenvolvidas, com fundamentação científica e com base nas experiências adquiridas.

REIS et al. (2008) trabalhando com cultivares e linhagens de arroz de terras altas, encontraram similaridade de produtividade de grãos nos dois sistemas de preparo convencional e plantio direto. Resultados semelhantes foram encontrados por MELO et al. (2010), que não encontram diferença nos níveis de produtividade de brócolos para os sistemas de manejo utilizados, e por CARVALHO et al. (2004) onde os sistemas de manejo do solo não interferiram na produtividade do algodoeiro. O plantio direto de alface sobre cobertura viva de grama batatais e amendoim forrageiro possibilitou bom nível de produtividade, semelhante ao obtido em sistema de plantio com preparo convencional do solo (OLIVEIRA et al., 2006).

Em contrapartida, POSSAMAI et al. (2001), observaram maior produtividade de milho safrinha no sistema de semeadura direta. Nesse sistema de preparo de solo, os autores também relataram os maiores valores para diâmetro do colmo, altura de plantas, número de espigas e de plantas por hectare e massa média de espigas. CRUZ et al. (2009) também encontraram maiores produtividades de milho em sistema de semeadura direta juntamente com o sistema de cultivo mínimo, em relação ao sistema convencional.

Convém destacar que nem todas as culturas têm aumento de produtividade no sistema de plantio direto, como mostra o trabalho de OLIVEIRA et al. (2001). Os autores observaram que o sistema de plantio direto proporcionou menor produtividade de raízes tuberosas de mandioca, ao contrário do preparo mínimo e o convencional que proporcionaram os maiores rendimentos, ressaltando que, para o bom desenvolvimento, as raízes tuberosas precisam de um solo bem preparado e livre de impedimentos físicos.

CALEGARI et al. (2006) conduziram um trabalho para avaliar efeitos de sistemas de manejo na melhoria do solo. Os autores relatam que o solo da mata apresentou os maiores teores de carbono orgânico, enquanto o plantio direto obteve teores superiores ao convencional. Resultados semelhantes foram encontrados por RANGEL & SILVA (2007), onde os sistemas com eucalipto, pinus e milho no sistema de cultivo mínimo, demonstrando o potencial desses sistemas em atuar como drenos de C-CO<sub>2</sub> da atmosfera.

Nos sistemas de plantio convencional, devido ao revolvimento do solo, ocorre maior pulverização das partículas do solo, como comprova o trabalho de CALEGARI et al. (2006) onde o sistema de cultivo convencional possuía a maior quantidade de agregados menores nas camadas superiores. Esses resultados estão de acordo com COUTINHO et al. (2010) que concluíram que em sistema plantio direto de milho + *Brachiaria brizantha* possibilitou aumento nos índices de agregação do solo. CALEGARI et al. (2006) também observaram que os maiores índices de estabilidade dos agregados foram encontrados na área de mata e plantio direto. Isso também foi demonstrado pelo trabalho realizado por COSTA et al. (2003) onde houve um aumento da estabilidade de agregados na camada superficial do solo.

É de conhecimento que menores tensões da água no solo, indicam maior disponibilidade de água para as culturas. Deste modo, STONE & SILVEIRA (1999), concluíram que a tensão matricial da água no solo é menor e menos variável ao longo do ciclo do feijoeiro em plantio direto, em comparação aos demais sistemas de preparo do solo, mostrando a maior disponibilidade de água para a cultura. O sistema de plantio direto proporcionou uma economia de água em torno de 14% e as plantas de feijoeiro neste sistema foram mais eficientes no uso da água, apresentando maior produtividade de grãos com o menor consumo de água (BIZARI et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados por COSTA et al. (2003), MARTORANO et al. (2009) e DALMAGO et al. (2009) onde o solo sob plantio direto apresentou maior umidade volumétrica na camada superficial.

As condições térmicas do solo também podem ser afetadas pelo sistema de manejo. COSTA et al. (2003) verificaram reduções de 13% nas temperaturas máximas em um sistema de semeadura direta, em comparação com o preparo convencional. MARTORANO et al. (2009) reportaram que em períodos de secagem e com baixo índice de área foliar da soja, menores temperaturas máximas e menores amplitudes térmicas no solo se apresentam como indicadores indiretos de maiores estoques de água no solo no sistema plantio direto, em comparação com o preparo convencional.

Sabe-se que uma das principais razões da implantação do sistema de plantio direto é a redução da erosão do solo. Isso é demonstrado no trabalho de COGO et al. (2003). Os autores verificaram que as perdas de solo por erosão hídrica foram as mais elevadas no preparo convencional, intermediárias no preparo reduzido e mais baixas na semeadura direta. NÚÑEZ et al. (2003) trabalhando com três métodos de aração e o cultivo mínimo, concluem que o último mostrou ser o método de preparo do solo mais eficiente diminuindo, significativamente as perdas de solo e fósforo por erosão. RODRIGUES (2005) também demonstra que a adoção do plantio direto nas culturas de soja e milho possui maior eficácia na redução do processo erosivo dos solos.

O adensamento do solo ocasionado pelo tráfego de máquinas efetuado ao longo do tempo, sem revolvimento do solo, afetou o sistema de semeadura direta a porosidade de aeração do solo nas camadas 0-2,5 e 2,5-5,0 cm de profundidade (BERTOL et al., 2000). Resultados semelhantes foram encontrados por TORMENA et al. (2002), onde os sistemas de preparo mínimo e convencional promoveram aumentos na porosidade do solo, quando comparados ao sistema semeadura direta e por LAURINDO et al. (2009) que relatou que o plantio direto apresentou o menor valor de porosidade total na camada de 0,0-0,05 m de profundidade.

TORMENA et al. (2002) também observaram maior valor de densidade em sistema de plantio direto. Os autores relataram que essa implicação se deve ao efeito cumulativo do tráfego de máquinas, da ausência de mobilização mecânica do solo. SOUZA et al. (2008) e BERTOL et al. (2000) encontraram resultados semelhantes, nos quais a densidade do solo foi maior na semeadura direta do que no preparo convencional.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante dos resultados de pesquisa apresentados, é possível verificar que dentre os sistemas de preparo do solo, o plantio direto apresenta-se como uma tecnologia que vem tendo grandes êxitos e evoluções em termos de eficiência

técnica e econômica. Sob o ponto de vista conservacionista, sua adoção mostrou-se de grande eficiência, especialmente nas condições de clima tropical. Com a introdução de novos componentes à agricultura, como a necessidade de integração entre lavoura e pecuária, a pesquisa, até outrora estabelecida, tem buscado conciliar a recuperação de pastagens degradadas com a exploração economicamente viável de cereais.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL Sobrinho, N. M. B.; MAZUR, N. Soil preparation and nutrient losses by erosion in the culture cucumber. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 572-577. 2005.

ALVIM, M. I. S. A.; VALLE, S. M. L.; LIMA, J. E.; SILVA, O. M. Análise da competitividade da produção de soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na região do cerrado brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 2, 2004.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J. M.; REIS, E. F. DILY, L. Propriedades físicas de um cambissolo húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 91-95, 2000

BIZARII, D. R.; MATSURAI, E. E.; ROQUE, M. W.; SOUZA, A. L. Consumo de água e produção de grãos do feijoeiro irrigado em sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p. 2073-2079, 2009.

BORGES FILHO, E. L. **O desenvolvimento do plantio direto no Brasil: a conjunção de interesses entre agricultores, indústrias e o estado.** 2001. 156f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente)-Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

CALEGARI, A.; CASTRO Filho, C.; TAVARES Filho, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 147-158, 2006.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO R. P.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, 2004.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 743-753, 2003.

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

COUTINHO, F. S.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES Junior, D. J.; TORRES, J. L. R. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba, Minas Gerais. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, p. 100-105, 2010.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; SANTOS, J. R., ALBUQUERQUE, A. W.; MACHADO, C. G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 633-639, 2009.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRÜGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 855-864, 2009.

EMBRAPA CENTRO DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO. **Glossário**. Goiânia. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNordesteMG/glossario.htm>> Acesso em: 03 de nov. 2010.

EMBRAPA CENTRO DE PESQUISA DE MILHO E SORGO. **Manejo de solos: Sistema plantio direto**. Sete Alagoas, 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/mandireto.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/mandireto.htm)> Acesso em: 03 de nov. 2010.

FERNANDES, H. C.; SILVEIRA, J. C. M.; RINALDI, P. C. N. Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1582-1587, 2008.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. S.; STROHHAecker, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; TARSITANO, M. A. A.; RAPASSI, R. M. A.; VILELA, R. G. Custos e rentabilidade do milho em função do manejo do solo e da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 102-109, 2010.

MARTORANO, L. G.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; FARIA, R. T.; MIELNICZUK, J.; COMIRAN, F. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 397-405, 2009.

MELO R. A. C.; MADEIRA N. R.; PEIXOTO J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 23-28, 2010.

MOREIRA, C. A. M.; BENATTI JÚNIOR, R.; MARTINS, F. P.; SILVEIRA, G. M.; COSTA, J. A. S. Comparação entre três sistemas de manejo do solo em cultura de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 2, p. 579-585, 1985.

MUZILLI, O. Princípios e perspectiva de expansão. In: \_\_\_\_\_. **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 11-17. (IAPAR. Circular técnica, 23).

MUZILLI, O. Princípios e perspectiva de expansão. In: \_\_\_\_\_. **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 11-17. (IAPAR. Circular técnica, 23).

MUZILLI, O.; VIEIRA, M. J.; ALMEIDA, F. L. S.; NAZARENO, N. R. X.; CARVALHO, A. O. R.; LAURENTI, A. E.; LLANILO, R. F. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 41-47, 1983.

NÚÑEZ, J. E. V.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre distribuição química e perdas de fósforo de um argissolo. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 101-109, 2003.

LAURINDO, M. C. E.; NÓBREGA, L. H. P.; PEREIRA, J. O.; MELO, D.; LAURINDO, E. L. Atributos físicos do solo e teor de carbono orgânico em sistemas de plantio direto e cultivo mínimo. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 17 n. 5, p. 367-374, 2009.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo. 2004. Disponível em: <[http://www.anda.org.br/livrostecnicos/lt\\_spd.pdf](http://www.anda.org.br/livrostecnicos/lt_spd.pdf)> Acesso em: 15 nov. 2010.

OLIVEIRA, N. G. **Plantio direto de alface e feijão-vagem sobre coberturas vivas perenes de *Paspalum notatum* e *Arachis pinto* sob manejo orgânico**. 2004. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2004.

OLIVEIRA N. G.; DE-POLLI H.; ALMEIDA D. L.; GUERRA J. G. M. Plantio direto de alface adubada com “cama” de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, p. 112-117, 2006.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL Filho, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; MUNIZ, A. S.; SAGRILO E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 443-450, 2001.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, p. 1609-1623, 2007.

RAPASSI, R. M. A.; SÁ, M. E.; TARSITANO, M. A. A.; CARVALHO, M. A. C.; PROENÇA, E. R.; NEVES, C. M. C. T. ; MARTINS, E. C. Colombo Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 397-404, 2003.

REIS, M. S.; SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. O.; SOARES, P. C. Desempenho de cultivares e linhagens de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1435-1440, 2008.

RODRIGUES, W.; Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de Cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 1, 2005.

SANTIAGO, A. D. ;ROSSETTO, R. **Preparo convencional**. Brasília, DF, 2007a. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_84\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html)> Acesso em: 03 de nov. 2010.

SANTIAGO, A. D. ;ROSSETTO, R **Cultivo mínimo**. Brasília, DF, 2007b. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_85\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_85_22122006154841.html)> Acesso em: 03 de nov. 2010.

SANTOS, H. P.; AMBROSI, I. LHAMBY, J. C. B.; CARMO, C. Lucratividade e risco de sistemas de manejo de solo e de rotação e sucessão de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 97-103, 2004.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 83-91, 1999.

SOUZA, E. D. T., SILVEIRA, P. M.; LOBO Junior, M.; CAFÉ Filho, A. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 971-978, 2008.

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**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

WÜRSCHÉ, W.; DENARDIN, L .E. Conservação e manejo dos solos - I. Planalto Rio-grandense. Considerações gerais. **Circular Técnica Nacional de Pesquisa do Trigo**, Passo Fundo, n. 2, p. 1-20. 1980.