

IMPACTOS AMBIENTAIS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NÃO CONSOLIDADO

Alfredo José Alves Neto¹; Cristiani Belmonte¹; Gustavo Moratelli Neto¹ e Affonso Celso Gonçalves Jr.¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* Marechal Cândido Rondon. Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 1008, Centro, 85960-000, Marechal Cândido Rondon-PR. E-mail: alfredo.alves.neto@hotmail.com; cristianibelmonte@gmail.com; gustavo.moratelli@gmail.com; affonso133@hotmail.com.

RESUMO: O sistema de plantio direto é um sistema de cultivo implantado na década de 1980, visando diminuir os casos de erosão, a compactação dos solos devido ao intenso tráfego agrícola do sistema convencional para preparo do solo e melhoria dos níveis de fertilidade com rotação de culturas, promovendo ciclagem de nutrientes. Porém, uma série de medidas consideradas fundamentais para a consolidação desta prática conservacionista vêm sendo deixadas de lado pela busca do retorno econômico à curto prazo. A retirada dos terraços para aumento do desempenho agrícola, diminuindo o tempo de operações como semeadura e colheita, além da substituição da rotação de culturas pela sucessão de cultivos como soja – milho segunda safra ou soja – trigo, vem trazendo ao sistema uma pressão ambiental acentuada, a qual, tem sido constantemente relatada e avaliada em trabalhos de pesquisa na região sul do Brasil. Como reflexos há o baixo aporte e redução da qualidade de material orgânico adicionado à cobertura do solo, bem como a compactação do solo devido ao tráfego intenso de máquinas, necessitando maiores números de aplicações de defensivos agrícolas, com redução nas taxas de infiltração de água no solo, aumento os casos de escoamento superficial e erosão, reduzindo os níveis de fertilidade do solo, diminuindo a lucratividade dos produtores e aumentando a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade, fertilidade do solo, qualidade do solo, gases de efeito estufa.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF NO TILLAGE SYSTEM NOT CONSOLIDATED

ABSTRACT: No tillage system is a system of cultivation, implemented on Brazil in the 80 years in order to reduce cases of erosion, soil compaction due to heavy traffic to soil preparation of conventional system agricultural, with an improvement of fertility levels with crop rotation promoting the nutrient cycling. However, a number of key measures considered to consolidate this conservation practice have been set aside, by the pursuit of economic returns in the short term. The withdrawal of terraces for increased agricultural performance, reducing the time operations such as sowing and harvesting, as well as replacement of the rotation by the succession of crops such as soybeans – second crop corn or soybean – wheat, has brought to a marked environmental pressure system, which has been constantly reported and measured in researches works in southern of Brazil. As reflections, there is low intake and reduced of organic matter quality added to the soil cover, and soil compaction due to increased heavy traffic, requiring greater numbers of crop protection applications, with reduction rates of water infiltration in soil, increased cases of runoff and erosion, reducing the soil fertility, decreasing profitability of producers and increasing emission of gases that contribute to the greenhouse effect.

KEY WORDS: sustainability, soil fertility, soil quality, greenhouse gas emissions.

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais da região sul do Brasil e de todo o planeta, principalmente a água, o solo, a fauna e a flora são elementos fundamentais para o desenvolvimento das macrorregiões e à perpetuação da espécie humana no planeta (Ziglio e Comegna, 2013).

A qualidade da água pode comprometer a agricultura à curto e à longo prazo, sendo extremamente importante para o desenvolvimento da produção de grãos e de proteína animal e se apresenta como fator determinante à alta produtividade e à regularidade de produção das culturas (Barroso et al. 2011).

Segundo Araújo et al. (2007), a qualidade do solo compreende o conceito deste recurso exercer sua plena função: sustentar a comunidade biológica, manutenção da qualidade ambiental do ecossistema e contribuir como fonte de saúde às plantas, animais e humanos. Os autores salientam que o monitoramento e quantificação dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, permitem o monitoramento das mudanças a médio e longo prazo no estado da qualidade do solo.

Dentro do conceito de manejo conservacionista do solo e das águas, está o sistema de plantio direto, onde não há revolvimento do solo para preparo da área para semeadura, sendo fundamental a sua associação a um sistema de rotação e de sucessão de culturas diversificada, que produza adequada quantidade de resíduos culturais na superfície do solo, de forma que se determine uma sequência apropriada de espécies, com práticas culturais que atendam às necessidades conservacionistas do solo, trazendo vantagens como estabilidade de rendimento de grãos, através da quebra do ciclo de pragas, doenças e da diminuição da infestação de plantas daninhas, extraindo e reciclando nutrientes com uso de espécies, com sistemas radiculares que explorem as camadas profundas do solo, com manutenção e melhoria das condições físicas do solo (Silva et al., 2006).

Nos últimos anos, em grande parte das lavouras da região sul do Brasil, estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, o sistema de plantio direto não vem sendo adotado e conduzido de acordo com as recomendações técnicas mínimas, as quais foram fundamentais para viabilizar a agricultura conservacionista no Brasil (Denardin et al., 2009; Cunha et al., 2015).

Portanto o alerta de vários trabalhos de pesquisa na região sul do Brasil, vem chamando à atenção para os graves impactos ambientais gerados pela não adoção de todos os fundamentos do sistema de plantio direto, além das perdas em produtividade, o que implica em um retardamento em produção de alimentos, gerando um sistema que pode não conseguir

amparar o desafio de alimentar a humanidade nos próximos anos, além de causar sérios danos ao ambiente e à saúde pública.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Impactos nos atributos físicos do solo

Para monitoramento dos atributos físicos do solo são importantes os estudos de densidade do solo, para diagnóstico da resistência que o solo apresenta ao crescimento radicular, permitindo avaliação do estado de compactação do solo (Arruda et al. 2010). Além deste atributo, a avaliação da porosidade devido à relação com a aeração e retenção de água do solo, se torna fundamental, especialmente no atributo condutividade hidráulica em solo saturado, pela relação direta com a resistência do solo à erosão hídrica e da capacidade do solo em transportar a água para as camadas mais profundas ou para cursos de água (Gonçalves e Libardi, 2013).

O conceito de sustentabilidade agrícola é considerado como a capacidade de um sistema agrícola produzir alimentos e fibras em um solo capaz de cumprir suas funções plenas, em um processo de produção ambientalmente seguro, economicamente viável e socialmente aceito, sendo assim, a sustentabilidade agrícola depende da manutenção da qualidade do solo no âmbito do ecossistema e da interação positiva com os ecossistemas vizinhos ao longo do tempo (Vezzani e Mielniczuk, 2009).

Segundo Denardin et al. (2009), na região sul do Brasil, o sistema de plantio direto não contempla a definição acima, devido à não adoção de todas as práticas conservacionistas, havendo constatação da degradação do solo devido ao aumento da densidade e da resistência do solo à penetração, além da redução da porosidade e da taxa de infiltração de água no solo, tendo como consequência, a deformação morfológica de raízes e concentração de raízes na camada superficial do solo. Os autores salientam que cada vez mais aumentam os casos de erosão, com lixiviação de nutrientes, fertilizantes e corretivos de acidez pela enxurrada até os cursos de água, onde as culturas estão mais suscetíveis à déficit hídrico por ocasião de pequenas estiagens.

Em solos compactados, a condutividade hidráulica em solo saturado possui níveis baixos, o que faz com que as culturas percam produtividade, provocando murchamento das folhas em períodos de estiagem, ou trazendo escoamento superficial em períodos de maiores precipitações pluviométricas (Pereira et al. 2007).

Estudando a condutividade hidráulica em solo saturado em Latossolo Vermelho Distroférico e o seu impacto na infiltração de água no sistema de plantio convencional e direto com a cultura do milho, Cunha et al. (2015) evidenciaram que no sistema de plantio direto a condutividade hidráulica em solo saturado foi 7,2% maior do que a observada no sistema de plantio convencional e a difusividade hidráulica inicial no sistema de plantio direto foi 16% superior ao sistema de plantio convencional. Os autores atribuíram essa diferença devido ao sistema de plantio direto melhorar os processos de agregação das partículas e formação de macroporos, os quais dependem da textura e demais condições do solo, além das práticas culturais adotadas.

Estudando a compactação do solo em Latossolo Vermelho no sistema de plantio direto, Drescher et al. (2011), salientam que em áreas onde a semeadura é feita com discos há maior compactação do solo na camada de de 0,07 a 0,15 m, evidenciados por aumentos na densidade e redução da porosidade total, demonstrando que a rotação de culturas é a prática mais indicada para melhorar os atributos físicos do solo, aumentando a macroporosidade, diminuindo a microporosidade, a densidade do solo e o esforço de tração e auxiliando, assim, na mitigação da compactação do solo.

A compactação do solo é o processo de mais difícil reversão no plantio direto, especialmente nos solos argilosos, sendo um processo desencadeado em áreas com histórico de pressões associadas ao trânsito intenso de máquinas agrícolas, onde a escarificação vem sendo adotada como medida de ação por parte de alguns produtores e técnicos, muitas vezes mal fundamentadas (Denardin et al. 2009).

Com o objetivo de determinar as alterações nos atributos físicos promovidas por escarificação em um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (450 g kg^{-1}) no estado do Rio Grande do Sul, Girardello et al. (2011) concluíram que após escarificação nas profundidades de 0,30 m, houve incrementos nas taxas de infiltração de água e na porosidade total do solo, no entanto, os autores salientam que os resultados da escarificação são efêmeros, durando aproximadamente 7 meses, e que, em áreas com regime de elevada precipitação pluvial, não houve incrementos de produtividade na cultura da soja.

Esses problemas que aumentam os impactos ambientais, certamente, resultam do descaso com a adoção do complexo de processos tecnológicos que compõe o sistema plantio direto, com destaque para: incipiente rotação de culturas, insuficiente cobertura de solo, pequena adição de fitomassa ao solo, manejo inadequado do sistema integração lavoura-pecuária, uso de semeadoras equipadas exclusivamente com discos para abrir os sulcos de semeadura, ausência de práticas mecânicas para manejo de enxurrada, abandono da

semeadura em contorno, escarificação esporádica do solo sob justificativas mal fundamentadas e excessivo uso de calcário (Drescher et al. 2011).

Além de exercerem papel fundamental para qualidade do solo, os atributos físicos do solo são, da mesma maneira, importantes para manutenção e constante melhoria dos atributos químicos do solo (Pereira et al. 2007).

Atributos químicos do solo

Um dos fatores que impedem o aumento nos níveis de fertilidade, relacionados aos atributos químicos do solo, é a ausência rotação de culturas, a qual vem sendo deixado de lado, devido à preocupação exclusiva com a rentabilidade econômica à curto prazo, levando à queda dos níveis de nutrientes do solo (Cunha et al. 2015). Na região sul do Brasil é evidenciado o aumento da sucessão soja – milho segunda safra, sem rotação de culturas, onde os investimentos em fertilidade do solo acabam sendo reduzidos, devido ao baixo investimento em fertilizantes minerais devido às intempéries climáticas como geadas e chuvas excessivas, que ocorrem dos meses de março a julho (Nascimento et al. 2011).

A estabilidade do sistema produtivo é comprometida pela ausência da rotação de culturas, pois diminui o teor de matéria orgânica do solo, aumentando e intensificando os processos erosivos e escorrimento superficial de nutrientes e calcário, redução da atividade e diversidade biológica, onde as culturas não conseguem penetrar camadas mais profundas do solo devido à compactação, para extrair nutrientes e torná-los disponíveis para a cultura conseguinte, além da diminuição das taxas de fixação biológica de nitrogênio (Pereira et al. 2007).

Para fósforo (P), há maior eficiência na extração deste nutriente em solos com rotação de culturas em comparação ao sistema de sucessão de culturas, sendo de extrema importância sistemas de cultivos com o aumento da eficiência de extração deste nutriente, para a racionalização da utilização de fertilizantes, resultando em benefícios econômicos e ambientais (Franchini et al. 2011).

Em solos altamente intemperizados, a biociclagem dos fosfatos orgânicos assume grande importância na manutenção da biodisponibilidade de P, embora não seja suficiente para a obtenção da máxima produtividade econômica das culturas comerciais, sendo que na definição da dose de P a ser aplicada, pode-se haver problemas da ordem de rentabilidade econômica, devido à falta de resposta das culturas, ou em excesso, pode-se tornar-se um problema ambiental, sendo que nos solos compactados, a extração de P é comprometida devido à diminuição dos níveis de oxigênio no solo (Silva et al. 2008).

Avaliando áreas sob sistema de plantio direto no Estado do Rio Grande do Sul, Martinazzo (2006) evidenciou alguns fatores que diminuem a sustentabilidade ambiental, entre eles: dois terços das amostras apresentaram teores de fósforo acima do nível de suficiência na camada superficial do solo, aumentando as possibilidades de eutrofização dos cursos de água e nas camadas subsuperficiais, três quartos das amostras apresentaram saturação por bases inferior a 65%, aumentando as quantidades de fertilizantes minerais aplicadas pelos produtores e em todos os locais amostrados houve tendência à compactação o que pode aumentar o escoamento superficial, contaminando o ambiente e as chances de erosão.

Mesmo com trabalhos de pesquisa destacando de forma enfática a utilização do sistema de plantio direto e após cerca de 40 anos desde o início da adoção do plantio direto na região de clima subtropical úmido do Brasil, ainda se observam frustrações de safra motivadas por déficit hídrico por ocasião da ocorrência de pequenos períodos sem chuva, até mesmo inferiores a 10 dias (Denardin et al., 2008b).

Estudando os efeitos da erosão hídrica nas perdas de P, potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na água e de P disponível e K, Ca e Mg trocáveis nos sedimentos de enxurrada perdida por erosão hídrica, Bertol et al., (2007) comprovaram que os valores das perdas anuais de P expresso na forma de superfosfato triplo, de K expresso como cloreto de potássio e de Ca e Mg expressos na forma de calcário, por erosão hídrica, foi relativamente elevado, independentemente do sistema de manejo do solo. Segundo esses autores, além das perdas em fertilidade do solo, houve perdas na rentabilidade do produtor rural, onde o valor monetário da perda anual por hectare de K expresso na forma de cloreto de potássio, por erosão hídrica, foi equivalente a 2,6 vezes aquele representado pelo somatório das perdas de P na forma de superfosfato triplo e de Ca e Mg na forma de calcário, na média dos sistemas de manejo do solo, onde em sistema de plantio direto, essas perdas foram de US\$ 14,83 por hectare por ano, enquanto no plantio convencional os valores foram de US\$ 24,94. Estes valores, se atualizados para os patamares do dólar atual de as perdas seriam de US\$ 15,71 e US\$ 26,56 no plantio direto e no convencional, respectivamente.

Além das perdas em fertilidade do solo e aumento dos problemas ambientais, há perdas na ordem socioeconômica, o que influencia de forma acentuada o compromisso da sustentabilidade ambiental (Vezzani e Mielniczuk, 2009).

No Brasil, as aplicações de agrotóxicos aumentam linearmente, como por exemplo, no ano de 2012 com a ocorrência de lagartas do gênero *Helicoverpa*, trazendo um saldo negativo para o ambiente, fazendo com que o Brasil alcançasse a posição destacada como

maior consumidor mundial de agrotóxicos, devido à falta de práticas de cultivos adequadas como rotação de culturas, com o plantio sucessivo espécies vegetais hospedeiras e manejo inapropriado de agrotóxicos, aumentando a pressão nos recursos naturais (Figueiredo 2014).

Neste sentido, é fundamental que os trabalhos de pesquisa sobre a eficiência da rotação de culturas, demonstrem a melhor combinação de culturas para cada região, afim de um manejo de pragas, doenças com menor utilização de agrotóxicos e reciclando nutrientes para que os produtores busquem a sustentabilidade no sistema demonstrando que o sistema de rotação de culturas é lucrativo à longo prazo (Reis et al. 2011).

Poluição ambiental na região sul do Brasil

Além das falhas na condução do sistema de plantio direto e seus impactos no solo, há ainda outro agravante que acarreta em maiores impactos e efeitos deletérios aos recursos naturais na região sul brasileira, a criação de aves, suínos e bovinos sob sistema de confinamento (Scherer et al. 2010).

O aumento do rebanho e o sistema de confinamento, leva à concentração da atividade ao passar dos anos, o que aumenta linearmente o volume de dejetos e a aplicação no solo como fonte de nutrientes às culturas, em função do elemento mais limitante, considerando-se os teores no solo e a necessidade da cultura, e com isso, ocorre o acúmulo de metais pesados, transmissão de patógenos, como as bactérias fecais e os protozoários no solo e na água, eutrofização das águas superficiais e contaminação do lençol freático por nitrato, entre outros (Pandolfo et al. 2008).

Estudando áreas agrícolas na região oeste de Santa Catarina que recebem aplicações anuais de dejetos de suínos durante aproximadamente 15 a 20 anos, Scherer et al. (2010) evidenciaram risco de impacto ambiental irreversível, com escoamento superficial devido acúmulo de nutrientes e metais pesados. Os autores avaliaram três tipos de solo, Latossolo, Neossolo e Cambissolo, em sete profundidades, 0–0,05, 0,05–0,10, 0,10–0,20, 0,20–0,30, 0,40–0,50, 0,70–0,80 e 1,00–1,10 m, e em todos os solos analisados as aplicações de dejetos de suínos não alteraram a disponibilidade dos nutrientes no subsolo, porém, em Neossolo e em Cambissolo, houve movimentação de P até as camadas de 0,40–0,50 e 0,70–0,80 m, indicando maior potencial de lixiviação do elemento neste solo, com acúmulo de cobre (Cu) e zinco (Zn) até 0,10 m e 0,20 m de profundidade em Latossolo e Cambissolo e Neossolo, respectivamente.

Para cama de frango, Oviédo-Rondon (2008) ressalta o risco deste resíduo aumentar o acúmulo de nutrientes minerais, diminuindo a disponibilidade de oxigênio na água, e, em

algumas ocasiões, aumento de microrganismos patogênicos com aplicações sem recomendação técnica, afetando a qualidade do ar, por emissões de gases como amônia e exalação de odores. O principal nutriente contaminante com aplicações de cama de frango no ambiente é o nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+), pois a taxa com que este N amoniacal é oxidado a nitrato (N-NO_3^-), pode determinar as perdas de N por lixiviação, podendo contaminar os lençóis freáticos por não estarem disponibilizados antes dos maiores períodos de demanda de N pelas culturas (Rogeri et al. 2015).

Estudando as emissões de N_2O proveniente dos dejetos líquidos de suínos e bovinos em Argissolo Vermelho Distrófico arênico, no município de Santa Maria-RS, Denega (2009) evidenciou que a aplicação de dejetos líquidos de bovinos resultou em maiores fluxos de N_2O do que aqueles de suínos, sendo as quantidade de de N-NH_4^+ aplicadas com ambos os dejetos foram relativamente próximas, no entanto, a quantidade de fração líquida aplicada com a dose de dejetos de bovinos ($85,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) foi 75% superior àquela aplicada com a dose de dejetos líquidos de suínos ($48,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), sendo ambas as fontes de nutrientes, contribuintes para o aumento do efeito estufa.

Determinando os fluxos de gases do efeito estufa CO_2 e N_2O em no plantio direto em Latossolo Vermelho Distroférico no Estado do Paraná, Siqueira Neto et al. (2009), evidenciaram que em um sistema de sucessão de culturas com milho e trigo e soja e trigo há emissões de CO_2 de $39,1 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ em um período de 12 anos, sendo as emissões de N_2O mais elevadas após aplicação do fertilizante nitrogenado na cultura do trigo, contribuindo para um dos principais problemas ambientais, o aumento do efeito estufa e conseqüentemente do aquecimento global.

Outro séria fonte de poluente para o solo e água são algumas fontes de fertilizantes utilizados para suprir micronutrientes, possuem, muitas vezes, em sua composição, além dos elementos essenciais e desejáveis, devido algumas indústrias com o objetivo de diminuir os custos de produção, utilizarem resíduos industriais como fonte de elementos considerados essenciais às plantas, sendo que em algumas adubações, há a disponibilização de Cd, Pb e Cr para o solo (Nava et al. 2011). Desta forma, para os fabricantes de micronutrientes, os benefícios são atraentes, pois ao invés de ter o alto custo de realizarem o tratamento destes resíduos, não o fazem, adquirindo matéria-prima a custos irrisórios, e, conseqüentemente, são as únicas que não geram nenhum tipo de resíduo, porque os incorporam diretamente nos seus produtos (Gonçalves Jr. et al., 2000).

No Brasil, o setor industrial é muito inferior quando comparado com os países desenvolvidos, sendo a agricultura e a pecuária as principais fontes de gases de efeito estufa, e

as mesmas, altamente dependentes das variáveis climáticas e dos recursos naturais, podendo ter suas produções influenciadas pelo aquecimento global, neste contexto, o manejo do solo deve ter como premissa básica a utilização do sistema de plantio direto de forma consolidada com busca da sustentabilidade nos sistemas produtivos (Carvalho et al. 2010).

CONCLUSÕES

O diagnóstico dos impactos ambientais causados pelo sistema de plantio direto não consolidado, podem ser aprimorados através de avaliações nos parâmetros físicos e químicos do solo e avaliação dos níveis de elementos tóxicos no solo e na água. Segundo avaliação de vários trabalhos de pesquisa realizados na região Sul do Brasil, a semeadura direta não é adequadamente planejada, onde os preceitos fundamentais do sistema de plantio direto não vêm adotados. Os problemas ambientais vêm aumentando cada vez mais, devido à susceptibilidade dos solos à erosão, perda de nutrientes e escorrimento desses nutrientes para os cursos de água, além da adição no solo de metais pesados via fertilizantes, causando impactos ambientais que se não forem devidamente corrigidos podem ser irreversíveis. Há urgência na adoção de todos os princípios do plantio direto, para diminuição nas perdas em rentabilidade, além da conservação da qualidade dos recursos naturais da região, a qual, é o alicerce para contínua produção e desenvolvimento da região.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C.; Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.31, p. 1099-1108, 2007.

ARRUDA, C.A.O.; ALVES, M.V.; MAFRA, A.L.; CASSOL, P.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; SANTOS, J.C.P. Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um Latossolo Vermelho sob semeadura direta. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p.804-809, 2010.

BARROSO, A.A.F.; GOMES, G.E.; LIMA, A.E.O.L.; PALÁCIO, H.A.Q.; LIMA, C.A.L. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.15, n.6, p.588-593, 2011.

BERTOL, I.; COGO, N.P.; SCHICK, J.; GUGANIN, J.C.; AMARAL, J.A. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.31. p.133-142, 2007.

CARVALHO, J.L.N.; AVANZI, J.C.; SILVA, M.L.N.; MELLO, C.R.; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa. v.34 n.2 mar./abr 2010.

CUNHA, F.N.; SILVA, N.F.; MOURA, L.M.F.; TEIXEIRA, M.B.; CARVALHO, J.J.; SILVA, R.T. Influência da difusividade e condutividade hidráulica na infiltração de água em um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.9, nº.3, p. 102 - 112, 2015.

DENARDIN, J.E.; FAGANELLO, A. & SANTI, A. Falhas na implementação do sistema plantio direto levam a degradação do solo. **Revista Plantio Direto**. 18:33-34, 2008.

DENARDIN, J.E.; FAGANELLO, A.; SANTI, A. Falhas na implementação do sistema de plantio direto. **A Lavoura**. Rio de Janeiro, v.112, n.671, p.20-21, 2009.

DENEGA, L.G. **Emissão de óxido nitroso e dióxido de carbono após aplicação de dejetos de suínos e bovinos em um Argissolo**. 2009. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2009.

DRESCHER, M.S.; ELTZ, F.L.F.; DENARDIN, J.E.; FAGANELLO, A. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa. v.35, p.1713-1722, 2011.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H.; TORRES, H. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

FIGUEIREDO, Marcelo. Guerra no campo: agrotóxicos são aliados ou ameaça? **Ciência e Cultura [online]**. v.66, p.13-14, 2014.

GIRARDELLO, V.C.; AMADO, T.J.C.; NICOLOSO, R.S.; HÖRBE, T.A.N.; FERREIRA, A.O.; TABALDI, F.M.; LANZANOVA, M.E. Alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob plantio direto induzidas por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35 p.2115-2126, 2011.

GONÇALVES, A.D.M.A. & LIBARDI, P.L. Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p.1174-1184. 2013.

GONÇALVES JR., A.C.; NACKE, H.; SCHWANTES, D.; COELHO, G.F. Heavy metal contamination in brazilian agricultural soils due to application of fertilizers. In: **Environmental risk assessment of soil contamination**. Hernandez-Soriano, Publisher: InTech 2014, 918p.

MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria.

NASCIMENTO, F.M.; BICUDO, S.J.; RODRIGUES, J.G.L.; FURTADO, M.B.; CAMPOS. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**, v.58, p.193-201, 2011.

NAVA, I.A.; GONÇALVES JUNIOR, A.C.; NACKE, H.; GUERINI, V.L.; SCHWANTES, D. Disponibilidade dos metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo no solo e tecido foliar da soja adubada com diferentes fontes de NPK+Zn. **Ciência e Agrotecnologia**. Santa Maria, v.35, n.5, pp. 884-892, 2011.

PANDOLFO, C.M.; CERETTA, C.A.; MASSIGNAM, A.M.; VEIGA, M.; MOREIRA, I.C.L. Análise ambiental do uso de fontes de nutrientes associadas a sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.12, n.5, p.512-519, 2008.

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. O.; CAMPO, R. J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.31, n. 6, p.1397-1412, 2007.

OVIDO-RONDON. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, p. 239-252, 2008.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa phytopathology**, Botucatu. v.37, n.3, p. 85-91. 2011.

ROGERI, D.; ERNANI, P.R.; LOURENÇO, K.S.; CASSOL, P.C.; GATIBONI, L.C. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v.19, n.6, p. 534-540.

SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.38, n.2, mar-abr, 2008.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34 n.4. p. 1375-1383. 2010.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M.L.; SILVA, A.A. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.36, n.3, p. 1011-1020, 2006.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.J.; VENSKE FILHO, S.P.; CERRI, C.E.P.; CERRI, C C. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR). Emissões de CO₂ e N₂O. **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34 p.1023-1029, 2009.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [online] Viçosa, v.33, n.4, p.743-755, 2009.

ZIGLIO, L.A.I.; COMEGNA, M.A. Movimentos socioambientais e gestão dos recursos naturais no cenário amazônico: ações da confederação dos povos indígenas da Bolívia. **Sociedade & Natureza** [online]. Uberlândia v.25 n.3, p. 513-523, 2013.