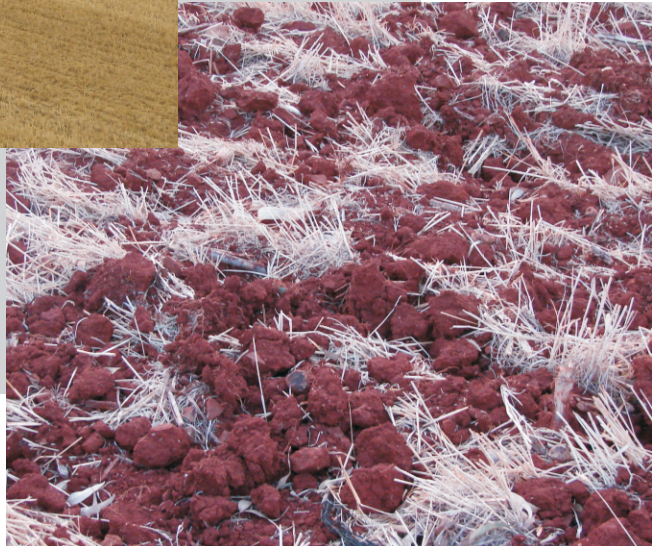
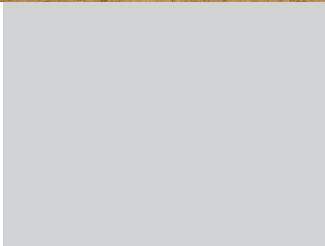


Decomposição de resíduos de aveia e trigo em função do tempo e do manejo do solo



ISSN 1678-6114

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária *Abril, 2010*
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 4

Decomposição de resíduos de aveia e trigo em função do tempo e do manejo do solo

*Sergio Luiz Gonçalves
Odilon Ferreira Saraiva
Júlio Cezar Franchini
Eleno Torres*

Embrapa Soja
Londrina, PR
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de
Warta - Londrina, PR

Caixa Postal 231

Fone: (43) 3371 6000

Fax: (43) 3371 6100

www.cnpsa.embrapa.br

sac@cnpsa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: José Renato Bouças Farias

Secretária-Executiva: Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros: Adeney de Freitas Bueno, Adilson de Oliveira Junior,

Clara Beatriz Hoffmann Campo, Francismar Correa Marcelino,

José de Barros França Neto, Maria Cristina Neves de Oliveira,

Mariângela Hungria da Cunha e Norman Neumaier.

Supervisão editorial: Odilon Ferreira Saraiva

Normalização bibliográfica: Ademir Benedito Alves de Lima

Editoração eletrônica: Marisa Yuri Horikawa

1ª edição

Versão Eletrônica (2010)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em
parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Decomposição de resíduos de aveia e trigo em função do tempo
e do manejo do solo / Sérgio Luiz Gonçalves...[et al.]. –

Londrina: Embrapa Soja, 2010.

18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / ISSN 1678-
6114; n.4).

1.Fertilidade do solo. 2.Plantio direto. 3.Prática cultural.
4.Palha. I. Gonçalves, Sérgio Luiz. II. Saraiva, Odilon Ferreira. III.
Franchini, Júlio César. IV.Torres, Eleno. V.Título. VI.Série.

CDD 631.422 (21.Ed.)

© Embrapa 2010

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	10
Conclusões	15
Referências	16

Decomposição de resíduos de aveia e trigo em função do tempo e do manejo do solo

Sérgio Luiz Gonçalves¹

Odilon Ferreira Saraiva²

Júlio César Franchini³

Eleno Torres⁴

Resumo

O uso excessivo de máquinas e implementos agrícolas causou sérios problemas de compactação, erosão, redução dos níveis de matéria orgânica e fertilidade dos solos. Neste cenário, estudos sobre a evolução da decomposição de resíduos de culturas são importantes para a compreensão de processos como o da formação da matéria orgânica, crucial para a manutenção da fertilidade e sustentabilidade dos solos. Foram conduzidos estudos da dinâmica da decomposição de resíduos de aveia e trigo, em semeadura direta e convencional, utilizando-se dados de 13 anos de um ensaio conduzido no campo experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Foram obtidas equações exponenciais, que mostraram a melhor representação do processo de decomposição ao longo do tempo. A velocidade de decomposição foi elevada nas primeiras semanas, para ambas as culturas, sendo observados níveis de decomposição mais elevados em semeadura convencional quando em comparação com o plantio direto, tanto para a aveia quanto para o trigo.

Termos para indexação: Palha, modelos matemáticos, plantio direto, plantio convencional

¹Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Embrapa Soja; sergiolg@cnpso.embrapa.br; ²Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Embrapa Soja; odilon@cnpso.embrapa.br; ³Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Embrapa Soja; franchin@cnpso.embrapa.br;

⁴Engenheiro Agrônomo, pesquisador da Embrapa Soja até 26/03/2007.

Decomposition of oat and wheat as a function of the time and soil management

Abstract

The excessive utilization of agricultural machines exacerbated the soil problems and lead to degradation represented mainly by soil erosion and compactation as well as severe losses of organic matter and fertility. In this scenery studies of residue decomposition of cultures are very important to understanding the formation of organic matter, fundamental to maintenance of fertility and protection of the soils. Decomposition studies were conducted on oat and wheat residues with emphasis on decay levels, considering tillage and no-tillage practices, over 13 years, in a clayish soil of experimental field at Embrapa Soybean, Londrina – PR, Brazil. It was obtained exponential models to represent decay of residues and that best describe the loss of mass over time. The speed of decomposition was very high in the initial period and decomposition levels were greater for tillage systems for both cultures.

Index terms: *Straw, mathematical models, no tillage and tillage management of soil.*

Introdução

A modalidade de agricultura tradicional, baseada em semeadura do tipo convencional, com o preparo de solo feito com o uso de arados de discos e grades aradoras foi prática intensivamente utilizada pelos agricultores. Isto aumentou o processo de depauperamento dos solos, mesmo naqueles considerados de alta aptidão agrícola, promovendo rápida decomposição de matéria orgânica, redução de fertilidade, aumento de compactação e, conseqüentemente, aumentando a erosão dos solos e diminuindo a produtividade das culturas (Medeiros, 1989; Vieira, 1989 e Casão Junior et al., 2000). No entanto, a estabilidade produtiva dos solos é altamente dependente dos sistemas de cultivo. Tanto a viabilidade atual quanto o futuro da agricultura estão intimamente ligados à questão da preservação dos solos e do meio ambiente. Por sua vez, no desenvolvimento das plantas, a quantidade de fitomassa produzida é característica da cultura utilizada, sendo que a sua persistência no campo depende do manejo e das tecnologias recebidas. Além disso, o seu desempenho ideal está correlacionado com as condições climáticas locais. Por isso, ciclagem de nutrientes, relações carbono/nitrogênio, teores de matéria orgânica, níveis de CTC, capacidade de retenção de água e cobertura do solo, por exemplo, podem explicar as diferenças entre o fracasso e o sucesso na atividade agrícola. Num ponto extremamente importante deste contexto está a matéria orgânica, que melhora a agregação do solo e suas características físicas, notadamente permeabilidade e porosidade. Além disso, eleva a capacidade de troca de cátions dos solos (CTC) e a sua capacidade de retenção de água. Por fim, ao ser decomposta pelos microorganismos, libera nutrientes como nitrogênio, fósforo e enxofre (Vanlauwe et al. 1994; Torres e Saraiva, 1999). Assim, o conhecimento detalhado da dinâmica da decomposição de resíduos e da influência de fatores como temperatura e umidade, são fundamentais para a compreensão de processos como a formação da matéria orgânica, a manutenção da fertilidade e da sustentabilidade dos solos.

Estudando a decomposição de resíduos de aveia, em semeadura direta, em dois locais de Santa Catarina, Bertol et al. (1998) relataram que após 180 dias ocorreu uma redução de 80% dos resíduos em ambos os locais estudados, mas que a maior parte da decomposição ocorreu nos primeiros 45 dias. Num outro trabalho, Wisniewski & Holtz, em solos do Paraná, concluíram que, em plantio direto, após 179 dias a palha de aveia perdeu 71% do seu peso. Brow & Dickey (1970), nos E.U.A. verificaram que, em um local, 50% da palha de trigo enterrada havia sido perdida em 3 meses, enquanto que em outro local, a mesma quantidade foi perdida apenas 6 meses após. Concluíram que, provavelmente, isso tenha ocorrido devido à temperatura média do primeiro local ser aproximadamente 2.3°C mais alta. Schomberg et al. (1994) também estudando a decomposição de resíduos de trigo e de outras culturas, entre outras conclusões, afirmaram que a decomposição de resíduos é mais alta para resíduos enterrados que para resíduos da superfície do solo, no entanto, o requerimento em nitrogênio pelos microorganismos decompositores é menor para os resíduos enterrados.

A modelagem matemática pode ser entendida como simplificações da realidade, sendo que especificamente no caso dos estudos de decomposição de resíduos culturais, alguns modelos podem ser encontrados na literatura, como os de Gregory et al. (1985) e Ghidey et al. (1985) para a decomposição de resíduos de várias culturas, entre elas o trigo e Steiner et al. (2000) para relacionamento entre resíduos e biomassa das culturas de trigo e aveia, entre outros. Apesar das equações matemáticas espelharem relativamente bem o que ocorre num processo, em função de variações de solos, clima, tipos de manejo e espécies de microorganismos ocorrentes em diferentes locais, as variações de resultados e estimativas na decomposição de resíduos é grande havendo necessidade de ajustes para cada caso.

O objetivo deste trabalho foi a obtenção de equações matemáticas simples, com potencial de uso em modelos, obtidas de dados de experimentos de longa duração, que expliquem a evolução

da dinâmica de decomposição de resíduos de aveia e trigo, em dois diferentes tipos de manejo do solo (plantio direto e plantio convencional), durante o cultivo da cultura da soja, nos solos argilosos da região norte do Paraná.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em área do campo experimental da Embrapa Soja, em Londrina – PR, para estudo da decomposição de resíduos de culturas anuais, em sistemas de manejo de solo utilizando-se plantio direto e plantio convencional, com início em 1993/1994 e término em 2005/2006. Segundo o IBGE (2002) o local do ensaio fica na região de clima tropical, englobada ao clima da região central do Brasil, porém com umidade superior a essa região nos meses de outono e inverno, mas ainda assim, por ser de transição climática, com algumas sub-regiões apresentando estações secas de 1 a 2 meses ou regiões sub-secas nesse mesmo período.

Os dados de decomposição dos resíduos vegetais foram obtidos de séries históricas de dados coletados a campo, durante um período de 13 anos, em experimento instalado em solo de textura argilosa, com proporções (g/Kg^{-1}) de 710 de argila, 160 de silte e 120 de areia, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006), após o cultivo de soja. O delineamento foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas de 180 m² (30 x 7,5 m). A massa remanescente dos resíduos em diferentes intervalos de tempo foi determinada em condições de campo utilizando-se sacos de nylon, segundo Wilson & Hargrove (1986). Subamostras de 12g (equivalente a 4 ton/ha de matéria seca) do material vegetal coletadas no final do ciclo das culturas foram acondicionadas em sacos de nylon, com malha de 2 mm e deixadas na superfície do solo no plantio direto e enterradas a 15 cm, no plantio convencional. As dimensões internas dos sacos eram de 12 cm de largura por 25 cm de comprimento. Anualmente, após 1, 2, 4, 8 e 16 semanas de permanência no campo

os sacos eram recolhidos, lavados e secos a 65 °C, por 72 horas, em estufa de circulação forçada e, por fim, pesados. A decomposição dos resíduos tanto da aveia quanto do trigo ocorreu entre a primavera e o verão, durante o cultivo de soja.

Os dados foram, então, reunidos e tabulados ano a ano, em planilhas eletrônicas, separando-se plantio direto e plantio convencional. Foram calculadas as porcentagens diárias de decomposição dos resíduos das culturas estudadas, ano a ano. Posteriormente foram obtidas equações matemáticas representativas do comportamento médio diário da decomposição dos resíduos das culturas estudadas e o seu desvio padrão médio (D.p.), em função do tempo de permanência dos resíduos no campo, para os dois tipos de manejo estudados, utilizando-se softwares de informática.

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a evolução da decomposição da massa da palha de aveia, desde a sementeira da cultura da soja até próximo da sua colheita (num total de 113 dias), cultivada tanto em plantio direto quanto em plantio convencional. Quando o cultivo da soja foi realizado em plantio direto, os 13 anos de dados possibilitaram a geração da equação dada por $y = 86,069e^{-0.0104x}$ ($R^2 = 0,94$; D.p. = 9,7%) e no plantio convencional, $y = 72,548e^{-0.0211x}$ ($R^2 = 0,95$; D.p. = 9,1%).

Foram evidentes as diferenças entre os dois tipos de manejo testados, ficando claro que em plantio direto a decomposição de resíduos de aveia é mais lenta que no plantio convencional, sendo que ao final do ciclo do estudo foi possível contabilizar uma quantidade de palha, de aproximadamente 20% a mais no plantio direto. Mesmo na projeção da estimativa da massa de resíduos para 180 dias, a equação obtida para a aveia gera um valor de 13% de palha remanescente, ou seja, indicando perda de 87%, dado não muito distante daquele encontrado por Bertol et al (1998), de 80% de perda de massa para o mesmo

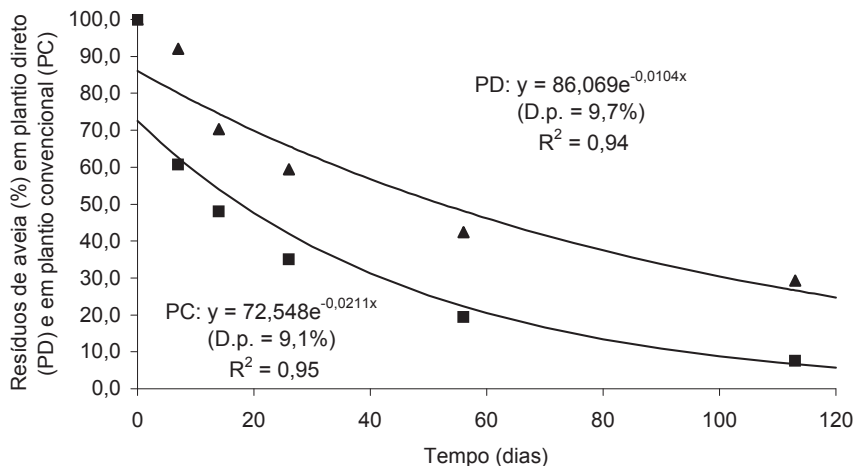


Figura 1. Perda de massa de resíduos de aveia (y), em soja cultivada em plantio direto (PD) e em plantio convencional (PC), em função do tempo (Londrina, PR, 2009).

período de tempo, em dois locais de Santa Catarina. Por sua vez, Wisniewski & Holtz (1997) obtiveram valores de 71% de perda aos 179 dias, no Sul do Paraná. No caso do plantio convencional, aos 180 dias, a projeção para além de 113 dias estima perdas em aproximadamente 98%. Foi possível perceber, também, que a decomposição da aveia apresentou valores elevados nos períodos iniciais de decomposição, tanto em plantio direto quanto em plantio convencional.

A Figura 2, referente à decomposição da palhada de trigo, em cultivo de soja, mostra a equação estimada para o plantio direto $y = 97,099e^{-0,0044x}$ ($R^2 = 0,99$; D.p. = 7,3%) e para o plantio convencional $y = 91,314e^{-0,0086x}$ ($R^2 = 0,97$; D.p. = 9,0%). Também neste caso, no plantio direto, tal como aconteceu com a palha de aveia a decomposição foi mais lenta, ficando aproximadamente 24% a mais de palha ao final do ciclo da cultura, restando, após 113 dias, 59% de resíduos, no plantio direto e 34% no plantio convencional. Brown & Dickey (1970) reportaram que em condições de clima temperado, após 546 dias (ou 78 semanas) 95 % dos resíduos de trigo enterrados no solo já

estão decompostos. Na projeção para o mesmo período a equação aqui estimada, para uma situação semelhante, no caso, o plantio convencional, a quantidade de palha remanescente estaria bem próximo disso, ao redor de menos de 1%. Tal como ocorreu com a aveia, nas primeiras semanas a decomposição dos resíduos de trigo apresentou taxas elevadas, porém, ao final do período estudado foi inferior à da aveia.

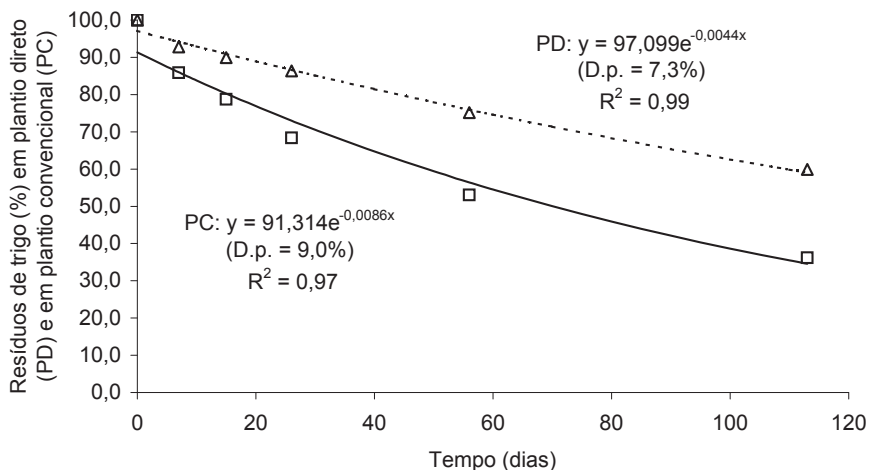


Figura 2. perda de massa de resíduos de trigo (y), em soja cultivada em plantio direto (PD) e em plantio convencional (PC), em função do tempo (Londrina, PR, 2009).

Diferenças contrastantes podem acontecer, provavelmente, devido a variações ambientais e climáticas e ao momento em que são feitos os estudos de campo. Em condições de clima temperado a palha do trigo, deixada no solo durante todo o período de inverno, sob camadas de neve, tem uma decomposição bastante lenta no início, em comparação com regiões de clima tropical ou subtropical. No entanto, após um determinado período, por exemplo, entre 30 a 60 semanas de decomposição, essas diferenças tendem a diminuir. Isto é possível perceber a partir dos dados de Stott et al. (1990), que estudaram a decomposição de resíduos de trigo, em plantio direto, em 3 diferentes locais dos EUA e em 5 ensaios (A, B, C, D e E),

coletando dados antes e depois do inverno. Em todos os locais, a palha do trigo ficou exposta a crescentes quedas de temperatura, de 20 °C até próximo de 0 °C nas primeiras 10 a 13 semanas de decomposição. Nessas condições as perdas de massa variaram de 10 a 20%. Apenas em um local, cuja temperatura média foi superior a 20 °C, no mesmo período, essa perda foi de 27%. A equação gerada neste trabalho, para um período correspondente, estima perdas superiores, entre 20 a 35 %, aproximadamente. Após o inverno, no entanto, com o degelo e com a elevação da temperatura, a evolução da decomposição dos resíduos nos 5 ensaios foi de 76% na 49ª semana no ensaio A; 76% na 49ª semana no ensaio B; 77% na 50ª semana no ensaio C; 88% na 62ª semana no ensaio D e 75% na 48ª semana no ensaio E. A equação deste trabalho, para condições de plantio direto, $y = 97,099e^{-0,0044x}$, projeta para os mesmos períodos, perdas de aproximadamente 78, 78, 79, 86 e 77%, respectivamente. Isto mostra que, mesmo que inicialmente existam diferenças significativas de decomposição dos resíduos, no final, a decomposição pode ser idêntica (mesmo que não necessariamente) em regiões climáticas completamente diferentes. Schomberg et al. (1994), estudando a decomposição de resíduos de alfafa, sorgo e trigo, afirmaram que a decomposição de resíduos de trigo enterrados fica entre 63 e 77% aos 153 dias, semelhantes aos estimados pela equação obtida neste trabalho, para o plantio convencional, de 75%. No entanto, para amostras deixadas sobre a superfície do solo, verificaram uma decomposição muito lenta, sendo que aos 369 dias, apenas de 32 a 47% dos resíduos estavam decompostos. Dados, portanto, diferentes daqueles projetados pela equação gerada neste trabalho, para o plantio direto, de aproximadamente 81%. Os mesmo autores afirmaram ainda, haver uma relação linear entre a irrigação e a decomposição de resíduos das culturas estudadas, com o aumento das constantes de decomposição em função do aumento da irrigação.

Inúmeros trabalhos foram realizados sobre o presente tema. Em laboratório ou no campo, sendo que o método mais utilizado nesses estudos é a incubação de material vegetal no solo, enterrado ou não,

onde se observa a decomposição e a evolução da perda de peso. A decomposição é o resultado da interação entre fatores ambientais e antropogênicos, sendo fundamental a ação dos microorganismos, que por sua vez, possuem uma faixa ambiental ideal para o seu desenvolvimento (Wisniewski & Holtz, 1997; Sá Mendonça & Carvalho Leite, 2006). Surgiram, então, modelos e estudos para obtenção de taxas de decomposição de resíduos que levam em conta o papel da temperatura, da umidade e teores de nutrientes e interações, entre outros, como os de Stott et al (1990); Ghidry et al. (1985); Stroobant et al. (1989); Shomberg et al. (1994); Ruffo & Bollero, 2003, entre outros.

Os dados gerados neste trabalho mostram que o manejo do solo em plantio direto propicia uma condição de decomposição de resíduos mais lenta para as culturas estudadas. A magnitude do processo ganha importância no contexto das mudanças climáticas globais, pela significativa conservação de carbono no solo, entre 20 a 34% maior, quando se utiliza a prática do plantio direto. Além disso, é possível perceber que a decomposição é mais rápida no período inicial do estudo, similar aos dados de Bertol et al. (1998), de que a maior parte dos resíduos de aveia é decomposta nos primeiros 45 dias. Isto está de acordo com Wieder & Lang (1982), que afirmaram que inicialmente, uma grande parte dos resíduos de plantas é constituída de materiais de mais fácil decomposição, como açúcares e proteínas, ficando para o final, material recalcitrante, de mais difícil decomposição, como celulose, gorduras, tanino e lignina. Segundo eles, durante a decomposição, com o decorrer do tempo, a proporção relativa de material recalcitrante aumenta progressivamente enquanto a decomposição absoluta decresce, ficando a decomposição relativa permanentemente constante. Provavelmente, por isso que a decomposição de resíduos de aveia e trigo, neste trabalho, tenha sido alta nas primeiras semanas, uma vez que, acontecendo no período de primavera-verão, teve condições iniciais muito favoráveis, em função de temperatura e umidade crescentes. Os mesmos autores afirmaram ainda, que apesar das dificuldades em se reproduzir, fielmente, as condições existentes no campo em termos de decomposição de

resíduos, são os modelos exponenciais que se configuram na melhor explicação do processo. As equações geradas neste trabalho são do tipo exponencial e permitem quantificações e estimativas, com potencial de uso em modelos mais complexos e planejamentos conservacionistas. Apesar de considerarem uma quantidade inicial de quatro toneladas por hectare de palha podem ser utilizadas para quantidades iniciais diferentes, mantendo-se as proporções iniciais e finais, já que a decomposição é constante. Apesar de empíricas, uma vez que levam em conta apenas os aspectos gerais do processo de decomposição, refletem dados de um ensaio de longa duração, com 13 anos de dados, tanto para a aveia quanto para o trigo, dando uma boa aproximação das condições médias ocorrentes no Norte do Paraná, região de transição climática entre clima subtropical e tropical e para um solo argiloso.

Conclusões

1. O manejo do solo em plantio direto ocasionou uma decomposição de resíduos de aveia e trigo mais lenta que o da semeadura convencional, sendo que ao final do ciclo de estudo o plantio direto mostrou, aproximadamente, entre 20 a 34% a mais de resíduos.
2. As condições ambientais favoreceram a decomposição inicial dos resíduos, que foi bastante alta nas primeiras semanas, em ambas as culturas. No entanto, ao final do período estudado, a decomposição dos resíduos de aveia foi mais acentuada que a do trigo.

Referências

BERTOL, I.; CIPRANDI, O.; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência dos resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n.4, 705-712, 1998.

BROWN, P.L.; DICKEY, D.D. Losses of wheat straw residue under simulated conditions. **Soil Science Society of America**, Madison, v. 34:118-121, 1970.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G. & RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 em plantio direto no basalto paranaense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p. 523-532, março, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2.ed. Rio de Janeiro, 2006, 306 p

GHIDEY, F.; GREGORY, J.M.; McCARTY, T.R.; ALBERTS, E.E. Residue Decay Evaluation and Prediction. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 28, n.1, 102-105, 1985.

GREGORY, J.M.; McCARTY, T.R.; GHIDEY, F.; ALBERTS, E.E. Derivation and Evaluation of a Residue Decay Equation. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 28, n. 1, 98-101, 1985.

IBGE (2002). Mapa Brasil Climas. Adaptações de Mapa Brasil Climas, Escala 1.5000000, IBGE (1978). Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/mapas/tem%C3%A1ticos/mapas_murais/clima.pdf>. Acesso em 9 fev. de 2008.

MEDEIROS, G. B. de. Características, uso e manejo das principais classes de solos. In: PARANÁ. Secretaria da Agricultura. **Paraná Rural: programa de desenvolvimento rural do Paraná: manual técnico do**

subprograma de manejo e conservação do solo. Curitiba, 1989. p. 51-60.

RUFFO, M.; BOLLERO, G.A. Residue decomposition and prediction of carbon and nitrogen release rates based on biochemical fractions using principal-component regression. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, 1034-1040, 2003.

SÁ MENDONÇA, E. de; CARVALHO LEITE, L.F. Modelagem matemática e simulação da dinâmica da matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas – modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados, 2006, p. 75-106.

SCHOMBERG, H.H.; STEINER, J.L.; UNGER, P.W. Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues: Residue quality and water effects. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 2, 372-381, 1994.

STAINER, J.L.; SCHOMBERG, H.H.; UNGER, P.W.; CRESAP, J. Biomass and Residue Cover Relationships of Fresh and Decomposing Small Grain Residue. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64: 2109-2114, 2000.

STOTT, D.E.; STROO, H. F.; ELLIOT, L.F.; PAPENDICK, R.I.; UNGER, P.W. Wheat residue loss from fields under no-till management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 54, n.1, 92-98, 1990.

STROO, H. F.; BRISTOW, K.L.; ELLIOT, L.F.; PAPENDICK, R.I.; CAMPBELL, G.S. Predicting rates of wheat residue decomposition. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 53, n.1, 91-99, 1989.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1999. 58 p. (EMBRAPA CNPSO. Circular Técnica, 23).

VANLAUWE, B.; DENDOOVEN, L.; MERCKX, R. Residue fractionation and decomposition: The significance of the active fraction. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 158, n.1, 263-274, 1994.

VIEIRA, M.J. Embasamento técnico do subprograma de manejo e conservação do solo. In: PARANÁ. Secretaria da Agricultura. **Paraná Rural**: programa de desenvolvimento rural do Paraná: manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo. Curitiba, 1989. p. 12-40.

WILSON, D.O.; HARGROVE, W.L. Release of nitrogen. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 50, n. 5, 1251-54, 1986

WIEDER, R. KELMAN; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, New York, v. 63, n. 6, 1636-1642, 1982.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 11, 1191-1197, 1997.

Embrapa

Soja

CGPE 8585

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**