

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 3

ISSN 1678-6114  
Abril, 2010

## **Decomposição de resíduos de milho e soja 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 3***

## **Decomposição de resíduos de milho e soja 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: Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Foto(s) da capa: Sergio Luiz Gonçalves

**1ª edição**

1ª impressão (2010): tiragem 1 exemplar.

**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 milho e soja em função do tempo  
e do manejo do solo / Sérgio Luiz Gonçalves...[et al.]. –  
Londrina: Embrapa Soja, 2010.  
19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / ISSN 1678-  
6114; n.3).

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 .....	11
Conclusões .....	15
Referências .....	15



# Decomposição de resíduos de milho e soja em função do tempo e do manejo do solo

---

*Sérgio Luiz Gonçalves<sup>1</sup>*

*Odilon Ferreira Saraiva<sup>2</sup>*

*Júlio César Franchini<sup>3</sup>*

*Eleno Torres<sup>4</sup>*

## Resumo

A evolução da decomposição dos resíduos culturais é um aspecto muito complexo, ainda pouco conhecido e estudado, porém de grande importância na compreensão de processos como a formação da matéria orgânica e a manutenção da fertilidade e sustentabilidade dos solos. A sua velocidade de decomposição determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo, sendo variável conforme a constituição dos diferentes tecidos vegetais. O objetivo deste trabalho foi a obtenção de equações matemáticas, que expliquem a evolução da dinâmica de decomposição de resíduos de milho e soja, em semeadura direta e convencional, utilizando-se dados de um ensaio de longa duração (12 anos) conduzido no campo experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Foram obtidas equações exponenciais, que mostraram semelhanças na velocidade de decomposição dos resíduos de milho e soja e níveis de decomposição mais elevados em semeadura convencional, tanto para o milho quanto para a soja.

**Termos para indexação:** Palha, equações matemáticas, plantio direto, plantio convencional

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, D.Sc. Embrapa Soja, sergiolg@cnpso.embrapa.br/ <sup>2</sup> Eng. Agrônomo, D.Sc. Embrapa Soja, odilon@cnpso.embrapa.br/ <sup>3</sup> Eng. Agrônomo, D.Sc. Embrapa Soja, franchin@cnpso.embrapa.br/ <sup>4</sup> Eng. Agrônomo, pesquisador da Embrapa Soja até 26/03/2007

# Decomposition of soybean and corn residues as a function of time and soil management

---

## Abstract

*Studies of residue decomposition is very important to understanding the formation of organic matter to maintenance of fertility and protection of the soils. Decomposition studies were conducted on corn and soybean residue with emphasis on decay levels, considering tillage and no-tillage practices, over 12 years, in a clayish soil of experimental field at Embrapa Soybean, Londrina, PR, Brazil. The speed of decomposition was similar for corn and soybean, but decomposition levels were greater for tillage systems for both cultures researched. The mathematical description of the data that characterized the decay of residues was exponential models that best describe the loss of mass over time.*

**Index terms:** *Straw, mathematics equations, no tillage and tillage management of soil.*

## Introdução

Dentre as práticas agrícolas existentes o preparo do solo é a operação que mais diretamente influencia na desagregação do solo, na manutenção dos restos vegetais na superfície ou na sua incorporação (Oliveira et al., 2001). Da decomposição da palha forma-se a matéria orgânica, que inclui grande diversidade de materiais e compostos, na forma de biomassa, resíduos orgânicos ou simplesmente material orgânico.

A matéria orgânica é essencial porque melhora a agregação do solo e suas características físicas, notadamente permeabilidade e porosidade. Além disso, eleva a capacidade de troca de cátions dos solos e a sua capacidade de retenção de água. Por fim, ao ser decomposta pelos microorganismos, libera nutrientes para o solo, como nitrogênio, fósforo e enxofre, que fazem parte dos tecidos orgânicos originais (Vanlauwe et al. 1994; Torres e Saraiva, 1999)

Sabe-se que a velocidade da decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo, sendo variável conforme a constituição dos diferentes tecidos vegetais existindo espécies consideradas como de decomposição rápida, como as leguminosas e de decomposição lenta, como as gramíneas (Wieder & Lang, 1982; Kliemann et al., 2006). Além disso, a constituição química e nutricional das plantas, remanescente nos resíduos e o tipo de solo, têm influência nessa decomposição.

Juntamente com a assimilação de carbono, a população microbiana precisa assimilar nitrogênio para a síntese de diversos compostos, principalmente enzimas existindo estreita conexão do carbono com o nitrogênio na decomposição dos resíduos sendo que quanto menor é a relação carbono/nitrogênio, maior é a velocidade de decomposição.

Tanto a dinâmica dessa decomposição quanto a liberação de carbono e nitrogênio sofrem efeitos ambientais como os de temperatura e



umidade, além da composição bioquímica dos resíduos (Franchini et al., 2002; Ruffo & Bollero, 2003a; Aita & Giacomini, 2006).

Wisniewski e Holtz (1997) estudaram a dinâmica da decomposição da palha de milho e liberação de carbono e nitrogênio, durante o ciclo da aveia e da soja, em rotação de culturas, num latossolo do sul do Paraná. A palhada de milho se decompôs mais lentamente, perdendo 49% do peso em 149 dias. Por sua vez, Bertol et al. (1998), num estudo de erosão para dois locais de Santa Catarina, verificaram que o milho, aos 225 dias, teve 80% da sua massa diminuída num local e 64 % em outro. Em ambos os locais a cobertura foi diminuída em 40% no período estudado. A taxa de decomposição de milho foi 90% maior nos primeiros 45 dias que no restante do período experimental.

Além disso, concluíram que as taxas de decomposição decrescem exponencialmente com o aumento da exposição dos resíduos sobre a superfície do solo. Essa decomposição exponencial foi detalhada por Wieder & Lang, em 1982. Num outro trabalho, Bertol et al. (2004) mostraram que a presença de nitrogênio faz com que a decomposição de resíduos de milho seja mais rápida.

A determinação de equações matemáticas para a descrição de processos ocorrentes na natureza é importante, pois permite o seu uso em modelagem matemática do processo em questão. Especificamente no caso dos estudos de decomposição de resíduos culturais, alguns modelos podem ser encontrados na literatura, como os de Gregory et al. (1985), Ghidry et al. (1985) e Gilmour et al. (1998), para a decomposição de resíduos de soja, milho, trigo e girassol.

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 milho e soja, em dois diferentes tipos de manejo do solo (plantio direto e plantio convencional), durante o cultivo do trigo, 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, utilizando-se o manejo do solo em plantio direto e plantio convencional, com início em 1993/1994 e término em 2005/2006.

O local situa-se numa região de transição climática, que segundo Caviglione et al.(2000) é enquadrada, pela classificação de Köppen, no tipo Cfa, de clima subtropical. Assim, teria uma temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes, sem estação seca definida. Para o IBGE (2002) 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 de milho e soja foram obtidos de séries históricas de dados coletados a campo, durante um período de 12 anos, em experimento instalado em solo de textura argilosa, com proporções ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) de 710 de argila, 160 de silte e 120 de areia, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006), durante o cultivo de trigo, no período de outono-inverno.

O delineamento foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas de 180 m<sup>2</sup> (30 x 7.5 m), utilizando-se os espaçamentos recomendados para as culturas estudadas. Assim, 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.

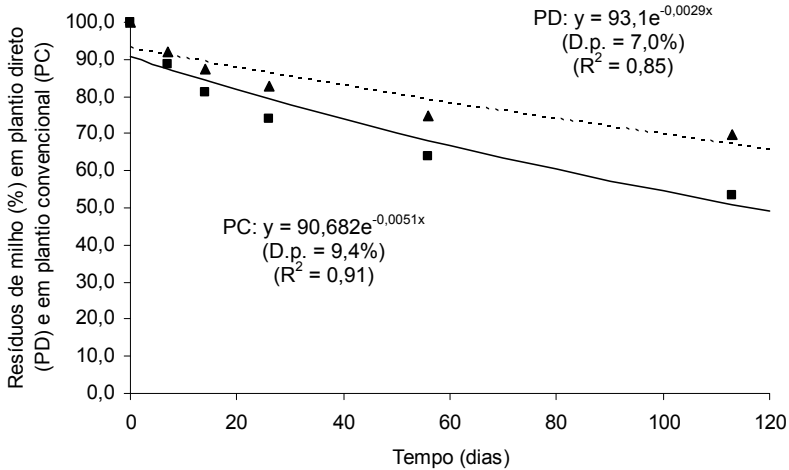
Os dados foram, então, reunidos e tabulados ano a ano, em planilhas eletrônicas, separando-se plantio direto e plantio convencional. Foram calculadas as porcentagens diárias de decomposição dos resíduos das culturas estudadas, ano a ano. Posteriormente foram obtidas equações matemáticas representativas 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 milho, desde a semeadura da cultura do trigo até próximo da sua colheita (num total de 113 dias), cultivado tanto em plantio direto quanto em plantio convencional. A equação de perda de massa da palhada gerada no plantio direto foi  $y = 93,1e^{-0,0029x}$  ( $R^2 = 0,85$ ; D.p. = 7,0%) e a do plantio convencional  $y = 90,682e^{-0,0051x}$  ( $R^2 = 0,9112$ ; D.p. = 9,3%).

É possível visualizar que as diferenças de decomposição da palhada foi mais lenta no plantio direto (aproximadamente 16% maior ao final do ciclo da cultura), sendo possível perceber que mesmo ao final de 113 dias, a quantidade de palha foi, ainda, significativamente alta, mesmo no plantio convencional. Klieman et al (2006) estudando a decomposição de palha de milho consorciado com braquiária, em plantio direto, estimaram uma perda de massa de aproximadamente

56% aos 150 dias, com projeção de 86% aos 360 dias.



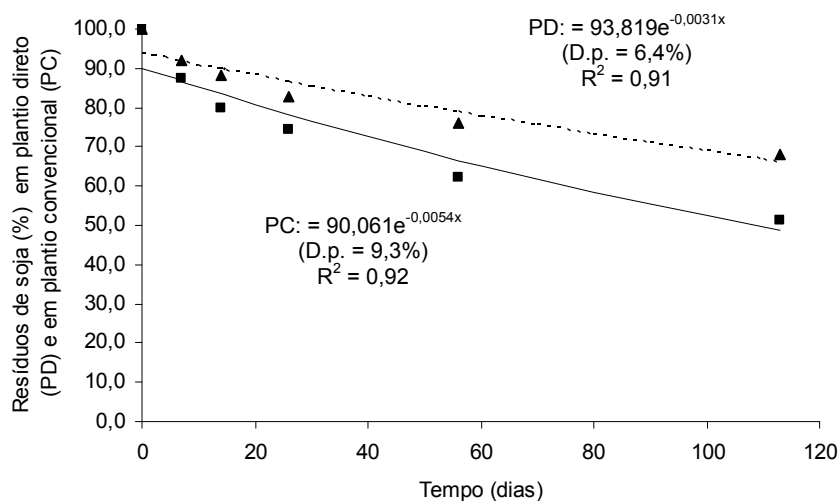
**Figura 1.** Perda de massa de resíduos de milho (y), em trigo cultivado em plantio direto (PD) e em plantio convencional (PC), em função do tempo.

A equação aqui gerada, para o plantio direto, estima perdas de 40 e 67%, respectivamente, nas mesmas condições de tempo, porém, considerando apenas a cultura do milho. Da mesma forma, Ghidey et al. (1985), nos EUA, estimaram perdas de 71% aos 300 dias, enquanto que a equação aqui gerada estima, para o mesmo período, uma projeção de perdas de aproximadamente 61%.

As mesmas diferenças aconteceram com relação aos dados de Wisniewski e Holtz (1997), para as condições do Sul do Paraná, que estimaram perdas de 49% da massa de resíduos de milho, aos 149 dias, enquanto que a equação aqui gerada projeta uma perda de aproximadamente 40%, no mesmo período de tempo. Bertol et al. (2004), em experimento instalado em Santa Catarina, chegaram a valores de perdas de palha de milho, aos 10 meses, de 53%, em tratamento com adição de nitrogênio. As diferenças acima verificadas podem ser explicadas pelas particularidades regionais existentes entre

os locais, incluindo clima e solos. Além disso, conforme observaram Wisniewski e Holtz (1997), a palhada de milho tem uma distribuição heterogênea no campo, sendo constituída por colmos, sabugos e folhas, sendo grande a proporção de colmos em relação às folhas. Essa condição provavelmente aumente a probabilidade de variações na coleta de dados de decomposição de resíduos.

A outra cultura estudada em termos de decomposição de resíduos foi a soja, (Figura 2) e teve, tal como o milho, a avaliação de perda de sua palhada durante o cultivo do trigo.



**Figura 2.** Perda de massa de resíduos de soja (y), em trigo cultivado em plantio direto (PD) e em plantio convencional (PC), em função do tempo.

A equação gerada pelos 12 anos de coletas de dados, para o plantio direto foi  $y = 93.819e^{-0.0031x}$  ( $R^2 = 0.91$ ; D.p. = 6,4%), enquanto que para o plantio convencional  $y = 90.061e^{-0.0054x}$  ( $R^2 = 0.92$ ; D.p. = 9,3%). Tal como ocorreu com o milho, no plantio direto, ao final do ciclo da cultura, a quantidade de palha foi maior, neste caso apresentando 17% a mais de resíduos. As estimativas de decomposição dos resíduos de soja,

por essas equações, indicam que após 113 dias no campo, no plantio direto, 67% da palha ainda está presente, ao passo que no plantio convencional está em torno de 49%. Ghidey et al. (1985), em estudo de decomposição de resíduos de quatro culturas, em plantio direto, entre elas a soja, divulgaram para esta cultura, uma perda de 74% dos resíduos aos 300 dias. A equação gerada aqui, para o mesmo período de tempo, numa projeção para além dos 113 dias, estima uma perda um pouco menor, de cerca de 63%. Por outro lado, dados bastante diferentes podem ser encontrados na literatura, como os de Broder & Wagner (1988), que estimaram perdas de 68% de resíduos de soja, aos 32 dias, em plantio convencional.

Na literatura existe uma vasta quantidade de informações a respeito de decomposição de resíduos de diferentes plantas, nas mais variadas condições ambientais. Muitos estudos foram realizados na tentativa de separar ou isolar efeitos de determinada condição ambiental e assim possibilitar estimativas dessa decomposição num determinado ambiente. 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 Ghidey et al. (1985); Stroo et al. (1989); Stott et al. (1990); Shomberg et al. (1994); Ruffo & Bollero (2003,b) e Quemada (2004), entre outros. No entanto, a variabilidade dos dados e de resultados é imensa, havendo muitas conclusões contrastantes entre diferentes autores, com semelhanças e diferenças significativas.

Os dados gerados por este trabalho mostraram que, como já era esperado, o manejo do solo em plantio direto propicia uma condição de decomposição de resíduos mais lenta que no plantio convencional. A magnitude do processo ganha importância no contexto das mudanças climáticas globais, pela significativa conservação de carbono no solo, quando se utiliza a prática do plantio direto. Em comparação com os dados de Guidey et al.(1985), a equação aqui gerada estimaram perdas de 10 a 11% menores (para milho e soja, respectivamente, numa projeção para 300 dias). Isso pode estar

relacionado com diferenças entre tipos de microorganismos, clima e solos das diferentes regiões dos estudos.

Um outro ponto a ser considerado é que a época da decomposição dos resíduos de milho e soja deste trabalho foi o outono-inverno, período pouco chuvoso ou menos chuvoso que o verão. Isto pode ter contribuído para que as taxas de decomposição dos resíduos, ao final do ciclo das duas culturas estudadas não fosse tão alta, mesmo no plantio convencional. Isto estaria em conformidade com Shomberg et al. (1994), que correlacionaram o aumento de decomposição de resíduos culturais com o aumento de umidade no solo. O mesmo verificaram Alberts e Shrader, (1980) concluindo que ocorre pouca decomposição de resíduos de milho em períodos secos. Com relação à maneira com que os resíduos se decompõem, Gilmour et al. (1998) concluíram que a decomposição de resíduos de plantas ocorre em função das relações entre carbono e nitrogênio, principalmente nas duas primeiras semanas de decomposição e após esse período ela permanece constante.

Wieder & Lang (1982), por sua vez, afirmaram que a decomposição dos resíduos é alta no início, quando os materiais são de mais fácil decomposição e baixas ao final, quando a proporção de material recalcitrante é maior. No entanto, as taxas de decomposição são constantes. Relataram, 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. Outro ponto observado é que apesar de ser esperada uma decomposição mais rápida para os resíduos de soja, neste trabalho, a velocidade de decomposição das duas culturas pode ser considerada semelhante.

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 para rotação de culturas. 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 12 anos de dados, 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. Em termos de rapidez, as condições ambientais proporcionaram uma decomposição semelhante, tanto para os resíduos do milho quanto para os da soja.
2. O manejo do solo em plantio direto ocasionou uma decomposição de resíduos de milho e soja mais lenta que a da semeadura convencional, sendo que ao final do ciclo de estudo o plantio direto mostrou, aproximadamente, entre 16 a 17% a mais de resíduos.

## Referências

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Plantas de cobertura de solo em sistemas agrícolas. In: Manejo de sistemas agrícolas: impactos no seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa. Porto Alegre: Embrapa, 2006, p. 59-79.

ALBERTS, E.E.; SHRADER, W.D. Cornstalk decomposition on a till-planted watershed. **Agronomy Journal**, v. 72, n.5, 709-712, 1980.

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**, v. 22, n.4, 705-712, 1998.

BERTOL, I.; LEITE, D; ZOLDAN JR. W.A. Decomposição do resíduo de milho e variáveis relacionadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n. 2, 369-375, 2004.

BRODER, M.W.; WAGNER, G. H. Microbial colonization of corn, wheat and soybean residue. **Soil Science Society of America**, v. 52, n. 1, 112-117, 1988.

CAVIGLIONE, J. H.; BERNARDES KIIHL, L. R.; CARAMORI, P. H. & OLIVEIRA, D. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed . Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FRANCHINI, J.C; GONZALES-VILA, F.J.; RODRIGUEZ, J. Decomposition of plant residues used in no-tillage systems as revealed by flesh pyrolysis. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 62: 35-43, 2002.

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

GILMOUR, J.T; MAUROMOUSTAKOS, A, GALE, P.M.; NORMAN, R.J. Kinetics of crop residue decomposition: variability among crops and years. **Soil Science Society of . America Journal**, v. 62, : 750-755, 1998.

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**, v. 28, n. 1, 98-101, 1985.

IBGE 2002. Mapa Brasil Climats. Adaptações de Mapa Brasil Climats, Escala 1.5000000, IBGE (1978). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 9 fev. 2008.

KLIEMANN, H.J.; BRAGA BRAZ, A. J. P.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, 21-28, 2006.

OLIVEIRA, M. F. de; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, J. C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, 34-41, 2001.

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**, v. 95, 1034-1040, 2003a.

RUFFO, M.; BOLLERO, G.A. Modeling rye and hairy vetch residue decomposition as a function of degree-days and decomposition-days. **Agronomy Journal**, v. 95, 900-907, 2003b.

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**, v. 58, n. 2, 372-381, 1994.

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**, 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**, 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 Soja, 1999. 58 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 23).

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

WILSON, D.O.; HARGROVE, W.L. Release of nitrogen. **Soil Science Society of America Journal** , 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**, 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**, v. 2, n. 11, 1191-1197, 1997.

**Embrapa**

---

**Soja**

CGPE 8578

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**