

## **Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos culturais de milho e soja**



ISSN 2178-1680

Abril, 2011

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

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6***

## **Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos culturais de milho e soja**

*Sergio Luiz Gonçalves  
Odilon Ferreira Saraiva  
Eleno Torres*

Embrapa Soja  
Londrina, PR  
2011

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.cnpso.embrapa.br](http://www.cnpso.embrapa.br)

[sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.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 (2011)

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

---

Gonçalves, Sergio Luiz

Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos  
culturais de milho e soja / Sergio Luiz Gonçalves, Odilon Ferreira  
Saraiva, Eleno Torres. – Londrina: Embrapa Soja, 2010.

(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja,  
ISSN : 2178-1680 ; n.6).

1.Matéria seca. 2.Matéria orgânica. 3.Coertura seca. 4.Resíduo  
orgânico. 5.Milho. 6.Soja. I.Saraiva, Odilon Ferreira. II.Torres,  
Eleno. III. Série. IV.Título.

CDD: 581.754 (21.ed).

---

© Embrapa 2011

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	9
Conclusões .....	24
Referências .....	24

# Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos culturais de milho e soja

---

*Sérgio Luiz Gonçalves<sup>1</sup>*  
*Odilon Ferreira Saraiva<sup>2</sup>*  
*Eleno Torres<sup>3</sup>*

## Resumo

Estudos sobre a dinâmica da decomposição de resíduos culturais, abordando os efeitos de fatores climáticos sobre o processo, como temperatura e umidade, são raros, principalmente os de longa duração, apesar de importantes para a compreensão de processos como a formação da matéria orgânica do solo. O objetivo deste trabalho foi estudar os impactos das temperaturas máxima e mínima, da quantidade de chuvas (precipitação) e da evaporação sobre a evolução da 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. Enquanto as temperaturas mostraram não ser um fator limitante à decomposição dos resíduos, as maiores quantidades de chuvas foram diretamente relacionadas às maiores taxas de decomposição dos resíduos estudados, principalmente no sistema plantio convencional (PC).

**Termos para indexação:** palha, restos culturais, chuva.

---

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

# Climatic effects on decomposition of corn and soybean residues

---

## Abstract

*Studies of climatic effects over residue decomposition are scarce in spite of its importance to understanding the formation of organic matter in the soil. Studies of influence of maximum and minimum temperatures, rain and evaporation 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. While temperatures showed no limitations on decomposition of residues studied, the quantity of rain was directly associate with high level of residues decay. Decomposition levels were greater for tillage systems for both cultures researched.*

**Index terms:** *straw, residue fragments, rain.*

## Introdução

O desenvolvimento das plantas de modo geral, tem o seu desempenho correlacionado com as condições climáticas locais. Estas, quando favoráveis contribuem para o bom desenvolvimento vegetativo e produtivo das mesmas propiciando, após as colheitas, a produção de palha e resíduos, essenciais para o controle de erosão, acúmulo de carbono no solo, diminuição de ervas daninhas e ciclagem de nutrientes. O conhecimento detalhado da dinâmica da decomposição de resíduos culturais, da liberação de carbono e nitrogênio e do papel dos micro-organismos num sistema agrícola é fundamental para a compreensão de processos como a formação da matéria orgânica, a manutenção da fertilidade e da sustentabilidade dos solos. Por sua vez, tanto a dinâmica da decomposição de resíduos quanto a liberação de carbono e nitrogênio, sofrem efeitos ambientais, como temperatura, umidade e tipo de solo, além da composição bioquímica dos resíduos e tipos de micro-organismos do solo (Ruffo & Bollero, 2003). Estudos envolvendo a decomposição de resíduos culturais contribuem significativamente para a ciclagem de nutrientes no solo e são importantes no atual cenário de mudanças climáticas globais, para o melhor entendimento da influência do clima na ciclagem de nutrientes, notadamente nitrogênio e a elevação de níveis de matéria orgânica e carbono nos sistemas agrícolas comerciais.

Além dos aspectos considerados acima, um outro ponto crucial é que a estabilidade produtiva dos solos agrícolas é altamente dependente dos sistemas de cultivo. Phillips & Young Jr (1973) e Vieira (1981), concluíram que a retenção de água, em plantio direto, depende do controle de camadas de compactação do solo e da quantidade de cobertura morta sobre ele. O aumento de palha e resíduos na superfície elevam os níveis de matéria orgânica e as quantidades de torrões não desestruturados pelo preparo de solo, dando ao mesmo uma condição de porosidade mais adequada. Além disso, no plantio convencional, as variações de temperatura do solo entre o dia e a noite são altas, devido às altas incidências de radiação solar durante o dia e as perdas de calor do solo durante a noite. No plantio direto essas variações são menores, o que proporciona melhores condições de germinação das sementes e emergência das plântulas. Assim, a cobertura proporcionada pelos resíduos vegetais influencia, antes de tudo, o comportamento térmico e hídrico do solo.

A dinâmica da decomposição dos resíduos é um aspecto muito complexo e ainda pouco conhecido. De modo geral, para Wieder & Lang (1982), a melhor descrição da decomposição de resíduos culturais, em função do tempo é a do tipo exponencial. Gonçalves et al. (2010, a e b), obtiveram equações exponenciais da decomposição de resíduos de aveia, trigo, milho e soja, nas condições da região norte do Paraná. No entanto, são importantes ainda, nos estudos sobre a dinâmica da decomposição de resíduos culturais, melhores conhecimentos de efeitos ambientais específicos, principalmente aqueles que envolvem a temperatura e a umidade a que ficam expostos os resíduos em condições de campo. Estudos de longo prazo levando-se em conta os efeitos da temperatura e precipitação são raros, porque envolvem estrutura de manutenção e coleta de dados meteorológicos, muitas vezes indisponíveis em campos experimentais. O objetivo deste trabalho foi o estudo, em 12 anos, dos efeitos de fatores climáticos, como temperatura, precipitação e evaporação sobre a dinâmica da decomposição de resíduos de milho e soja, em condições de campo, em sistema de plantio direto e plantio convencional, na época de outono-inverno, na 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 sistema plantio direto (SPD) e sistema plantio convencional (SPC), com início em 1993/1994 e término em 2005/2006. O local situa-se numa região de transição climática, que segundo Cavaglione et al. (2000) é enquadrada, pela classificação de Köppen, no tipo Cfa, de clima subtropical. Assim, apresenta 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 frequentes, 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.



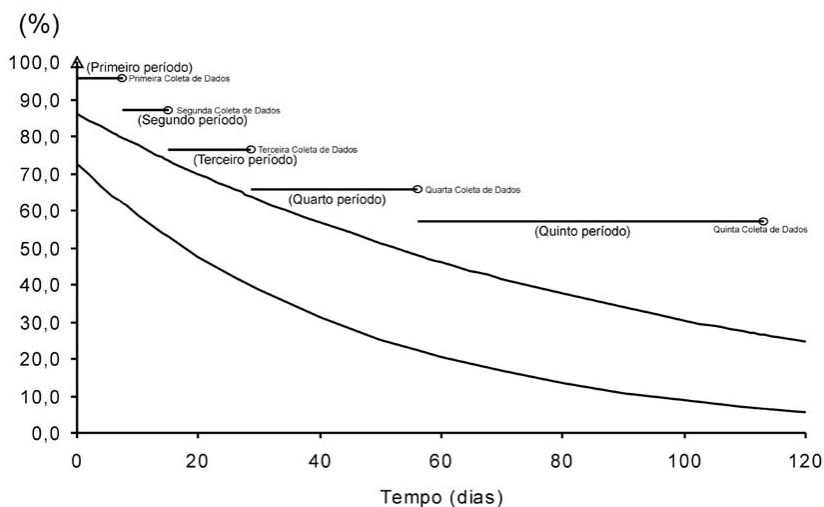
Os dados de decomposição dos resíduos vegetais foram obtidos de séries históricas de dados coletados a campo, durante um período de 12 anos, em experimento instalado em solo de textura argilosa, com teores de argila, silte e areia, de 710; 160 e 120 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006). O delineamento foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas de 180 m<sup>2</sup> (30 x 7,5 m). A massa remanescente dos resíduos em diferentes intervalos de tempo foi determinada em condições de campo, segundo a metodologia de 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 de milho e soja ocorreu entre o outono e o inverno, durante o cultivo de trigo. Ao final do ensaio foram obtidos dados de 12 anos, para a decomposição de resíduos de milho e soja. Os dados foram, então, reunidos e tabulados ano a ano, em planilhas eletrônicas, separando-se SPD e SPC. Foram estimadas as porcentagens diárias de decomposição dos resíduos das culturas estudadas, ano a ano. Para o estudo dos efeitos do clima sobre a decomposição dos resíduos, foram usados também os dados diários de precipitação, temperatura e evaporação, dos respectivos dias de estudo, das estações meteorológicas do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (EMBRAPA) e do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), situados em Londrina-PR.

## Resultados e Discussão

O esquema hipotético (Figura 1) representa a evolução da decomposição ao longo do tempo e todos os períodos de estudo, representando o esquema de decomposição exponencial apresentado por Wieder e Lang (1982) e por Gonçalves et al. (2010), para a decomposição de resíduos de milho e soja. O primeiro período representou a primeira semana após a instalação do experimento, de 1 a 7 dias, quando no 7º dia foi realizada

a primeira remoção dos resíduos para pesagem. O segundo período foi o subsequente, indo do 7° ao 14°, sendo que a remoção dos resíduos ocorreu no 14° dia. O terceiro período foi maior que o anterior, ficando entre o dia 14° e o 26° dia, quando foi retirada a amostra para pesagem. O penúltimo período ocorreu entre o 26° e o 56° dia, com a remoção da amostra no 56° dia. Finalmente, o último período de estudo foi o mais longo, ocorrendo entre o 56° e o 113° dia, quando ocorreu a última remoção para as análises (Figura 1).

Neste trabalho, primeiramente os dados serão apresentados em tabelas, mostrando as médias gerais, tanto dos dados diários de clima quanto os de decomposição de resíduos (médias de 12 anos). Em seguida, serão mostradas figuras, com os dados extremos, ou seja, de quanto a decomposição de resíduos ficou muito diferente da média global (com valores pelo menos 20 % superiores ou inferiores) e os respectivos dados de clima desses anos, mais precisamente os de temperaturas máxima e mínima, evaporação e precipitação (dados de, no mínimo 2 anos, dos 12 estudados).



**Figura 1.** Períodos de estudo da influência do clima na perda de massa de resíduos de milho e soja, em função do tempo (Londrina, PR, 2011).

## Resultados do primeiro período de estudo

A tabela 1 apresenta os dados de decomposição dos resíduos obtidos em todos os anos do experimento, de decomposição dos resíduos, do 1º ao 7º dia do ensaio e os respectivos dados climáticos correspondentes a esses dias.

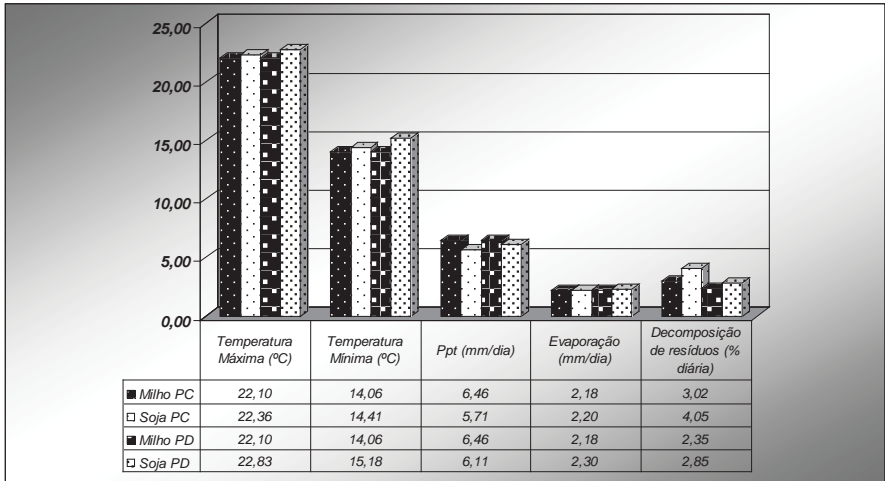
Dos dados tabulados na tabela 1, foram selecionados os anos em que a média de decomposição dos resíduos mostrou-se extremamente alta ou baixa (extremos maiores ou menores que 20%), desde que eles fossem maiores ou igual a 2. Os dados climáticos apenas desses anos foram separados e analisados. Os resultados estão mostrados a seguir. O gráfico da Figura 2 mostra os dados de decomposição de resíduos de milho e soja, nos anos em que a decomposição ficou muito acima da média global obtida no experimento e os respectivos dados de clima do período, que foram as temperaturas, máximas e mínimas, a precipitação e a evaporação regional.

**Tabela 1.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda diária de massa de resíduos de milho e soja (%), em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no primeiro período de estudo (do 1º ao 7º dia). Médias de 12 anos. Londrina, PR, 2011.

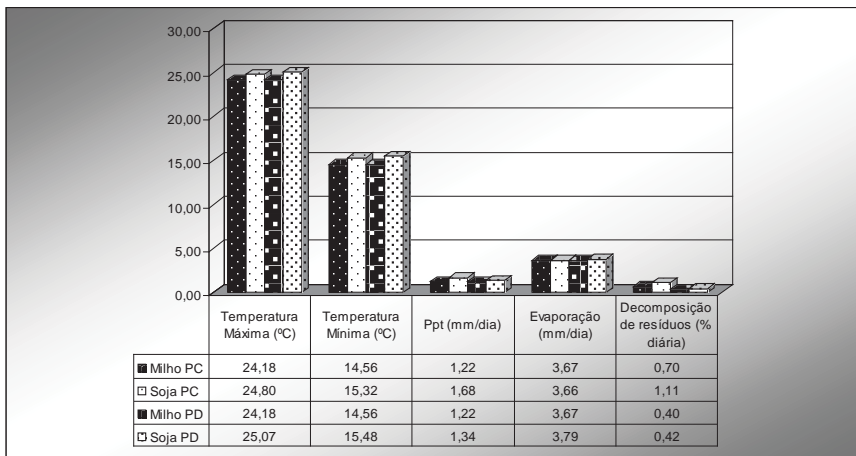
Temperatura máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitação (mm/dia)	Evaporação (mm/dia)	Decomposição de resíduos (% diária)			
				MilhoPC	SojaPC	MilhoPD	SojaPD
23,31	14,42	3,44	2,94	1,85	2,12	1,33	1,34

Por outro lado, quando aconteceu o inverso, ou seja, a decomposição dos resíduos ficou muito abaixo da média geral do ensaio, foi feita a análise dos dados de clima desses anos, utilizando-se o mesmo procedimento anterior e os resultados estão no gráfico da Figura 3.

Analisando-se o aspecto global dos resultados obtidos no primeiro período de estudo é possível perceber que, nos anos em que a decomposição dos resíduos ficou acentuadamente alta ou baixa ocorreu uma condição ambiental especial naqueles anos, especificamente, havendo uma correspondência direta com os fatores climáticos. Assim, nos anos em que a decomposição ficou muito acima da média, houve uma quantidade maior de chuvas, com evaporação de água no sistema menor e temperaturas máximas mais



**Figura 2.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no primeiro período de estudo (do 1º ao 7º dia), quando a decomposição foi acima da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.



**Figura 3.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no primeiro período de estudo (do 1º ao 7º dia), quando a decomposição foi abaixo da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.

amenas, propiciando uma decomposição de resíduos maior (Figura 2), quando em comparação com os dados de todos os anos (Tabela 1). Por sua vez, quando ocorreu o inverso, com a decomposição dos resíduos baixa, houve uma correspondência com temperaturas máximas mais altas, evaporação de água do sistema maior e quantidade diária de precipitação menor (Figura 3). Houve uma tendência clara de a decomposição dos resíduos ser maior no SPC do que no plantio direto (SPD).

## Resultados do segundo período de estudo

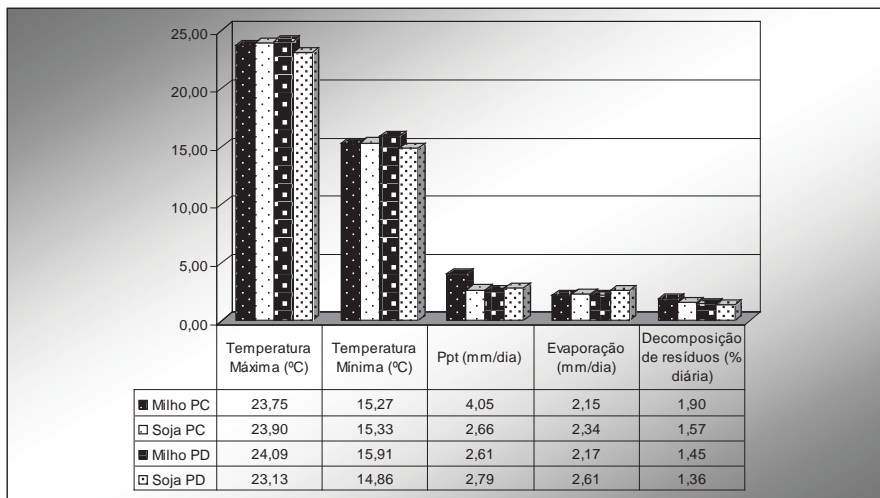
A tabela 2 apresenta os dados de decomposição dos resíduos obtidos em todos os anos do experimento, do 7° ao 14° dia do ensaio e os respectivos dados climáticos.

**Tabela 2.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no segundo período de estudo (do 7° ao 14° dia). Médias de 12 anos. Londrina, PR, 2011.

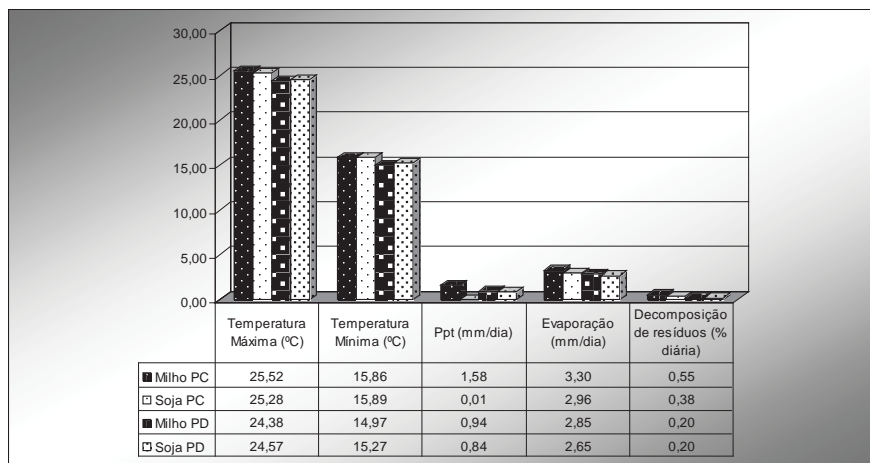
Temperatura máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitação (mm/dia)	Evaporação (mm/dia)	Decomposição de resíduos (%) diária)			
				MilhoPC	SojaPC	MilhoPD	SojaPD
24,13	15,16	1,66	2,61	1,26	1,14	0,73	0,63

Tal como ocorreram com os dados do primeiro período do estudo, nos dados tabulados na tabela 2, foram selecionados os anos em que a média de decomposição dos resíduos mostrou-se extremamente alta ou baixa (extremos maiores ou menores que 20%), desde que eles fossem maiores ou igual a 2. Os dados climáticos, apenas desses anos, foram separados e analisados. Os resultados estão mostrados a seguir. O gráfico da Figura 4 mostra os dados de decomposição de resíduos de milho e soja, nos anos em que a decomposição ficou muito acima da média global obtida no experimento e os respectivos dados de clima do período.

Por outro lado, quando aconteceu o inverso, ou seja, a decomposição dos resíduos ficou muito abaixo da média geral do ensaio, também foi feita a análise dos dados de clima desses anos, como no procedimento anterior e os resultados estão no gráfico da Figura 5.



**Figura 4.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no segundo período de estudo (do 7° ao 14° dia), quando a decomposição foi acima da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.



**Figura 5.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de aveia e trigo, em plantio direto e em plantio convencional, na região norte do Paraná, no segundo período de estudo (do 7° ao 14° dia), quando a decomposição foi abaixo da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2010.

Analisando-se novamente o aspecto global dos resultados obtidos foi possível constatar as mesmas tendências do período anterior. Assim, naqueles anos em que a decomposição dos resíduos ficou acentuadamente alta ou baixa, ocorreu uma condição ambiental especial em termos de precipitação, havendo uma correspondência direta com ela. Nos anos em que a decomposição ficou muito acima da média, houve uma quantidade maior de chuvas, propiciando uma decomposição de resíduos maior (Figura 4), quando em comparação com os dados de todos os anos (Tabela 2). Por sua vez, quando ocorreu o inverso, com a decomposição dos resíduos extremamente baixos, houve uma correspondência com uma quantidade diária de precipitação menor (Figura 5). Também neste período, ficou evidente a maior decomposição dos resíduos no SPC do que no SPD.

## Resultados do terceiro período

A tabela 3 apresenta os dados de decomposição dos resíduos obtidos em todos os anos do experimento, de decomposição dos resíduos, do terceiro período do estudo, ou seja, 14° ao 26° dia do ensaio e os respectivos dados climáticos correspondentes a esses dias.

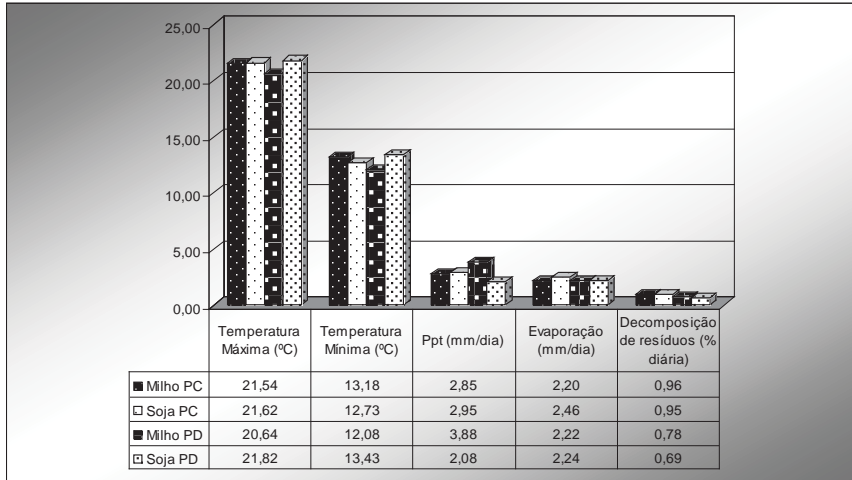
**Tabela 3.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de aveia e trigo, em plantio direto e em plantio convencional, na região norte do Paraná, no terceiro período de estudo (do 14° ao 26° dia). Médias de 13 anos. Londrina, PR, 2010.

Temperatura máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitação (mm/dia)	Evaporação (mm/dia)	Decomposição de resíduos (% diária)			
				MilhoPC	SojaPC	MilhoPD	SojaPD
22,13	13,55	1,49	2,48	0,60	0,57	0,42	0,57

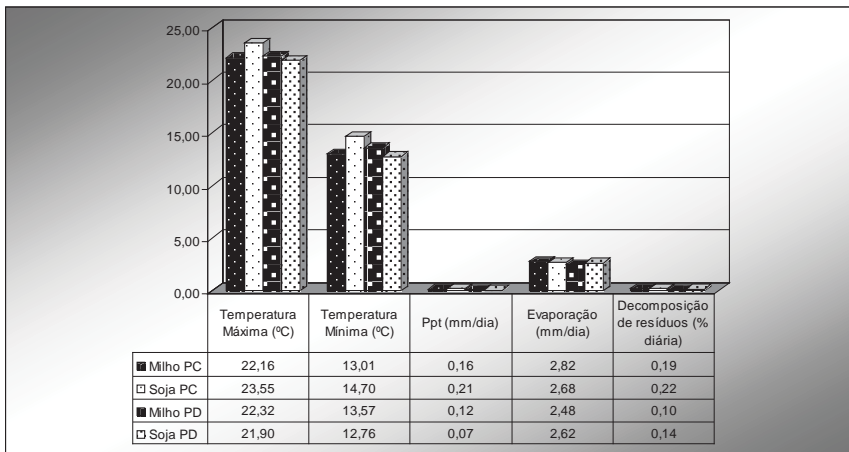
A Figura 6 mostra os dados de decomposição de resíduos de milho e soja, nos anos em que a decomposição ficou muito acima da média global obtida no experimento e os respectivos dados de clima do período.

Por outro lado, quando aconteceu o inverso, ou seja, a decomposição dos resíduos ficou muito abaixo da média geral do ensaio, também foi feita a análise dos dados de clima desses anos, como no procedimento anterior e os resultados estão no gráfico da Figura 7.

Analisando-se o aspecto global dos resultados obtidos no terceiro período de estudo, foi possível perceber, também neste período,



**Figura 6.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no terceiro período de estudo (do 14° ao 26° dia), quando a decomposição foi acima da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.



**Figura 7.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de aveia e trigo, em plantio direto e em plantio convencional, na região norte do Paraná, no terceiro período de estudo (do 14° ao 26° dia), quando a decomposição foi abaixo da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2010



as mesmas tendências verificadas nos períodos anteriores. As temperaturas mais elevadas foram coincidentes com as maiores médias de evaporação, com menor precipitação e menor decomposição dos resíduos. Por outro lado, maiores quantidades de chuva foram coincidentes com maiores taxas de decomposição dos resíduos. Além disso, o sistema de plantio direto mostrou menores taxas de decomposição que o convencional.

## Resultados do quarto período

A tabela 4 apresenta os dados obtidos em todos os anos do experimento, de decomposição dos resíduos, do quarto período do estudo, ou seja, 26° ao 56° dia do ensaio e os respectivos dados climáticos correspondentes a esses dias.

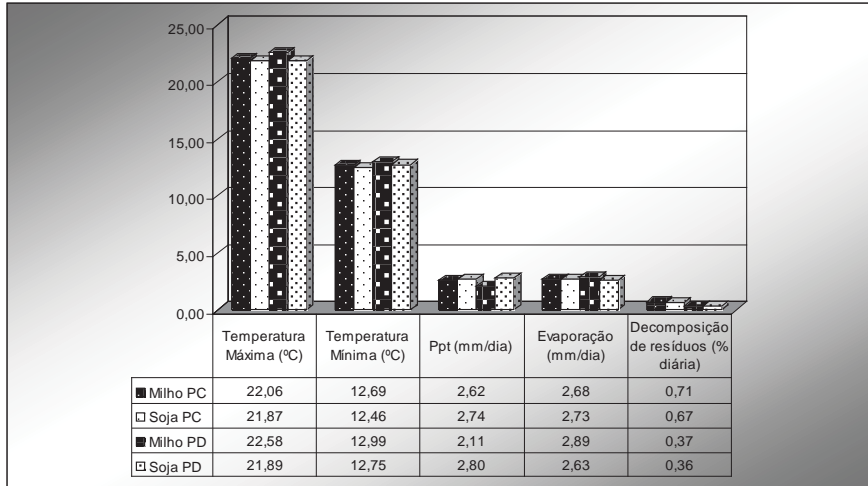
**Tabela 4.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de aveia e trigo, em plantio direto e em plantio convencional, na região norte do Paraná, no quarto período de estudo (do 26° ao 56° dia). Médias de 13 anos. Londrina, PR, 2010.

Temperatura máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitação (mm/dia)	Evaporação (mm/dia)	Decomposição de resíduos (% diária)			
				MilhoPC	SojaPC	MilhoPD	SojaPD
22,25	12,30	1,95	3,12	0,33	0,38	0,25	0,23

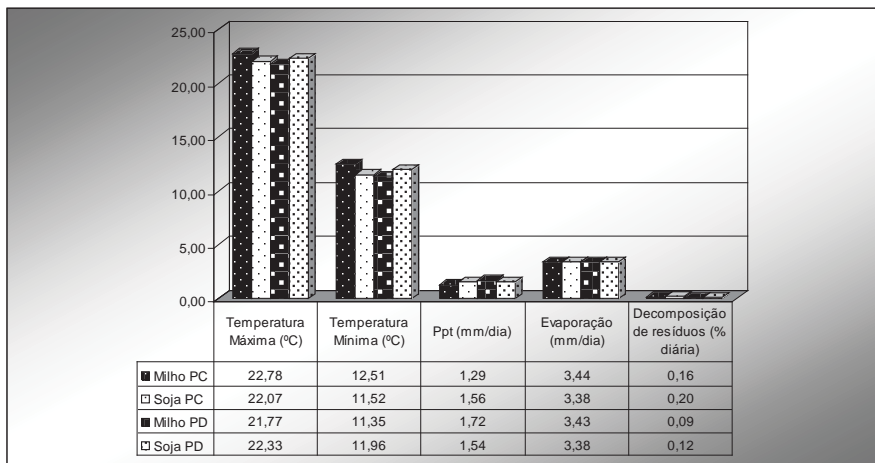
O gráfico da Figura 8 mostra os dados de decomposição de resíduos de milho e soja, nos anos em que a decomposição ficou muito acima da média global obtida no experimento e os respectivos dados de clima do período.

Por outro lado, quando aconteceu o inverso, ou seja, a decomposição dos resíduos ficou muito abaixo da média geral do ensaio, também foi feita a análise dos dados de clima desses anos, utilizando-se o mesmo procedimento anterior e os resultados estão no gráfico da Figura 9.

Analisando-se o aspecto global dos resultados obtidos no quarto período de estudo, foi possível perceber, também neste período, as mesmas tendências verificadas nos três períodos anteriores. As temperaturas mais elevadas foram coincidentes com as maiores médias de evaporação, com menor precipitação e menor decomposição dos resíduos. Por outro lado, maiores quantidades de chuva foram coincidentes com maiores taxas de decomposição dos resíduos. Além disso, o sistema de plantio direto mostrou menores taxas de decomposição que o convencional.



**Figura 8.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no quarto período de estudo (do 26° ao 56° dia), quando a decomposição foi acima da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.



**Figura 9.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em plantio direto e em plantio convencional, na região norte do Paraná, no quarto período de estudo (do 26° ao 56° dia), quando a decomposição foi abaixo da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.

## Resultados do quinto período

Por último, a tabela 5 apresenta os dados de decomposição de resíduos obtidos em todos os anos do experimento, do quinto período do estudo, ou seja, do 56° ao 113° dias do ensaio e os respectivos dados climáticos correspondentes a esses dias.

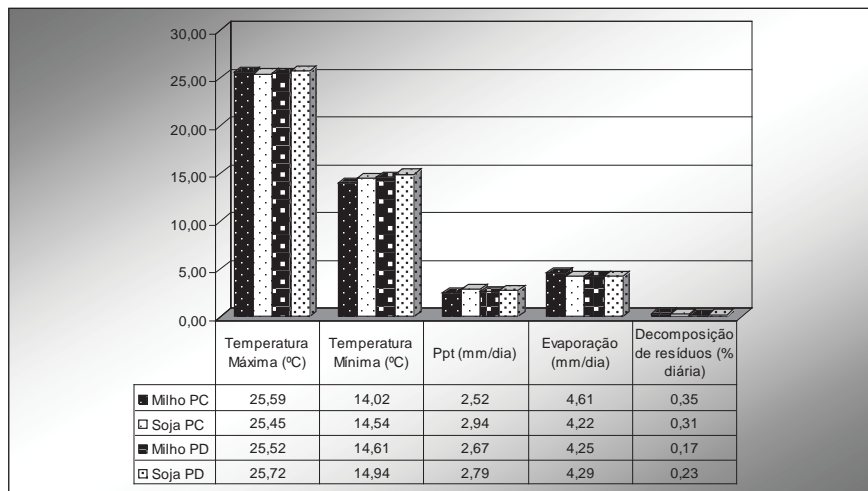
**Tabela 5.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em plantio direto e em plantio convencional, na região norte do Paraná, no quinto período de estudo (do 56° ao 113° dia). Médias de 12 anos. Londrina, PR, 2011.

Temperatura máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitação (mm/dia)	Evaporação (mm/dia)	Decomposição de resíduos (% diária)			
				MilhoPC	SojaPC	MilhoPD	SojaPD
25,90	14,50	1,70	4,70	0,20	0,19	0,10	0,14

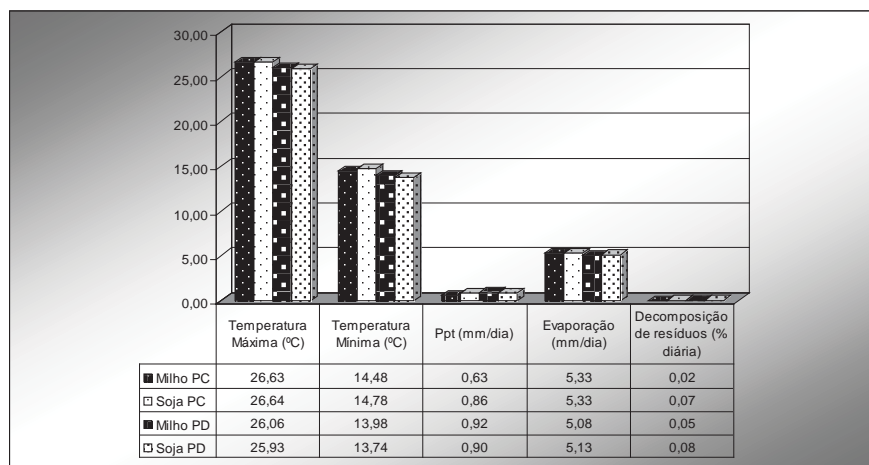
O gráfico da Figura 10 mostra os dados de decomposição de resíduos de milho e soja, em SPC e SPD, nos anos em que a decomposição ficou acima da média global obtida no experimento (nos 12 anos de dados) e os respectivos dados de clima do período.

Por outro lado, o gráfico da Figura 11 mostra os dados de decomposição de resíduos de milho e soja, em plantio convencional, nos anos em que a decomposição ficou muito abaixo da média global obtida no experimento (nos 13 anos de dados) e os respectivos dados de clima do período, que foram a precipitação, a evaporação e as temperaturas, máxima e mínimas.

Analisando-se o aspecto global dos resultados obtidos, os dados obtidos no quinto período mostraram a tendência predominante na maior parte dos dados do ensaio. A de que as temperaturas são importantes, porém as suas variações podem ser pequenas e a alteração dos dados não são tão significativas. No entanto, com a chuva, a tendência continuou sendo aquela verificada nos outros períodos do estudo, de que quantidade maiores de chuva tendem a aumentar a decomposição dos resíduos, ao passo que quando a quantidade de chuva é menor a decomposição também é menor (Figura 10), quando em comparação com os dados de todos os anos (Tabela 5). Por sua vez, quando ocorreu o inverso, com a decomposição dos resíduos extremamente baixos, houve uma correspondência com quantidade diária de precipitação menor (Figura 11). As temperaturas máximas foram, de modo geral, superiores



**Figura 10.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em sistema plantio direto e em sistema plantio convencional, na região norte do Paraná, no quinto período de estudo (do 56° ao 113° dia), quando a decomposição foi acima da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.



**Figura 11.** Dados diários de parâmetros climáticos e perda de massa de resíduos de milho e soja, em plantio direto e em plantio convencional, na região norte do Paraná, no quinto período de estudo (do 56° ao 113° dia), quando a decomposição foi abaixo da média geral do ensaio. Médias de, pelo menos 2 anos. Londrina, PR, 2011.

aos demais períodos havendo, da mesma forma, uma elevação da evaporação regional (Figs. 10 e 11). Tal como no período anterior, foi possível verificar que as taxas de decomposição dos resíduos mostraram-se muito baixas (menores que 1% ao dia), diminuindo as diferenças entre SPC e SPD.

De modo geral, os dados deste trabalho podem ser visualizados de duas maneiras. a) A primeira é a análise dos dados gerais, dos 12 anos de ensaios (Tabelas de 1 a 5). Considerando todos os períodos a temperatura máxima ficou entre 22,13 (Tabela 3) e 25,90 °C (Tabela 5). A temperatura mínima, por sua vez, ficou entre 12,30 (Tabela 4) e 15,16 °C (Tabela 2), enquanto que a precipitação diária ficou entre 1,49 (Tabela 3) e 3,44 mm (Tabela 1). Por último, a evaporação regional, ficou entre 2,48 (Tabela 3) e 4,7 mm por dia (Tabela 5). Com estes indicadores climáticos a decomposição dos resíduos estudados teve uma decomposição máxima diária de 2,12 % (Tabela 1) para soja e 1,85% (Tabela 1) para o milho, no primeiro período, ambos em plantio convencional. E mostraram, também, respectivamente, decomposição diária de 0,19 e 0,20% (Tabela 5), no último período, também em plantio convencional. Já no plantio direto, esta mesma decomposição de resíduos foi de 1,34% ao dia (Tabela 1), para a soja e de 1,33% (Tabela 1) para o milho, ambos no primeiro período de estudo, enquanto que no último período ela ficou em 0,14% e 0,10%, respectivamente (Tabela 5). Os dois primeiros períodos mostraram que as taxas de decomposição dos resíduos são mais elevadas no início e depois tendem a cair. Ficaram claras as diferenças entre os dois tipos de manejo testados, sendo claro que em plantio direto a decomposição de resíduos é mais lenta que no plantio convencional.

b) Por outro lado, nos anos em que a decomposição de resíduos ficou acima da média global (com valores pelo menos 20% superiores aos dados médios das Tabelas de 1 a 5) originou-se os dados das Figuras 2, 4, 6, 8 e 10. Foi possível perceber, então, considerando todos os períodos, que as temperaturas máximas ficaram entre 22,10 (Fig.2) e 25,72 °C (Fig. 10). Ou seja, na mesma faixa dos dados gerais. A temperatura mínima, da mesma forma, permaneceu entre 12,08 (Fig.6) e 15,91 °C (Fig.4). A precipitação, por sua vez, foi superior, ficando entre 2,08 (Fig. 6) e 6,46 mm/dia (Fig.2), enquanto que a evaporação regional foi menor, entre 2,15 (Fig.4) e 4,61 mm/dia (Fig. 10). Nestas condições, tal como as quantidades de chuvas, as decomposições dos resíduos estudados foram superiores, chegando a 4,05% ao dia, na soja em plantio convencional, no primeiro período. Por outro lado,

nos anos em que a decomposição ficou muito abaixo da média global (com valores pelo menos 20 % inferiores aos dados das Tabelas de 1 a 5) originou-se os dados das Figuras 3, 5, 7, 9 e 11. Nesta condição, as temperaturas máximas ficaram entre 21,77 (Fig. 9) e 26,64°C (Fig. 11), também aqui, na mesma faixa dos dados gerais. As mínimas, por sua vez, tiveram a mesma tendência de ser semelhantes aos dados gerais, ficando entre 11,35 (Fig. 9) e 15,89 °C (Fig. 5). As quantidades de chuvas, no entanto, foram inferiores, ficando entre 0,01 (Fig. 5) a 1,72 mm/dia (Fig.9). A evaporação, por sua vez, mostrou o inverso, ficando entre 2,48 (Fig. 7) e 5,33 mm/dia (Fig. 11). Nestas condições, as decomposições foram extremamente baixas, ficando entre 0,02 % (Fig. 11) e 1,11 % ao dia (Fig. 3).

Muitos estudos foram realizados na tentativa de separar ou isolar efeitos de determinada condição ambiental e assim possibilitar estimativas dessa decomposição num determinado ambiente. Vários modelos e estudos para obtenção de taxas de decomposição de resíduos levam em conta o papel da temperatura, da umidade e teores de nutrientes e interações, entre outros, como os de Stott et al. (1990); Shomberg et al. (1994); Ruffo & Bollero (2003) e Quemada (2004), entre outros. A variabilidade dos dados e de resultados, no entanto, é grande, havendo muitas conclusões contrastantes entre diferentes autores, com semelhanças e diferenças significativas. O trabalho de Quemada (2004), por exemplo, de modelagem de decomposição de resíduos vegetais, dá um grande peso ao fator temperatura, considerando 32 °C a temperatura ideal para a decomposição dos resíduos. Diferente do relatado por Gonçalves et al. (2010), pelo menos para a decomposição de resíduos de aveia e trigo, que afirmaram que as melhores temperaturas estão nas faixas inferiores a 30 °C, sendo que se elas forem altas demais, tendem a secar o sistema pela elevação da evaporação da água do solo. Também aqui, neste trabalho, os dados mostram que para milho e soja, a temperatura máxima, conforme mencionado anteriormente, ficou na faixa de, no máximo, entre 22,13 a 25,9 °C. Assim, nestas condições, de temperaturas não tão altas, a decomposição mostrou-se dentro do esperado, ocorrendo exponencialmente, conforme o descrito por Wieder & Lang (1982). Assim, apesar das diferenças entre resultados de literatura, devido, provavelmente a diferenças entre tipos de micro-organismos, clima e solos das diferentes regiões dos estudos, foi possível perceber a importância maior da umidade neste trabalho (Figuras 2,4,6,8 e 10), semelhantes àqueles obtidos por Gonçalves et al. (2010), para aveia e trigo. 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. Isto só não ocorre em condições extremas, como por exemplo, nos desertos, onde as condições não são favoráveis às atividades biológicas, onde a perda de massa é mais dependente de temperatura e radiação solar e não da quantidade de precipitação (Steiberger et al., 1990). Portanto, em regiões agricultáveis, a umidade, advinda das chuvas, tem um papel primordial na decomposição dos resíduos, sendo que quanto mais alta for, maior será a porcentagem diária de decomposição dos resíduos. O mesmo não acontece com as temperaturas, que quando altas demais, favorecem a evaporação, ajudando a secar o sistema e diminuir as taxas de decomposição dos resíduos. Os valores encontrados, tanto de temperaturas, quanto de umidade, em mm/dia, podem ser utilizados em novos modelos de predição de decomposição de resíduos vegetais, especificamente milho e soja.

Apesar dos dados obtidos é importante lembrar que a perda de massa de resíduos vegetais é o resultado da interação entre fatores ambientais e antropogênicos. Assim, a decomposição é dependente de diversos fatores, sendo que a temperatura e a umidade são decisivas, porém não os únicos. Os dados obtidos refletem um trabalho feito durante 12 anos, portanto, de longa duração e refletem bem as condições médias ocorrentes na região do estudo e dão credibilidade às informações obtidas. Assim, as diferenças de resultados envolvendo temperatura, umidade e tipos de resíduos, têm a sua importância intrínseca. Não se pode esquecer, no entanto, que cada ambiente pode favorecer, ou não, determinados tipos de microorganismos presentes na decomposição, que podem ser diferentes dependendo do local e conseqüentemente, influir na decomposição. Assim, trabalhos que envolvam levantamentos quantitativos e específicos de tipos de microorganismos envolvidos na decomposição de resíduos vegetais, certamente sempre serão importantes para o melhor entendimento e compreensão do processo como um todo.

## Conclusões

1. As temperaturas, apesar de amenas, não se constituíram num impedimento à decomposição de resíduos de milho e soja.
2. A quantidade diária de chuvas (precipitação) foi o fator mais importante na decomposição dos resíduos culturais de milho e soja, havendo uma tendência da decomposição ser maior quando chove mais e vice-versa.

## Referências

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

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: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

GONÇALVES, S.L.; SARAIVA, O.F.; FRANCHINI, J.C. ; TORRES, E. **Decomposição de resíduos de aveia e trigo em função do tempo e do manejo do solo**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Embrapa Soja. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 4). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/item/18689/1/Boletim%20pesq%204.pdf> >. Acesso em: 10 set. 2010.

GONÇALVES, S.L.; SARAIVA, O.F.; FRANCHINI, J.C. ; TORRES, E. **Decomposição de resíduos de milho e soja em função do tempo e do manejo do solo**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Embrapa Soja. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 3). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/item/18689/1/Boletim%20pesq.pdf> >. Acesso em: 10 set. 2010.

GONÇALVES, S.L.; SARAIVA, O.F.; TORRES, E. **Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos culturais de aveia e trigo**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Embrapa Soja. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 5). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia>.



embrapa.br/bitstream/item/18689/1/Boletim%20pesq%.pdf >. Acesso em: 03 Jan. 2011.

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](http://www.ibge.gov.br/mapas/tem%C3%A1ticos/mapas_murais/clima.pdf)>. Acesso em : 9 fev. 2008.

PHILLIPS, S.H. & YOUNG, JR. H.M. **No-Tillage Farming**, Milwaukee, Wisconsin, 224 p. 1973.

QUEMADA, M. Predicting crop residue decomposition using moisture adjusted time scales. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 70, p. 283-291, 2004.

RUFFO, M.; BOLLERO, G.A. Residue Decomposition and Prediction of Carbon and Nitrogen Release Rates Based on Biochemicals Fractions Using Principal-Component Regression. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 1034-1040, 2003.

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

STEINBERGER, Y.; SHMIDA, A.; WHITFORD, W.G. Decomposition along a rainfall gradient in the Judean desert, Israel. **Oecologia**, v. 82: 322-324, 1990.

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, p.92-98, 1990.

VIEIRA, M.J. Propriedades Físicas do Solo. In: **Plantio direto no Estado do Paraná**. IAPAR, Circular n° 23, Agosto de 1981, p. 19-30.

WILSON, D.O.; HARGROVE, W.L. Release of nitrogen. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.50, p.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, p. 1636-1642, 1982.

# ***Embrapa Soja***

Rod. Carlos João Strass - Distrito de Warta  
Caixa Postal 231 - CEP 86001-970 - Londrina - PR  
Fone: (43) 3371-6000 - Fax: (43) 3371-6100  
[www.cnpso.embrapa.br](http://www.cnpso.embrapa.br)  
[sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

CGPE 9159



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

