

# **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 2003**

**Manejo de Solos  
Plantas Daninhas e  
Agricultura de Precisão**



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**

**CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

*José Amauri Dimarzio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Hélio Tollini*

*Ernesto Paterniani*

*Luiz Fernando Rigato Vasconcellos*

Membros

*Mauro Motta Durante*

Secretário Geral

**DIRETORIA-EXECUTIVA DA EMBRAPA**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa*

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

Diretores

**EMBRAPA SOJA**

*Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni*

Chefe Geral

*João Flávio Veloso Silva*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Norman Neumaier*

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

*Heveraldo Camargo Mello*

Chefe Adjunto de Administração

*Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:*

*Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja*

*Caixa Postal 231 - CEP 86 001-970*

*Telefone (43) 3371 6000 Fax (43) 3371 6100 Londrina, PR*

*e-mail: sac@cnpso.embrapa.br*

As informações contidas neste documento somente  
poderão ser reproduzidas com a autorização expressa  
do Comitê de Publicações da Embrapa Soja

# *Documentos 253*

## **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja - 2003**

**Manejo de Solos,  
Plantas Daninhas e  
Agricultura de Precisão**

Organizado por:

Odilon Ferreira Saraiva  
Embrapa Soja

Londrina, PR  
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**

Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral  
Caixa Postal 231  
86001-970 - Londrina, PR  
Fone: (43) 3371-6000 - Fax: 3371-6100  
Home page: <http://www.cnpsso.embrapa.br>  
e-mail (sac): sac@cnpsso.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Embrapa Soja**

Presidente:	<i>João Flávio Veloso Silva</i>
Secretaria executiva:	<i>Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite</i>
Membros:	<i>Alexandre Magno Brighenti dos Santos</i> <i>Antonio Ricardo Panizzi</i> <i>Clara Beatriz Hoffmann-Campo</i> <i>Décio Luiz Gazzoni</i> <i>George Gardner Brown</i> <i>Ivan Carlos Corso</i> <i>Léo Pires Ferreira</i> <i>Waldir Pereira Dias</i>
Supervisor editorial:	<i>Odilon Ferreira Saraiva</i>
Normalização bibliográfica:	<i>Ademir Benedito Alves de Lima</i>
Editoração eletrônica:	<i>Neide Makiko Furukawa</i>
Capa:	<i>Danilo Estevão</i>

**1ª Edição**

1ª impressão 11/2004: tiragem: 150 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

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

Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2003: manejo de solos, plantas daninhas e agricultura de precisão / organizado por Odilon Ferreira Saraiva. – Londrina: Embrapa Soja, 2004.  
60p. : il. ; 21cm. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.253)

1.Soja-Pesquisa. 2.Soja- Ecofisiologia. 3.Soja-Biologia molecular. I.Saraiva, Odilon Ferreira (Org.). III.Título. IV.Série.

CDD 633.34072

© Embrapa 2004

## ***Apresentação***

A publicação ***Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja***, editada anualmente, é onde os pesquisadores relatam os principais resultados e avanços obtidos, no último ano, em seus projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia em soja, girassol e trigo. Tem como principal objetivo registrar nossa memória técnica e informar pesquisadores, professores, assistência técnica e demais interessados sobre o andamento das pesquisas durante a última safra. Muitos desses resultados são oriundos de trabalhos em andamento e, portanto, ainda não conclusivos. Sendo assim, a utilização das informações contidas nesta publicação deve ser feita com cuidado. As tecnologias prontas para utilização a campo são discutidas em reuniões específicas e repassadas para a assistência técnica e para os produtores rurais, como Sistemas de Produção ou outras publicações das séries Documentos ou Circular Técnica. As de caráter emergencial são divulgadas na forma de Comunicado Técnico e na *home page* da Embrapa Soja. Os resultados de interesse para a comunidade científica são publicados em revistas periódicas especializadas, de alcances nacional e internacional.

Para facilitar o manuseio, a publicação foi dividida em vários volumes, contemplando os resultados dos projetos de uma área específica de conhecimento ou de áreas correlatas. O presente volume apresenta os resultados obtidos em 2003, nas áreas de Manejo de Solos, Plantas Daninhas e Agricultura de Precisão.

***João Flávio Veloso Silva***

*Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja*



## ***Sumário***

<b>1 MANEJO DO SOLO E DE ESPÉCIES VEGETAIS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM A SOJA .....</b>	<b>7</b>
1.1 Avaliação de sistemas de preparo do solo e manejo do plantio direto envolvendo sucessão e rotação de culturas (04.2000.328-02 e 02.02.519-02) .....	8
1.2 Manejo dos resíduos da colheita condicionado por sistemas de preparo do solo (04.2000.328-05) .....	16
<b>2 APRIMORAMENTO DA TECNOLOGIA DE MANEJO DO SOLO PARA A MELHORIA DA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E AUMENTO DA COMPETITIVIDADE AGRÍCOLA NO PLANALTO MERIDIONAL DO ESTADO DO PARANÁ.....</b>	<b>24</b>
2.1 Caracterização das frações orgânicas de resíduos vegetais e da matéria orgânica do solo .....	24
<b>3 AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MINHOCAS (ANNELIDA: OLIGOCHAETA) EM SISTEMAS AGRÍCOLAS E NATURAIS, E SEU POTENCIAL COMO BIOINDICADORES AMBIENTAIS .....</b>	<b>30</b>
3.1 Avaliação das populações de minhocas como bioindicadores ambientais no Norte e Leste do Estado do Paraná (03.02.5.14.00.02 e 03.02.5.14.00.03) .....	32
3.2 Capacitação e cursos de ecologia e taxonomia de minhocas (03.02.5.14.00.06) .....	45

4 BIOLOGIA E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA .....	53
4.1 Dinâmica do estabelecimento de plantas daninhas (04.2000.324-02) .....	53
5 ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO, EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA, EM ÁREAS DE SEMEADURA DIRETA, NAS REGIÕES CENTRAL E SUL DO BRASIL .....	59
5.1 Estudo da variabilidade espacial de fatores determinantes do rendimento das culturas, em sistemas de produção com soja: Plantas Daninhas (12.2001.100-02) .....	60

# **MANEJO DO SOLO E DE ESPÉCIES VEGETAIS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM A SOJA**

**Nº do projeto:** 04.2000.328 e 02.02.519 (transição).

**Lider:** Eleno Torres

**Unidades/Instituições participantes:** Embrapa Soja, Embrapa Agrobiologia, IAPAR, EPAGRI, COAMO, ESALQ, GRETA e FAPA, AGRARIA

Na região Meridional do Brasil, onde predominam Latossolos com textura argilosa que, quando utilizados em monocultura de soja e submetidos a intensa movimentação, na maioria das situações, têm apresentado degradação física e decréscimo da capacidade produtiva, originando plantas com sistema radicular reduzido e restrito a uma camada superficial de solo, tornando-se com isso, mais sensíveis a incidência de patogênicos de solo. O objetivo da pesquisa é o manejo adequado do solo e dos restos culturais, o uso de semeadura direta e a concepção de sistemas de rotação de culturas, com espécies econômicas e melhoradoras do solo para aumentar a cobertura vegetal e/ou para recuperar biologicamente as aptidões físicas do solo, diminuir a incidência de doenças, otimizar os rendimentos da soja e culturas associadas. Para atingir os objetivos são conduzidos subprojetos e planos de ação em diferentes tipos de solos, do domínio ecológico "Florestas e campos meridionais", nos Estados do Paraná e Santa Catarina.

## 1.1 Avaliação de sistemas de preparo do solo e manejo do plantio direto envolvendo sucessão e rotação de culturas (04.2000.328-02 e 02.02.519-02)

Eleno Torres; Odilon Ferreira Saraiva; Julio Cezar Franchini;  
George Brown; Paulo Roberto Galerani; Álvaro M.R. Almeida;  
Eduardo Garcia Cardoso<sup>1</sup>; Lincoln Zotarelli<sup>2</sup>; Mariluci da Silva Pires;  
Donizete Aparecido Loni

A grande parte da área cultivada com culturas anuais como a soja, o milho, o trigo, etc está localizada em latitudes menores que 24°, caracterizadas por temperatura elevadas e ocorrência de fortes chuvas principalmente no verão, onde a formação da cobertura morta sobre o terreno é difícil e a matéria orgânica é degradada com muita rapidez, tornando o solo mais suscetível à compactação. Apesar de ter evoluído, o manejo do solo, muitas vezes, ainda é feito de maneira inadequada. Este procedimento provoca a erosão, a degradação do solo e o decréscimo de produtividade da soja e culturas associadas. A alternativa para minimizar o problema é aprimorar a tecnologia de manejo do solo. Assim, a continuidade de solução dos problemas de degradação de solo, demanda a condução de experimentos de longa duração que envolvam sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas, cuja ênfase principal deve ser a expansão e consolidação do plantio direto. Os objetivos são: avaliar o efeito de sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas e, das respectivas interações sobre as características físicas e químicas do solo e produtividade da soja e culturas associadas; avaliar a dinâmica da compactação do solo no plantio direto e seu efeito sobre o desenvolvimento radicular e produtividade da soja; e, avaliar práticas mecânicas e biológicas que preservem a cobertura morta e minimizem a compactação do solo no plantio direto. O plano de ação inicialmente é constituído de cinco atividades.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### 1.1.1 Avaliação de sistemas de preparo do solo e semeadura da soja

O experimento foi instalado num Latossolo Vermelho distróferrico e teve início no ano de 1981. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com os seguintes tratamentos: sistema direto; preparo convencional (arado de disco + grade niveladora); preparo com escarificador (escarificador + grade niveladora); e preparo com grade pesada (grade pesada + grade niveladora).

Apesar dos ganhos de produtividade observados nos últimos anos no plantio direto, a monocultura trigo/soja não ofereceu sustentabilidade ao sistema, principalmente, nos cinco primeiros anos (Fig. 1.1). Nesses anos, o plantio direto teve comportamento semelhante, ou inferior, ao convencional. Após esse período, o plantio direto apresentou desempenho superior, na maioria dos anos, aos sistemas que mobilizaram o solo. Esses resultados refletem o desempenho do plantio direto nos Latossolos Vermelho distroférrico do Norte do Paraná, Sul de São

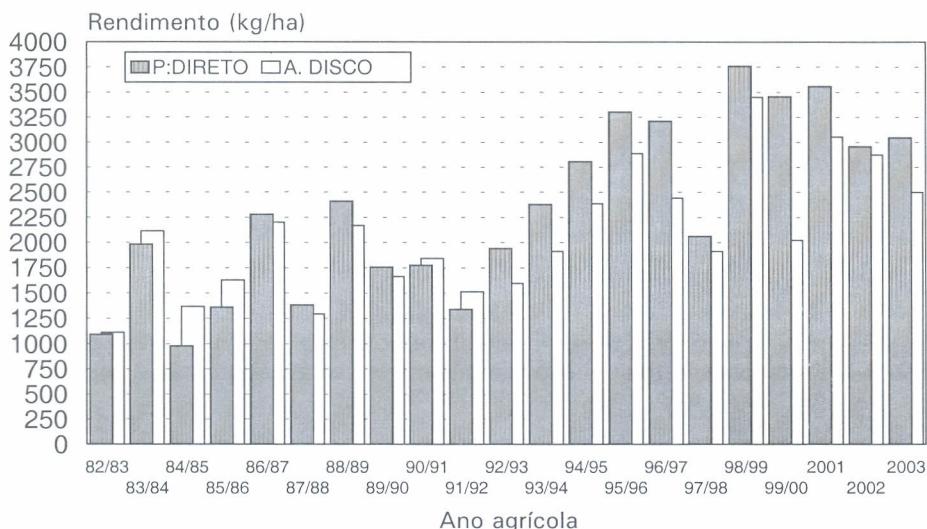


FIG. 1.1. Produtividade da soja observada no plantio direto e preparo com arado de disco em diferentes anos agrícolas. Embrapa Soja. 2003.

Paulo e do Mato Grosso do Sul, quando se usa a sucessão soja/trigo. A produtividade do trigo (Fig. 1.2) apresentou o mesmo comportamento da soja nos primeiros anos, mas após o período de transição, não evidenciou os mesmos ganhos de produtividade que ocorreu na soja. Fato que evidencia que a monocultura trigo/soja diminui a produtividade do trigo no plantio direto. Esse decréscimo de produtividade no trigo foi associado à incidência de doenças foliares.

O ano agrícola de 2002/03 (vigésimo segundo ano do experimento) a produtividade de grãos da soja não diferiu estatisticamente entre os tratamentos de preparo do solo. As produtividades observadas foram: plantio direto (3049 kg/ha), escarificador (2504 kg/ha), grade pesada (2664 kg/ha) e arado de disco (2503 kg/ha).

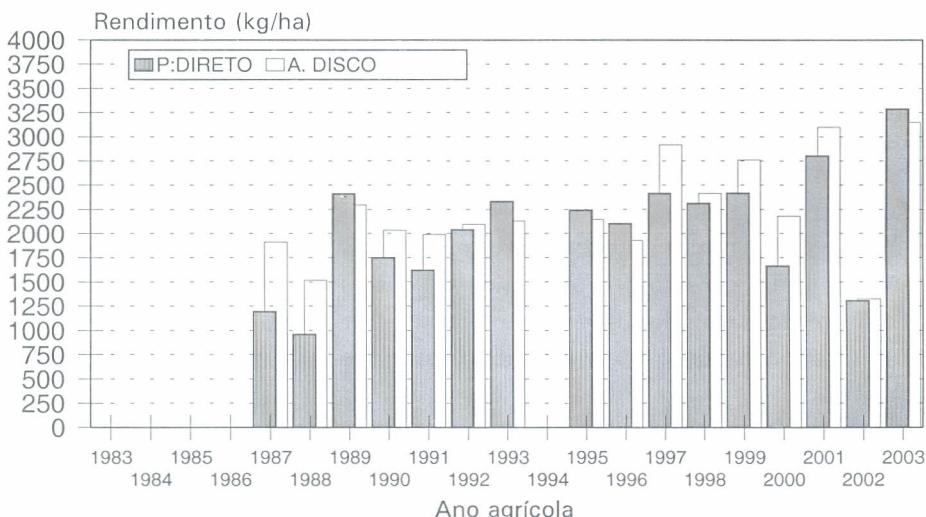


FIG. 1.2. Produtividade trigo observada durante vários anos em dois sistemas de manejo do solo. Embrapa Soja. 2003.

### **1.1.2 Avaliação de sistemas de produção de soja: manejo, rotação e cultivares**

O experimento foi instalado num Latossolo Vermelho distroférrico e teve início no ano de 1993/94. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com os tratamentos sendo distribuídos em fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram cinco sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas, e duas cultivares de soja. Os tratamentos de preparo e de rotação foram: aração (arado de disco + grade niveladora na sucessão soja/trigo); gradagem pesada (grade pesada + grade niveladora na sucessão soja/trigo); aração II (aração por uma safra e gradagem pesada por duas safras consecutivas na sucessão soja/trigo); plantio direto I (rotação: tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja); e plantio direto II (rotação: nabo/milho - aveia/soja - trigo/soja). As duas cultivares de soja foram BRS-183 (ciclo precoce) e BR-156 (ciclo médio).

Desde o início do experimento não foi constado efeito da interação cultivares x sistemas de manejo do solo sobre a produtividade da soja. O comportamento da soja em resposta aos sistemas de manejo do solo foi semelhante ao do experimento anterior. Após o período de transição, na maioria dos anos, além dos ganhos de produtividade plantio direto apresentou maior peso de 100 sementes e altura de planta. No ano agrícola de 2002/03 a produtividade de grãos da soja foi mais elevada, estatisticamente, nos tratamentos mantidos em plantio direto. Outro fato interessante observado nos anos anteriores, relacionado possivelmente à disponibilidade de nitrogênio, foi de que, em valores absolutos, a produtividade do milho foi sempre superior quando o seu cultivo foi antecedido no inverno anterior pelo tremoço em relação ao nabo.

### **1.1.3 Avaliação de sistemas de preparo do solo x rotação de culturas**

O experimento foi instalado num Latossolo Vermelho distroférrico e teve início no ano de 1988. O delineamento experimental foi em blocos

ao acaso, com os tratamentos distribuídos em fatorial 7 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos são sete sistemas de preparo do solo e duas seqüências de rotação de culturas. Os sistemas de preparo são: escarificação com escarificador tipo cruzador; plantio direto - três anos (sistema direto com a utilização a cada três anos de escarificador tipo cruzador); plantio direto contínuo; aração com arado de discos; aração com arado de aiveca; gradagem com grade pesada; e preparo alternado, a cada ano um implemento diferente (arado de disco, arado de aiveca, escarificador). Os sistemas de seqüências de culturas foram: sucessão soja/trigo contínua; e rotação tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja - trigo/soja.

O ano agrícola de 2002/03 foi o décimo quarto de execução do experimento. Os resultados das análises físicas foram apresentados (Tabela 1.1) evidenciam resultados importantes para a viabilização do plantio direto nos Latossolos Vermelho distroférrico, principalmente relacionados com a compactação do solo. Na maioria dos anos, nas profundidades compreendidas entre 8 e 16 cm, a rotação de culturas diminuiu a densidade global do solo no plantio direto. Esses resultados mostram que os problemas de compactação no plantio direto podem ser minimizados pela rotação de culturas, possibilitando, também, que a transição do plantio convencional para o plantio direto, principalmente nos solos degradados, seja feita sem o impacto negativo que normalmente ocorre nos cinco primeiros anos.

Para quem não adota rotação de cultura e tem problemas de compactação do solo, o uso de escarificador do tipo cruzador depois da colheita da soja e antes da semeadura do trigo ou qualquer outro cereal, também vem sendo alternativa viável, conforme evidenciou o tratamento plantio direto-três anos. Essa tecnologia preserva grande parte dos resíduos na superfície e quase não diminui a matéria orgânica do solo. Ela deve ser realizada após a colheita da soja, em virtude da pequena quantidade de palha deixada, e antes da semeadura do trigo ou aveia ou de outra espécie de fácil germinação. Recomenda-se preparar o terreno quando o mesmo estiver na consistência friável para não levantar grandes torrões, mesmo que isso prejudique um pouco a eficiência da descompactação. Esperar uma ou duas chuvas para que o

**TABELA 1.1.** Valores de densidade global do solo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), observados em três profundidades, durante vários anos, em sete sistemas de preparo do solo e dois sistema de rotação de culturas. Londrina, PR, 2003.

Sistema de pregaro	Sistema de rotação	1997	1999	2000	2001	2002	2003	
8 cm	Direto	Rotação <sup>1</sup> Sucessão <sup>1</sup>	1,22 1,28	1,22 1,26	1,25 1,25	1,27 1,26	1,23 1,22	1,24 1,29
	Direto (3 anos)	Rotação Sucessão	1,23 1,26	1,22 1,26	1,24 1,24	1,24 1,21	1,20 1,22	1,23 1,24
	Arado disco	Rotação Sucessão	1,18 1,19	1,25 1,22	1,09 1,11	1,09 1,14	1,11 1,14	1,22 1,20
	Direto	Rotação Sucessão	1,23 1,29	1,25 1,26	1,25 1,30	1,22 1,27	1,20 1,24	1,23 1,25
16 cm	Direto (3 anos)	Rotação Sucessão	1,23 1,24	1,24 1,27	1,26 1,26	1,23 1,22	1,22 1,21	1,25 1,24
	Arado disco	Rotação Sucessão	1,19 1,23	1,22 1,25	1,23 1,18	1,20 1,18	1,18 1,21	1,28 1,27
	Direto	Rotação Sucessão	1,21 1,28	1,22 1,22	1,20 1,23	1,22 1,19	1,15 1,18	1,20 1,18
	Direto (3 anos)	Rotação Sucessão	1,21 1,27	1,21 1,23	1,19 1,19	1,17 1,24	1,21 1,17	1,17 1,23
24 cm	Arado disco	Rotação Sucessão	1,28 1,30	1,20 1,23	1,27 1,26	1,20 1,21	1,15 1,23	1,24 1,21

<sup>1</sup>Rotação: tremoço ou nabo/milho - aveia/soja - trigo/soja - trigo/soja. Sucessão: trigo/soja.

terreno assente, para depois realizar a semeadura, preferencialmente, sem o nivelamento do terreno. A velocidade de semeadura não deve ultrapassar os 6 km/h, para evitar o embuchamento da máquina.

No ano agrícola de 2002/03, nos tratamentos de preparo do solo mantidos em rotação ou em sucessão de culturas foi cultivada a soja. Tanto a altura de planta como a produtividade de grãos soja (Tabela 1.2) foram mais elevadas nos sistemas de manejo do solo mantidos em plantio direto. A rotação de culturas proporcionou maior altura de planta em todos os tratamento de manejo do solo em relação a monocultura. A maior altura de planta observada no plantio direto, em alguns anos, pode apresentar o inconveniente de causar o acamamento das plantas. O acamamento observado após a consolidação do plantio direto (mais de sete anos) é um problema que começa chamar a atenção e vem preocupando os técnicos da extensão e agricultores. Nessa última safra agrícola foi verificada interação significativa entre sistemas de preparo do solo e rotação de culturas. A produtividade da soja foi mais elevada nos tratamentos mantidos no verão em plantio direto: plantio direto continuo, preparo com cruzador no inverno e plantio direto no verão, todos os anos e; plantio direto com mobilização do solo a cada três anos, em relação aos sistemas que mobilizam o solo todos os anos e ao plantio direto de apenas um ano de condução. Esses tratamentos mantidos em plantio direto tiveram o mesmo desempenho tanto na rotação como na sucessão de culturas. Já nos sistemas que mobilizaram o solo e no plantio direto com apenas um ano de duração a produtividade da soja foi mais elevada nos tratamentos mantidos em rotação de culturas em relação a monocultura trigo/soja.

**TABELA 1.2.** Valores médios de altura de planta e rendimento de grãos da soja observados em sete sistemas de preparo do solo e dois sistemas de rotação de culturas. Embrapa Soja, 2003.

Sistema de preparo	Altura de planta (cm)			Rendimento (kg/ha)		
	Rot. Trigo	Suc. <sup>4</sup> Trigo	Média	Rot. Trigo	Suc. Trigo	Média
Direto	65	51	58ab	3770Aab	3479Aab	3624
Direto(três anos)	69	49	59ab	3615Aabc	3216A bc	3416
Cruzador	71	52	61a	3898Aa	3750Aa	3824
Arado de disco	64	44	54 b	3021A d	2518B d	2770
Direto 1 ano	53	32	42 c	3087A cd	1440B c	2263
Grade pesada	62	45	53 b	3629Aabc	2849B d	3239
P. alternado	63	42	52 b	3221A bcd	2429B d	2825
Média	64 A	45 B		3463	2811	

<sup>1</sup> P. Direto (3 anos) - Sistema direto com a utilização a cada três anos do escarificador tipo cruzador. O preparo do solo é feito antecedendo a cultura de inverno (trigo).

<sup>2</sup> Preparo alternado. A cada ano utiliza-se um implemento (arado de disco, arado de aiveca, escarificador). Em 1996/97. No preparo do solo para a cultura de verão foi utilizado Arado de aiveca.

<sup>4</sup> Suc.: Sucessão - trigo/soja. Rot.: Rotação - tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja - trigo/soja. Em 1994: aveia

<sup>5</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

## 1.2 Manejo dos resíduos da colheita condicionado por sistemas de preparo do solo (04.2000.328-05)

Odilon Ferreira Saraiva; Eleno Torres; Donizete Aparecido Loni;  
Mariluci da Silva Pires

Nos sistemas agrícolas modernos, os restos de culturas constituem-se na fonte de matéria orgânica para o solo, o que possibilitará a conservação do ambiente, garantindo o sucesso da exploração agrícola. Os materiais orgânicos, que interagem com o solo, se constituem num dos componentes essenciais para tornar isso possível. As fontes desses materiais, quando é praticado o cultivo e uso intensivo do solo, são somente os restos de culturas que compõem os sistemas. Sempre que um determinado sistema é implantado, estabelece-se um novo equilíbrio, condicionado pelo clima, tipo de solo e práticas de manejo do solo e das culturas. Os restos de culturas sobre a superfície do solo promovem o controle da erosão, de plantas daninhas, da temperatura da camada superficial e a conservação de umidade do solo. A sua incorporação beneficia os aspectos físico-químicos. Assim, há interesse que parte dos restos de culturas permaneçam na superfície e o restante seja incorporado.

Objetivou-se quantificar o poder de incorporação dos restos de culturas pelos sistemas de preparo do solo e estudar o ritmo de perdas de massa de alguns restos de culturas, para identificar as relações da dinâmica dos restos produzidos no sistema de produção da soja.

### 1.2.1 Influência dos sistemas de preparo do solo sobre as relações da dinâmica dos restos da colheita

Foi avaliada a quantidade de material remanescentes sobre o solo e a cobertura. Os tratamentos foram constituídos de sete sistemas de preparo do solo: cruzador, plantio direto, plantio direto três anos e cruzador no quarto ano, arado de discos, arado de aivecas, grade pesada e preparo alternado, sob duas modalidades de rotação de culturas: trigo/soja contínuo e aveia/soja - tremoço/milho - trigo/soja - trigo/soja.

A produção de restos de cultura de soja na safra de verão 2002/2003 não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 1.3). Em média a produção de 3860 kg/ha de restos de soja cobriu 79% da superfície do solo. Após o preparo do solo para a cultura subsequente de inverno, observou-se que os restos de soja foram incorporados em função dos tratamentos. Não houve incorporação nos tratamentos com plantio direto. Naqueles com grade pesada seguida de grade niveladora houve mais incorporação do que naquele em que foi usado o cruzador.

Os restos de trigo, tanto nos sistemas com sucessão de culturas, quanto naqueles com rotação, produziram o suficiente para a total cobertura do solo, 100% (Tabela 1.4), na maioria dos casos. Após a aplicação dos tratamentos de preparo do solo nos tratamentos que não eram plantio direto, observou-se a tendência de maior incorporação com arado de aivecas, seguido do arado de discos, seguido da grade pesada.

### **1.2.2 Decomposição dos restos de culturas em condições de campo**

Foi estudada a perda de massa de restos de culturas, utilizando a técnica dos sacos de nylon com restos de culturas. Os mesmos foram instalados na superfície das parcelas de plantio direto e enterrados a 15-20 cm de profundidade nas parcelas de cultivo convencional, com arado de discos. Os sacos eram recolhidos para avaliações após 0, 1, 2, 4, 8 e 16 semanas de permanência no campo.

Os resultados são mostrados nas tabelas 1.5 e 1.6. Durante a safra de verão foi estudada a perda de massa de restos de culturas de trigo e aveia produzidas na safra de inverno. Na safra de inverno, as perda de massa de restos de culturas de milho e soja produzidas na safra de verão.

Comparando-se a perda de massa dos restos de culturas de aveia e trigo, quando incorporados (Trat. AD-S) e mantidos na superfície (Trat. PD-S), observa-se que houve maior redução de massa, quando os mesmos foram incorporados ao solo, o que foi favorecido pelo maior conta-

**TABELA 1.3.** Massa e cobertura do solo pelos restos de culturas de soja, antes e após a realização do preparo do solo para a cultura subsequente. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2004. Safra de verão 2002/2003.

Tratamentos <sup>1</sup>	Após colheita		Preparo adotado <sup>2</sup>	Após preparo	
	Massa (kg/ha)	Cobertura (%)		Massa (kg/ha)	Cobertura (%)
Restos de soja .....					
CR-Suc	4278	83	CR/-	2184 b <sup>2</sup>	54
PDCR-Suc	5323	93	PD/-	5323 a	93
PD-Suc	4357	84	PD/-	4357 a	84
AD-Suc	3521	75	GP/GN	373 c	9
AA-Suc	2690	63	PD/-	2690 b	63
GP-Suc	3381	73	GP/GN	434 c	11
PA-Suc	3559	75	GP/GN	305 c	7
Média	3873	79			
CR-Rot	4123	82	CR/-	1426 b	39
PDCR-Rot	3647	76	PD/-	3647 a	76
PD-Rot	3497	74	PD/-	3497 a	74
AD-Rot	4509	86	GP/GN	655 bc	18
AA-Rot	3115	69	PD/-	3115 a	69
GP-Rot	3707	77	GP/GN	625 bc	17
PA-Rot	4333	84	GP/GN	398 c	10
Média	3847	79			
Média geral	3860	79			
CV (%)	24			30	

<sup>1</sup> CR= Cruzador, PDCR= Plantio Direto 3 anos/Cruzador, PD= Plantio Direto, AD= Arado do Discos, AA= Arado de Aivecas, GP= Grade Pesada e PA= Preparo Alternado. Rotações: Suc= Trigo/Soja contínuo e Rot= Aveia/Soja - Tremoço/Milho - Trigo/Soja - Trigo/Soja.

<sup>2</sup> Preparo primário/Preparo secundário: CR= Cruzador, PD= Plantio Direto, GP= Grade Pesada e GN= Grade Niveladora.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<5\%$ ).

**TABELA 1.4.** Massa e cobertura do solo pelos restos de culturas de trigo, antes e após a realização do preparo do solo para a cultura subsequente. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2004. Safra de inverno 2003.

Tratamentos <sup>1</sup>	Após colheita		Preparo adotado <sup>2</sup>	Após preparo	
	Massa (kg/ha)	Cobertura (%)		Massa (kg/ha)	Cobertura (%)
..... Restos de trigo .....					
CR-Suc	2259	97	CR/-	2259 a <sup>2</sup>	97
PDCR-Suc	2886	100	PD/-	2886 a	100
PD-Suc	2064	95	PD/-	2064 a	95
AD-Suc	2754	100	AD/GN	174 b	13
AA-Suc	2480	99	AA/GN	81 b	4
GP-Suc	2719	100	GP/GN	247 b	20
PA-Suc	2978	100	GP/GN	231 b	18
Média	2591	100			
CR-Rot	3217	100	CR/-	3217 a	100
PDCR-Rot	2405	99	PD/-	2405 a	99
PD-Rot	2320	98	PD/-	2320 a	98
AD-Rot	3063	100	AD/GN	207 b	16
AA-Rot	2813	100	AA/GN	113 b	7
GP-Rot	2373	98	GP/GN	151 b	10
PA-Rot	2526	99	GP/GN	230 b	18
Média	2674	100			
Média geral	2633	100			
CV (%)	23			34	

<sup>1</sup> CR= Cruzador, PDCR= Plantio Direto 3 anos/Cruzador, PD= Plantio Direto, AD= Arado do Discos, AA= Arado de Aivecas, GP= Grade Pesada e PA= Preparo Alternado. Rotações: Suc= Trigo/Soja contínuo e Rot= Aveia/Soja - Tremoço/Milho - Trigo/Soja - Trigo/Soja.

<sup>2</sup> Preparo primário/Preparo secundário: CR= Cruzador, PD= Plantio Direto, AD= Arado de Discos, AA= Arado de Aivecas, GP= Grade Pesada e GN= Grade Niveladora.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<5\%$ ).

**TABELA 1.5.** Restos de culturas (RC) remanescentes, em porcentagem, de aveia e trigo após degradação no campo, sob duas modalidades de preparo do solo. Embrapa Soja. Safra de verão 2002/2003. Londrina, PR. 2004.

RC	Trat.	Períodos de remoção (dias e data)					
		0	7	14	23	62	112
		27/11/02	04/12/02	11/12/02	20/12/02	28/01/03	19/03/03
Aveia	PD-S <sup>1</sup>	100,00	77,36	71,12	65,01	43,76	22,47
Aveia	AD-S	100,00	62,64	52,63	41,70	24,22	9,75
Trigo	PD-S <sup>1</sup>	100,00	79,23	77,84	73,37	55,04	31,59
Trigo	AD-S	100,00	70,53	61,54	53,69	33,10	16,35
Ppt Acum (mm)		0,0	61,4	69,3	75,7	388,7	575,0

<sup>1</sup> Trat. AD-S e PD-S referem-se, respectivamente, aos resíduos enterrados no sistema Arado de Discos e colocados na superfície, no Plantio Direto. Ppt Acum (mm) = Precipitação acumulada durante o período de amostragem.

**TABELA 1.6.** Restos de culturas (RC) remanescentes, em porcentagem, de soja e milho após degradação no campo, sob duas modalidades de preparo do solo. Embrapa Soja. Safra de inverno 2003. Londrina, PR. 2004.

RC	Trat.	Períodos de remoção (dias e data)					
		0 28/05/03	9 06/06/03	14 11/06/03	28 25/06/03	56 23/07/03	112 17/09/03
Soja	PD-S(1)	100,00	88,22	86,46	80,78	76,37	70,56
Soja	AD-S	100,00	89,94	80,20	76,85	65,06	53,96
Milho	PD-S(1)	100,00	85,43	77,11	72,52	62,18	57,96
Milho	AD-S	100,00	81,67	73,70	67,40	61,82	39,63
Ppt Acum (mm)		0,0	30,5	31,6	32,7	80,9	164,6

<sup>1</sup> Trat. AD-S e PD-S referem-se, respectivamente, aos resíduos enterrados no sistema Arado de Discos e colocados na superfície, no Plantio Direto. Ppt Acum (mm) = Precipitação acumulada durante o período de amostragem.

to com o solo. Comparando-se os tipos de restos de culturas, houve maior perda de massa para os de aveia. Os restos de aveia foram obtidos no início do florescimento da cultura (época indicada para rolagem ou dessecação) e os de trigo, após a produção de grãos. A riqueza em nutrientes dos materiais foi o fator decisivo, para a ocorrência de maior perda de massa dos restos de aveia.

Durante o período de inverno, quando os restos de culturas estudados eram de milho e soja, observou-se maior perda de massa quando os restos eram incorporados. Comparando-se os tipos de restos de culturas, houve maior perda de massa para os de milho.

Outros fatores como a riqueza em nutrientes, o nível de contato com o solo, o estado de lignificação dos restos de culturas e o clima interagiram entre si, fornecendo, como resposta final, a capacidade dos mesmos de permanecerem no ambiente no próximo ciclo de culturas, determinando o banco de materiais orgânicos em decomposição.

Analizando-se o fato de ter sobrado maior quantidade de restos de alguns materiais, ao final do período de observações, mesmo quando incorporados, dá a indicação de que parte dos restos passam para o próximo ciclo de culturas, possibilitando o maior enriquecimento do ambiente em carbono, favorecendo o seqüestro de carbono pelo ambiente. Isto vem de encontro com os conceitos atuais de melhoria da qualidade do ambiente, pois, o carbono mantido no ambiente na forma de materiais orgânicos associados com o solo, melhorando suas características físicas e químicas, ainda tem a vantagem de não estarem na atmosfera na forma de dióxido de carbono, um dos responsáveis pelo efeito estufa que vem se agravando no nosso planeta. A manutenção dos restos de culturas na superfície do solo, à semelhança do que ocorre no sistema de plantio direto, possibilita a manutenção de maiores quantidades de carbono no ambiente.

Neste período de observações, foi possível algumas conclusões preliminares:

- A produção de restos de soja proporcionou em média 80% de cobertura do solo.

- A cultura de trigo foi capaz de produzir restos suficientes para cobrir 100% do solo.
- O aumento da capacidade de incorporar foi observada na seguinte ordem: semeadura direta, cruzador, escarificador, grade pesada, arado de discos e arado de aivecas.
- A perda de massa dos restos de culturas foi observada ser maior quando incorporados ao solo, em relação aos mesmos mantidos na superfície.
- No período de verão, em relação ao de inverno, foi observada maior perda de massa de restos de cultura.
- Com exceção da aveia incorporada, os demais restos de culturas, soja, milho e trigo, não foram totalmente decompostos, mesmo quando incorporados ao solo.





# APRIMORAMENTO DA TECNOLOGIA DE MANEJO DO SOLO PARA A MELHORIA DA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E AUMENTO DA COMPETITIVIDADE AGRÍCOLA NO PLANALTO MERIDIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

Nº do Projeto: 02.02.519

Líder: Eleno Torres

Número de subprojetos que compõem o projeto: 10

**Unidades/Instituições participantes:** Cooperativa Agropecuária Mourãoense; Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária; Cooperativa Agrária Entre Rios Ltda.; Instituto Agronômico do Paraná; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; Universidade de Campinas; United States Department of Agriculture Agricultural Research Service; Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural

## 2.1 Caracterização das frações orgânicas de resíduos vegetais e da matéria orgânica do solo

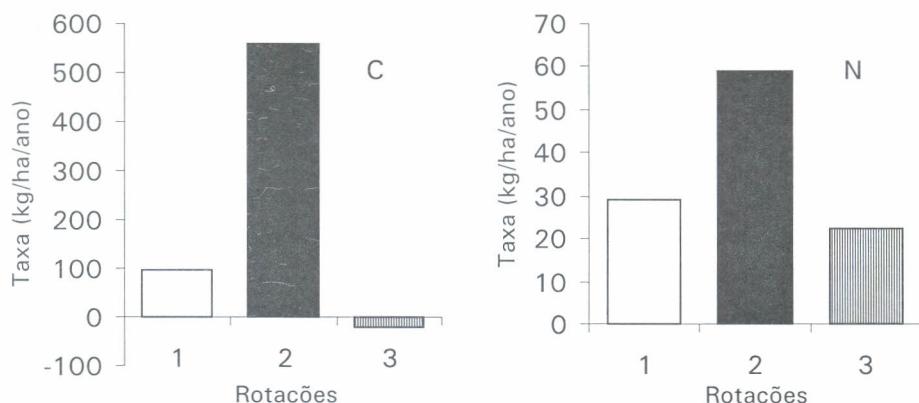
Julio Cezar Franchini; Eleno Torres; Odilon F. Saraiva;  
Paulo Roberto Galerani; Joaquim Mariano da Costa<sup>1</sup>

A matéria orgânica do solo (MOS) é constituída por frações orgânicas em diferentes estádios de decomposição, desde resíduos vegetais recém incorporados até compostos húmicos e fúlvicos de maior estabilidade, resultantes do processo de decomposição de longo prazo. O manejo do solo, com ênfase nos principais sistemas utilizados atualmente, plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) e sistemas de rotação de culturas incluindo plantas de cobertura e adubação verde,

<sup>1</sup> Cooperativa Agropecuária Mourãoense.

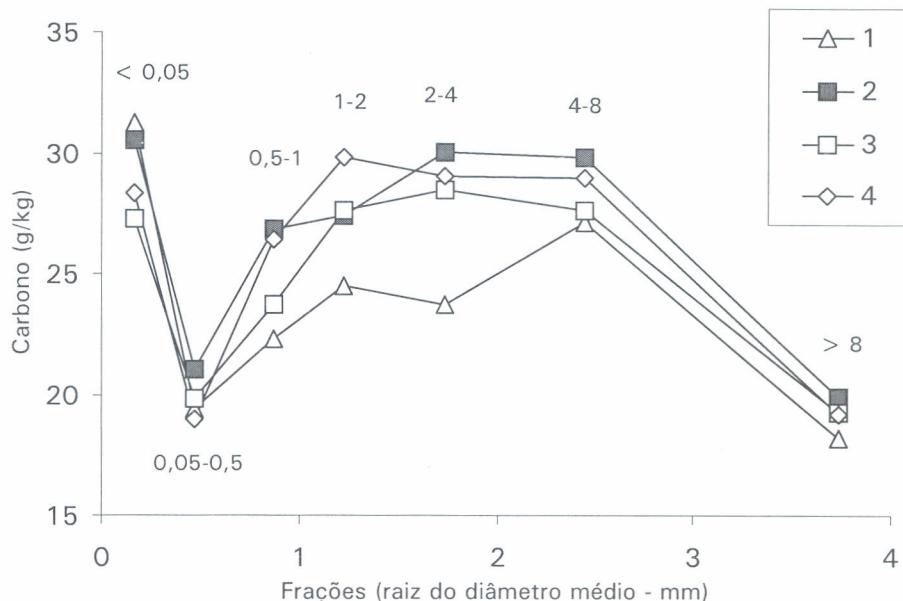
tem influência na distribuição do carbono (C) e nitrogênio (N) em classes de agregados estáveis no solo e no estoque de MOS. Em experimentos de sistemas de manejo e rotação de culturas de longo prazo desenvolvidos em Londrina e Campo Mourão foram, avaliados os estoques de C e N e a distribuição dos mesmos em diferentes frações de solo estáveis em água. Em experimento desenvolvido em parceria entre a COAMO e Embrapa Soja, há 20 anos, em Campo Mourão vêm sendo conduzidos quatro sistemas de rotação de culturas com o objetivo de avaliar seus efeitos sobre a dinâmica do carbono (C) e do nitrogênio (N), no sistema de plantio direto. Nos últimos quatro anos os sistemas apresentaram as seguintes culturas: 1) aveia/milho/milho safrinha/ milheto/soja/milho safrinha/soja/trigo/soja; 2) tremoço /milho/ aveia/soja/trigo/soja/ trigo/soja; 3) ervilha forrageira/milho/ milheto + guandu /milho/milho safrinha/soja/ trigo/soja e 4) soja/trigo contínuo. O delineamento experimental utilizado é o de blocos ao acaso com quatro repetições. Em maio de 2003, foram abertas trincheiras e coletadas amostras deformadas e indeformadas de solo nas camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm e 30 a 40 cm. Nas amostras indeformadas foi determinada a densidade do solo (Ds), enquanto nas amostras deformadas foram determinados os teores de C por oxidação com dicromato em meio ácido e de N por digestão sulfúrica e colorimetria com azul de indofenol. A partir dos teores de C e N em g/kg de solo e da Ds em kg/m<sup>3</sup>, foram determinados os estoques de C e N em kg/m<sup>2</sup> e posteriormente em kg/ha. Também foram coletadas amostras indeformadas de solo na camada de 0 a 5 cm para análise da distribuição de carbono em frações estáveis do solo. As amostras foram coletadas em recipientes plásticos com dimensões de 11 cm x 11 cm x 3 cm, largura, comprimento e altura, respectivamente. Os blocos foram saturados durante 20 minutos e transferidos para a peneira superior de um conjunto constituído por peneiras com abertura de malha decrescente: 8,00; 4,00; 2,00; 1,00 e 0,50 mm. As peneiras estavam contidas em um recipiente com água e foram submetidas à oscilação vertical de 5 cm numa taxa de 30 ciclos por minutos durante 30 minutos. A seguir o solo retido em cada peneira foi separado. A fração < 0,50 mm foi passada por peneira de malha de 0,053 mm e a suspen-

são resultante foi floculada. Todas as frações foram secas e moídas e analisadas quanto aos teores de C e N, como mencionado anteriormente. Considerando o sistema 4 como referência observou-se, que na camada de 0 a 40 cm, houve acréscimo de 582, 1179, 446 kg/ha de N, nos sistemas 1, 2 e 3, respectivamente. Considerando-se o tempo decorrido desde o inicio do experimento (20 anos) obtém-se taxas de acúmulo de N de 29, 59 e 22 kg/ha/ano para os mesmos sistemas (Figura 2.1). No caso do C os valores de estoque observados foram 1932, 11169, -420 kg/ha, determinando taxas de acúmulo de 97, 558 e -21 kg/ha/ano, para os sistemas 1, 2 e 3, respectivamente (Figura 2.1). O sistema 3 promoveu perdas de C em relação à sucessão soja/trigo. O sistema 2 de rotação de culturas foi o que proporcionou os maiores aumentos relativos de C e N, podendo ser considerado como o mais adequado para a sustentabilidade do potencial produtivo do solo avaliado neste estudo.



**FIG. 2.1.** Taxa de acúmulo ou perda de carbono e nitrogênio em sistemas de rotação de culturas em relação ao sistema soja/trigo contínuo após vinte anos.

Independente do sistema de rotação (Figura 2.2) o teor de carbono nas frações  $> 0,053$  e  $< 8,00$  mm aumentou com o diâmetro das frações, indicando que para estas frações o C é o principal responsável pela formação dos agregados. Para as frações  $< 0,053$  o teor de C



**FIG. 2.2.** Teores de carbono em frações do solo em sistemas de rotação de culturas em plantio direto.

aumentou em relação à fração subsequente enquanto para a fração > 8,00 o teor de carbono diminuiu em relação à fração anterior. No caso da fração < 0,053, o comportamento se explica pela mesma ser constituída por partículas de silte e argila, principais responsáveis pela proteção e acúmulo de carbono no solo. Já o comportamento da fração > 8,00 mm demonstra que estas são mantidas unidas por raízes ou hifas de fungos que não tem seu efeito refletido no teor de C da fração. O sistema 3 apresentou maior redução de C nas partículas primárias (< 0,05) em relação aos demais sistemas avaliados.

Em outro experimento desenvolvido em parceria entre a COAMO e a Embrapa Soja, há 15 anos, em Campo Mourão, vêm sendo conduzidos quatro sistemas de manejo do solo: 1) plantio direto contínuo com rotação (tremoço/milho/aveia/soja/ trigo/soja) (PDR); 2) plantio direto contínuo com sucessão soja/trigo (PDS); 3) plantio direto com rotação e mobilização com cruzador a cada três anos (PDRR) e 4) plantio con-

vencional com sucessão soja/trigo com arado de discos (PCS). Também, em maio de 2004, foram coletadas amostras da camada de 0 a 5 cm, para avaliar a distribuição de C e N em frações do solo, segundo a metodologia descrita acima para sistemas de rotação de culturas.

A massa de solo na fração > 8,00 mm diminuiu enquanto aquela nas frações < 8,00 mm aumentou, na seguinte ordem dos sistemas: PDR, PDRR, PDS e PCS (Figura 2.3). Este ordenamento dos sistemas indica que o não revolvimento do solo e a rotação de culturas aumentaram a estabilidade dos agregados em relação ao revolvimento e a sucessão de culturas.

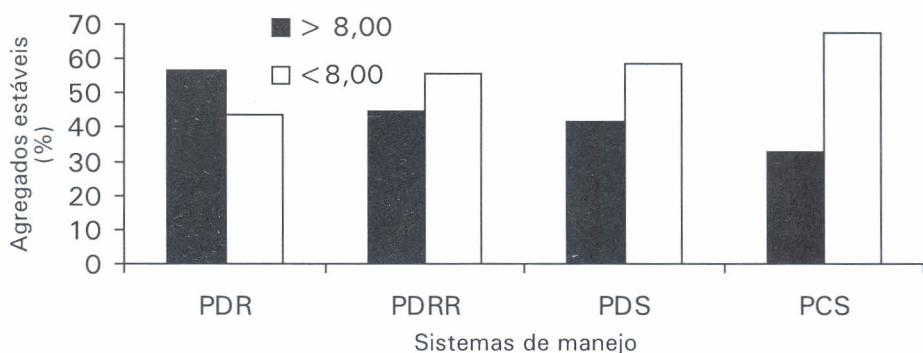


FIG. 2.3. Distribuição de frações do solo em sistemas de manejo.

Considerando os sistemas PDR e PCS como extremos, o teor de C e N nas frações foram sempre superiores no primeiro em relação ao segundo. A quantidade de carbono na fração > 8,00 mm diminuiu enquanto aquela nas frações < 8,00 mm aumentaram, na mesma ordem observada para a massa das frações (Figura 2.4).

Os resultados indicam que o plantio direto favorece o acúmulo de C em agregados do solo, aumentando a estabilidade da camada superficial em relação ao plantio convencional, o que aliado a cobertura com resíduos vegetais reduz a suscetibilidade do sistema à erosão.

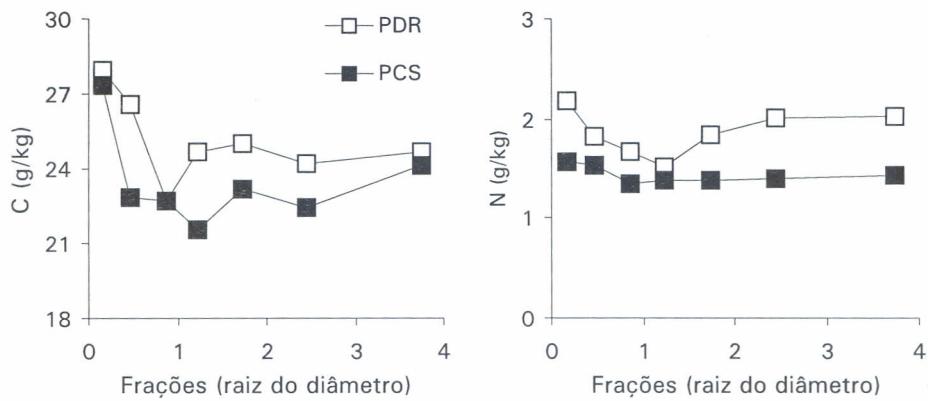


FIG. 2.4. Teores de carbono e nitrogênio em frações do solo nos sistemas PDR e PCS.



# AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MINHOCAS (ANNELIDA: OLIGOCHAETA) EM SISTEMAS AGRÍCOLAS E NATURAIS, E SEU POTENCIAL COMO BIOINDICADORES AMBIENTAIS

No. Projeto: 03.02.5.14.00

Líder: George Gardner Brown

Número de planos de ação que compõem o projeto: 07

**Unidades/Instituições participantes:** Embrapa Soja; Embrapa Clima Temperado; Embrapa Instrumentação Agropecuária; Universidade Estadual de Londrina; Universidade do Centro Positivo; IRD/Universidade Paris VI (França); ECT (Alemanha); Natural History Museum University of Kansas (USA); Instituto de Ecologia, A.C. (México)

As minhocas são invertebrados essencialmente edáficos e podem ser encontradas em quase qualquer ambiente, concentrando-se onde há maior umidade e matéria orgânica. Podem ser usadas como biondicadoras da qualidade do solo e têm comprovados efeitos positivos sobre a estrutura física do solo, a disponibilidade de nutrientes para as raízes, o crescimento das plantas e a produtividade agrícola. Porém, as inerentes dificuldades taxonômicas e técnicas de trabalho com minhocas têm gerado pouco interesse de cientistas comparado com outros invertebrados e, como consequência, existem poucos trabalhos sobre a biologia, ecologia e distribuição das espécies brasileiras e/ou exóticas e o conhecimento das suas relações ecológicas e importância nos ecossistemas brasileiros é muito reduzido. Portanto, o potencial das minhocas como recurso natural continua sendo pouco aproveitado no Brasil.

Das mais de 800 espécies estimadas no Brasil, apenas 240-260 são conhecidas, e grandes áreas continuam sem número representativo, existindo estados (por ex., Paraná) com nenhum ou poucos registros de espécies de minhocas. Há, também, várias espécies nativas que estão ou podem estar sujeitas ao risco de extinção devido à perda de habitat natural e coleta predatória. Várias espécies exóticas (mais de 20) têm invadido principalmente áreas agrícolas

no país, mas existe pouca informação dos efeitos dessas espécies sobre o solo e as populações de espécies nativas. No momento não há taxônomo atuante no Brasil e existem poucas pessoas no mundo capazes de identificar as minhocas brasileiras. É, portanto, imprescindível que se capacitem brasileiros para a identificação de minhocas, que possam gerar mais informações sobre as suas populações (ecologia, taxonomia, biogeografia, distribuição) nos diferentes ecossistemas do país e sobre o uso potencial destes animais como bioindicadores ambientais.

Este projeto avaliará em mais de 100 locais (qualitativamente e quantitativamente) as comunidades de minhocas (exóticas e nativas) em diversos ecossistemas e usos do solo nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul (incluindo ecossistemas nativos e muitos agroecossistemas em propriedades rurais), para conhecer a biodiversidade presente e sua correlação com o ambiente (tipo de manejo, vegetação, solo e suas características). O estudo também visa avaliar o potencial agronômico e de bioindicação das minhocas, bem como encontrar as técnicas de manejo ou uso do solo que promovam aumentos em suas populações e efeitos benéficos ao solo. Finalmente, planeja-se criar um "kit" para a amostragem rápida de minhocas, a ser utilizado amplamente pela Embrapa e outros usuários. Também serão definidos os métodos mais eficientes (adequada relação custo-benefício) para coletar minhocas no campo e aplicá-los em estudos de bioindicadores.

Um grande número de produtores rurais serão capacitados para a amostragem de minhocas e seu uso como bioindicadoras, e vários pesquisadores e alunos serão capacitados na identificação taxonômica de minhocas brasileiras em um mini-curso ministrado por especialistas. Todas as informações desse curso e oriundas do projeto serão disponibilizadas em um CD-ROM.

### 3.1 Avaliação das populações de minhocas como bioindicadores ambientais no Norte e Leste do Estado do Paraná (03.02.5.14.00.02 e 03.02.5.14.00.03)

George G. Brown<sup>a1</sup>; Samuel W. James<sup>b</sup>; Klaus D. Sautter<sup>c</sup>; Amarildo Pasini<sup>d</sup>; Norton P. Benito<sup>e</sup>; Daiane H. Nunes<sup>e</sup>; Vanesca Korasaki<sup>f</sup>; Éder Ferrari dos Santos<sup>g</sup>; Cássio Matsumura<sup>f</sup>; Priscila T. Martins<sup>f</sup>; Antônio Pavão<sup>h</sup>; Sérgio H. da Silva<sup>h</sup>; Gustavo Garbelini<sup>h</sup>; Eleno Torres<sup>a</sup>

#### 3.1.1 Introdução

Estes planos de ação visam: quantificar diversos parâmetros ecológicos (número de espécies, distribuição, abundância, biomassa, associações, rareza, estado de conservação, etc.) das minhocas nativas e exóticas no Norte e Leste do Estado do Paraná; determinar a interação entre fatores edáficos e ambientais e as populações de minhocas presentes em cada local amostrado; identificar o potencial das minhocas como bioindicadores ambientais; e criar uma coleção de minhocas do Estado do Paraná.

#### 3.1.2 Estado atual do conhecimento da biodiversidade das minhocas no Paraná

Da área total do Estado do Paraná (cerca de 200.000 km<sup>2</sup>), 28% são usados para fins agrícolas, 34% estão com pastagens e 14% com florestas. Existem cinco tipos principais de vegetação nativa no estado: floresta de *Araucaria angustifolia*, cerrado, restingas, campo nativo e Mata Atlântica sensu-stricto, sendo esta considerada um “hot-spot” de biodiversidade animal e vegetal.

<sup>1</sup> Bolsista CNPq

<sup>a</sup> Pesquisador e <sup>b</sup>técnico, Embrapa Soja, Londrina-PR

<sup>c</sup> Pesquisador, Natural History Museum, University of Kansas, Lawrence-KS, USA

<sup>d</sup> Professor, Unicenp, Rua Prof. Pedro V.de Souza, 5300, 81280-330 Curitiba-PR

<sup>e</sup> Professor, <sup>f</sup>alunos de Pós-graduação e <sup>g</sup>estagiários de graduação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR

<sup>g</sup> Estagiário IC-CNPq, Universidade do Norte do Paraná, Londrina-PR

Até 2002, pouquíssimas coletas de minhocas haviam sido feitas no Paraná, e apenas 10 espécies eram citadas oficialmente: as exóticas *Amyntas corticis*, *A. gracilis*, *A. morrisi*, *Pheretima darnleiensis*, *Metaphire californica* e *M. schmardae* (Voss, 1986; Chan, 1997) e as espécies nativas *Rhinodrillus duseni* (Michaelsen, 1918), *Pontoscolex corethrurus*, *Glossoscolex bergi* e *G. matogrossensis* (Zicsi, 1990). O conhecimento da biologia e importância das minhocas nos ecossistemas paranaenses também era ínfimo. Portanto, para estimular o conhecimento da biodiversidade e da importância funcional das minhocas como bioindicadores ambientais e da fertilidade do solo, foi iniciado em 2003, como parte do projeto "Avaliação de populações de minhocas (Annelida: Oligochaeta) em sistemas agrícolas e naturais, e seu potencial como bioindicadores ambientais", um inventário extensivo das espécies de minhocas do Paraná. Os primeiros resultados desse inventário estão na Tabela 3.1. Os espécimes coletados pelas equipes participantes do projeto estão depositados temporariamente no Laboratório de Invertebrados Edáficos da Embrapa Soja, e posteriormente serão transferidos ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

**TABELA 3.1.** Espécies de minhocas encontradas no Paraná, até maio de 2004.

Nº	Família	Gêneros/espécies	Nativa ou exótica
1.	Megascolecidae	<i>Amyntas corticis</i>	Exótica
2.		<i>Amyntas gracilis</i>	Exótica
3.		<i>Amyntas morrisi</i>	Exótica
4.		<i>Metaphire californica</i>	Exótica
5.		<i>M. schmardae</i>	Exótica
6.		<i>Pheretima darnleiensis</i>	Exótica
7.	Lumbricidae	<i>Eisenia andrei</i>	Exótica
8.	Acanthodrilidae	<i>Dichogaster affinis</i>	Exótica
9.		<i>Dichogaster bolaui</i>	Exótica
10.		<i>Dichogaster saliens</i>	Exótica
11.		<i>Dichogaster</i> sp. ( <i>modigliani</i> )?	Exótica
			Continua...

Nº	Família	Gêneros/espécies	Nativa ou exótica
...Continuação Tabela 3.1			
12.	Eudrilidae	<i>Eudrilus eugeniae</i>	Exótica
13.	Ocnerodrilidae	<i>Ocnerodrilidae</i> sp. 1	Nativa
14.		<i>Ocnerodrilidae</i> sp. 2	Nativa
15.		<i>Ocnerodrilidae</i> sp. 3	Nativa
16.		<i>Ocnerodrilidae</i> sp. 4	Nativa
17.		<i>Ocnerodrilidae</i> sp. 5	Nativa
18.		<i>Eukerria emete</i>	Nativa
19.	Almidae	<i>Drilocrius</i> sp. 1	Nativa
20.		<i>Drilocrius</i> sp. 2	Nativa
21.	Glossoscolecidae	<i>Andiorrhinus</i> n. sp. 1	Nativa
22.		<i>Andiorrhinus</i> n. sp. 2	Nativa
23.		<i>Andiorrhinus</i> n. sp. 3	Nativa
24.		<i>Fimoscolex</i> n. sp. 1	Nativa
25.		<i>Fimoscolex</i> sp. 2	Nativa
26.		<i>Glossoscolex bergi</i>	Nativa
27.		<i>Glossoscolex matogrossensis</i>	Nativa
28.		<i>Glossoscolex tupii</i>	Nativa
29.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 1	Nativa
30.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 2	Nativa
31.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 3	Nativa
32.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 4	Nativa
33.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 5	Nativa
34.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 6	Nativa
35.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 7	Nativa
36.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 8	Nativa
37.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 9	Nativa
38.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 10	Nativa
39.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 11	Nativa
40.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 12	Nativa
41.		<i>Glossoscolex</i> n. sp. 13	Nativa
42.		<i>Pontoscolex corethrurus</i>	Nativa *
43.		<i>Rhinodrilus duseni</i>	Nativa
44.		<i>Urobenus brasiliensis</i>	Nativa
45.		<i>Urobenus</i> sp. 1	Nativa

\* Minhoca nativa ao Brasil, porém não originária do Paraná.

As coletas foram realizadas, até o momento, em 40 municípios (Figura 3.1). Durante a estadia do consultor (Prodetab) Dr. Samuel James, taxônomo norte-americano do Museu de História Natural da Universidade de Kansas foram visitados cerca de 20 municípios. O estudo taxonômico das amostras coletadas durante a consultoria ou previamente coletadas pelos participantes do projeto resultou na identificação de 39 espécies de minhocas. Destas, várias são espécies novas (Tabela 3.1). Do total de 45 espécies conhecidas para o Paraná até setembro 2004 (Tabela 3.1), 12 espécies (27%) são espécies exóticas (não nativas do Brasil), e 33 espécies (73%) são nativas.

Outras espécies de minhocas que possivelmente ocorram no Paraná (porém, ainda não encontradas), por estarem presentes nos estados ou países vizinhos, incluem: *Eukerria eiseniana*, *E. saltensis*, várias *Diachaeta* spp. e *Opistodrillus borelli* (exóticas), assim como *Glossoscolex corrientes*, *G. uruguayensis*, *G. vizottoi* e *Fimoscolex sacii* (nativas).

O número de espécies de um ser vivo presente numa determinada região é, freqüentemente, assunto de bastante controvérsia. As minhocas não são uma exceção. Fragoso (2001) estimou que o número de espécies de minhocas ao nível regional nos trópicos, seria de 20 espécies para cada 100.000 km<sup>2</sup>. Porém, estudos realizados para o estado de São Paulo (Brown e James, 2004; Righi, 1999), revelaram a presença de 74 espécies conhecidas e 90 espécies estimadas, em 250 mil km<sup>2</sup>, o equivalente a 30 ou 36 espécies para cada 100,000 km<sup>2</sup>. Se extrapolamos essas diferentes estimativas para o Paraná, resultam de 40 (estimativa conservadora) a 72 espécies de minhocas. Contudo, se consideramos: a) que apenas uma pequena parte do estado foi amostrada até agora (menos de 10% dos municípios); b) que diversos habitats nativos, com ecossistemas bastante diversificados, em diversas regiões do estado, têm, ainda, que ser amostrados; c) que o nível de endemismo das espécies nativas pode ser bastante alto (assim como observado no estado de São Paulo); d) que já foram encontradas no Paraná, com um baixo esforço de coleta, 45 espécies – é bem provável que a estimativa maior (72 spp.) esteja bem mais próxima do número real.

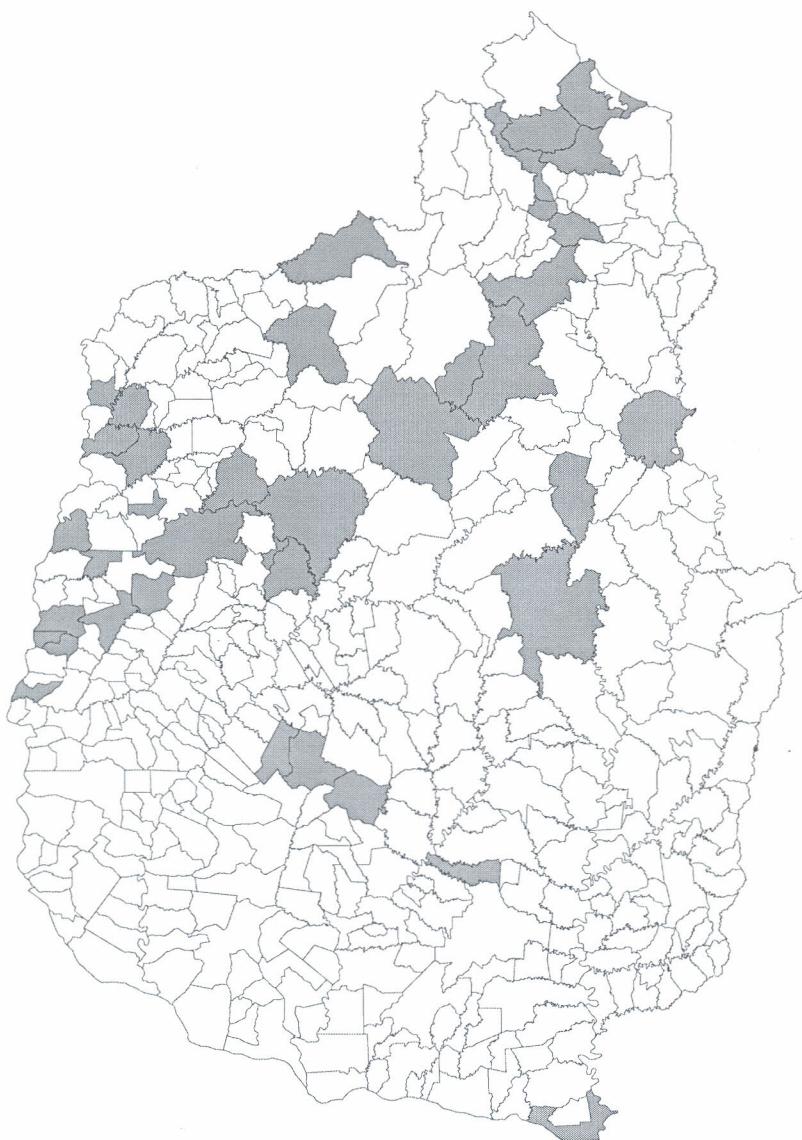


FIG. 3.1. Municípios do Paraná onde ocorreram as coletas de minhocas, até maio de 2004.

### 3.1.3 Populações de minhocas em diferentes ecossistemas (dados quantitativos)

#### 3.1.3.1 Materiais e Métodos

Minhocas foram coletadas em 12 locais (aprox. 30 tratamentos distintos), em 8 municípios do Paraná. As amostragens foram realizadas pelo método TSBF (Anderson e Ingram, 1993). Esta metodologia consiste na retirada de 4 a 10 blocos de solo, com 25 x 25 cm<sup>2</sup>, até a profundidade de 30 ou 40 cm, em cada tratamento avaliado (Brown et al., 2002). O bloco de solo é colocado em bolsas plásticas e transportado até o laboratório ou outro lugar, onde o solo é minuciosamente triado, manualmente, para retirar exemplares da macrofauna (incluindo-se as minhocas). As minhocas coletadas de cada bloco são colocadas em recipientes com formol 4%, para conservação. Posteriormente, avalia-se a densidade populacional, biomassa e procede-se a identificação. No Laboratório de Invertebrados Edáficos da Embrapa Soja ou de Entomologia da UEL, as minhocas foram contadas e pesadas após secagem em papel absorvente por 2 minutos.

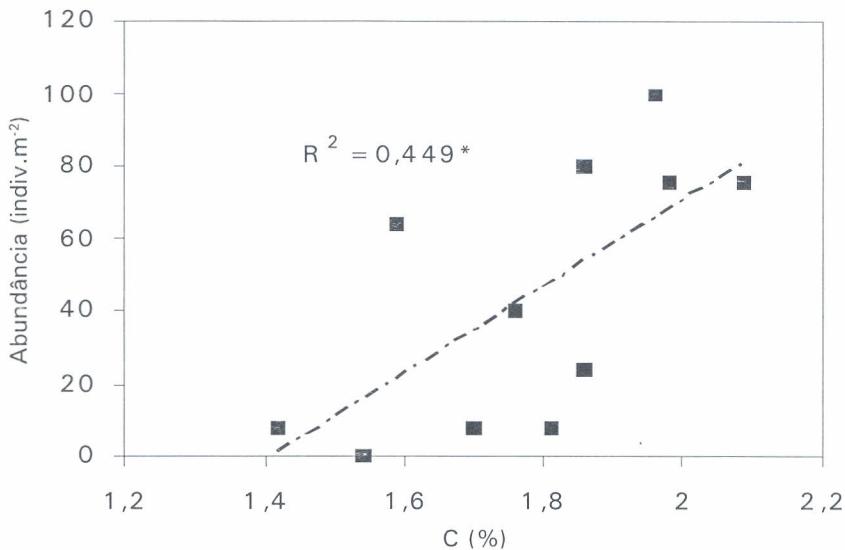
Os locais e ecossistemas amostrados foram os seguintes:

- (1) Na Embrapa Soja, realizou-se amostragem de minhocas em três ensaios de longa duração (instalados em 1981, 1988 e 1993), incluindo parcelas com semeadura direta (PD), convencional (PC) e plantio direto com escarificação a cada 3 anos (cultivo mínimo = CM), tanto em rotação como na seqüência trigo-soja.
- (2) Na Fazenda Sta. Helena, vizinha ao (3) Parque Estadual Mata dos Godoy, realizou-se um transeto de 160 m da borda da mata para a plantação de soja (80 m) e para dentro da mata (80 m), em maio de 2003. Outra amostragem dentro da mata do parque já havia sido realizada em abril de 2001.
- (4) Nas fazendas Ferraz e (5) Balzanelo, uma ao lado da outra e vizinhas da Embrapa Soja, realizou-se 2 amostragens na mata nativa das fazendas em duas épocas diferentes.
- (6) Em Cornélio Procópio, realizou-se um transeto similar aquele da Mata dos Godoy (3), com 140 m (70 m para dentro da soja e 70 m para dentro da mata).
- (7) Na região de Jaguapitã, foram amostradas áreas com soja, em preparo convencional (Soja 1 e

2, com 5 e 3 anos de cultivo, respectivamente), cana-de-açúcar (ambas com 1 ano de cultivo), pastagens degradadas (PD 1 e PD 2, com 17 e 20 anos de cultivo, respectivamente) e pastagens renovadas (sendo PR 1 uma área recém - ± 15 dias - implantada com grama mato grosso, e PR 2 e PR 3 áreas com *Brachiaria* spp., ambas com 3 anos de exploração). Antes das culturas atuais exploradas, todas as áreas possuíam pasto com grama mato grosso (*Paspalum notatum*). (8) Em Jataizinho, realizou-se uma amostragem após a colheita da soja e do milho, em sistema de produção orgânico, mas com preparo convencional do solo (grade aradora). (9) Igualmente, em São Jerônimo da Serra, foi amostrado um sistema de produção orgânico de soja, logo após a colheita, porém com diferenciação entre curvas que haviam sido preparadas com arado convencional (Soja 1) ou plantio direto, após 2 anos (Soja 2). (10) Numa fazenda particular, com 29 anos de plantio direto em rotação, no distrito de Lerroville, realizou-se uma amostragem de duas áreas: uma com grande infestação ( $66 \text{ indiv. m}^{-2}$ ,  $64 \text{ gr. m}^{-2}$ ) de corós (Scarabaeidae) saprófitas consumidores da palhada (Soja 1) e outra área com população menor ( $30 \text{ indiv. m}^{-2}$ ,  $11 \text{ gr. m}^{-2}$ ) de corós (Soja 2). (11) Na Faz. Sta. Helena em Cafeara, realizou-se uma amostragem logo após a colheita da soja, em soja de 1º e 4º ano após conversão de pastagem (*Brachiaria ruzizziensis*). Nessa ocasião, o proprietário havia reportado grande população e atividade de corós saprófitas e percevejo castanho (Cydnidae). A outra amostragem ocorreu durante a cultura do nabo, nas mesmas áreas de 1º e 4º ano e numa pastagem de 25 anos de *B. ruzizziensis*. (12) Na fazenda experimental da COAMO, em Campo Mourão, foi realizada uma amostragem num ensaio de longa duração (13 anos) de manejo do solo com PD, PC e CM, em rotação e na sequência trigo-soja.

### 3.1.3.2 Resultados e discussão

Na Fazenda Experimental da Embrapa Soja foi constatada uma relação positiva ( $R^2 = 0,45$ ;  $P < 0,05$ ,  $n = 11$ ) entre a abundância (Figura 3.2) e biomassa de minhocas com o teor de C no solo, indicando que as populações de minhocas se beneficiam quando há mais C no solo. O



**FIG. 3.2.** Abundância de minhocas em diversos experimentos de longa duração da Fazenda Experimental da Embrapa Soja, de acordo com o teor de C na camada superficial (0-10 cm) do solo.

aumento no teor de matéria orgânica no solo em decorrência do uso de boas técnicas de manejo tem sido, freqüentemente, associado à presença de maiores populações de minhocas (Hendrix et al., 1992; Zou e González, 2001). A matéria orgânica no solo e a palhada são as principais fontes de alimento das minhocas (Brown et al., 2000). Portanto, a adição de maior quantidade de matéria orgânica ao solo, como ocorre em sistemas de PD e aqueles com certos tipos de rotações (vs. cultivos seqüenciais), deve beneficiar as populações de minhocas. De fato, usando os dados de biomassa e densidade de minhocas coletadas na Embrapa Soja, juntamente com outros disponíveis para a região, Brown et al. (2003a,b) obtiveram uma relação positiva entre esses fatores e o tempo de cultivo em PD ( $R^2 = 0,33$ ;  $P < 0,05$ ). Quando se adicionou os locais com PC (contado como idade negativa de plantio direto), a correlação ainda foi positiva ( $R^2 = 0,46$ ;  $P < 0,01$ ). Portanto, a população de minhocas tende a aumentar com o aumento no número de anos de adoção do PD e a diminuir com o aumento na idade do PC (Figura 3.3).

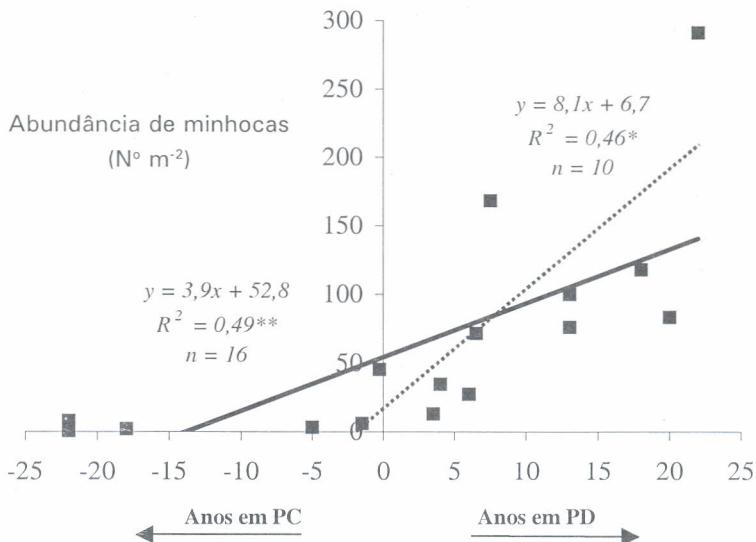


FIG. 3.3. Efeito do tempo (anos) em PD (linha pontilhada) e PC + PD (linha completa) sobre as populações de minhocas ( $N^o$  de indivíduos  $m^{-2}$ ) na região Norte do Paraná, em amostragens tomadas no verão (significância do coeficiente de correlação,  $R^2$ : \* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$ ).

Em geral, considerando os dados da Tabela 3.2, as lavouras sob semeadura direta e cultivo mínimo apresentaram populações maiores de minhocas, tanto em número como biomassa (8-240 indivíduos e 0,12-12,15 gr. peso fresco  $m^{-2}$ ), comparadas com os sistemas de PC (0-42 indiv. e 0-1,63 gr. p.fr.  $m^{-2}$ ). Nas matas nativas e secundárias, as populações de minhocas foram ligeiramente superiores (16-52 indiv., 0,19-1,98 gr. p.fr.  $m^{-2}$ ) àquelas encontradas sob PC. De todos os sistemas estudados, as pastagens, no geral, apresentaram maiores populações e biomassa (33-189 indiv., 1,49 a 11,44 gr. p.fr.  $m^{-2}$ ) de minhocas. Portanto, a presença de cobertura verde permanente tem um efeito positivo importante para a abundância de minhocas. Isso é devido, principalmente, à ausência de perturbação física do solo e o constante aporte de material orgânico, tanto na superfície como dentro do solo. Diferenças entre os sistemas de cultivo (rotações vs. sucessão) também foram observadas em alguns casos (Tabela 3.2), mas o pequeno

**TABELA 3.2.** Abundância (nº indivíduos  $m^{-2} \pm$  erro padrão, SE) e biomassa (gr.  $m^{-2} \pm$  erro padrão, SE) da população de minhocas, de acordo com o tipo de vegetação e sistema de uso do solo, em diversas localidades no Estado do Paraná.

Local/município	Data	Vegetação e sistema de uso	Abundância Nº $m^{-2} \pm$ SE	Biomassa gr. $m^{-2} \pm$ SE
1. Embrapa Soja, Londrina	03/01	Soja (PC Rot)	8 $\pm$ 5	0,03 $\pm$ 0,02
	03/01	Soja (PC Seq)	0	0
	03/01	Soja (CM Rot)	80 $\pm$ 31	0,28 $\pm$ 0,15
	03/01	Soja (CM Seq)	64 $\pm$ 54	1,60 $\pm$ 1,55
	03/01	Soja (PD Rot)	100 $\pm$ 18	0,75 $\pm$ 0,29
	03/01	Soja (PD Seq)	76 $\pm$ 34	0,69 $\pm$ 0,30
	09/02	Trigo (PC Seq)	24 $\pm$ 19	0,21 $\pm$ 0,18
	09/01	Trigo (PC Seq)	0	0
	07/02	Trigo (PC Seq)	16 $\pm$ 11	0,19 $\pm$ 0,18
	09/01	Trigo (CM Seq)	8 $\pm$ 8	1,02 $\pm$ 1,02
	09/01	Trigo (PD Seq)	69 $\pm$ 17	0,54 $\pm$ 0,15
	07/02	Trigo (PD Seq)	85 $\pm$ 25	0,61 $\pm$ 0,22
	09/02	Aveia (PD Rot)	40 $\pm$ 19	0,37 $\pm$ 0,13
2. Faz. Sta. Helena, Londrina	05/03	Soja (PC)	5 $\pm$ 5	0,03 $\pm$ 0,03
3. P.E. Mata Godoy, Londrina	05/03	Mata nativa	32 $\pm$ 12	1,92 $\pm$ 0,90
	04/01	Mata nativa	48 $\pm$ 16	1,24 $\pm$ 0,66

Continua...

Local/município	Data	Vegetação e sistema de uso	Abundância Nº m <sup>-2</sup> ± SE	Biomassa gr. m <sup>-2</sup> ± SE
...Continuação Tabela 3.2				
4. Faz. Ferraz, Sertanópolis	09/02	Mata nativa	18 ± 2	1,98 ± 1,27
5. Faz. Balzanelo, Sertanopolis	04/03	Mata nativa	54 ± 11	0,21 ± 0,05
6. Faz. S. Pedro, Cornélio Procópio	03/04	Mata nativa	16 ± 8	0,19 ± 0,11
	03/04	Soja (PD)	176 ± 50	2,23 ± 0,80
7. Várias fazendas, próximas à Jaguapitã	03/04	Soja 1 (PC)	2	0,20
	03/04	Soja 2 (PC)	13	0,06
	03/04	Past. degrad. 1	46	2,07
	03/04	Past. degrad. 2	77	7,87
	03/04	Past. renov. 1	189	11,44
	03/04	Past. renov. 2	107	2,23
	03/04	Past. renov. 3	33	1,49
	03/04	Cana açúcar 1	20	0,23
	03/04	Cana açúcar 2	0	0
8. Jataizinho	04/03	Milho (PC org)	39 ± 9	0,30 ± 0,07
	04/03	Soja (PC org)	30 ± 18	0,43 ± 0,24

Continua...

Local/município	Data	Vegetação e sistema de uso	Abundância Nº m <sup>-2</sup> ± SE	Biomassa gr. m <sup>-2</sup> ± SE
...Continuação Tabela 3.2				
9. São Jerônimo	04/03	Soja 1 (PC org)	42 ± 20	1,63 ± 0,91
	04/03	Soja 2 (PD org)	142 ± 40	10,88 ± 6,11
10. Lerroville	03/04	Soja 1 (PD 29 an.)	48 ± 19	0,29 ± 0,10
	03/04	Soja 2 (PD 29 an.)	240 ± 140	12,15 ± 9,53
11. Faz. Sta. Helena, Cafeara	03/04	Soja 1º ano (PD)	35 ± 9	0,94 ± 0,62
	03/04	Soja 4º ano (PD)	13 ± 5	0,19 ± 0,12
	07/04	Nabo 1 (após soja)	19 ± 12	0,14 ± 0,08
	07/04	Nabo 2 (após soja)	16 ± 7	0,23 ± 0,14
	07/04	Past. 25 anos	90 ± 15	10,69 ± 4,37
12. COAMO, Campo Mourão	05/04	Soja (PD Rot)	144 ± 40	1,41 ± 0,08
	05/04	Soja (PD Seq)	12 ± 8	0,12 ± 0,08
	05/04	Soja (CM Rot)	36 ± 8	0,25 ± 0,05
	05/04	Soja (PC Seq)	24 ± 15	0,13 ± 0,10

número de amostras e repetições não permite, ainda, realizar generalizações a respeito.

Comparando os resultados de áreas com CM e PC (Tabela 3.2), observa-se que o escarificador, usado no CM, tende a ser menos prejudicial às minhocas que o arado de discos, utilizado no PC, devido à menor frequência de uso e o menor volume de solo revolvido. A perturbação física intensiva do solo, associada ao PC, parece ser um fator determinante, reduzindo as populações de minhocas nos agroecossistemas do Paraná. Em varias ocasiões não foram encontradas minhocas nas amostras de solo das parcelas em PC. Ao contrário, naquelas sob PD sempre havia mais de 50 indiv. m<sup>-2</sup>. A movimentação contínua do solo diminui o estoque de C no solo (menos alimento para as minhocas), expõe as minhocas à predação por pássaros e provoca altas taxas de mortalidade direta, pela mecanização. A aplicação de alguns agrotóxicos nas lavouras (especialmente inseticidas, mas também alguns fungicidas), especialmente em sistemas convencionais de produção, pode também afetar negativamente as populações de minhocas (Edwards e Bohlen, 1992).

Em relação à biodiversidade, os agroecossistemas amostrados continham apenas minhocas exóticas ou invasoras, principalmente dos gêneros *Dichogaster* e *Pontoscolex*. Apenas em dois locais (Lerroville e Jaguapitã) encontrou-se minhocas nativas (minhocuçu do gênero *Andiorrhinus* e outra de gênero ainda desconhecido). Ao contrário, nas matas nativas da região, predominaram as espécies nativas endogênicas e epigêicas (saprófagas), principalmente dos gêneros *Glossoscolex* e *Urobenus*, respectivamente. Ambos gêneros não foram encontrados nos sistemas cultivados, provavelmente em decorrência da inexistência de uma densa e diversificada camada de serrapilheira, necessária para a sobrevivência dessas espécies.

As espécies de minhocas encontradas nos agroecossistemas do Norte do Paraná são, geralmente, muito pequenas (3-4 cm quando adultas), representando biomassas muito baixas. São exemplares da família Octochaetidae (*Dichogastrini*), minhocas bem pequenas (em geral menores que 5 cm de comprimento), do gênero *Dichogaster*. Somente em

alguns lugares, onde haviam minhocas de maior tamanho (PD em São Jerônimo e pastagens de Jaguapitã), as biomassas chegaram a ultrapassar os 10 gr m<sup>-2</sup>. Esse fenômeno parece ser normal para os agroecossistemas da região, especialmente nas zonas mais quentes e com solos oriundos do basalto (Latossolo Vermelho, Roxo e Terra Roxa Estruturada). Ainda é desconhecido porque existem poucas minhocas grandes nessa região ou porque elas ainda não invadiram os latossolos eutróficos presentes no N do Paraná. Diversas espécies de minhocas de tamanho individual maior, como as *Amyntas corticis*, *A. gracilis* ou *Pontoscolex corethrurus*, já estão presentes na região, mas estão limitadas a áreas urbanas, onde são encontradas principalmente em jardins. Métodos de inoculação ou para estimular a colonização dessas minhocas maiores nas lavouras da região devem ser investigados. Tais procedimentos levariam a um melhor aproveitamento dos benefícios físicos (galerias, buracos, coprólitos) e químicos (decomposição, mineralização, disponibilidade de nutrientes) da atividade destas minhocas nos solos. Consequentemente, a produtividade das lavouras poderiam ser beneficiadas (Peixoto e Marochi, 1986; Brown et al., 1999).



### 3.2 Capacitação e cursos de ecologia e taxonomia de minhocas (03.02.5.14.00.06)

George G. Brown; Samuel W. James<sup>a</sup>; Carlos Fragoso<sup>b</sup>;  
Carlos Rodríguez<sup>c</sup>; Alexander Feijoo<sup>d</sup>; Klaus D. Sautter<sup>e</sup>;  
Amarildo Pasini<sup>f</sup>; Viviane Hamoui Furquim<sup>g</sup>

<sup>a</sup> Pesquisador, Natural History Museum, University of Kansas, Lawrence-KS, USA

<sup>b</sup> Pesquisador, Instituto de Ecología, Xalapa-VER, México

<sup>c</sup> Professor, Universidad de la Habana, Havana, Cuba

<sup>d</sup> Professor, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia

<sup>e</sup> Professor, Unicenp, Rua Prof. Pedro V.de Souza, Curitiba-PR

<sup>f</sup> Professor, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR

<sup>g</sup> M.Sc., São José do Rio Preto-SP

### 3.2.1 Introdução

Este plano de ação buscou capacitar os pesquisadores e alunos envolvidos no projeto na identificação taxonômica dos exemplares de minhocas coletados. Como parte do 1º Encontro Latino-Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (ELAETAO1), tomou-se conhecimento do estado atual da taxonomia e ecologia de minhocas na América Latina, e também foram discutidos os melhores métodos para coleta no campo e os diversos aspectos da biologia e ecologia das espécies brasileiras e Latino-americanas. Após o ELAETAO1 também foi realizado um mini-curso de taxonomia e ecologia de minhocas, em Peruíbe-SP, Parque Estadual Carlos Botelho (SP), Unicenp (Curitiba) e São Paulo (MZ-USP). Em maio-junho de 2004, realizou-se um segundo mini-curso de taxonomia e ecologia de minhocas, com 11 dias de duração, no Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Londrina.

### 3.2.2 Estado da Arte do Conhecimento taxonômico e ecológico das minhocas no Brasil e na América Latina (ELAETAO1)

Para amenizar a grande carência de trabalhos sobre a biologia das espécies brasileiras e/ou exóticas e o conhecimento da sua diversidade, suas relações ecológicas e importância nos ecossistemas brasileiros, foi realizado o 1º Encontro Latino-Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (ELAETAO1)<sup>1</sup>, em Londrina-PR, de 01 a 03 de dezembro de 2003, com 40 participantes, incluindo pesquisadores, professores, alunos de pós-graduação e graduação, envolvidos nesse tema.

O objetivo geral do encontro foi de sintetizar o estado atual do conhecimento da ecologia, taxonomia, biodiversidade das minhocas na América Latina e da sua utilidade em diversos ecossistemas naturais e agrícolas.

<sup>1</sup> Agradece-se o apoio do CNPq, FAO, Instituto de Ecologia e CONACYT (México), Agrisus (Fealq) e Ministério do Meio Ambiente.

Durante o encontro, reuniu-se a informação dispersa, e elaborou-se um compêndio do estado da arte do conhecimento da ecologia, diversidade, distribuição e ecologia das minhocas na América Latina, esclarecendo o que já foi realizado e as prioridades de pesquisa nesta área. Este compêndio será publicado, em breve, nos anais do evento (Série Documentos da Embrapa Soja).

### **3.2.3 1º e 2º Curso Internacional (Latino-Americano) de Taxonomia e Ecologia Aplicada de Minhocas**

Logo após o ELAETAO1, realizou-se o 1º Curso Internacional de Ecologia Aplicada e Taxonomia de Minhocas<sup>1</sup>, de 04 a 12 de dezembro, com 4 professores (Carlos Rodríguez-Cuba, Carlos Fragoso-México, Alexandre Feijoo-Colômbia e Samuel James-USA) e 20 alunos de diferentes países Latino-americanos.

O curso levou os alunos primeiro ao Museu de Zoologia de São Paulo, onde conheceram a maior coleção de minhocas na América Latina, com mais de 1400 lotes, >200 espécies e muitos exemplares tipo. Nos dois dias seguintes, realizaram-se práticas de campo na região de Peruíbe e no Parque Estadual Carlos Botelho, ambos no estado de SP, onde demonstraram-se as técnicas mais comuns de amostragem qualitativa e quantitativa de minhocas. Dos dias 8 a 12 de dezembro realizaram-se aulas teóricas e práticas no laboratório de microbiologia da Universidade do Centro Positivo (UNICENP) em Curitiba, onde os alunos foram treinados a identificar os diversos caracteres morfológicos internos e externos de diversas espécies nativas e exóticas de minhocas provenientes dos estados de SP e PR. Durante esse período se identificaram quatro espécies/gêneros exóticas comuns: *Amyntas (corticis e gracilis)*, *Pontoscolex corethrurus*, *Dichogaster* spp. e *Eudrilus eugeniae* (gigante africana usada na minhocultura). Ademais, se identificaram espécies nativas: *Glossoscolex* sp. nov.1, *Glossoscolex* sp. nov.2, *Andiorrhinus* sp. nov.1, *Andiorrhinus* sp. nov.2 e *Goiascolex* sp.

---

<sup>1</sup> Realizado com o apoio da FAO, Embrapa, Instituto de Ecologia e CONACYT (México).

O segundo curso latino-americano de ecologia e taxonomia de minhocas realizou-se em Londrina, de 24 de maio a 04 de junho, no Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Londrina<sup>1</sup>. O curso foi proferido por 3 professores: Samuel James-USA, Viviane Hamoui Furquim-SP e Carlos Rodriguez da Universidade de Havana-Cuba. O Curso foi dividido em 2 níveis, cada um de uma semana de duração.

O curso seguiu de modo geral, os mesmos moldes do curso anterior, porém com menor número de alunos (15 no primeiro nível, 11 no segundo), e aula prática de apenas um dia de duração, na região de Mauá, PR.

Identificou-se exemplares das principais famílias de minhocas encontradas no Brasil (Glossoscolecidae, Megascolecidae, Octochaetidae e Ocnerodrilidae), usando material coletado durante o projeto “Avaliação de populações de minhocas (Annelida: Oligochaeta) em sistemas agrícolas e naturais, e seu potencial como bioindicadores ambientais,” e de outros projetos na região Amazônica (Alto Solimões, Marabá). Quando possível (não sendo espécies novas), os alunos identificaram os exemplares a nível de espécie, usando chaves de identificação disponíveis nas publicações do Prof. Gilberto Righi, como prática do conhecimento do que foi estudado. Para as espécies novas (ainda não descritas), se realizaram descrições, seguindo os métodos de Righi.

Como resultado desses dois cursos, os alunos adquiriram os conhecimentos teóricos e práticos básicos para realizarem de forma independente, pesquisa taxonômica de minhocas, melhorando significativamente a capacidade nacional (brasileira) para classificar e descrever exemplares nativos das minhocas nativas do Brasil.

4. Consultoria “Aprimoramento da capacidade nacional (e institucional) de realizar estudos taxonômicos, ecológicos e genéticos com minhocas para avaliar o seu potencial como bioindicadoras ambientais” (PRODETAB)

De 16 de abril a 24 de junho, o Dr. Samuel James, pesquisador do Kansas Museum of Natural History (University of Kansas), realizou uma

<sup>1</sup> Realizado com o apoio da Embrapa, Prodetab e CNPq-CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo).

consultoria para a Embrapa Soja, financiada pelo Prodetab. Essa consultoria teve como objetivos principais:

1. A capacitação de pesquisadores e alunos na identificação de minhocas brasileiras;
2. A ampliação e organização das coleções de oligoquetas no país, incluindo a coleção na Embrapa Soja (já a terceira maior no país);
3. A criação de uma base de dados para todas as coletas de minhocas no Brasil e na América Latina, a ser usada em projetos de biodiversidade desse grupo.

Durante a sua estadia na Embrapa Soja, o Dr. James realizou diversas saídas de coleta ao campo junto com pesquisadores e alunos do projeto, ajudando-os e orientando-os nos melhores métodos de coleta. Ele também participou como professor do 2º curso de taxonomia e identificou muitos exemplares de minhocas coletadas em diversos projetos da Embrapa (Agrobiologia e Soja).

Além disso, ele reorganizou a coleção de minhocas na Embrapa Soja e a maior coleção de minhocas do país, no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), para que fosse mais fácil trabalhar com essas coleções e encontrar os exemplares. Durante sua consultoria também criou-se a base de dados contendo os dados das amostras na coleção da Embrapa Soja e separaram-se exemplares de pelo menos 20 espécies de minhocas de diversos locais para a realização de estudos filogenéticos usando análises genômicas (DNA das minhocas).

Como resultado, as equipes envolvidas com o estudo das minhocas na Embrapa Soja, Embrapa Agrobiologia e nas instituições parceiras foram atualizadas e treinadas na identificação taxonômica das minhocas brasileiras e no uso das melhores técnicas de trabalho de ecologia de campo e de genética molecular com minhocas, para assim poder avaliar com maior precisão o potencial uso das minhocas como bioindicadoras ambientais. A estadia do Dr. James também serviu para estreitar os laços entre a Embrapa e a Instituição de origem do consultor, facilitando futuras colaborações e a elaboração de publicações em parceria e projetos conjuntos.

### 3.2.4 Bibliografia citada

- ANDERSON, J.M., INGRAM, J.S.I., Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods, 2<sup>nd</sup> edn. CAB International, Wallingford. 1993.
- BROWN, G.G., JAMES, S.W., Biodiversidade das minhocas no estado de São Paulo, Brasil, In: FERTBIO 2004, Soc. Bras. Ciênc. Solo, Lages, SC. CD Rom. 2004.
- BROWN, G.G., PASHANASI, B., VILLENAVE, C., PATRÓN, J.C., SENAPATI, B.K., GIRI, S., BAROIS, I., LAVELLE, P., BLANCHART, E., BLAKEMORE, R.J., SPAIN, A.V., BOYER, J., Effects of earthworms on plant production in the tropics. In: LAVELLE, P., BRUSSAARD, L., HENDRIX, P.F. (eds.), Earthworm management in tropical agroecosystems. Wallingford: CAB International, pp. 87-147. 1999.
- BROWN, G.G., BAROIS, I., LAVELLE, P., Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains, European Journal of Soil Biology 36 (2000) 177-198.
- BROWN, G.G., PASINI, A., BENITO, N.P., AQUINO, A.M., CORREIA, M.E.F., Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no-tillage agroecosystems. In: Proceedings of the International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. UNU/CBD, Montreal. CD-Rom, 20 pp. 2002.
- BROWN, G.G., BENITO, N.P., PASINI, A., SAUTTER, K.D., GUIMARÃES, M.F., TORRES, E. No-tillage greatly increases earthworm populations in Paraná State, Brazil, Pedobiologia 47 (2003) 764-771.
- BROWN, G.G., BENITO, N.P., PASINI, A., GUIMARÃES, M. de F., TORRES, E. Earthworm populations under no-, minimum-, and conventional-tillage management systems near Londrina, Paraná, Brazil. In: International Soil Tillage Research Organisation Conference (ISTRO) 16, "Soil management for sustainability" Australian Centre for International Agricultural Research, 2003. pp. 219-225.
- EDWARDS, C.A., BOHLEN, P.J., The effects of toxic chemicals on earthworms. Reviews in Environmental Contamination and Toxicology 125 (1992) 23-99.

FRAGOSO, C, Las lombrices de tierra de México (Oligochaeta; Annelida): Diversidad, ecología y manejo, Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) N° especial 1 (2001) 131-171.

HENDRIX, P.F., MUELLER, B.R., BRUCE, R.R., LANGDALE, G.W., PARMELEE, R.W., Abundance and distribution of earthworms in relation to landscape factors on the Georgia Piedmont, USA, Soil Biology & Biochemistry 24 (1992) 1357-1361.

PEIXOTO, R.T., MAROCHI, A.I., A influência da minhoca *Pheretima* sp. nas propriedades de um latossolo vermelho escuro álico e no desenvolvimento de culturas em sistema de plantio direto, em Arapoti-PR, Revista Plantio Direto 35 (1996) 23-25.

RIGHI, G., Oligochaeta. In: BRANDÃO, C.R., CANCELLO, E.M. (Eds.), Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX. 5. Invertebrados Terrestres. São Paulo: FAPESP. pp. 13-21, 1999.

VOSS, M., Populações de minhocas em diferentes sistemas de plantio, Plantio Direto 4 (1986) 6-7.

ZOU, X., GONZÁLEZ, G., Earthworms in tropical tree-plantations: Effects of management and relations with soil carbon and nutrient use efficiency. In: Reddy, M.V. (ed.), Management of tropical plantation forests and their soil litter system: Litter biota and soil nutrient dynamics. Science Publishers, Enfield. pp. 289-301. 2001.



## BIOLOGIA E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

Nº do Projeto: 04.2000.324

Líder: Alexandre M. Brighenti

Número de subprojetos que compõem o projeto: 04

Unidades/Instituições participantes: Embrapa Soja; EMATER-PR

São relatados trabalhos de pesquisa conduzidos no Subprojeto 04.2000.324-03.

Os objetivos, relacionados à dinâmica de plantas daninhas, foram: 1) determinar a ocorrência de efeitos alelopáticos (do ácido aconítico) e o estímulo de fungos endofíticos em sementes de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), e 2) determinar os efeitos do manejo de solo e da seqüência de culturas com a soja sobre o banco de sementes e sua emergência a campo. Esses estudos visam estabelecer sistemas de produção menos dependentes de agroquímicos, o que é essencial na implementação de uma agricultura limpa e sustentável. Os resultados obtidos mostraram a ocorrência de efeitos alelopáticos do ácido aconítico, liberado por plantas de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), e de seus efeitos estimulatórios sobre o desenvolvimento de fungos endofíticos nas sementes daninhas testadas. Os resultados obtidos nos diferentes manejos de solo e da cultura sobre o banco de sementes e a emergência de várias espécies de plantas daninhas ainda são parciais.

### 4.1 Dinâmica do estabelecimento de plantas daninhas (04.2000.324-02)

Elemar Voll; Dionízio L.P. Gazziero; Alexandre M. Brighenti

#### 4.1.2 Efeito do ácido aconítico em sementes de amendoim-bravo e corda-de-viola

A integração da agricultura e da pecuária, envolvendo a associação de pastagem de braquiárias, por exemplo, após a semeadura direta de trigo/aveia-soja, pode representar um manejo com maiores vantagens no controle de espécies de plantas daninhas. Seus efeitos podem manifestar-se através da competição ou da liberação de substâncias orgânicas de plantas de braquiária em crescimento, que podem reduzir o estabelecimento e o período de sobrevivência de plantas daninhas na cultura da soja, posteriormente. Esse sistema, além de reduzir o uso de herbicidas e demais insumos durante um certo período, poderá favorecer a produção de soja orgânica ou contornar problemas de resistência de plantas daninhas, citando-se problemas atuais com amendoim-bravo, picão-preto e mesmo de capim-marmelada. As considerações feitas baseiam-se em resultados de campo e de laboratório, em que a redução dos bancos de sementes são maiores do que nos controles convencionais com herbicidas. Os efeitos observados devem-se à presença de ácido aconítico, presente na parte vegetativa das plantas de braquiária, determinado por cromatografia líquida de extratos. Referências sobre o ácido aconítico indicam sua presença em pastagens (*Agropyron* sp.) e em cana-de-açúcar, milho, sorgo, cevada, arroz e trigo, tendo importantes funções fisiológicas, citando-se a seleção de variedades de trigo resistentes ao Mn e a pulgões, em função de maiores níveis presentes.

Os objetivos deste trabalho foram determinar a ocorrência de efeitos alelopáticos do ácido aconítico e o estímulo de fungos endofíticos em sementes de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*).

Bioensaios com sementes das espécies de plantas daninhas amendoim-bravo e corda-de-viola e usando ácido aconítico (AA), produto analítico, foram conduzidos em laboratório. Recipientes plásticos com tampa (500 ml), contendo meio de agar-água 0,5% e as concentrações de 0,00; 0,50; 1,00 e 2,00 mM de AA foram usados. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro re-

petições. As sementes foram desinfestadas externamente com hipoclorito. Cada recipiente foi semeado com 50 sementes e transferidos para câmara de germinação. Após 12 dias, foram feitas as avaliações de germinação, dos comprimentos da raiz e do caule e da presença e intensidade de fungos endofíticos.

As germinações de amendoim-bravo e de corda-de-viola foram afetadas significativamente pela dose máxima de 2,0 mM de ácido aconítico (Tabela 4.1). Os comprimentos da raiz e do caule de ambas as espécies foram reduzidos pela dose de 2,0 mM, bem como o número de raízes de corda-de-viola (Tabela 4.2). O crescimento de fungos

**TABELA 4.1.** Germinação de amendoim-bravo e de corda-de-viola, em função de doses de ácido aconítico.

Ácido aconítico (mM)	Amendoim-bravo		Corda-de-viola
	Germinação (%)		
0,0	38,7a <sup>1</sup>		10,5a <sup>1</sup>
0,5	42,5a		8,0ab
1,0	39,5a		6,5ab
2,0	22,5b		3,0b

<sup>1</sup> Médias com mesmas letras, na vertical, não diferem entre si pelo teste DMS 5%.

**TABELA 4.2.** Comprimentos da raiz e do caule e número de raízes de amendoim-bravo e de corda-de-viola, em função de doses de ácido aconítico.

Ácido aconítico (mM)	Amendoim-bravo			Corda-de-viola	
	Raiz	Caule	Número	Raiz	Caule
	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)
0,0	3,2a	9,9a	6,2a	6,5ab	4,0a
0,5	3,5a	9,4a	5,0ab	7,6a	2,1b
1,0	3,1a	8,8a	3,8ab	3,5ab	2,0b
2,0	1,1b	4,5b	2,4b	3,1b	1,6b

<sup>1</sup> Médias com mesmas letras, na vertical, não diferem entre si pelo teste DMS 5%.

endofíticos, aos 12 dias, foi estimulado pela dose de 2,0 mM, exceto em corda-de-viola, para *Fusarium* sp. (Tabela 4.3). Em ambas as espécies, na dose máxima de 2,0 mM, ocorreu a redução da germinação e o aumento dos fungos endofíticos das sementes dormentes, devido aos efeitos do ácido aconítico, aumentando visualmente de forma expressiva dos 12 aos 14 dias (Figura 4.1).

Conclui-se que o ácido aconítico apresenta atividade alelopática e pode estimular o crescimento de fungos endofíticos em sementes de espécies de plantas daninhas, como em amendoim-bravo e corda-de-viola. Diferentes espécies de fungos podem ser estimulados a crescer com ácido aconítico, variando com as espécies de plantas daninhas.

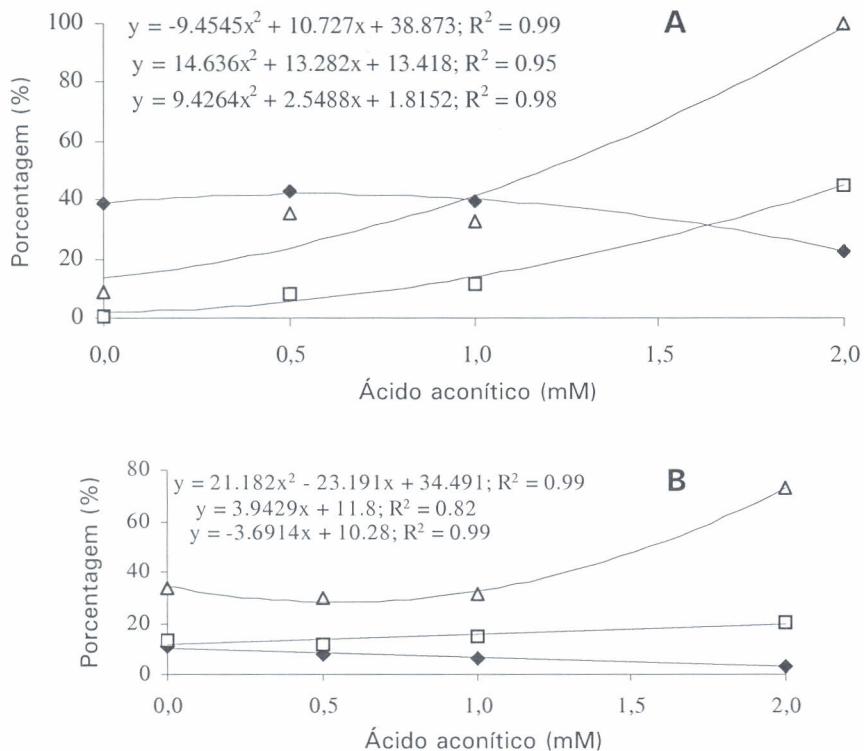
**TABELA 4.3. Sementes de amendoim-bravo e de corda-de-viola infestadas com diferentes fungos, em função de doses de ácido aconítico (AA), aos 12 dias.**

Espécie daninha	Dose AA (mM)	Fungo	
		<i>Fusarium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.
		% de sementes	
Amendoim-bravo	0,0	0,5b <sup>1</sup>	0,0b
	2,0	14,0a	37,0a
Corda-de-viola	0,0	11,5a	2,0b
	2,0	11,0a	11,5a

<sup>1</sup> Médias com mesmas letras, na vertical, não diferem entre si pelo teste DMS 5%.

#### **4.1.3 Efeitos de diferentes manejos na cultura da soja sobre o banco de sementes e a emergência de plantas daninhas**

Em condições de campo foi selecionada uma área com alta infestação de plantas daninhas. Nessa, foi determinado o banco inicial de sementes, que servirá de base para indicar as alterações induzidas pelos sistemas de cultivo utilizados nos anos seguintes. Sistemas de culturas estabelecidos: aveia/soja, trigo/soja (convencional e direta), nabo/soja, tremoço/milho, pastagem com braquiária e pousio/soja. O banco de



**FIG. 4.1. Germinação (♦) e soma de espécies de fungo (aos □ 12 e △ 14 dias) em sementes de amendoim-bravo (*E. heterophylla*) (A) e corda-de-viola (*I. grandifolia*) (B), em função de doses de ácido aconítico.**

sementes, a emergência de plantas invasoras e sua taxa de emergência estão sendo avaliados anualmente. Esses estudos visam estabelecer sistemas de produção menos dependentes de agroquímicos, o que é essencial no contexto da implementação de uma agricultura limpa e sustentável. Os dados estão sendo tabulados para análise.





## **ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO, EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA, EM ÁREAS DE SEMEADURA DIRETA, NAS REGIÕES CENTRAL E SUL DO BRASIL**

**Nº do Projeto:** 12.2000.100

**Líder:** Eduardo Alves da Silva

**Número de subprojetos que compõem o projeto:** 04

**Unidades/Instituições participantes:** Embrapa Soja; Seab-PR, UNESP-SP

A avaliação de tecnologias e metodologias da agricultura de precisão, que permitam a exploração segura e economicamente viável de sistemas de produção com soja, é o objetivo de uma rede de instituições, então coordenadas pela Embrapa Soja. Pretende-se fazer levantamentos para identificar e examinar a ocorrência de plantas daninhas em área de semeadura direta de soja. Esse diagnóstico permitirá avaliar a influência desses fatores de variabilidade espaço-temporal na cultura. Basicamente, a integração da produção agrícola através da agricultura de precisão está fundamentada no uso de quatro tecnologias : 1) sistema de posicionamento global (GPS); 2) sensoriamento remoto; 3) sistema de informações geográficas (GIS); e 4) aplicação localizada dos recursos. Ações foram desenvolvidas e são relatadas para o sistema de produção de soja com plantas daninhas, em que foram feitos levantamentos de banco de sementes e também de emergência de plântulas, em área de 15 ha, na Cooperativa COAMO de Campo Mourão.

## 5.1 Estudo da variabilidade espacial de fatores determinantes do rendimento das culturas, em sistemas de produção com soja: Plantas Daninhas (12.2001.100-02)

Elemar Voll; Eduardo Alves da Silva<sup>1</sup>; Nilton Imai<sup>2</sup>; U. R. Antuniassi<sup>3</sup>

Através de procedimentos usados em Agricultura de Precisão, foi conduzida uma unidade de observação em lavoura de soja na COAMO, em 2003, para determinação da dinâmica de populações de plantas daninhas. A metodologia baseia-se no levantamento e na construção de “mapas diagnóstico” de bancos de sementes e de plantas daninhas emergentes, através do sistema de posicionamento global e do uso de geoestatística, com vistas à aplicação localizada de herbicidas.

De modo preliminar, foram construídos “mapas diagnóstico” de algumas espécies daninhas, usando procedimentos de Geoestatística, baseado no levantamento do banco de sementes, consistindo da coleta de amostras de solo a cada 20 m, numa área de aproximadamente 15 ha. Problemas de equipamento, sustentação técnica e orçamento para o subprojeto, ocorridos por ocasião do levantamento de plantas daninhas emergentes, não permitiram a obtenção desejada desses dados. Atualmente, a continuidade de ações nessa área está na dependência da operacionalização do Macroprograma.

---

<sup>1</sup> Conv. Embrapa Soja/ Seab, PR

<sup>2</sup> UNESP - Presidente Prudente, SP

<sup>3</sup> UNESP - Botucatu, SP





---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

*Centro Nacional de Pesquisa de Soja*

*Rod. Carlos João Strass - Distrito de Warta*

*Fone: (43) 3371-6000 Fax: (43) 3371-6100*

*Caixa Postal 231 - CEP 86001-970 Londrina PR*

*Home page: <http://www.cnpsso.embrapa.br>*

*E-mail: [sac@cnpsso.embrapa.br](mailto:sac@cnpsso.embrapa.br)*

**Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento**

**Governo  
Federal**