

## RESULTADOS DE PESQUISA DA EMBRAPA SOJA - 2002

Manejo do Solo,  
Plantas Daninhas e  
Agricultura de Precisão

PSO  
99r  
03

7-2008.01335

Resultados de pesquisa da

2003

LV-2008.01335



44699-1





**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

*Roberto Rodrigues*

Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária***

***Conselho de Administração***

*José Amauri Dimarzio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Sérgio Fausto*

*Dietrich Gerhard Quast*

*Urbano Campos Ribeiral*

Membros

***Diretoria Executiva da Embrapa***

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa*

*Herbert Cavalcante de Lima*

*Gustavo Kauark Chianca*

Diretores Executivos

***Embrapa Soja***

*Caio Vidor*

Chefe Geral

*José Renato Bouças Farias*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Alexandre José Cattelan*

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

*Norman Neumaier*

Chefe Adjunto de Administração

**Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:**

Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja

Caixa Postal 231 - 86001-970 - Londrina, PR

Telefone (43) 3371-6000 Fax (43) 3371-6100

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



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Soja  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1516-781X  
Agosto, 2003*

# ***Documentos214***

## **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja - 2002**

### **Manejo do Solo, Plantas Daninhas e Agricultura de Precisão**

**Organizado por:**

**Clara Beatriz Hoffmann-Campo  
Odilon Ferreira Saraiva**

**Londrina, PR  
2003**

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: (43) 3371-6100  
<http://www.cnpso.embrapa.br>  
E-mail: [sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

Unidade:	<i>Ar. S. de</i>
Valor aquisição:	
Data aquisição:	
N.º N. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º CC:	
Origem:	<i>Doc. S.</i>
N.º Registro:	<i>01335/08</i>

**Comitê de Publicações da Embrapa Soja**

Presidente: *José Renato Bouças Farias*  
Secretária executiva: *Clara Beatriz Hoffmann-Campo*  
Membros: *Álvaro Manuel Rodrigues Almeida*  
*Geraldo Estevam de Souza Carneiro*  
*Ivan Carlos Corso*  
*José de Barros França Neto*  
*Léo Pires Ferreira*  
*Manoel Carlos Bassoi*  
*Norman Neumaier*  
*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*  
Supervisor editorial: *Odilon Ferreira Saraiva*  
Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*  
Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*

**1ª Edição**

1ª impressão 08/2003; tiragem: 200 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 - 2002: manejo do solo, plantas daninhas e agricultura de precisão / organizado por Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva. - Londrina: Embrapa Soja, 2003. 59p. ; 21cm. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.214)

1. Soja-Pesquisa. 2. Manejo do solo. 3. Erva daninha. 4. Agricultura de precisão. I. Hoffmann-Campo, Clara Beatriz (Org.) II. Saraiva, Odilon Ferreira (Org.). III. Título. IV. Série.

CDD 633.34072

## ***Apresentação***

“Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja” é uma publicação anual, 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 à campo são discutidas em reuniões específicas e repassadas para a assistência técnica e para os produtores rurais, como Sistema de Produção ou outras publicações das séries Documentos ou Circular Técnica, as de caráter emergencial são divulgadas na forma de Comunicado Técnico e 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 nove volumes, contemplando os resultados dos projetos de uma área específica de conhecimento ou de áreas correlatas. O presente volume apresenta os resultados obtidos em 2002, nas áreas de Manejo do Solo, Plantas Daninhas e Agricultura de Precisão.

***José Renato Bouças Farias***

*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) .....	7
1.2 Sistema misto de rotação de lavoura e pasto em semeadura direta no Planalto Meridional do Paraná (04.2000.328-03) .....	19
1.3 Manejo dos resíduos da colheita condicionado por sistemas de preparo do solo (04.2000.328-05) .....	29
<b>2 BIOLOGIA E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA .....</b>	<b>39</b>
2.1 Biologia e manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja (04.2000.324-02) .....	40
2.2 Dinâmica do estabelecimento de plantas daninhas (04.2000.324-03) .....	45
2.3 Difusão de tecnologias para o manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja (04.2000.324-04) .....	50
<b>3 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 .....</b>	<b>53</b>
3.1 Estudo da variabilidade espacial de fatores determinantes do rendimento das culturas, em sistemas de produção com soja: plantas daninhas (12.200.100-02) .....	54





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

**Projeto:** 04.2000.328    **Líder:** Eleno Torres

**Nº de subprojetos que compõem o projeto:** 6

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

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 patógenos de solo. Distintamente dos solos de cultivo, o processo de degradação das pastagens está ligado, principalmente, a limitações químicas do 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 seis subprojetos 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)

Eleno Torres; Odilon Ferreira Saraiva; Julio Cezar Franchini; George Brown; Paulo Roberto Galerani; Eduardo Garcia Cardoso<sup>1</sup>; Mariluci da Silva Pires; Donizete Aparecido Loni

---

<sup>1</sup> Estagiário UEL

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 subprojeto inicialmente é constituído por cinco experimentos e uma unidade demonstrativa.

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

O experimento foi instalado num Latossolo Roxo distrófico 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 (Figura 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 Roxos do Norte do Paraná, Sul de São Paulo e do Mato Grosso do Sul, quando se usa a sucessão soja/trigo. A produtividade do trigo (Figura 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 o trigo, no plantio direto, para expressar melhor desempenho precisa de rotação.

As técnicas para viabilizar o plantio direto no período de transição são baseadas na rotação de culturas e/ou em práticas mecânicas, conforme o apresentado no relatório do ano anterior.

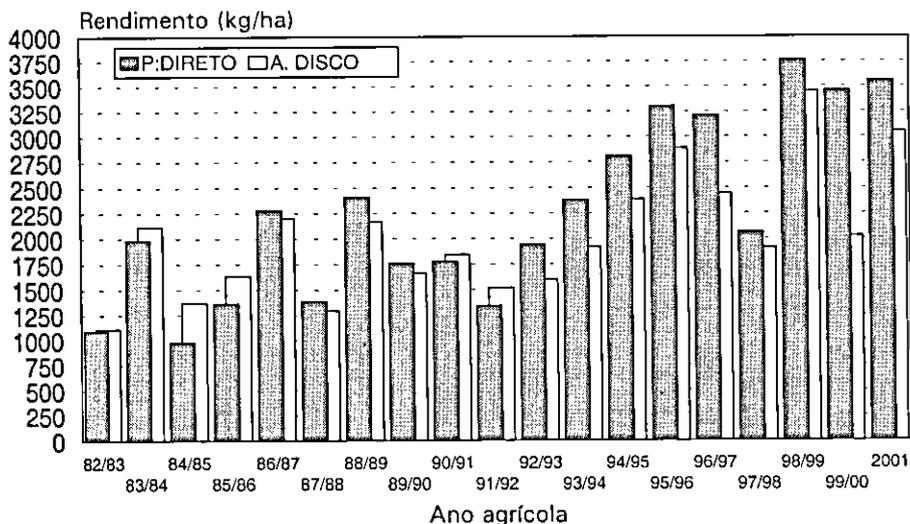


FIG. 1.1. Produtividade da soja observada no plantio direto e preparo com arado de disco em diferentes anos agrícolas. Embrapa Soja. 2001.

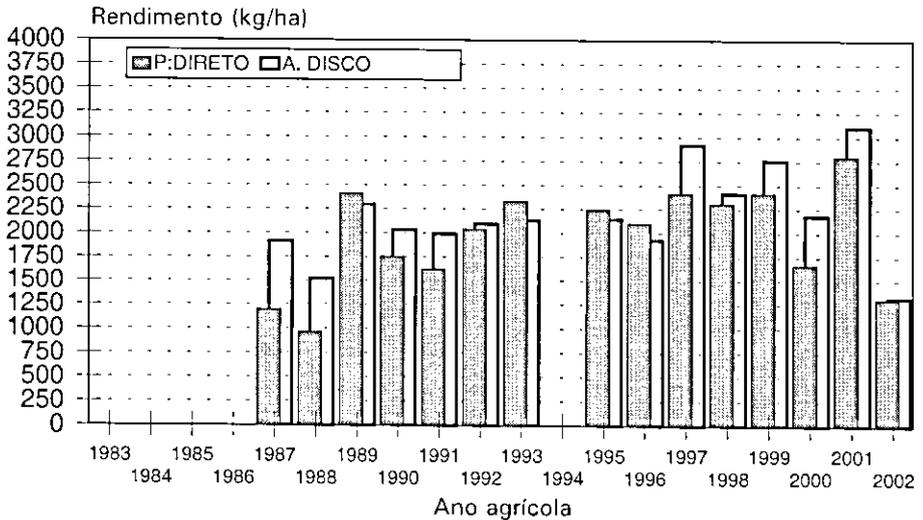


FIG. 1.2. Produtividade trigo observada durante vários anos em dois sistemas de manejo do solo. Embrapa Soja. 2002.

O ano agrícola de 2001/02 foi um dos poucos anos em que o plantio direto não foi superior estatisticamente aos demais tratamentos de preparo. As produtividades observadas foram: plantio direto (2958 kg/ha), escarificador (2551 kg/ha), grade pesada (1923 kg/ha), arado de disco (2876 kg/ha).

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

O experimento foi instalado num Latossolo Roxo distrófico 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

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 EMBRAPA-48 (ciclo precoce) e BR-133 (ciclo médio).

Desde o início do experimento não foi constatado 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, o plantio direto apresentou maior peso de 100 sementes e altura de planta. Outro fato interessante, 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 e, no verão anterior, por cultivar de soja de ciclo médio, em relação à de ciclo semi precoce.

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

O experimento foi instalado num Latossolo Roxo distrófico 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 2001/02 foi o décimo terceiro de execução do experimento. Os resultados das análises físicas e químicas do solo foram

apresentados nos anos anteriores e evidenciaram resultados importantes para a viabilização do plantio direto nos Latossolos Roxos, principalmente relacionados com a compactação do solo. Nas profundidades compreendidas entre 8 e 16 cm, a rotação de culturas diminuiu a densidade global e aumentou a macroporosidade 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.

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 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 2001/02, nos tratamentos de preparo do solo mantidos em rotação de culturas, foi cultivado o milho e, em sucessão, a soja. O milho foi antecedido pelo tremoço no inverno e sua produtividade foi semelhante entre os tratamentos de preparo do solo. Por outro lado, tanto a altura de planta como a produtividade de grãos soja (Tabela 1.1) foram mais elevada nos sistemas de manejo do solo mantidos em plantio direto. Essa maior altura de planta observada no plantio direto, em alguns anos, pode apresentar o inconveniente de causar o

**TABELA 1.1.** Valores médios de altura de planta e rendimento de grãos da soja e do milho observados em sete sistemas de preparo do solo e dois sistemas de rotação de culturas. Embrapa Soja, 2002.

Sistema de preparo	Altura de planta (cm)		Rendimento (kg/ha)	
	Rot.	Suc. <sup>3</sup>	Rot.	Suc.
	Tremoço <sup>5</sup>	Trigo	Tremoço	Trigo
Direto	ml	81,0a	<sup>5</sup> 8250a	3310a
Direto (três anos) <sup>1</sup>	ml	84,0ab	9112a	3150ab
Cruzador	ml	84,9a	8908a	3252a
Arado de disco	ml	74,0 bc	8623a	2915abc
Arado de aiveca	ml	71,1 c	8615a	2496 c
Grade pesada	ml	79,4abc	8912a	2738abc
P. alternado <sup>2</sup>	ml	71,9 c	8298a	2359 c
Média		78	8674	2889

<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 2000/01, no preparo do solo para a cultura de verão foi utilizado Arado de aiveca.

<sup>3</sup> Suc.: Sucessão - trigo/soja.

Rot.:Rotação - tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja - trigo/soja Em 1994: aveia.

<sup>4</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%.

<sup>5</sup> Cultura de inverno anterior à soja.

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. A produtividade da soja foi mais elevada nos tratamentos mantidos no verão em plantio direto: plantio direto contínuo (3310 kg/ha); preparo com cruzador no inverno e plantio direto no verão, todos os anos (3210 kg/ha) e; plantio direto com mobilização do solo a cada três anos (3150 kg/ha).

### 1.1.4 Resposta de diferentes cultivares de soja à compactação do solo no plantio direto

O experimento foi instalado em Londrina em Latossolo Roxo distrófico desde o ano de 1996/97. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas: as parcelas foram formadas por dois níveis de manejo do solo (solo compactado - densidade em torno de 1,36 g/cm<sup>3</sup> e solo não compactado - escarificação em torno de 25 cm, antes da implantação do experimento) e a subparcela por seis cultivares de soja (Paraná, BR-16, Codetec 201, Emb 4, FT-2 e SS-1). Os objetivos do experimento são: de observar o efeito da compactação do solo sobre o desenvolvimento da soja e a dinâmica e evolução da compactação do solo no plantio direto.

Com relação a evolução da densidade global do solo (Tabela 1.2), parâmetro que de alguma forma dá idéia da compactação do solo, observou-se que partindo-se do solo escarificado (não compactado, que no início do trabalho apresentava na profundidade de 8 cm densidade global de 1,09 g/cm<sup>3</sup>) que a densidade, nessa profundidade, aumentou gradativamente, ano após ano, até atingir 1,28 g/cm<sup>3</sup>, no final do quarto ano (1999/00) estabilizado-se nos anos seguintes. Na profundidade de 16cm, a densidade aumentou, porém, em menor intensidade, inici-

TABELA 1.2. Valores médios de densidade global do solo (g/cm<sup>3</sup>) observados em duas condições iniciais de manejo do solo (solo compactado e não compactado) no plantio direto. Embrapa Soja. 2002.

Sistema de manejo	Profundidade cm	Ano agrícola						
		95/96 <sup>1</sup>	96/97	97/98	98/99	90/00	00/01	01/02
Compactado	8	1,27	1,32	1,27	1,33	1,30	1,28	1,26
	16	1,36	1,38	1,35	1,34	1,35	1,38	1,34
	24	1,30	1,28	1,24	1,30	1,25	1,30	1,29
Não compactado	8	1,09	1,16	1,24	1,26	1,28	1,28	1,24
	16	1,16	1,19	1,25	1,26	1,26	1,26	1,27
	24	1,26	1,23	1,21	1,21	1,21	1,26	1,25

<sup>1</sup> Antes do início do experimento

almente era de 1,16 g/cm<sup>3</sup>, aumentou para 1,26 g/cm<sup>3</sup> até o terceiro ano, mantendo-se estável até 2002. Na profundidade de 24 cm, a densidade diminuiu nos dois primeiros e manteve-se estável por três anos, em níveis considerados adequados, porém aumentou no ano 2000/01, atingindo 1,26 g/cm<sup>3</sup> e depois permaneceu estável. Por outro lado, iniciando-se o plantio direto em solo compactado, nas três profundidades, apesar das pequenas variações entre os anos, a densidade global manteve-se alta e estável. A macroporosidade que dá idéia da aeração do solo e conseqüentemente das trocas de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, evidenciou as mesmas tendências da densidade global. Esses resultados evidenciam que na sucessão soja/trigo, a presença de compactação não diminui quando se inicia o plantio direto sem os cuidados de descompactar o solo, podendo inviabilizar a continuidade do plantio direto. Por outro lado, quando se inicia o plantio direto com a descompactação do solo, a densidade global do solo aumenta gradativamente, com o passar dos anos, podendo atingir níveis elevados já a partir do 3º ou 4º ano.

Considerando-se o conceito da compactação relativa (relação entre a densidade medida no solo e a compactação máxima que o solo pode atingir - método de Proctor que nos latossolos roxos é em torno de 1,54 g/cm<sup>3</sup>), de que valores acima de 0,85 podem prejudicar o desempenho da soja, observou-se na profundidade de 8 cm, que a densidade observada foi de 1,26 g/cm<sup>3</sup> e a compactação relativa de 0,82, inferior portanto ao valor crítico. Já na profundidade de 16 cm, a densidade global foi de 1,34 g/cm<sup>3</sup> e a compactação relativa de 0,87, portanto, acima do valor crítico. Mesmo com esse valor alto, no ano agrícola (2001/02), a produtividade da soja foi semelhante entre os tratamentos solo não compactado em solo compactado, evidenciando que o efeito da compactação sobre a produtividade da soja é dependente das condições do ano.

A resistência do solo à penetração e a distribuição de raízes da soja, nos sistemas de manejo do solo - Compactado e Não Compactado, nas cultivares Embrapa-4 e BR-16, na safra 2001/02 podem ser observadas nas (Figuras 1.3 e 1.4). Observou-se que resistência a penetração foi mais elevada na camada de 8 a 15 cm no perfil do solo. Mais uma

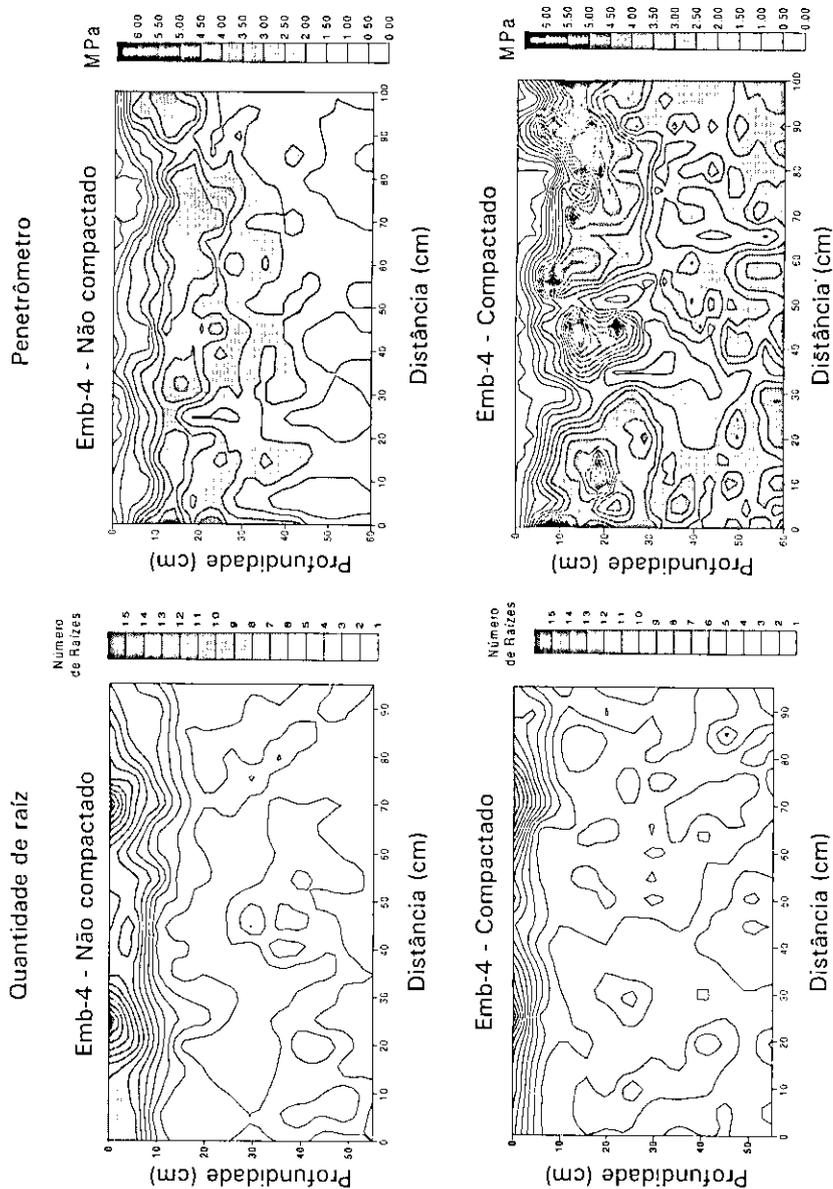


FIG. 1.3. Quantificação do sistema radicular e resistência do solo ao penetrômetro em sistema de manejo do solo compactado e não compactado durante o desenvolvimento da cultura da soja. Londrina - PR. Safra 2001/02.

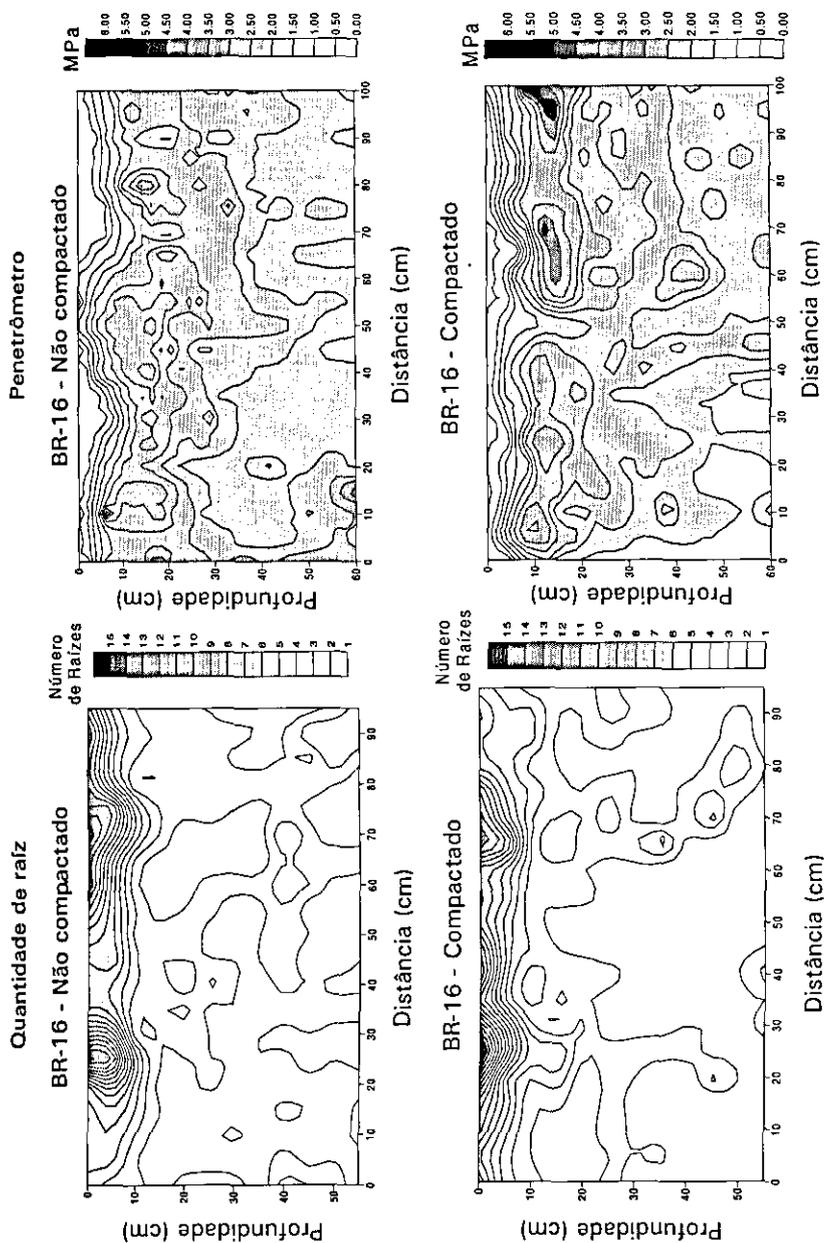


FIG. 1.4. Quantificação do sistema radicular e resistência do solo ao penetrômetro em sistema de manejo do solo compactado e não compactado durante o desenvolvimento da cultura da soja. Londrina - PR. Safra 2001/02.

vez, apesar de apresentar resistência elevada, essa camada não foi uniforme continuamente em toda a sua extensão, apresentando estruturas de menor resistências que permitiram desenvolvimento radicular através delas. Comparando solo (C) com o (NC) observou-se que a resistência do solo foi elevada nas duas condições sendo, porém, mais drástica no solo (C). Os valores da maior resistência no solo (NC) e (C) foram de 4,5 e 6 MPa, respectivamente. A alta resistência verificada também no solo (NC) se deve ao aumento progressivo da densidade do solo com o passar dos anos (5 anos) no plantio direto, devido a ausência de rotação de culturas. Nas duas condições de manejo a penetração das raízes diminuiu com o aumento da resistência do solo, ficando concentradas nos 12 cm próximos a superfície do solo, acima portanto das estruturas maciças de alta resistência e densidade. Avaliando-se as duas cultivares, foi verificado maior quantidade de raízes a uma profundidade de até 20 cm, no solo (NC), podendo esse fato estar relacionado as melhores condições do espaço poroso do solo permitindo às raízes uma maior penetração e, conseqüentemente, explorando maior volume de solo para a absorção de água e nutrientes.

Os resultados obtidos até o momento evidenciam a tendência do plantio direto mantido em monocultura apresentar, nas camadas superficiais, altas densidades, já a partir do 3º e 4º mesmo quando se fez a descompactação do solo antes da implantação do sistema. A compactação do solo no plantio direto, dependendo do ano, pode afetar negativamente a produtividade da soja. A intensidade desse efeito foi associada à disponibilidade hídrica nos diferentes anos. Nos anos em que houve efeito negativo, todas as cultivares testadas tiveram sua produtividade reduzida pela compactação.

## **1.2 Sistema misto de rotação de lavoura e pasto em semeadura direta no Planalto Meridional do Paraná (04.2000.328-03)**

Celso de Almeida Gaudencio; Paulo Roberto Galerani

A produção agrícola baseada na monocultura e no manejo intensivo do solo têm apresentado degradação física e decréscimo da capacidade produtiva, mesmo em solos originalmente produtivos, com excelentes condições físico-químicas e biológicas, como os solos Latossol roxo eutrófico, argiloso e Latossol vermelho escuro distrófico, textura média, das regiões norte do Paraná, Sul de São Paulo e Mato Grosso do Sul.

O objetivo do trabalho é testar modelos de produção vegetal que preservem as condições físicas do solo, viabilize a semeadura direta e otimize o rendimento da soja e de outros produtos agrícolas, promovendo a adoção de sistema misto de lavoura e de pasto.

### **1.2.1 Sistema misto de rotação lavoura pasto em semeadura direta, sob Latossolo roxo eutrófico**

O ensaio "Sistema misto de rotação lavoura pasto em semeadura direta, sob Latossolo roxo eutrófico", foi conduzido na sede da Embrapa Soja, Londrina, PR (Tabela 1.3). Antes da implantação do experimento, foram utilizados o capim Tanzânia, leguminosa indigófera e o consórcio de Tanzânia com soja perene, por três anos, de 1997 a 2000, para recuperação física do solo já degradado pelo uso de lavoura. Após essa recuperação, iniciou-se o experimento, em 2000, utilizando-se um único sistema de rotação de culturas anuais soja/aveia - milho/milheto - soja/trigo - soja/trigo, por dois ciclos, sobre cada uma das áreas com espécies perenes, de forma a se obter o efeito ano. Resultados da soja nesse ensaio, Tabela 1.4, safra 1999/2000, em solo não recuperado por espécies perenes (gramínea e leguminosa), mostraram o mais alto rendimento na combinação milho/girassol soja/trigo soja, enquanto o trigo em 2000 (Tabela 1.5), não mostrou diferença no rendimento de

**TABELA 1.3.** Fases da rotação de culturas, em experimento iniciado em 2000/01 em solo recuperado por espécies perenes. Experimento iniciado em 1999/00. Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2001.

Fases	Rotação de culturas			
	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
Fase A-	Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja/Trigo
Fase B-	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto
Fase C-	Milho/Milheto	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Aveia
Fase D-	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja/Trigo	Soja/Trigo
Fase E-	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Trigo

<sup>1</sup> O girassol foi substituído por milho, após o término de dois ciclos de rotação de culturas anuais.

Espécies perenes: gramínea Tanzânia, leguminosa indigóferae e Tanzânia consorciada com soja perene.

**TABELA 1.4.** Rendimento de grãos da soja, em diferentes fases da rotação de culturas, em solo sem recuperação por espécies perenes. Experimento realizado em 1999/00. Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2001.

Fases da rotação de culturas				Rendimento (kg/ha)
A- Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja	2817 ab <sup>2</sup>
C- Milho/Girassol <sup>1</sup>	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja	3144 a
D- Soja/Aveia	Milho/Girassol	Soja/Trigo	Soja	2525 b
E- Soja/Trigo contínuo				2653 b
CV%				10,1

<sup>1</sup> O girassol foi substituído por milho, após o término de dois ciclos de rotação de culturas anuais.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 1.5.** Rendimento de grãos de trigo, em diferentes fases da rotação de culturas, em solo não recuperado por espécie perenes. Experimento realizado em 2000. Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2001.

Fases da rotação de culturas				Rendimento (kg/ha)
A- Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja/Trigo	2980 Ns
D- Soja/Aveia	Milho/Girassol <sup>1</sup>	Soja/Trigo	Soja/Trigo	3078
E- Soja/Trigo contínuo				2997
CV%				3,8

<sup>1</sup> O girassol foi substituído por milheto, após o término de dois ciclos de rotação de culturas anuais.

Ns = Não significativo.

grãos entre as três seqüências de culturas estudadas (Resultados especificados no relatório 2001).

Os rendimentos da soja nas safras 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003 estão na Tabela 1.6. A maior produtividade da soja, em números absolutos, foi na Fase D, na safra 2002/03, plantada após o milho e milheto. A menor produtividade ocorreu na Fase B, também na safra 2002/03, após dois anos consecutivos de monocultivo soja/trigo. No tratamento testemunha (Fase E), a soja teve produtividade compatível com os demais tratamentos, não ficando evidente, um efeito negativo da monocultura soja/trigo. Isso pode ser devido à recente recuperação da área com culturas perenes, conforme metodologia explicada anteriormente.

Os rendimentos de trigo em áreas recuperadas estão descritos na Tabela 1.7. Os rendimentos de 2001 foram superiores aos de 2002, provavelmente devido a problemas climáticos e ocorrência do percevejo, *Dichelops furcatus* (percevejo barriga-verde). Em 2002, nas fases B e E, a produtividade do trigo semeado por dois anos consecutivos, foi menor que a produtividade na Fase C, onde o trigo foi semeado após o milho e o milheto.

**TABELA 1.6. Rendimentos de Soja em solo recuperado com espécies perenes, em diferentes fases da rotação de culturas. Experimento realizado em Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR, 2003.**

Fases	Fases da rotação de culturas por ano				Rendimento soja (kg/ha)	
	00/01	01/02	02/03	03/04 <sup>1</sup>	00/01	01/02 02/03
A	Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja/Trigo	3485	3342 -
B	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto	3538	3299 2884
C	Milho/Milheto	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Aveia	-	3441 3550
D	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja/Trigo	Soja/Trigo	3480	- 3784
E	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Trigo	3527	3368 3312

<sup>1</sup> Previsto ser implantado, dando continuidade ao trabalho de longa duração.

**TABELA 1.7. Rendimentos do trigo em solo recuperado com espécies perenes, em diferentes fases da rotação de culturas. Experimento realizado em Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR, 2003.**

Fases	Fases da rotação de culturas				Rendimento soja (kg/ha)		
	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04 <sup>1</sup>	2001	2002	2003
A	Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja/Trigo	3472	-	-
B	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Aveia	Milho/Milheto	3609	1036	-
C	Milho/Milheto	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Aveia	-	1278	Colheita
D	Soja/Aveia	Milho/Milheto	Soja/Trigo	Soja/Trigo	-	-	em
E	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Trigo	Soja/Trigo	3473	925	ago/03

<sup>1</sup> Previsto ser implantado, dando continuidade ao trabalho de longa duração.

As produtividades do milho, nas fases A e D, nas safras 2001/02 e 2002/03, foram diferentes em números absolutos, indicando haver efeito de anos, uma vez que em ambos casos o milho foi plantado após soja/aveia.

Em conclusão, o sistema de 4 anos de rotação de culturas anuais soja/aveia - milho/milheto - soja/trigo - soja-trigo, implantada após a recuperação do solo com culturas perenes, mostrou-se adequado a essa região, com produtividades acima da média nacional e estáveis durante o período do trabalho. É importante observar, no entanto, que o trigo plantado por dois anos consecutivos já tende a apresentar menores produtividades. Por outro lado, a soja apresentou produtividades semelhantes, mesmo quando plantada por dois ou três anos consecutivos, provavelmente pelos benefícios da rotação com o milho e sucessão com aveia e milheto.

Área piloto de rotação de culturas anuais e pastagem, em semeadura direta - O sistema misto de lavoura e pasto foi instalado em uma propriedade agrícola, em Sertaneja, PR, em solos degradados por manejo inadequado de agricultura contínua e pastagem.

O trabalho teve início em 1994, na Estância Lagoa Serena, Paranagi, Sertaneja, PR, de propriedade de José Mascaro Garcia Molina, em Latossolo Vermelho Escuro distrófico, fase arenosa, conforme planejamento apresentado Tabela 1.8.

Foi usado quatro anos de pastagem para recuperação física do solo, bem como culturas anuais adubadas para produção de grãos. Foi utilizada também, espécies com duplo propósito para cobertura verde do solo e para produção de forragem, na estação seca, para obter a recomposição química do solo.

Os resultados das análises realizadas no ano 2000/01, indicam as alterações e comportamento físico-químico do solo no período anterior a 2001. A análise física do solo apresentou teores de argila entre 12% e 42%.

Macroporosidade e densidade aparente - Em amostras de solo coletadas, em 1994, 1997 e 1998, as percentagens médias de macroporosidade

TABELA 1.8. Área piloto de rotação de de culturas anuais e pastagens no período de 1994/95 a 2000/01. Estância Lagoa Serena, Sertaneja, PR. Embrapa Soja. 2000.

Piquete <sup>2</sup>	Ano										
	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01				
	V <sup>1</sup>	I	V	I	V	I	V	I	V	I	
1	SJ	AV	(FP)	Tanzânia	Tanzânia	Tanzânia	Tanzânia	Tanzânia	SJ	PS	ML
2	PS	AV	(FP)	Brizanta <sup>5</sup>							
3	PS	AV	(FP)	Brizanta							
4	PS	AV	(FP)	Brizanta	Brizanta	Brizanta	Brizanta	Brizanta	SJ	AV	SJ
5	SJ	AV	ML	MT	SJ	AV	ML	MT	SJ	MS	SJ
6	ML	MT	SJ	AV	ML	MT	SJ	AV	ML	MS	SJ

<sup>1</sup> SJ = Soja; PS = Pousio; AV = Aveia preta; ML = Milho; MT = Milho; FP = Formação de pastagem.

<sup>2</sup> Piquete 1 = Solo corrigido com 2 t de calcário e soja implantada em 1994/95 com adubo (250 kg/ha 0-28-20 e 15 kg de FTE BR 12) e Tanzânia no residual da adubação da soja após aveia em 1995. Soja semeadura direta em 1999/00 e após o solo foi escarificado e gradeado em pousio até a semeadura do milho 2000/01.

Piquete 2 = Solo corrido com calcário 2 t em 1994 e 0,5 t em 1995 e após foi implantado Brizantha sem adubo. Foi efetuado adubação superficial em fevereiro de 2000.

Piquete 3 = Solo corrigido com 2 t de calcário em 1994 e adubado em 1995 com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12 (incorporado) e, após, implantado a Brizantha.

Piquete 4 = Solo corrigido com 2 t em 1994 e 1 t calcário em 1995 e, após, implantada a Brizantha.

Piquete 5 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado soja em 1994/95 adubado com 250 kg/ha de 0-28-20 + S e 15 kg/ha de FTE BR 12 e mais 2t de calcário em (milho em 1995/96, adubado com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96.

Piquete 6 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado milho em 1994/95 adubado com 280 kg/ha de 4-26-16 + S e mais 0,5 t de calcário em 1995 (soja adubada em 1995/96 com 250 kg/ha de 0-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96.

e densidade aparente do solo apresentaram valores altos, em função da textura arenosa do solo. Em 1998, as percentagens menores de macroporosidade, em relação aos anos anteriores, podem indicar que houve uso de sistemas de pastagem ou de lavoura contínua antes do início do experimento, que, do ponto de vista físico, não podem ser conduzidas por períodos superiores a três anos (Tabelas 1.9 e 1.10).

Agregados estáveis - na Tabela 1.11, são apresentados os resultados médios de agregados estáveis em água, em amostras coletadas em 1994, 1997, 1998 e 2000.

Nos piquetes 2, 3 e 4, onde foi implantada *Brachiaria brizantha* em 1995, os valores de agregados estáveis foram expressivamente maiores em 1997, 1998 e 2000 comparado com os de 1994, pelo efeito da pastagem perene na agregação do solo.

Já no piquete 1, onde foi implantada o Tanzânia 1, as percentagens de agregados do solo, em relação a 1994, foram maiores em 1997 e 1998. Em 2000, apesar de ser também superior, houve um pequeno decréscimo na agregação. Isso é um indicativo que a recuperação física do solo com Tanzânia 1, se deu num período menor do que quatro anos, mas com percentagem de agregados inferiores ao *B. brizantha*.

Os solos, nos piquetes com lavouras contínuas, conduzidas em sistemas de rotação de culturas anuais, a partir de 1994/95 e com a utilização da prática da semeadura direta a partir de 1996/97, apresentam as seguintes modificações: a) no piquete 5, em 1997, 1998 e 2000, em comparação com 1994, houve maior agregação do solo na camada de 0-10 cm de profundidade e menor na profundidade de 10-20 cm e b) no piquete 6 houve aumento na agregação do solo na amostragem de 1998, com decréscimo em 2000, em ambas profundidade amostradas.

Nesse trabalho realizado em propriedade piloto, em Sertaneja, PR, pode-se fazer as seguintes considerações, nas condições específicas daquela propriedade. A sua generalização deve ser tomada com cautela:

- a) em solo com cerca de 15 % de argila, sem limitação química, o uso de pastagem melhora as aptidões físicas, mas no quarto ano há decréscimo da fertilidade;

**TABELA 1.9. Percentagem média de macroporosidade do solo, em amostras coletadas em duas profundidades, em 1994, 1997 e 1998, em diferentes sistemas de uso do solo. Estância Lagoa Serena, Sertaneja, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2000.**

Profundidade (cm)	Uso do solo/Piquetes					
	Formação de pastagem				Lavoura	
	1	2	3	4	5	6
	..... 1994 .....					
8				19,02	20,02	
16				15,63	10,08	
	..... 1997 .....					
8	13,57	16,61	17,06	23,02	24,39	22,29
16	15,09	11,52	12,39	15,95	24,46	22,29
	..... 1998 .....					
8	11,32	9,09	10,20	12,47	18,13	14,05
16	13,02	8,93	13,14	10,34	19,11	13,25

Piquete 1 = Solo corrigido com 2 t de calcário e soja implantada em 1994/95 com adubo (250 kg/ha 0-28-20 e 15 kg de FTE BR 12) e Tanzânia no residual da adubação da soja após aveia em 1995. Soja semeadura direta em 1999/00 e após o solo foi escarificado e gradeado em pousio até a semeadura do milho 2000/01.

Piquete 2 = Solo corrigido com calcário 2 t em 1994 e 0,5 t em 1995 e após foi implantado Brizantha sem adubo. Foi efetuado adubação superficial em fevereiro de 2000.

Piquete 3 = Solo corrigido com 2 t de calcário em 1994 e adubado em 1995 com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12 (incorporado) e após foi implantado Brizantha.

Piquete 4 = Solo corrigido com 2 t em 1994 e 1 t calcário em 1995 e após foi implantado Brizantha.

Piquete 5 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado soja em 1994/95 adubado com 250 kg/ha de 0-28-20 + S e 15 kg/ha de FTE BR 12 e mais 2 calcário em (milho 1995/96 adubado com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96

Piquete 6 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado milho em 1994/95 adubado com 280 kg/ha de 4-26-16 + S e mais 0,5 t de calcário em 1995 (soja adubada em 1995/96 com 250 kg/ha de 0-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96.

**TABELA 1.10.** Densidade aparente média do solo, em amostras coletadas em duas profundidades, em 1994, 1997 e 1998, em diferentes sistemas de uso do solo. Estância Lagoa Serena, Sertaneja, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2000.

Profundidade (cm)	Uso do solo/Piquete						
	Formação de pastagem				Lavoura		Pastagem
	1	2	3	4	5	6	7
	..... 1994 .....						
8				1,61	1,45		1,71
16				1,68	1,73		1,68
	..... 1997 .....						
8				1,56	1,68	1,74	1,73
16				1,75	1,67	1,73	1,74
	..... 1998 .....						
8	1,70	1,65	1,63	1,56	1,68	1,74	1,73
16	1,57	1,68	1,56	1,70	1,65	1,63	

Piquete 1 = Solo corrigido com 2 t de calcário e soja implantada em 1994/95 com adubo (250 kg/ha 0-28-20 e 15 kg de FTE BR 12) e Tanzânia no residual da adubação da soja após aveia em 1995. Soja semeadura direta em 1999/00 e após o solo foi escarificado e gradeado em pousio até a semeadura do milho 2000/01.

Piquete 2 = Solo corrido com calcário 2 t em 1994 e 0,5 t em 1995 e após foi implantado Brizantha sem adubo. Foi efetuado adubação superficial em fevereiro de 2000.

Piquete 3 = Solo corrigido com 2 t de calcário em 1994 e adubado em 1995 com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12 (incorporado) e após foi implantado Brizantha.

Piquete 4 = Solo corrigido com 2 t em 1994 e 1 t calcário em 1995 e após foi implantado Brizantha.

Piquete 5 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado soja em 1994/95 adubado com 250 kg/ha de 0-28-20 + S e

15 kg/ha de FTE BR 12 e mais 2 calcário em (milho 1995/96 adubado com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96.

Piquete 6 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado milho em 1994/95 adubado com 280 kg/ha de 4-26-16 + S e mais 0,5 t de calcário em 1995 (soja adubada em 1995/96 com 250 kg/ha de 0-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96.

**TABELA 1.11.** Percentagem média de agregados estáveis do solo (soma das peneiras 6,35 mm, 4,00 mm e 2,00 mm) em amostras coletadas em duas profundidades em 1994, 1997, 1998 e 2000, em diferentes sistemas de uso do solo. Estância Lagoa Serena, Sertaneja, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2000.

Profundidade (cm)	Uso do solo/Piquetes					
	Formação de pastagem				Lavoura	
	1	2	3	4	5	6
..... 1994 .....						
0 - 10				29,53	22,15	
10 - 20				47,97	31,08	
..... 1997 .....						
0 - 10	87,68	90,39	92,21	76,97	37,17	19,36
10 - 20	74,15	77,19	76,57	77,39	31,30	8,83
..... 1998 .....						
0 - 10	93,67	90,79	83,64	90,51	47,99	62,59
10 - 20	84,76	79,83	60,05	75,22	17,71	41,53
..... 2000 .....						
0 - 10	88,37	95,98	92,55	92,19	41,68	47,30
10 - 20	78,70	91,96	74,96	68,82	19,61	34,33

Piquete 1 = Solo corrigido com 2 t de calcário e soja implantada em 1994/95 com adubo (250 kg/ha de 0-28-20 e 15 kg de FTE BR 12) e Tanzânia no residual da adubação da soja após azeite em 1995. Soja semeadura direta em 1999/00 e após o solo foi escarificado e gradeado em pousio até a semeadura do milho 2000/01.

Piquete 2 = Solo corrigido com calcário 2 t em 1994 e 0,5 t em 1995 e após foi implantado Brizantha sem adubo. Foi efetuado adubação superficial em fevereiro de 2000.

Piquete 3 = Solo corrigido com 2 t de calcário em 1994 e adubado em 1995 com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12 (incorporado) e após foi implantado Brizantha.

Piquete 4 = Solo corrigido com 2 t em 1994 e 1 t calcário em 1995 e após foi implantado Brizantha.

Piquete 5 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado soja em 1994/95 adubado com 250 kg/ha de 0-28-20 + S e 15 kg/ha de FTE BR 12 e mais 2 calcário em (milho 1995/96 adubado com 250 kg/ha de 8-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96.

Piquete 6 = Solo corrigido com 2 t em 1994, implantado milho em 1994/95 adubado com 280 kg/ha de 4-26-16 + S e mais 0,5 t de calcário em 1995 (soja adubada em 1995/96 com 250 kg/ha de 00-28-20 e 20 kg/ha de FTE BR 12). As culturas anuais foram implantadas em semeadura direta desde 1995/96.

- b) solos descompactados e utilizados com lavouras em rotação de culturas e semeadura direta, têm a física do solo até 10 cm de profundidade melhorada, mas, a partir do terceiro ano, há aparecimento de camada compactada e, a partir do quarto ano, há diminuição na agregação na camada de 10-20 cm, e diminuição do C e da CTC do solo, na profundidade de 2,5-20 cm;
- c) em solo com cerca de 30 % de argila e limitação química, a pastagem melhora a agregação nos primeiros dois anos, mas a pulverização do solo, ocasionada pelo período agrícola anterior à pastagem, pode condicionar acomodação do solo, provocando uma camada compactada no terceiro ano. No quarto ano, já há uma pequena recuperação física, e a adubação feita, mantém o P por dois anos; e
- d) solos com cerca de 40% de argila e limitação física podem ser conduzidos por quatro anos com lavouras anuais, desde que se faça a calagem no 3º ano.



### **1.3 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

Em busca da manutenção de alta produtividade dos solos agrícolas, 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. A fonte 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 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 desenvolver um método para avaliação da cobertura do solo, quantificar o poder de incorporação dos restos de culturas pelos sistemas de preparo do solo e de 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.

Este subprojeto que hora se encerra, foi desenvolvido nas dependências da Embrapa Soja, em Londrina, PR, durante o período de 2000 a 2002. Serão apresentados somente os resultados do último período, que ainda não foram publicados. No entanto, serão apresentadas conclusões preliminares do trabalho, que contemplam toda a sua fase de execução.

No primeiro experimento (Avaliação da cobertura do solo pelos restos da colheita e sua quantificação) foi realizada a calibração de um método de avaliação de cobertura do solo pelos restos de culturas. A partir de quantidades conhecidas de restos de culturas, foi avaliada a cobertura do solo pelo método de transeções lineares. Foram determinadas as seguintes equações de regressão, para estimar a cobertura do solo (Y, em %), em função da massa de restos de culturas (X, em kg/ha) presentes na superfície do solo:

- (a) Soja:  $Y = 3,676 \cdot 10^{-5} \cdot (X^{2,958} - 0,3326 \log X)$ ;  $r^2 = 0,99$ ; área projetada específica do resto de cultura =  $1,84 \pm 0,06 \text{ m}^2/\text{kg}$  ( $P=0,05$ ); 100% de cobertura com 6125 kg/ha.
- (b) Milho:  $Y = 1,123 \cdot 10^{-4} \cdot (X^{2,799} - 0,3251 \log X)$ ;  $r^2 = 0,99$ ; área projetada específica do resto de cultura =  $2,58 \pm 0,22 \text{ m}^2/\text{kg}$  ( $P=0,05$ ); 100% de cobertura com 6700 kg/ha.
- (c) Trigo:  $Y = 2,023 \cdot 10^{-5} \cdot (X^{3,777} - 0,5321 \log X)$ ;  $r^2 = 0,99$ ; área projetada específica do resto de cultura =  $4,95 \pm 0,16 \text{ m}^2/\text{kg}$  ( $P=0,05$ ); 100% de cobertura com 2625 kg/ha.

(d) Aveia:  $Y = 132,0582(\text{EXP} \{-(802,7923)/X\})$ ;  $r^2 = 0,99$ ; área projetada específica do resto de cultura =  $2,70 \pm 0,60 \text{ m}^2/\text{kg}$  ( $P=0,05$ ); 100% de cobertura com 2800 kg/ha.

À medida em que foi aumentada a quantidade de restos de culturas, observou-se aumento da cobertura, até atingir 100%. Após este ponto, só é possível quantificar os restos de culturas através da determinação direta no campo, quando a estimativa de cobertura do solo estiver sendo realizada por métodos visuais. Alcançou-se 100% de cobertura do solo com 6.125 kg/ha de restos de soja, 6.700 kg/ha de restos de milho, 2.625 kg/ha de restos de trigo e 2800 kg/ha de restos de aveia, demonstrando a maior eficiência dos restos de trigo e aveia em cobrir o solo.

No segundo experimento (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.

Na safra de inverno 2001, a rotação estava na fase do tremoço que, após rolado, ficou impraticável a amostragem para avaliação da produção e cobertura do solo. Os restos de trigo, da sucessão de culturas, produziu o suficiente para a total cobertura do solo, 100% (Tabela 1.12). Após a aplicação dos tratamentos de preparo do solo nos tratamentos que não eram plantio direto, a cobertura manteve-se sempre inferior a 35%.

A produção de restos de cultura de soja e milho, na safra de verão 2001/2002, de modo geral não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 1.13). Em média a produção de 3516 kg/ha de restos de soja cobriu 75% da superfície do solo, enquanto a produção média de 5339 kg/ha de restos de cultura de milho cobriu 92% da superfície do solo. Após o preparo do solo para a cultura subsequente de inverno, observou-se que os restos de soja foram muito mais incorporados do que os

**TABELA 1.12. 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. 2002. Safra de inverno 2001.**

Tratamentos <sup>1</sup>	Após colheita (24/09/2001)		Preparo adotado <sup>2</sup>	Após preparo (27/10/2001)	
	Massa (kg/ha)	Cobertura (%)		Massa (kg/ha)	Cobertura (%)
	..... Restos de trigo .....				
CR-Suc	2347	98	PD/-	2347	98
PDCR-Suc	2533	99	PD/-	2533	99
PD-Suc	2534	99	PD/-	2534	99
AD-Suc	2573	100	AD/GN	294	24
AA-Suc	3195	100	PD/-	3195	100
GP-Suc	2180	97	GP/GN	417	35
PA-Suc	3426	100	ES/GN	398	34
Média	2684	100			
CV (%)	17			18	

<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.

restos de milho pelo tratamento grade pesada seguida de grade niveladora, denotando maior resistência à incorporação do que os restos de soja.

No terceiro experimento (Decomposição dos restos de culturas em condições de campo), foi estudada a perda de massa de restos de culturas. Foi utilizada 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.

**TABELA 1.13.** Massa e cobertura do solo pelos restos de culturas de soja e milho, antes e após a realização do preparo do solo para a cultura subsequente. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2002. Safra de verão 2001/2002.

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	3206	71	CR/-	2400	58
PDCR-Suc	2801	65	PD/-	2801	65
PD-Suc	4128	82	PD/-	4128	82
AD-Suc	3876	79	GP/GN	687	19
AA-Suc	3313	72	PD/-	3313	72
GP-Suc	3348	73	GP/GN	737	21
PA-Suc	3938	80	GP/GN	648	18
Média	3516	75			
..... Restos de milho .....					
CR-Rot	4646	87	CR/-	3108	72
PDCR-Rot	5314	92	PD/-	5314	92
PD-Rot	5303	92	PD/-	5303	92
AD-Rot	5756	95	GP/GN	1013	33
AA-Rot	5603	94	PD/-	5603	94
GP-Rot	5169	91	GP/GN	1369	43
PA-Rot	5582	94	GP/GN	1590	48
Média	5339	92			
CV (%)	16			22	

<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.

Os resultados são mostrados nas tabelas 1.14 e 1.15. 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.

**TABELA 1.14.** 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 2001/2002. Londrina, PR. 2002.

RC	Trat.	Períodos de remoção (dias e data)					
		0	7	14	28	56	112
		20/11/01	27/11/01	04/12/01	18/12/01	15/01/02	12/03/02
Aveia	PD-S <sup>1</sup>	100,00	77,67	70,88	52,03	39,38	24,35
Aveia	AD-S	100,00	50,42	44,20	29,55	16,98	8,91
Trigo	PD-S <sup>1</sup>	100,00	95,36	93,42	85,28	75,50	57,31
Trigo	AD-S	100,00	84,85	75,55	64,01	42,86	35,89
Ppt Acum (mm)		0,00	44,40	46,50	121,40	423,10	616,60

<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 1.15. 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 2002. Londrina, PR. 2002.**

RC	Trat.	Períodos de remoção (dias e data)							
		0	7	14	28	59	109		
		07/06/02	14/06/02	21/06/02	05/07/02	05/08/02	24/09/02		
Soja	PD-S <sup>1</sup>	100,00	96,36	94,64	90,35	78,59	67,40		
Soja	AD-S	100,00	92,82	88,40	89,26	60,37	52,28		
Milho	PD-S <sup>1</sup>	100,00	99,35	97,56	93,41	78,13	71,98		
Milho	AD-S	100,00	96,55	93,82	90,73	65,35	52,52		
Ppt Acum (mm)		0,00	0,00	0,00	5,90	111,60	216,20		

<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.

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 contato 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, os resultados foram semelhantes sob o aspecto de incorporação ou não, observando maior perda de massa quando os restos eram incorporados. Nessa fase, geralmente observou-se que os restos de milho perderam menos massa do que os de soja.

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.

Analisando-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. Este fato leva ao conceito de maior economia de carbono. 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, em que o subprojeto foi conduzido, foram possíveis algumas conclusões preliminares:

- A produção de restos de soja nunca foi suficiente para proporcionar 100% de cobertura do solo.
- As culturas de trigo e aveia foram capazes de produzir restos suficientes para cobrir 100% do solo, exceto em anos em que o clima era desfavorável.
- A cultura de milho produziu restos suficientes para cobrir somente 92% 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.
- O tipo de restos de culturas influenciou a capacidade de incorporação pelos sistemas de preparo do solo e foi aumentada na seqüência: restos de milho, aveia, trigo e soja.
- 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.
- Com exceção da aveia incorporada, os demais restos de culturas, soja, milho e trigo, não foram totalmente decompostos, mesmo quando incorporados ao solo.





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

**Projeto:** 04.2000.324    **Líder:** Alexandre M. Brighenti

**Nº de Subprojetos que compõem o projeto:** 04

**Unidades/Instituições participantes:** Embrapa Soja; EMATER-PR

As culturas agrícolas estão sujeitas a uma série de fatores do ambiente que influenciam no crescimento, no desenvolvimento e na rentabilidade. Em relação aos danos causados pelas plantas daninhas sobre os cultivos, pode ocorrer, dependendo do nível de infestação, 30% a 40% de redução da produção. Na cultura da soja, as perdas estimadas por essa competição encontram-se ao redor de 13%. Com o objetivo de gerar informações que subsidiem o manejo de plantas daninhas, nessa cultura, foram conduzidas pesquisas que incluem estudos sobre o uso de herbicidas e seus efeitos sobre a cultura de soja transgênica e não transgênica, a resistência de plantas daninhas a herbicidas e alternativas ao uso do 2,4-D, além de estudos sobre a dinâmica do estabelecimento de espécies de plantas daninhas, sua biologia e métodos culturais de controle. Os estudos sobre o manejo das plantas daninhas permitiram obter combinações de métodos (manejo integrado) que, quando adotados, diminuíram as quantidades de herbicidas aplicados, reduzindo as populações de espécies daninhas, sem que houvesse redução econômica na produtividade da cultura da soja e contaminação do meio ambiente. No intuito de difundir as tecnologias geradas, a EMATER-PR, as cooperativas e as empresas de planejamento agropecuário concentraram suas atividades no treinamento de seus técnicos.

## 2.1 Biologia e manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja (04.2000.324-02)

Alexandre M. Brighenti; Elemar Voll; Dionísio L.P. Gazziero;  
Fernando S. Adegas<sup>1</sup>

### 2.1.1 Acúmulo de matéria seca e marcha de absorção de macronutrientes em *Cardiospermum halicacabum*

Um experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental da Embrapa Soja, a fim de avaliar as características de crescimento e as exigências nutricionais do balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram avaliados a biomassa seca total e dos órgãos das plantas e os teores de macronutrientes nos tecidos. A primeira avaliação foi realizada aos 14 dias após a emergência (DAE) das plantas e as seguintes a intervalos de 14 dias, até a maturidade fisiológica. O máximo acúmulo de matéria seca nas plantas ocorreu aos 106 DAE (53,00 g/planta). A taxa de crescimento máxima foi de 0,99 g/planta dia, aos 65 DAE. *C. halicacabum* apresentou a seguinte sequência decrescente de recrutamento de nutrientes N, K, Ca, Mg, S e P. Aos 106 DAE, *C. halicacabum* acumulou 2.008 mg/planta de N; 1.411 mg/planta de K; 582 mg/planta de Ca; 176 mg/planta de Mg; 172 mg/planta de S e 141 mg/planta de P. As maiores quantidades de matéria seca e de nutrientes estavam alocadas nos caules, seguidos das folhas, das raízes e dos frutos.

### 2.1.2 Habilidade competitiva de cultivares de soja na presença de *Euphorbia heterophylla*

Algumas plantas e, até mesmo, cultivares com interesse agrônômico têm diferentes capacidades em competir com espécies daninhas. Podem suprimir as plantas infestantes, reduzindo sua biomassa e produ-

---

<sup>1</sup> EMATER-PR

ção de propágulos. Um experimento foi instalado na área experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, na safra 2001/02, a fim de determinar a capacidade competitiva de diferentes cultivares de soja na presença do amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*). O delineamento experimental foi blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram semeadas três cultivares de soja (BRS 183, BRS 156 e BRS 133). Nas subparcelas, foram ajustadas quatro densidades de plantas de amendoim-bravo/m<sup>2</sup> (0, 30, 60 e 90). Na soja, foram avaliadas a área foliar, a altura das plantas, a biomassa seca das folhas e a biomassa seca da parte aérea, aos 35 dias após a emergência (DAE). No amendoim-bravo, a biomassa seca também foi avaliada aos 35 DAE. Em todas as características avaliadas para a cultura da soja e dentro de cada densidade da planta daninha, a cultivar BRS 183 apresentou valores mais elevados em relação à BRS 156 e à BRS 133. Com relação à planta daninha, a mesma apresentou menor valor de biomassa seca, sempre na presença da cultivar BRS 183. Os resultados permitiram concluir que a cultivar BRS 183 apresenta características desejáveis, quando em competição com *Euphorbia heterophylla*.

### **2.1.3 Técnicas de manejo integrado de plantas daninhas: controle cultural associado a doses reduzidas de herbicidas**

Vários são os métodos para se controlar as plantas daninhas nos cultivos, que vão desde os métodos mecânicos, os culturais e até os químicos. Entretanto, o controle químico tem sido muito utilizado, em função do grande rendimento operacional e dos problemas que as chuvas podem acarretar para os métodos mecânicos. Nesse sentido, são importantes os estudos que visam reduzir as quantidades de produtos químicos aplicados nas culturas. E uma das maneiras de se conseguir a diminuição das doses aplicadas é integrar práticas de manejo de plantas daninhas. Um experimento foi conduzido na Embrapa Soja, em Londrina, PR, safra 2001/02, a fim de avaliar métodos de manejo de plantas daninhas, integrando o controle cultural (através de espaçamentos reduzidos) e doses de herbicidas na cultura da soja (cultivar BRS 156).

O delineamento experimental foi blocos casualizados, em parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas, foram dispostos três espaçamentos entrelinhas (20, 40 e 60 cm), mantendo-se para cada um deles o mesmo estande (400 mil plantas/ha). Nas subparcelas, foram aplicados quatro tipos de manejo (manejo 1- dose recomendada da mistura formulada de fluazifop-p-butyl mais fomesafen (250 + 250 g i.a./ha) - Fusiflex (2 L/ha); manejo 2- metade da dose recomendada da mistura formulada de fluazifop-p-butyl mais fomesafen (125 + 125 g i.a./ha) - Fusiflex (1,0 L/ha); manejo 3 - testemunha capinada e manejo 4- testemunha sem capina). Foram avaliadas as percentagens de controle de plantas daninhas aos 8, 17 e 25 dias após a aplicação (DAA) do herbicida e a produtividade da cultura. Aos 17 e 25 DAA e nos espaçamentos 20 e 40 cm, a metade da dose recomendada proporcionou valores de percentagem de controle estatisticamente iguais. À exceção do tratamento 4, todos os demais tratamentos proporcionaram produtividades estatisticamente semelhantes. É viável a utilização de espaçamentos reduzidos nas entrelinhas da cultura da soja, podendo-se reduzir pela metade a dose recomendada da mistura formulada de fluazifop-p-butyl mais fomesafen.

#### **2.1.4 Manejo de plantas daninhas através de cultivos sucessivos**

Muitos agricultores deixam o solo sem cultivo por um período entre a colheita da safra de verão e a próxima safra. Outros semeiam no inverno, mas investem pouco, em função dos riscos que correm esses cultivos de safrinha. Entretanto, é exatamente nessa época que se faz importante o manejo correto de plantas daninhas. Esse esforço, não somente evita prejuízos nas lavouras de inverno, mas, também, reduz o banco de sementes de espécies daninhas, diminuindo a emergência de espécies infestantes nos cultivos subseqüentes. Um experimento foi instalado em Londrina, PR, na safra 2001/02, a fim de avaliar a dinâmica das populações de espécies daninhas, através da instalação de cultivos sucessivos, comparando-os ao pousio deixado pelo agricultor, após a colheita da cultura de inverno. O delineamento experimental foi blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos utiliza-

dos foram 1- Soja/milho safrinha/pousio/soja; 2- soja/milho safrinha/aveia/soja; 3- soja/girassol safrinha/aveia/soja; 4- soja/ girassol safrinha/nabo/soja; 5- soja/milho safrinha/nabo/soja). Antes da implantação dos tratamentos, avaliou-se a densidade de sementes de plantas daninhas (sementes/m<sup>2</sup>). Em agosto de 2002, avaliou-se novamente o banco de sementes, sendo observado que, no tratamento onde foi inserido o pousio, houve aumento considerável da densidade de sementes/m<sup>2</sup>, destacando-se a espécie *Bidens* sp. Após um ano e seis meses de condução do experimento, foi realizada nova avaliação da densidade de sementes/m<sup>2</sup>. Houve reduções consideráveis do banco de sementes em todos os tratamentos. Entretanto, no tratamento com pousio ainda persistia maior numero de sementes por m<sup>2</sup>.

### **2.1.5 Alternativas de controle de espécies daninhas de manejo problemático na cultura da soja (*Chamaecyce hirta*, *Tridax procumbens* e *Parthenium hysterophorus*)**

Três experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação, na Embrapa Soja, Londrina, PR, durante o período de agosto a setembro de 2002, a fim de avaliar alternativas de controle de espécies daninhas de difícil manejo na cultura da soja. As espécies utilizadas foram a erva-de-santa-luzia (*Chamaecyce hirta*), a erva-de-touro (*Tridax procumbens*) e a losna-branca (*Parthenium hysterophorus*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Os tratamentos aplicados em *Chamaecyce hirta* e *Parthenium hysterophorus* foram imazethapyr (100 g i.a./ha), acifluorfen sódio (255 g i.a./ha), 2,4-D (1005 g i.a./ha), glifosate (720 g i.a./ha), glifosate mais imazethapyr (720 + 100 g i.a./ha), glifosate mais 2,4-D (720 + 1005 g i.a./ha), carfentrazone (12 g i.a./ha), glifosate mais carfentrazone (720 + 12 g i.a./ha), flumioxazin (25 g i.a./ha), glifosate mais flumioxazin (720 + 25 g i.a./ha), lactofen (144 g i.a./ha), glifosate mais lactofen (720 + 144 g i.a./ha), oxyfluorfen (480 g i.a./ha), fomesafen (300 g i.a./ha), bentazon (720 g i.a./ha), sulfosate (960 g i.a./ha), chlorimuron-ethyl (15 g i.a./ha), amônio-glufosinato (400 g i.a./ha) e a testemunha (dose zero). Os tratamentos aplicados em *Tridax procumbens* foram imazapyr

(100 g i.a./ha), foransulfuron mais iodosulfuron (43 + 3 g i.a./ha), glifosate (720 g i.a./ha), glifosate mais carfentrazone (720 + 12 g i.a./ha), glifosate mais flumioxazin (720 + 25 g i.a./ha), glifosate mais lactofen (720 + 144 g i.a./ha), cloransulam (39,4 g i.a./ha), cloransulam mais lactofen (39,4 + 144 g i.a./ha), cloransulam mais carfentrazone (39,4 + 12 g i.a./ha), cloransulam mais flumioxazin (39,4 + 25 g i.a./ha), lactofen (144 g i.a./ha), carfentrazone (12 g i.a./ha), flumioxazin (25 g i.a./ha), fomesafen (300 g i.a./ha), lactofen mais carfentrazone (144 + 12 g i.a./ha), lactofen mais flumioxazin (144 + 25 g i.a./ha), carfentrazone mais flumioxazin (12 + 25 g i.a./ha), lactofen mais fomesafen (144 + 300 g i.a./ha), amônio-glufosinato (400 g i.a./ha) e a testemunha (dose zero). Para a aplicação dos tratamentos, utilizou-se um pulverizador costal, à pressão constante, mantida por CO<sub>2</sub> comprimido, de 276 kPa, equipado com barra de um bico de jato plano 110 O2 XP, com volume de pulverização equivalente a 150 L/ha. Foram avaliadas a percentagem de controle das três espécies e a biomassa seca da erva-de-touro. O glifosate isolado e em mistura com 2,4-D, imazethapyr e lactofen são eficazes no controle de *C. hirta*. O glifosate e o cloransulam isolados, e em misturas, bem como o lactofen mais fomesafen e o amônio glufosinato controlam *T. procumbens*. Para *P. hysterophorus*, apenas os tratamentos com 2,4-D isolado, e em mistura com glifosate foram eficazes.

### 2.1.6 Tolerância de genótipos de soja aos herbicidas diclosulan e sulfentrazone

A identificação e a caracterização da tolerância diferencial, entre cultivares, são importantes na prevenção de injúrias provocadas pelos herbicidas. Com o objetivo de avaliar a resposta de genótipos de soja aos herbicidas diclosulan e sulfentrazone, dois experimentos foram instalados em condições de campo, na Embrapa Soja, em Londrina, PR, no ano agrícola de 2001/02. O delineamento experimental foi blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram semeados 17 genótipos de soja (BR 16, BRS 183, BRS 184, BRS 155, BRS 156, BRS 132, BRS 133, BRS 136, BRS 134, BRS

135, Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 48, BRS 212, BR96-25619, BR96-12086 e BR95-8400). No experimento 1, foram aplicadas, nas subparcelas, as doses 0 (testemunha sem aplicação), 35 g i.a./ha (dose recomendada) e 70 g i.a./ha (duas vezes a dose recomendada) do herbicida diclosulan. No experimento 2, foram aplicadas nas subparcelas as doses 0 (testemunha sem aplicação), 0,6 kg i.a./ha (dose recomendada) e 1,2 kg i.a./ha (duas vezes a dose recomendada) do herbicida sulfentrazone. Todos os genótipos de soja foram tolerantes às doses do herbicida diclosulam, apresentando sintomas leves de fitotoxicidade, sem comprometer a produtividade. Entretanto, a cultivar BRS 132 foi afetada tanto pela dose recomendada como pelo dobro da dose do sulfentrazone. As cultivares BRS 156 e Embrapa 58 sofreram injúrias, em função da aplicação do dobro da dose do mesmo herbicida e, conseqüentemente, apresentaram redução no rendimento de grãos.



## **2.2 Dinâmica do estabelecimento de plantas daninhas (04.2000.324-03)**

Elemar Voll; Júlio C. Franchini; Roberto T. da Cruz<sup>1</sup>; Dionísio L.P. Gazziero;  
Alexandre M. Brighenti; Fernando S. Adegas<sup>2</sup>

### **2.2.1 Interações químicas entre plantas daninhas presentes em sistemas de manejo da cultura da soja**

O reconhecimento da importância do sistema de semeadura direta, principalmente devido à conservação do solo e da água, também tem se baseado no conhecimento de outras variáveis que afetam a produtividade das culturas no sistema. Associado à semeadura direta, após cultivos de trigo, o uso de sistemas de rotação de culturas, incluindo pastagem de braquiárias, por exemplo, pode representar um manejo

---

<sup>1</sup> Estagiário da UEL

<sup>2</sup> EMATER-PR

útil para o controle de espécies de plantas daninhas. Isso ocorre através da competição ou da liberação de substâncias orgânicas que podem influenciar o seu estabelecimento e desenvolvimento, além de reduzir o uso de herbicidas. Vários estudos têm demonstrado que, durante a decomposição de resíduos vegetais, são liberadas substâncias orgânicas como os ácidos fenólicos (ferúlico, cumárico e cafêico) que, comprovadamente, afetam a germinação, o desenvolvimento e, conseqüentemente, o banco de sementes de plantas daninhas. Experimentos de manejo da cultura da soja, a campo, visando avaliar o controle de plantas daninhas, como trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), demonstraram maior redução da sobrevivência do banco de sementes de trapoeraba na presença de altas infestações de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) do que quando foi utilizado o controle químico. O mesmo efeito não foi observado para o carrapicho-de-carneiro. Estimativas de sobrevivência de trapoeraba foram de 42 e 21 anos, com e sem controle de alta infestação de capim-marmelada, respectivamente, em semeadura convencional. Em semeadura direta, as estimativas foram de 22 e 14 anos, com ou sem controle, respectivamente. Estimativas de sobrevivência para carrapicho-de-carneiro foram semelhantes, com valores médios de 10,9 anos. Em função dos resultados observados em condições de campo, foi avaliada a composição orgânica dos resíduos de capim-marmelada e, posteriormente, estabelecidos experimentos de laboratório para avaliar o efeito dos principais compostos orgânicos identificados, e de extratos diluídos da planta daninha, sobre a germinação e desenvolvimento da trapoeraba e do carrapicho-de-carneiro. A análise da composição orgânica da fração solúvel do capim-marmelada indicou a presença predominante de ácido aconítico (AA) entre os ácidos alifáticos e de ácido ferúlico (AF) entre os ácidos fenólicos. Foram conduzidos bioensaios, em laboratório, com o objetivo de avaliar a influência de soluções puras dos ácidos orgânicos e extratos diluídos de capim-marmelada sobre a germinação de sementes, o comprimento radicular e a germinação de fungos nas sementes de carrapicho-de-carneiro e trapoeraba que foi incluída no estudo para

comparação. As soluções puras foram preparadas nas doses de 0,0, 0,25, 0,50 e 1,0 mM e os extratos de capim-marmelada foram diluídos para se obter as mesmas concentrações de AA das soluções puras. As sementes das espécies testadas foram dispostas sobre agar 0,5% (contendo AA, AF ou extrato diluído), em recipientes plásticos com tampa, e mantidas em câmara de germinação, durante 10 dias. Foram obtidos os cromatogramas (Figura 2.1) e os parâmetros de identificação e quantificação dos ácidos orgânicos (Tabela 2.1) de capim-marmelada. As soluções puras e o extrato de capim-marmelada diminuíram a taxa de germinação e o comprimento das raízes das espécies avaliadas, principalmente de trapoeraba (Figura 2.2). Como efeito adicional, o AA estimulou o desenvolvimento de fungos endofíticos, predominante, da espécie *Fusarium solani* (Figura 2.3), que teve efeito complementar na redução da taxa de germinação da trapoeraba. As substâncias avaliadas têm um papel importante na redução do banco de sementes das plantas daninhas em estudo, atuando diretamente na germinação e no desenvolvimento, e, indiretamente estimulando, fungos endofíticos que também contribuem para inviabilizar as sementes.

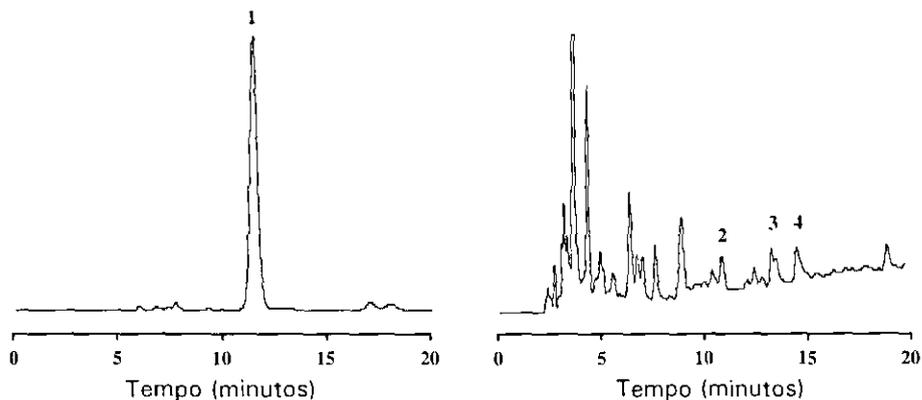


FIG. 2.1. Cromatogramas de ácidos orgânicos em extrato de *Brachiaria plantaginea*. Os números se referem aos compostos indicados na Tabela 2.1.

TABELA 2.1. Parâmetros para identificação e quantificação de ácidos orgânicos no extrato de *Brachiaría plantaginea*.

Composto orgânico	Tempo de retenção (minutos)	Taxa de extração (%)	Concentração na matéria seca (g kg <sup>-1</sup> )	Equações	r <sup>2</sup>
1- ácido <i>t</i> -aconítico	11.89	83 ± 4.4	6.752 ± 0.220	y <sup>a</sup> = 4.43 E-08 x <sup>b</sup> + 5.62 E-03	1.00
2- ácido caféico	10.98	84 ± 3.8	0.096 ± 0.008	y = 1.58 E-07 x + 7.40 E-03	1.00
3- ácido <i>p</i> -cumárico	13.42	101 ± 4.8	0.123 ± 0.011	y = 1.81 E-07 x + 1.02 E-02	0.99
4- ácido ferúlico	14.67	101 ± 5.4	0.124 ± 0.010	y = 1.64 E-07 x + 9.42 E-03	0.99

<sup>a</sup> concentração de ácido (mmol L<sup>-1</sup>)

<sup>b</sup> área de pico

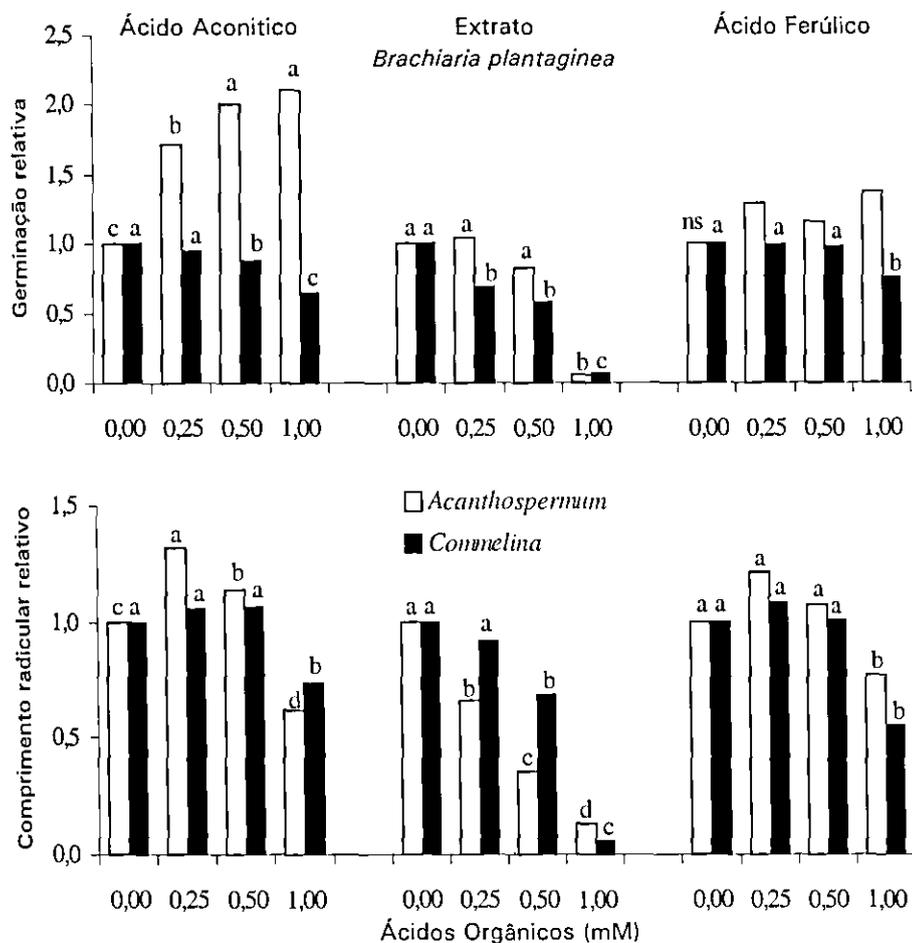


FIG. 2.2. Germinação e comprimento radicular relativo de *Commelina benghalensis* e *Acanthospermum hispidum*, em soluções puras de ácidos orgânicos e extrato de *Brachiaria plantaginea*.

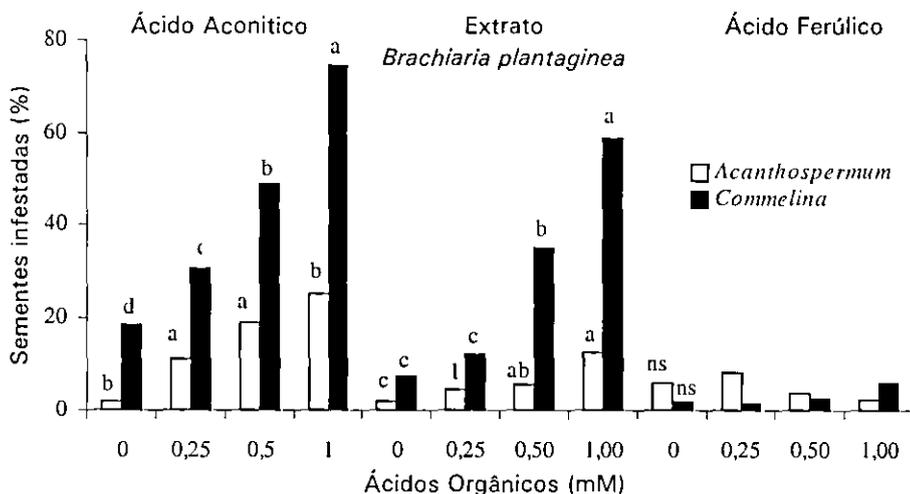


FIG. 2.3. Infestação de sementes de *Commelina benghalensis* e *Acanthospermum hispidum* por fungos, em soluções puras de ácidos orgânicos e extrato de *Brachiaria plantaginea*.

EMATER-PR

## 2.3 Difusão de tecnologias para o manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja (04.2000.324-04)

Fernando S. Adegas<sup>1</sup>; Elemar Voll; Alexandre M. Brighenti;  
Dionísio L.P. Gazziero

Para validação e divulgação das tecnologias que compõem o Manejo Integrado de Plantas Daninhas da cultura da soja (MIPD-soja) foram conduzidos, na safra 2002/03, 04 campos de demonstração, nos municípios de Cafelândia, Mamborê e Santa Terezinha do Itaipú (02). Em cada campo foram comparadas três áreas: testemunha sem controle, controle padrão do produtor e área de tecnologias do MIPD, nos quais

<sup>1</sup> EMATER-PR

foram realizados os levantamentos do banco de sementes e da flora daninha emergente. As principais tecnologias utilizadas no MIPD-soja foram: a divisão por talhões homogêneos de infestação de plantas daninhas; o monitoramento em toda a safra; o manejo de herbicidas, que consistiu da seleção de produtos mais adequados, doses mais acuradas e combinações diferenciadas de produtos e doses; a aplicação localizada; a melhoria na tecnologia de aplicação, incluindo pulverização em horários diferenciados, utilização de bicos mais adequados e regulação geral do pulverizador; e a integração do método químico com os controles preventivo, cultural e mecânico.

Nos resultados dos campos demonstrativos foi verificado que as áreas de manejo tiveram um custo médio de controle de plantas daninhas, por hectare, de R\$ 38,92 contra R\$ 49,60 das áreas padrão dos produtores, o que representou uma diminuição média de 21,54%.

As principais plantas daninhas presentes foram *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Raphanus raphanistrum*. As espécies com maiores médias de sementes/m<sup>2</sup> de solo foram *Euphorbia heterophylla*, *Raphanus raphanistrum*, *Digitaria horizontalis*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea*.

Ponto principal do subprojeto, a capacitação da assistência técnica atingiu 59 técnicos em todo o Estado, sendo 48 da EMATER-PR e o restante de cooperativas e iniciativa privada (empresas de planejamento agropecuário). A capacitação foi realizada através de 04 treinamentos, com conteúdo teórico e prático específicos do MIPD e tecnologia de aplicação de herbicidas. Os técnicos capacitados, denominados também de monitores, foram responsáveis pelo treinamento de 214 produtores e o assessoramento a 74 propriedades na área abrangida neste subprojeto, em um total de 1.019,42 ha. Além da capacitação realizada especificamente aos técnicos monitores do subprojeto, foram repassadas informações diversas do MIPD diretamente a 6.594 pessoas, entre produtores, estudantes da área e outros técnicos, em eventos como dias-de-campo, palestras e reuniões práticas.





## **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**

**Projeto:** 12.200.100      **Líder:** Eduardo Alves da Silva

**Nº de subprojetos que compõe o projeto:** 4

**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, coordenadas pela Embrapa Soja. Pretende-se identificar e examinar os tipos de solos, a disponibilidade de nutrientes para as plantas, a ocorrência de patógenos de solo e a severidade das doenças, assim como a incidência de doenças foliares, a ocorrência de plantas daninhas e outros fatores importantes no manejo da cultura de soja. Esse diagnóstico permitirá avaliar a influência desses fatores na variabilidade espaço-temporal observada no rendimento das culturas componentes dos sistemas de produção avaliados. Para viabilizar a obtenção de dados, seu processamento, análise e o controle das variáveis de interesse, equipamentos e metodologias serão desenvolvidos ou adaptados. 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. Os subprojetos pretendem avaliar a viabilidade econômica; o estudo da variabilidade espacial de fatores determinantes do rendimento das culturas; as metodologias para um sistema de informações geográficas para o gerenciamento localizado e o estudo, desenvolvimento e validação de metodologias e equipamentos de suporte à agricultura de precisão, em sistemas de produção com soja. Apenas trabalhos conduzidos com a variável número de plantas daninhas serão relatados.

### 3.1 Estudo da variabilidade espacial de fatores determinantes do rendimento das culturas, em sistemas de produção com soja: plantas daninhas (12.200.100-02)

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

Espera-se que o conhecimento da distribuição espacial de plantas daninhas numa área de produção permita planejar, antecipadamente, as melhores opções de manejo, sob os pontos de vista técnico e econômico. Os agricultores brasileiros precisam intensificar o uso de informações através da agricultura de precisão, para obter melhor entendimento sobre os fatores que produzem alterações em populações de plantas daninhas e determinam aumento no custo de seu controle.

O objetivo deste trabalho foi descrever a variabilidade espacial da distribuição de algumas espécies de plantas daninhas na cultura da soja e a sua distribuição espacial na propriedade, permitindo planejar e definir as melhores opções de manejo, sob os pontos de vista técnico e econômico. Procurou-se também desenvolver metodologia para amostragem mínima do solo e determinar para cada área o módulo ótimo de gerenciamento localizado.

O experimento foi conduzido em área experimental de 15 ha (talhão de 750 m x 200 m), sobre Latossolo Roxo, em Londrina, PR, instalada na Fazenda Couro de Boi II, município de Bela Vista do Paraíso, em cooperação com o Sr. Ricardo Araújo. Na amostragem foi utilizada uma malha regular espaçada de 50 m, com adensamentos, utilizando-se de GPS-Diferencial. Através de amostragem sistemática foram obtidos dados sobre o banco de sementes e a emergência de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), em diferentes épocas. Foram determinados o banco de sementes/m<sup>2</sup> e a flora daninha emergente/m<sup>2</sup>.

---

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

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

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

Utilizando o modelo de semivariograma esférico, da geoestatística, foi realizada a interpolação, por krigagem, permitindo a reconstrução das superfícies de interesse. Esse procedimento foi realizado no "software" Spring.

O banco de sementes de trapoeraba foi cerca de cinco vezes maior do que o de amendoim-bravo, tendo sido melhor indicador para a descrição da distribuição espacial da espécie na área (Tabela 3.1). No entanto, a emergência de amendoim-bravo foi qualitativamente maior do que a de trapoeraba, para descrever a infestação na área. Capim-marmelada apresentou infestação muito baixa, não havendo maiores considerações a fazer. Foi possível modelar a distribuição espacial de amendoim-bravo e o somatório de espécies de plantas daninhas avaliadas e construir superfícies para sua representação. Os semivariogramas dos bancos de sementes (Figura 3.1) indicam as distâncias máximas (ponto tangente da curva), o alcance (cerca de 50 m), em que se verifica

**TABELA 3.1. Levantamento de banco de sementes e de emergência de espécies de plantas daninhas nas fases de manejo e pós-semeadura direta da soja.**

Levantamento	Espécies de plantas daninhas <sup>1</sup> /(m <sup>2</sup> )		
	Amendoim-bravo	Trapoeraba	Capim-marmelada
Banco de sementes:			
- pré-semeadura <sup>1</sup>	112,8 <sup>4</sup>	646,3	42,7
Emergência:			
- fase de manejo <sup>2</sup>	28,9 <sup>4</sup> (25,6%) <sup>5</sup>	0,2 (0,03%)	0,2 (0,5%)
- pós-semeadura <sup>3</sup>	32,5 <sup>4</sup> (28,8%) <sup>5</sup>	9,4 (1,4%)	0,0 (0,0%)

<sup>1</sup> 18/10/00.

<sup>2</sup> 8/11/00.

<sup>3</sup> 11/12/00; \*data de semeadura da soja: 15/11/2000.

<sup>4</sup> Amplitudes de zero a 1333 sementes/m<sup>2</sup> e 140 a 220 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente.

<sup>5</sup> Taxa de emergência baseada no banco de sementes.

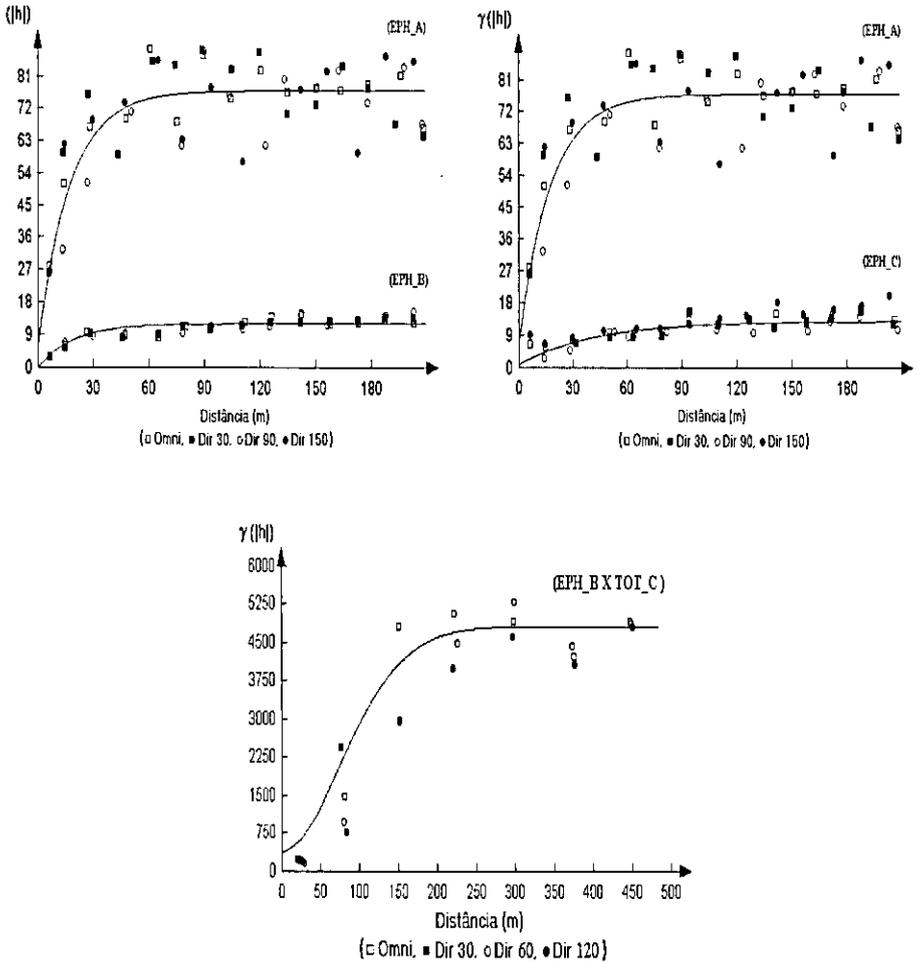


FIG. 3.1. Semivariogramas esféricos ajustados para o banco de sementes (EPH\_A) de amendoim-bravo e sua flora daninha emergente (EPH\_B e EPH\_C). Variograma cruzado para a flora daninha emergente de amendoim-bravo, versus o total de plantas daninhas nas parcelas.

dependência de níveis de infestação entre pontos amostrados. Com o modelo usado foram construídos os mapas diagnóstico de infestação para o banco de sementes e a emergência de amendoim-bravo (Figura 3.2). Observa-se (Figura 3.2) que as imagens não foram coincidentes, devido às diferentes amplitudes das determinações e que as correlações espaciais entre a dispersão do banco de sementes e a flora daninha emergente, observadas aos sete e 26 dias, antes e após a semeadura da soja, foram baixas (Tabela 3.2). A associação entre as duas espacializações de emergência (aos sete dias e 26 dias) de amendoim-bravo ocorreu em grau médio ( $R > .05$ ). As variações devem-se às condições de chuvas restritas e sua emergência, na fase de manejo, anterior à semeadura direta da soja e, posteriormente, em pós-semeadura, junto com as demais espécies, sob condições favoráveis de chuvas.

Desse modo, o banco de sementes de amendoim-bravo foi ineficiente para predizer espacialmente a distribuição da sua flora daninha emergente, a ser controlada na área na fase de manejo e em pós-emergência, porém apresenta informações do potencial de infestação. As amplitudes de variação dos dados dos levantamentos fazem os mapas apresentar áreas de contorno diferentes. Estuda-se a possibilidade de traçar mapas de controle das infestações, usando classes que envolvam um nível crítico econômico, relacionando o banco de sementes ao nível da classe que resulta numa determinada emergência crítica de competição, que poderá torná-los mais semelhantes, influenciados pelos diferentes locais de emergência. Maiores considerações deverão ser feitas para o banco de sementes e a emergência de trapoeraba.

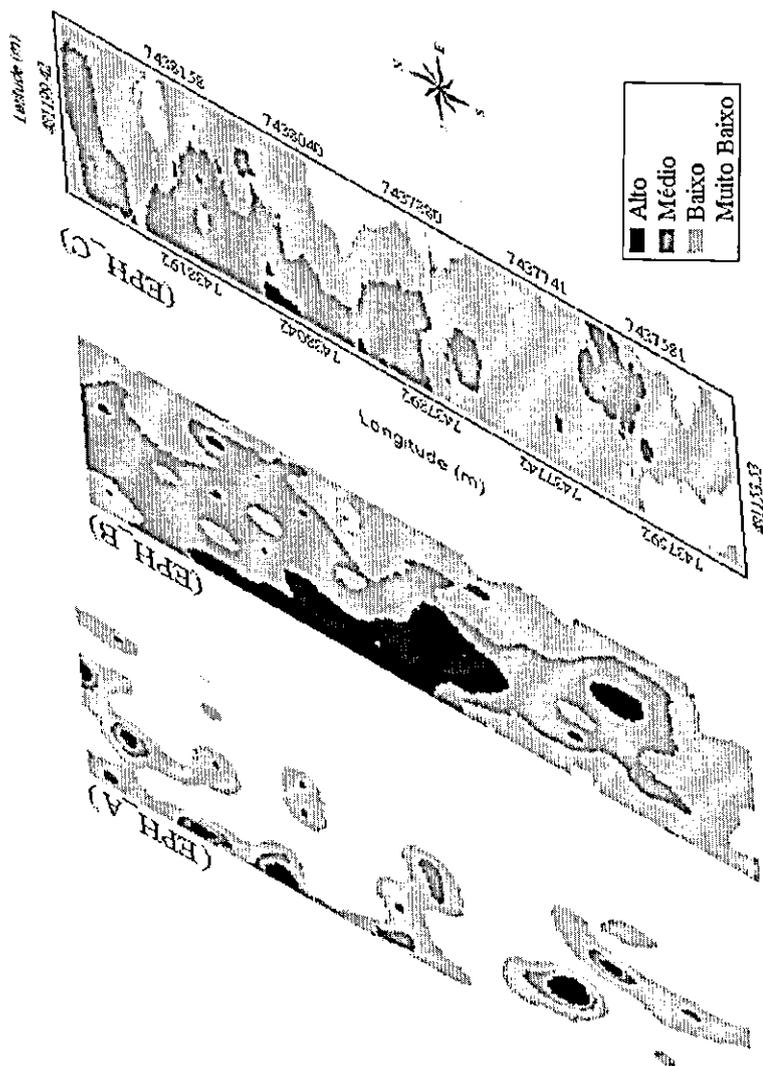


FIG. 3.2. Mapas diagnósticos para o banco de sementes (EPH\_A) de amendoim-bravo e sua flora daninha emergente sete dias antes da semeadura (EPH\_B), e 26 dias após a mesma (EPH\_C).

**TABELA 3.2. Graus de associação (r) entre bancos de sementes versus infestação emergente na cultura da soja, para duas espécies de plantas daninhas.**

Tipos de associações	Espécies de plantas daninhas	
	Amendoim-bravo	Trapoeraba
	Associação (r)	
Banco de sementes:		
vs Emergência no Manejo	0,65	0,42
vs Pós-Emergência	0,67	0,46
vs Manejo + Pós-E	0,68	0,47
Emergência: no Manejo vs Pós-E	0,86	0,50

<sup>1</sup>(BS: out/00)





---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*  
*Centro Nacional de Pesquisa de Soja*  
*Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*  
Caixa Postal 231 - CEP 86001-970 - Londrina, PR  
Fone (43) 3371-6000 Fax (43) 3371-6100  
<http://www.cnpso.embrapa.br>  
[sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

**Ministério da Agricultura  
Pecuária e Abastecimento**

