

**Desenvolvimento de Método e
Indicadores de Avaliação do Impacto
Ambiental das Práticas de Manejo
em Sistemas de Produção Intensivos**



República Federativa do Brasil

Luis Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Luís Carlos Guedes Pinto

Presidente

Sílvio Crestana

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Cláudia Assunção dos Santos Viegas

Ernesto Paterniani

Hélio Tollini

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Sílvio Crestana

Diretor-Presidente

José Geraldo Eugênio de França

Kepler Euclides Filho

Tatiana Deane de Abreu Sá

Diretores-Executivos

Embrapa Meio Ambiente

Paulo Choji Kitamura

Chefe Geral

Ladislau Araújo Skorupa

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Maria Cristina Martins Cruz

Chefe-Adjunto de Administração

Ariovaldo Luchiar Junior

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1516-4675

Junho, 2006

Boletim de Pesquisa 36 e Desenvolvimento

Desenvolvimento de Método e Indicadores de Avaliação do Impacto Ambiental das Práticas de Manejo em Sistemas de Produção Intensivos

Pedro José Valarini
Rosa Toyoko Shiraishi Frighetto
Hasime Tokeshi
Roberto Vacarro Morsoletto

Jaguariúna, SP
2006

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP 340 - Km 127,5 - Tanquinho Velho
Caixa Postal 69 - Cep.13820-000, Jaguariúna, SP
Fone: (19) 3867-8750
Fax: (19) 3867-8740
www.cnpma.embrapa.br
sac@cnpma.embrapa.br

Comitê de Editoração da Unidade

Presidente: Ladislau Araújo Skorupa
Secretário-Executivo: Sandro Freitas Nunes
Bibliotecário: Maria Amélia de Toledo Leme
Membros: Cláudio César de Almeida Buschinelli; Heloisa Ferreira Filizola;
Manoel Dornelas de Souza; Maria Conceição Peres Young Pessoa; Marta
Camargo de Assis; Osvaldo Machado R. Cabral
Normalização Bibliográfica: Maria Amélia de Toledo Leme
Editoração eletrônica: Sandro Freitas Nunes

1ª edição**Todos os direitos reservados.**

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

Desenvolvimento de método e indicadores de avaliação do impacto ambiental das práticas de manejo em sistemas de produção intensivos/ Pedro José Valarini, Rosa T. Shiraishi Frighetto, Hasime Tokeshi e Roberto V. Morsoletto. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 24p. – (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; 36).

1. Impacto ambiental – Avaliação. I. Valarini, Pedro José. II. Frighetto, Rosa T. Shiraishi. III. Tokeshi, Hasime. IV. Morsoletto, Roberto V. V. Título. VI. Série.

CDD 333.714

©Embrapa 2006

Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussões.....	11
Conclusões.....	18
Agradecimentos.....	18
Referências Bibliográficas.....	18

Desenvolvimento de Método e Indicadores de Avaliação do Impacto Ambiental das Práticas de Manejo em Sistemas de Produção Intensivos

Pedro José Valarini¹

Rosa Toyoko Shiraishi Frighetto²

Hasime Tokeshi³

Roberto Vacarro Morsoletto⁴

Resumo

No município de Guaíra, SP identificou-se a necessidade de realizar uma pesquisa interdisciplinar para avaliar o efeito das práticas de manejo em sistemas de produção. Dessa forma, em áreas irrigadas de agricultores desse município e do município de Suzano, SP, foi realizado um estudo metodológico, comparando-se dois tratamentos: um sistema de manejo alternativo (SA) e outro convencional(SC), utilizado pelo produtor, em sistema de preparo convencional do solo (PC) ou em sistema de plantio direto (PD), tendo a mata nativa(M) como um sistema referência auto-sustentável. Para avaliação, foram selecionados diversos parâmetros: físicos e químicos (compactação do solo, velocidade de infiltração básica da água, agregação de partículas do solo, pH, V%, CTC e teor de matéria orgânica), biológicos/bioquímicos (incidência de patógenos e pragas, grupos de microrganismos, atividade enzimática da desidrogenase, polissacarídeos e biomassa microbiana e de produtividade). Após três anos de aplicação dessa metodologia em Guaíra, os resultados mostraram que o PD reduziu em 50% a incidência de patógenos produtores de escleródios (*Sclerotium rolfsii* e *Sclerotinia sclerotiorum*). Também, melhoria das propriedades físicas e

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5 - Caixa Postal 69, Tanquinho Velho, 13.820-000 Jaguariúna, SP. valarini@cnpma.embrapa.br

²Química, Doutora em Química Orgânica, Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5 - Caixa Postal 69, Tanquinho Velho, 13.820-000 Jaguariúna, SP. rosa@cnpma.embrapa.br

³ Professor Titular aposentado de Fitopatologia na ESALQ/USP, Consultor em Agricultura Natural, Fundação Mokiti Okada, Estrada Municipal Camaquã s/n, Km 80, 13.537-000, CP 033, Ipeúna, SP. htokeshi@zaz.com.br

⁴Engenheiro Agrônomo, CEPAR, Anel Viário, Km 03, 14.790-000 Guaíra, SP.

químicas do solo, verificadas pela maior quantidade de matéria orgânica incorporada, maior atividade microbiana e agregação de partículas do solo avaliadas pela quantificação de polissacarídeos, desidrogenase e biomassa em C e, por conseguinte, menor incidência dos patógenos. A análise dos custos de produção realizado de 1994-97, ainda apresentaram vantagens do SC em relação ao SA em Guaíra, diferentemente de Suzano, que, após 6 anos, já mantém um sistema de produção equilibrado. No controle biológico, a bactéria *Bacillus subtilis* proporcionou uma redução de 50% de *Fusarium solani*, agente da podridão radicular do feijoeiro, um aumento de emergência de 20% em relação ao controle químico.

Physico-chemical and biological parameters as indicators of management practice impacts from intensive agriculture

Abstract

In Guaíra and Suzano, municipalities of São Paulo State/Brazil, several management practices have been imposed to the soil to improve agricultural production. In this study, the purpose was assess the impact of cultural practices in two irrigated systems in soils from the refered localities: (1) alternative (AM) and (2) conventional management (CM) under conventional tillage (CT) and no-tillage (NT) systems using native forest (F) as local sustainable condition. For this, the physico-chemical, biochemical and biological parameters used were: compaction, particle aggregation and water infiltration velocity of soil, pH, V%, CEC, and organic matter content; pest and disease occurrence, microbial diversity, dehydrogenase enzyme activity, polyssacharide content, microbial biomass and plant productivity. In Guaíra, over 1994-1997 period, the results showed improvement of the physico-chemical soil properties verified by the increased organic matter content, greater microbial activity and particles aggregation measured by polyssacharides, dehydrogenase activity and C biomass. Therefore, the sclerotial plant pathogens *Sclerotium rolfsii* and *Sclerotinia sclerotium* had the incidence reduced in 50% under NT system. However, the costs were still higher for AM than for CM in Guaíra whereas Suzano, after a period of six years, established a balanced production system. Concerning to the biological control, *Bacillus subtilis* supressed 50% of the phytopathogenic fungus *Fusarium solani*, agent of bean root rot disease resulting in a increased emergence of 20% compared to the chemical control.

Introdução

Os problemas fitossanitários, principalmente aqueles relacionados às doenças de solo, têm se agravado nos agroecossistemas sob cultivo intensivo, principalmente, em áreas de cerrado. As abusivas aplicações de agrotóxicos para controle fitossanitário e o manejo inadequado do solo podem afetar a microbiota benéfica do solo. Assim, toda base de sustentação da atividade agrícola pode ser comprometida, visto que dela derivam uma variedade de plantas cultivadas e invasoras, seus polinizadores e agentes de controle biológico de doenças e pragas, e uma ampla gama de microrganismos que participam de processos responsáveis pela formação e manutenção da estrutura física e da fertilidade do solo (Tokeshi, 1991; Higa & Parr, 1994; Altieri, 1995).

Também, deve-se ressaltar a importância dos polissacarídeos extracelulares, por estes desempenharem a função de interface entre os microrganismos e os constituintes do solo, através de sua propriedade quelante na agregação de partículas do solo, no aumento da resistência dos microrganismos ao ciclo de seca e umidade e ao stress osmótico (Piccolo et al., 1996) e a biomassa microbiana do solo que atua em processos que vão desde a origem, formação e estruturação do solo até a decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes, biorremediação de poluentes e metais pesados (Turco et al., 1994; Rodrigues et al., 1997; Mendes, 2002).

Para avaliar a importância da análise do impacto de práticas agrícolas em diferentes sistemas de produção e seu significado para a fertilidade do solo, Mader et al. (1996), utilizando como indicadores as propriedades física, química e biológica do solo, realizaram pesquisa por mais de uma década e os resultados indicaram que o sistema orgânico mostrou a mais alta reserva de matéria orgânica ativa do que o convencional, sendo caracterizado por alta biomassa microbiana e elevadas taxas de atividades enzimáticas (desidrogenase, fosfatase alcalina, protease e catalase) associadas à maior estabilidade de agregados e maior taxa de carbono orgânico total no solo, o que representa um potencial maior para as transformações de nutrientes no solo do que nos sistemas convencionais que utilizam fertilizante mineral. O sistema orgânico também mostrou uma maior abundância e diversidade de minhocas e artrópodes benéficos no solo. Posteriormente, outros trabalhos mostraram a importância do desenvolvimento de métodos e seleção de indicadores para avaliar as mudanças que ocorrem no solo devido ao preparo do solo e a freqüente adoção de práticas agrícolas que muitas vezes são agressivas e comprometem todo um sistema de produção (Frighetto et al., 2000; D'andréa et al., 2002; Valarini et al., 2003; Dufranc et al., 2004).

Embora os impactos de sistemas agrossilvopastoris nas propriedades físicas e químicas dos solos de Cerrado sejam relativamente bem documentados, o mesmo não se pode ser dito sobre o impacto desses sistemas nas propriedades bioquímicas e microbiológicas desses solos. Além de poderem ser utilizados como indicadores capazes de refletir mudanças sutis no solo bem antes que alterações nos teores de matéria orgânica possam ser verificadas, é de fundamental importância tanto para incentivar o agricultor que está adotando sistemas agrícolas conservacionistas, quanto para alertar aquele que está utilizando sistemas de manejo que levam à degradação do solo (Mendes, 2002).

Dessa forma, considerando a importância dos indicadores bioquímicos e microbiológicos e da

análise integrada com os indicadores físicos e químicos selecionados, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da utilização de agrotóxicos e de outras práticas agrícolas sobre a microbiota e estrutura do solo em área irrigada de Guaíra, SP, além de propor um sistema de produção alternativo.

Material e Métodos

A presente pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Microbiologia e Química Orgânica da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP (Latitude S22°42´ e longitude W46°59´) e nas propriedades agrícolas irrigadas de Guaíra, SP (Latitude S20°19´ e longitude W48°18´) e Suzano, SP (Latitude S23°32´ e longitude W46°18´), de 1994-1997.

Para avaliar o impacto ambiental do uso de práticas agrícolas, especialmente agrotóxicos, em sistemas agrícolas intensivos adotados na região, exigiu a implantação de um estudo de método aplicado em dois sistemas: um sistema alternativo (SA) e outro convencional (SC) utilizado pelo produtor. O SA baseou-se na utilização de práticas culturais alternativas aos agroquímicos (uso decrescente do mesmo durante a fase de transição), tais como incorporação de restos de culturas e plantas invasoras ao solo (em lugar de fertilizantes químicos) após a adição de microrganismos eficazes (EM), estímulo ao controle biológico natural, uso de cultivares resistentes, aplicação de produtos químicos de baixa toxicidade (herbicidas: atrazin, imazaquin, ametrin e tebuthiuron; inseticidas: *Bacillus thuringiensis*, permethrin, pirimifós metílico e metoxychlor; oxicloreto de cobre, manzat, benlate, captan, thiuran e clorotalonil) e utilização de faixas de 5 m de largura contendo plantas voluntárias para isolamento de parcelas e abrigo de inimigos naturais. O EM é um probiótico de microrganismos benéficos na forma líquida, composto de um grupo de bactérias que produzem ácido láctico (*Lactobacillus plantarum* e *Streptococcus lactis*), e de bactérias fotossintéticas (*Rhodopseudomonas capsulatus*), de actinomicetos (*Streptomyces albus*) e leveduras (*Saccharomyces cerevisiae* e *Candida utilis*) que tem a função de acelerar a decomposição da matéria orgânica não decomposta, aumentar a reciclagem de nutrientes e a fixação de N atmosférico, solubilizar os nutrientes, sintetizar fitohormônio para as plantas através da ativação de outros microrganismos benéficos naturalmente existentes no solo, enfim, provocar a melhoria das propriedades do solo (Fundação Mokiti Okada, 1993). Esse estudo de método foi aplicado em seis propriedades agrícolas de Guaíra durante três anos, sendo três das fazendas em sistema de preparo do solo convencional (PC) e três em sistema de plantio direto (PD) implantado a 5 anos no local, com cultivo de soja, milho e feijão, de forma que fossem representativas no município. Em Guaíra, a área experimental em cada propriedade agrícola foi em ¼ do pivô central, com parcelas de 1 a 2 ha, separadas por faixas de 5 metros de largura, contendo os dois tratamentos mencionados acima: SC – sistema convencional (uso intensivo de insumos químicos), SA – alternativo (substituição gradativa de insumos químicos por incorporação dos EM + insumos orgânicos) mais um terceiro tratamento: M – mata nativa nas proximidades, como sistema referencial auto-sustentável (Fig.1).

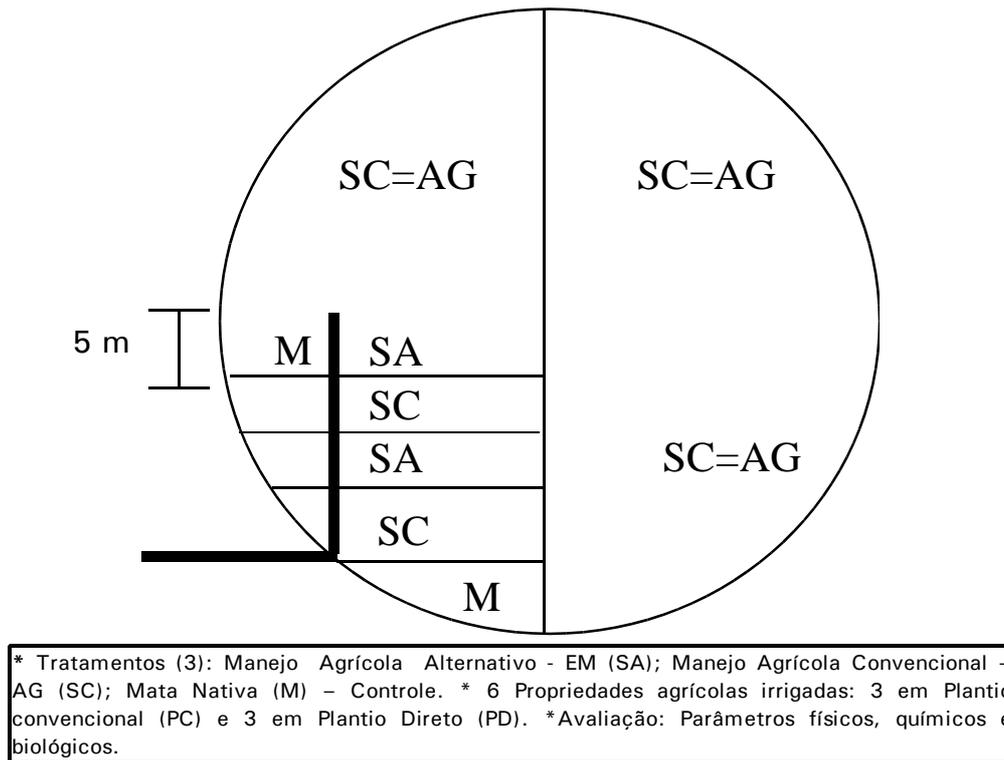


Fig.1. Esquema de distribuição das parcelas nos campos experimentais de seis áreas agrícolas irrigadas avaliadas por pivô central.

Como no município de Guaíra, não havia disponibilidade de sistemas auto-sustentáveis e a formação de solos supressivos requer o tempo mínimo de 3 a 5 anos, utilizaram-se sistemas agrícolas auto-sustentáveis já disponíveis em Suzano, SP, para servir de referência para o estudo nas áreas agrícolas irrigadas e intensivas de Guaíra. Em Suzano, em três áreas de produtores com diversificação de culturas hortícolas foi aplicado um mesmo método para avaliação do impacto ambiental dos sistemas de produção convencional e intensivo, tendo as matas nativas como sistema auto-sustentável, contemplando os seguintes tratamentos: 1) duas áreas de mata nativa como sistema sustentável (T4 e T8); 2) área com 8 anos de pastagem (T2); 3) duas áreas de manejo biodinâmico (EM) com cultivo de hortaliças (T5 e T7); 4) manejo biodinâmico (EM) com área arada e sem cultivo (T1); 5) três áreas de manejo convencional com cultivo de milho (T3, T6 e T9).

Em geral, o EM comercial foi aplicado via tratorizada em dosagem de 10 L do produto/ha diluído em 800 a 1000 L de água, semanalmente no primeiro mês, quinzenalmente no segundo mês e depois uma vez ao mês. Essa tecnologia teve a finalidade de acelerar a degradação da matéria orgânica incorporada, degradação essa dirigida para a formação de substâncias de rápida assimilação e transformação pela biota, propiciando formação de substâncias poliméricas que contribuem na estruturação dos agregados do solo. Em Guaíra, o EM foi aplicado logo após a colheita e antes da preparação do solo sobre os restos de cultivos e plantas invasoras não decompostas. Após 10 dias, fez-se o preparo do solo (sistema convencional de preparo do solo) e, quando ocorreu a emergência das plantas invasoras, realizou-se a segunda aplicação na mesma concentração, fazendo-se a incorporação superficial para não inverter a camada de solo. No caso de plantio direto, após aplicação do herbicida mais seletivo e menos tóxico como: atrazin, imazaquin, ametrin e tebutiuron, iniciou-se a aplicação do

EM na mesma concentração do sistema convencional e, posteriormente, a manutenção através de pulverizações semanais (1º mês), quinzenais (2º mês) e uma vez por mês (3º e 4º mês) da solução do EM durante todo o ciclo da cultura na diluição de 1:1000 L.

No sistema convencional, as práticas agrícolas utilizadas foram as mesmas realizadas nas áreas dos produtores enquanto que no sistema alternativo procurou-se diminuir os insumos agrícolas e realizar adubação química somente após análise química do solo até a profundidade de 60 cm, e controle de doenças e pragas complementares, quando as práticas alternativas não estavam disponíveis, ou seja, quando as aplicações do EM não se mostraram eficientes. As culturas utilizadas em cada plantio seguiram o mesmo critério dos agricultores (milho, soja, feijão, etc). O manejo biodinâmico consistiu da utilização de EM na concentração 1:1000 L de água por 4 a 6 anos, com aplicação no solo e na parte aérea das plantas durante o ciclo da cultura.

Os seguintes parâmetros químicos, físicos, biológicos/bioquímicos e econômicos foram avaliados: CTC, V%, pH, teor de matéria orgânica, compactação do solo, condutividade elétrica, capacidade de campo, estabilidade de agregados, incidência e severidade de patógenos e pragas de solo, polissacarídeos, atividade desidrogenase, biomassa microbiana em C, emergência de plantas, produtividade de grãos e custo/benefício dos sistemas, conforme metodologias descritas em Stolf et al.(1983), Tedesco et al.(1995), Embrapa (1997) e Frighetto & Valarini (2000). Os dados foram submetidos à análise de variância, comparação de médias pelo teste de Tukey, análise de correlação e análise dos componentes principais (PCA) segundo Sena et al. (2000).

Resultados e Discussão

Para possibilitar o estudo metodológico, inicialmente dentro do sistema utilizado em Suzano e, depois em Guaíra em 1995, foram aplicados ao solo, 20 parâmetros físicos, químicos, biológicos/bioquímicos e econômicos, dos quais foram selecionados os seguintes: compactação do solo nas profundidades de 20-40cm., desequilíbrios nutricionais visualizados por valores de pH, CTC, V% abaixo do recomendado, assim como, teor de matéria orgânica no solo de baixa qualidade, ou seja, devido a pouca diversidade de resíduos incorporados, assim como, a baixa atividade microbiológica detectada pela diversidade de grupos de microrganismos (leveduras, fungos, bactérias e actinomicetos), dificultando a disponibilidade de nutrientes para as plantas e favorecendo a incidência e severidade de fitopatógenos de solo como: incidência de 40% de *F. solani*, 86% de *R. solani* e 0,2-5,0 escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*/m² de solo, que variaram em função do sistema de preparo do solo: PD ou PC (Valarini et al., 1996b). Posteriormente, em 1997, a avaliação de parâmetros físicos, químicos e biológicos (Tabela 1) mostrou que o sistema alternativo (SA) melhorou o manejo do solo em relação ao sistema convencional (SC) aplicado pelo produtor, indicado pelos mesmos parâmetros utilizados em 1995, ou seja, redução da compactação, elevação do CTC e %V e redução na incidência de patógenos de solo, com conseqüente aumento da emergência, superior no plantio direto(PD) em comparação ao plantio convencional (PC).

Tabela 1. Avaliação das propriedades física, química e biológica do solo em sistemas de cultivo em Guará – 1997

Propriedade/ Sist. de cultivo	Física				Química										Biológica										
	Prof. (cm)	Textura	Compact.		pH		M O		SB		CTC		V		Incidência patógeno no campo				Emergência						
			Impact/dm		(CaCl ₂)		(%)		mg/100cm		mg/100cm		(%)		Fs		Rs		Sr		Ss				
			SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	
Coqueiro - PC	0-20	Argilosa	4	6	5,1	5,1	2,5	3,2	6,3	5,8	6,8	6,8	62	59	64	78	36	20	34	51	0,2	0,9	76	68	
	20-40				5,2	5,2	1,4	2,5	4,9	5,3	5,4	5,8	57	49											
	40-60				5,5	5,5	1,0	1,9	3,9	4,5	3,9	5,0	38	52											
Macauba - PC	0-20	Argilosa	5	8	5,4	5,6	4,7	4,6	2,2	2,7	5,2	5,7	59	50	78	80	34	54	28	35	0,1	0,7	74	64	
	20-40				5,3	5,4	2,7	5,0	1,1	1,2	1,1	1,2	32	48											
	40-60				5,4	5,5	4,3	3,9	1,0	1,1	1,0	1,1	34	39											
Mateiro - PC	0-20	Argilosa	3	5	5,3	5,3	3,6	3,5	5,5	5,7	6,5	6,2	55	54	80	91	20	5	23	53	0,1	0,5	77	64	
	20-40				5,5	5,3	2,5	2,7	4,1	5,1	4,1	5,1	59	57											
	40-60				5,5	5,5	1,7	1,8	2,6	2,8	3,1	2,8	47	47											
C. Cuiabano - PD	0-20	Argilosa	2	4	5,4	5,4	2,8	2,7	9,6	8,2	10,1	8,2	67	69	68	72	6	21	17	15	0	0	79	71	
	20-40				5,3	5,3	2,7	2,4	6,9	6,9	6,9	6,9	61	57											
	40-60				5,3	5,3	1,9	2,7	5,3	5,7	5,3	5,7	61	68											
Lagoa Fogão - PD	0-20	Argilosa	3	7	5,5	5,3	4,3	4,4	4,3	3,4	6,5	5,4	64	56	63	71	28	30	13	20	0	0,2	85	74	
	20-40				5,4	5,2	4,4	4,3	3,3	3,2	3,2	3,2	61	52											
	40-60				5,8	5,8	4,1	4,4	2,7	2,8	2,7	2,8	64	67											
Cachoeirinha - PD	0-20	Argilosa	2	9	5,5	5,5	5,8	6,2	4,0	5,1	6,0	6,2	64	59	70	60	6	6	10	15	0	0	80	62	
	20-40				5,4	5,5	5,8	5,7	2,7	1,5	2,8	1,5	55	46											
	40-60				5,4	5,3	5,4	4,6	1,2	1,6	1,2	1,7	40	67											

SA = Sistema de Produção Alternativo; SC = Sistema de Produção Convencional; PC = Plantio Convencional; PD = Plantio Direto; Fs = *Fusarium solani*; Rs = *Rhizoctonia solani*; Sr = *Sclerotium rolfsii*; Ss = *Sclerotinia sclerotiorum*

A maior parte das áreas agrícolas apresenta um horizonte superficial, horizonte Ap, completamente desprovido de sua estrutura natural e, abaixo deste, um horizonte compactado, ambos fruto das práticas agrícolas convencionais. Estes horizontes têm funcionamentos muito diferenciados. No primeiro, dado ao novo arranjo dos agregados ou à inexistência dos mesmos, as taxas de infiltração, no Latossolos Vermelho-Amarelos distroféricos, em Guaíra, decrescem de 600mm/h no horizonte Ap, para 300mm/h, nos horizontes compactados. Essa dificuldade de infiltração da água, provocada pelo horizonte compactado, é um dos fatores que favorecem as doenças das plantas, portanto, um fator de degradação ambiental.

Populações de microrganismos com funções importantes no solo (bactérias esporulantes, actinomicetos, microrganismos celulolíticos e fixadores de nitrogênio), teor de C em polissacarídeos, atividade de desidrogenase e biomassa microbiana em C, foram considerados indicadores do melhor desempenho do SA em relação ao SC (Valarini et al., 1997b e 1999). Segundo Mendes (2002), até 1998, existia um desconhecimento sobre os impactos de sistemas agrícolas sob cerrado no funcionamento dos processos microbiológicos dos solos e de suas conseqüências na manutenção, melhoria ou perda da qualidade dos mesmos, após sua incorporação à agricultura. Nesse contexto, segundo a autora, os resultados da Embrapa Cerrados mostraram que os indicadores microbiológicos (biomassa microbiana em C e atividade das enzimas fosfatase ácida e arilsulfatase) foram eficientes para detectar mudanças que ocorreram no solo, em virtude do sistema de manejo (PD e PC) e da incorporação à atividade agrícola. Mesmo que após três anos de avaliação, não se tenha observado a diminuição da incidência e da severidade de podridões radiculares nos sistemas de produção (SA e SC), o PC na Fazenda Mateiro mostrou menores índices de doenças de raiz do que o PD, ou seja, incidência de 68% e severidade de até de 10%, contra 98% de incidência e 11 a 25% de severidade no PD na Fazenda Lagoa do Fogão, observou-se aumento significativo de 25 e 40% na nodulação das plantas de feijoeiro no SA, respectivamente, em PC e PD (Tabela 2). Com outros patógenos de solo, que produzem escleródios, ocorreram reduções de 20 a 39% e de 81 a 100% na incidência de *S. rolfsii* e *S. sclerotiorum*, respectivamente, no SA em relação ao SC, com predominância no PC (Tabela 3). A análise conjunta mostrou que as podridões radiculares causadas pelo complexo *F. solani* e *R. solani* apresentaram índices de severidade não superiores a 25%, também com redução no SA, melhor evidenciado pela atividade enzimática de desidrogenase (aumento de 12 e 24% no SA), pela biomassa microbiana em carbono (aumento de 23 a 227%), pelo aumento do stand final em 12% e pelo aumento da produção de feijão em 10% (Valarini et al., 2000), constituindo-se em indicadores eficientes e sensíveis para detectar mudanças precoces que ocorrem no solo devido às práticas agrícolas adotadas, estando em concordância com trabalhos realizados por Mendes (2002).

Tabela 2. Avaliação das podridões radiculares (*R. solani* e *F. solani*) do feijoeiro e produção de nódulos em feijoeiro e soja em Guaíra, SP – 1997.

Propriedade	Tratamento	Doença		Nódulos produzidos		
		Incidência (Rs + Fs) (%)	* Severidade Média	Total	Planta	Aumento a/b
Lagoa Fogão	SA	96	3,2	1642 (a)	16,42	44,0
Feijão (PD)	SC	100	3,2	1144 (b)	11,44	
Mateiro	SA	68,5	1,9	990 (a)	9,90	25,0
Feijão (PC)	SC	66,5	2,0	794 (b)	7,94	
Cuiabano	SA	65	2,5	3173 (a)	31,73	0,9
Soja (PD)	SC	65	2,4	3454 (b)	34,65	

SA – sistema produção alternativo; SC – sistema produção convencional; PD – sistema de plantio direto; PC – sistema de plantio convencional; Rs = *Rhizoctonia solani* + Fs = *Fusarium solani*; * escala de notas; 1 = 0 – sistema radicular sadio; 2 = 1 a 10% - sistema radicular fracamente atacado; 3 = 11 a 25% - sistema radicular mediantemente atacado; 4 = 26 a 50% - sistema radicular severamente atacado; 5 = >50% - altamente atacado.

Tabela 3. Avaliação de doenças – n° de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (Ss) e *Sclerotium rolfsii* (Sr)/ Kg de de solo em Guaíra, SP – 1997.

Fazendas	Sistema de cultivo	Sistema de produção	Escleródio/Kg solo	
			Ss	Sr
Macaúba/Mateiro /Coqueiro	PC	SC	0,70	46
		SA	0,13	28
Lagoa Fogão	PD	SC	0,06	17
		SA	0,00	13

SA – sistema produção alternativo; SC – sistema de produção convencional; PD – sistema de plantio direto; PC – sistema de plantio convencional. – ZAMBOLIM (1982) – 3 escleródios/m² de solo (perdas de 45%).

Com relação à produtividade das culturas de milho e soja, verificou-se aumento na produção de grãos de milho no SA, de 2,9 a 14,4% em relação ao SC, enquanto que, para a soja, ocorreu o inverso, ou seja, aumento de até 14,5% em favor do SC (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade de duas culturas em cinco propriedades agrícolas irrigadas – Guaíra, SP – 1996/97

Fazendas	Sistema de cultivo	Sistema de produção	Produção kg/ha	Aumento a/b
Macaúba (soja 1)	PC	SA	1930a	-14,5
		SC	2210b	
Mateiro (soja 2)	PC	SA	1920a	-13,0
		SC	2170b	
Cachoeira (soja 3)	PD	SA	1309,5a	-0,9
		SC	1319,2b	
Cuiabano (milho 1)	PD	SA	3503,8a	14,4
		SC	3062,0b	
Lagoa Fogão (milho 2)	PD	SA	2831,3a	2,9
		SC	2750,7b	

Datas de plantio: 20/11/1996 (soja 1); 05/12/1996 (soja 2); 25/11/1996 (soja 3); 26.09.1996 (milho 1); 26/11/1996 (milho 2); SA – sistema de produção alternativo; SC – sistema de produção convencional; PD – sistema de plantio direto; PC – sistema de plantio convencional.

Com relação à avaliação de pragas nas culturas de Guará, os resultados mostraram que o SA no PD favoreceu o desenvolvimento de ácaros benéficos no solo em culturas de milho e feijão, e reduziu a incidência de pragas da parte aérea e do solo, em culturas de milho e feijão. Por outro lado, em Suzano, para a cultura da batata, os resultados mostraram que, mesmo com a presença das pragas na cultura, os danos conseqüentes foram bastante reduzidos em relação ao esperado. Da mesma forma, apesar da alta incidência de pulgões na cultura, não se observaram plantas com sintomas de viroses. O ataque intenso da larva minadora, também não reduziu a produção de tubérculos (Watanabe et al., 1997 a,b). Este equilíbrio pode ser visualizado pelas análises de parâmetros bioquímicos realizados em solos de áreas de Suzano durante três anos (Fig. 2).

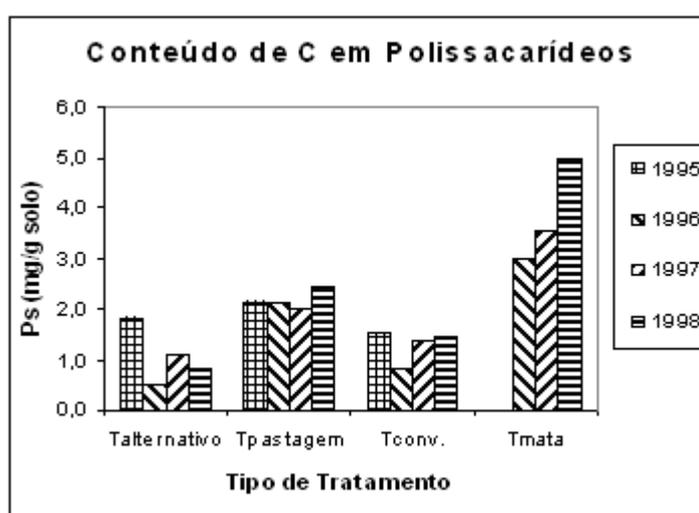


Fig. 2. Distribuição temporal do conteúdo de C em polissacarídeos, no horizonte de solos agrícolas em Suzano, SP.

Observou-se que, em Suzano, a distribuição espacial do conteúdo de C em polissacarídeos variou em função da presença ou não de cobertura vegetal. No caso do milho, houve a influência da altura, sendo maior o teor de C quando o milho apresentou maior cobertura do solo, como nos anos de 95, 97 e 98 no tratamento em sistema convencional. A área de pastagem que teve menor influência antropogênica na estrutura do solo, manteve constante o teor de C em polissacarídeos em níveis superiores a T alternativo e T convencional. A área da mata eleita como testemunha sempre apresentou teores maiores de C em polissacarídeos. Portanto, o estudo mostrou a influência da cobertura vegetal nesse parâmetro avaliado, independente do manejo ter sido alternativo ou convencional, sendo o seu teor maior quando não houve ação do homem na estrutura do solo (Frighetto et al., 1999 a,b). Esses resultados estão em concordância com Mendes (2002), que referindo-se ao impacto da atividade agrícola no funcionamento biológico e bioquímico dos solos de Cerrado, destaca a redução acentuada nos teores de C na biomassa microbiana e na atividade da fosfatase ácida.

Considerando que o interesse maior na análise de solo está na avaliação de parâmetros químicos, físicos e biológicos-bioquímicos, como indicadores de sua qualidade e sustentabilidade, o uso de métodos quimiométricos baseados na Análise dos Componentes Principais (PCA), permite

integrar vários fatores ou variáveis que se correlacionam. Um estudo realizado em três Fazendas do município de Guaíra (Macaúbas, Lagoa do fogão e Cuiabanos), considerando para efeito de comparação, sistemas convencional e alternativo com adição de EM e uma mata nativa de referência, tomando-se 10 amostras de solo de cada tratamento e medindo-se 8 parâmetros biológicos e bioquímicos, pode-se concluir que os parâmetros bioquímicos: polissacarídeos, desidrogenase e biomassa microbiana correlacionam-se positivamente com as faixas do tratamento sustentável, enquanto microrganismos celulolíticos e solubilizadores correlacionam-se negativamente. A fazenda Macaúba apresentou melhor separação do SA e SC. Assim, a PCA permitiu, portanto, distinguir quais variáveis ou fatores que mais influenciaram na separação entre amostras de solos submetidas a diferentes tipos de manejo, sugerindo que é preciso destacar a necessidade de uma maior interdisciplinariedade na abordagem dos problemas do solo, e que a quimiometria terá um papel de destaque na extração e na interpretação das informações (Sena et al., 2000).

Os resultados da análise econômica dos custos de produção para as safras 1996/97 e 1997 em Guaíra, SP, entre os sistemas de produção convencional e alternativo, mostraram uma ampla vantagem para o primeiro sistema, tanto no PD como no PC, ou seja, o sistema de produção convencional (SC) apresentou um custo mais baixo que o sistema de produção alternativo (SA), uma vantagem de R\$ 222,00/ha para o feijão, R\$ 201,45/ha para a soja e de R\$ 39,50 e R\$ 74,40/ha para o milho (Tabela 5). Esses resultados refletem a ineficiência do SA nas condições analisadas, por aumentar o número de aplicações de EM e o uso esporádico de insumos químicos como complemento à aplicação do insumo "verde". É importante destacar que, apesar da convergência dos resultados de custo de produção amplamente favoráveis aos SC, há ainda vários problemas associados ao manejo das culturas no SA, interferindo de forma decisiva nos resultados finais, que apresentaram uma grande dispersão em função das áreas experimentais.

Os resultados das análises descritas em Guaíra diferem dos de Suzano, onde já existe um sistema agrícola biodinâmico estabelecido, com preservação de matas nativas ao redor das propriedades, o uso de práticas agrícolas alternativas como EM, matéria orgânica não decomposta disponível no local e praticamente sem insumos químicos (somente calda bordalesa), além de apresentar um aumento da produtividade e rentabilidade das culturas em relação aos sistemas agrícolas irrigados convencionais (Tokeshi et al., 1997).

Tabela 5. Análise econômica – produtividade e custos de produção/ha de seis propriedades agrícolas irrigadas de Guaíra, SP – 1997

Fazendas	Sistema de Cultivo	Sistema de Produção	Produção de grãos Kg/ha	Aumento a/b (%)	Custo/ha R\$
Macaúba (milho 1)	PC	SA	3643,4 (a)	9,0	142,42
		SC	3439,3 (b)		102,92
Cachoeira (milho 2)	PD	SA	2431,2 (a)	4,5	219,65
		SC	2325,0 (b)		145,25
Cuiabano (soja)	PD	SA	925,5 (a)	0,0	338,50
		SC	925,0 (b)		137,05
Fogão (feijão 2)	PD	SA	630,0 (a)	0,0	335,70
		SC	630,0 (b)		113,70

Datas de plantio: 26/03 (milho1); 24.3 (milho2); 14/04 (soja); 03/04 (feijão 1); 14/04 (feijão 2); SA – sistema de produção alternativo; SC – sistema de produção convencional; PC – sistema de plantio convencional; PD – sistema de plantio direto.

Como medidas alternativas aos agrotóxicos e, considerando-se que na avaliação dos grandes grupos de microrganismos, isolou-se e testou-se a bactéria *Bacillus subtilis* como eficiente agente de controle da podridão radicular do feijoeiro (Melo et al., 1995), foi desenvolvida uma formulação desse agente biológico à base de turfa (viabilidade de 60 dias em prateleira) para controle da podridão radicular do feijoeiro (Brandão et al., 1998 a,b), proporcionando redução da incidência e severidade da doença em 37,6% e 15%, respectivamente. Isso favoreceu um incremento na emergência de plantas e na produção de grãos, ao redor de 17% e, confirma a maior eficiência do PD em relação ao PC (Valarini et al., 2003).

O desenvolvimento de formulação de *Trichoderma harzianum* + *T. koningii* tem sido eficiente no controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em feijão e tomate industrial, reduzindo a incidência da doença em 60% (Melo et al., 1996). Com o objetivo de possibilitar o uso de *Bacillus thuringiensis* var. *tolworthi* no controle da lagarta do milho (*Spodoptera frugiperda*), foi produzida esta bactéria por um método simples e eficiente (fermentação semi-sólida), assegurando baixo custo e viabilidade de produção local. O produto, fermentado por 4 dias em sacos plásticos contendo principalmente arroz úmido, sob condições controladas de temperatura, permitiu um controle de até 100% de lagartas de 2º estágio, em condições de campo. Com 600g desse material fermentado, pode-se obter o controle de lagartas jovens em um ha de milho (Capalbo et al., 2001).

Esses conhecimentos (métodos e indicadores) e tecnologia gerados foram validados e transferidos através de dias de campo, curso teórico-prático, palestras e apresentações em congressos, visitas e reuniões para agricultores e técnicos da pesquisa e extensão rural. Áreas de demonstração e observação propiciaram a validação e difusão dos conhecimentos e práticas alternativas de manejo do solo e da cultura.

Conclusões

Os resultados obtidos permitiram definir um método e a seleção de indicadores físicos, químicos e biológicos de mensuração do impacto ambiental do sistema de produção intensivo (convencional), praticado sobre o meio biótico do solo em Guaíra, a partir da seleção de um sistema de produção sustentável em Guaíra, SP. A avaliação de impacto ambiental de agroquímicos é um desafio para os pesquisadores em qualquer lugar do mundo, pois, seus efeitos de caráter intrínseco e indireto e difíceis de serem detectados, principalmente, em condições de campo. A comparação entre os sistemas de produção alternativo e convencional permitiu visualizar uma projeção integrada das tendências de mudanças nos sistemas, resultados esses obtidos pela análise multivariada de dados.

Agentes de controle biológico das principais doenças e pragas foram desenvolvidos e repassados para os agricultores, oferecendo-lhes alternativas de escolha do melhor manejo para suas lavouras.

Dessa forma, há a necessidade de adoção dessas tecnologias por maior número de produtores e mudanças de comportamento dos mesmos, visando não só reduzir o custo de produção pela utilização dos recursos disponíveis, mas preservar o equilíbrio do sistema como um todo. A consciência dos riscos de degradação ambiental e dos problemas sócio-econômicos provenientes de práticas agrícolas inadequadas é pré-requisito para as ações que possam promover o desenvolvimento rural sustentável. Nesse contexto, a Educação Agroambiental assume papel de destaque como instrumento de reflexão crítica e geradora de novas atitudes de cidadãos de áreas urbanas e rurais, que resultem em equilíbrio nas relações ser humano-natureza.

Agradecimentos

À Maria José Valarini, pesquisadora do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, SP, pela prestimosa colaboração na elaboração do resumo em Inglês.

Referências Bibliográficas

ALTIERI, M.A. **Agroecology**: The science of sustainable agriculture. 2.ed. Boulder: Westview Press, 1995. 433p.

BRANDÃO, M.S.B.; VALARINI, P.J.; MELO, I.S.; MAIA, A.H.N. Desenvolvimento de uma formulação contendo *Bacillus subtilis* para controle da podridão radicular do feijoeiro. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21., 1998, Botucatu, SP. **Summa Phytopathologica**, v.24, n.1, p.82, 1998a.

BRANDÃO, M.S.B.; VALARINI, P.J.; MELO, I.S.; MAIA, A.H.N.; MORSOLETTA, R.V. Experimental formulations of *Bacillus subtilis* for control of root rot (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* and *Rhizoctonia solani*) of bean (*Phaseolus vulgaris*) In: MOTA, M.; FERREIRA, E.C. (Ed.). Iberian Congress on Biotechnology, 4.; Ibero-American Meeting on Biotechnology, 1., 1998, Braga, Portugal. **BIOTEC'98 Book of Abstracts**. Braga, 1998b. p.405.

CAPALBO, D.M.F.; VALICENTI, F.M.; MORAES, I.O.O.; PELIZER, L.H. Solid-state fermentation of *Bacillus thuringiensis tolworthi* to control fall armyworm in maize. **EJB Electronic Journal of Biotechnology**, Chile, August 15, 2001. 4p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos,1).

FILIZOLA, H.F.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H. Environmental impact of irrigated conventional farming systems. Test of biodynamical farming system (Guaira, São Paulo State, Brazil) In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16., 1998, Montpellier. **Summaries**. Montpellier, 1998. 7p. CD ROM.

FORSTER, R.; CERDEIRA, A.L.; VALARINI, P.J.; MORICONI, W. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., Caxambu, 1997. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p.402.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.; OLIVEIRA, D. A. .Action of effective microorganisms EM on microbial, biochemical and compaction parameters of sustainable soil in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING AND EFFECTIVE MICROORGANISMS FOR AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY, 5., 1997, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok, 1997. p.13-14.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; SCRAMIN, S.; FILIZOLA, H.F.; TOKESHI, H.; SENA, M.M.; POPPI, R.J. Influência de sistemas de manejo sobre a dinâmica da população de microrganismos e características bioquímicas do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Caxambú – MG. **Anais...** Caxambu: SBCS, 1998. p.359.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.;FILIZOLA, H.F.; FELIPE, A.; OLIVEIRA, D.A. Effects of management practices on soil physico-chemical, biochemical and microbial parameters under irrigated agriculture. In: IFOAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, IFOAM 98, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Publitec, 1998. S9. Nº 158.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.; OLIVEIRA, D.A. . Action of effective microorganisms (EM) on microbial, biochemical and compaction parameters of sustainable soil in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING AND EFFECTIVE MICROORGANISMS FOR AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY, 5., Bangkok, 1997. **Proceedings...** Bangkok: IFOAM/SAPNAN, 1999a. p.159-164.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; RIZZO, L.T.B.; CASTRO, S.S. Distribuição espacial e temporal do

teor de carbono em polissacarídeos, no horizonte de solos agrícolas: Estudo de caso. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/IHSS, 1999b. p.352-354.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. (Coord). **Indicadores biológicos e bioquímicos de qualidade do solo: manual técnico.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

FUNDAÇÃO MOKITI OKADA. *Experimentos sobre o uso dos microrganismos eficazes (EM) no Brasil.* In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 3., 1993, Santa Barbara, Califórnia. Proceedings...* São Paulo: MOA, 1993. 110p.

FUNDAÇÃO MOKITI OKADA. **Manual sobre o uso dos microrganismos eficazes (E.M.) na agricultura.** São Paulo, 1993. 14p.

HIGA, T.; PARR, J.F. **Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment.** Atami, Japão: International Nature Farming Research Center, 1994. p.1-16.

MÄDER, P.; PFIFFNER, L.; LUTZOW, A.F.M.V.; MUNCH, J.C. Soil ecology: the impact

of organic and conventional agriculture on soil biota and its significance. In: IFOAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 11., 1996, Copenhagen. **Fundamentals of organic agriculture.** Copenhagen, 1996. v.1, p.11-15.

MELO, I.S.; VALARINI, P.J.; FAULL, J.L. Controle biológico de *Fusarium solani* f.sp *phaseoli* por *Bacillus subtilis* isolado da rizosfera do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 28., 1995, Ilhéus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, supl., p.342, ago.1995.

MELO, I.S.; FAULL, J.L.; GRAEME-COOK, K.A. *Trichoderma koningii* and *Trichoderma harzianum* as destructive mycoparasites of *Sclerotinia sclerotiorum*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE MYCOBIOLOGY DIVISION, 8., 1996, Jerusalém. **Abstracts.** Jersusalém, 1996.

MENDES, I.C. A terra vive. Análise dos impactos dos sistemas agropecuários na atividade enzimática e na biomassa microbiana dos solos do Cerrado. **Cultivar Grandes Culturas**, v.4, n.42, p.19-26, 2002.

MORSOLETO, R.V.; WATANABE, M.A. Inimigos naturais da parte aérea da cultura de milho tratada com E.M. (efficient microorganisms), na região de Guaíra, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: SEB, 1997. p.103.

MORSOLETO, R.V.; WATANABE, M.A. Efeito do plantio direto, aplicação de Miral e uso de subsolagem na incidência de inimigos naturais em cultura de feijão em Guaíra, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: SEB, 1997. p.103.

PICCOLO, A. (Ed.). **Humic substances in terrestrial ecosystems**. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1996.

SENA, M.M.; POPPI, R.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. Estudo quimiométrico do efeito de práticas de manejo do solo sobre parâmetros bioquímicos e biológicos em Guaíra/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 38., 1998, São Luís, MA. **Resumos...** São Paulo: SBQ, 1998.

SENA, M.M.; POPPI, R.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. Aplicação de análise de componentes principais (PCA) no estudo do efeito de práticas de manejo do solo sobre parâmetros químicos e biológicos em Suzano / SP. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 1999, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1999.

SENA, M.M. DE; POPPI, R.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. Avaliação do uso de métodos quimiométricos em análise de solos. **Química Nova**, v.23, n.4, p.547-554, 2000.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.G. **Recomendação sobre o uso de penetrômetro de impacto. Modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1983. 10p. (Boletim 1).

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do sul, 1995. 215p.

TOKESHI, H. Manejo da microflora epifita no controle de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Coord.). Reunião Brasileira sobre Doenças de Plantas, 4., Campinas, 1991. **Anais...** Jaguariúna: EMBRAPA/CNPMA, 1991. p.32-62.

TOKESHI, H.; LIMA, M.T.A. **Efeito dos microrganismos eficazes e adubação verde na produtividade do solo no Brasil**. São Paulo: Fundação Mokiti Okada (MOA), 1994. p. 25-56.

TOKESHI, H.; ALVES, M.C.; SANCHES, A.B.; HARADA, D.Y. Control of *Sclerotinia sclerotiorum* with effective microorganisms. **Summa Phytopathologica**, v.23, n.2, p.146-154, 1997.

VALARINI, P.J. Manejo de doenças do solo em cultura de feijão sob irrigação por pivô central. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO, 5., Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1994. p.59-74.

VALARINI, P.J.; VALARINI, M.J.; SOUZA, M.D.E.; PESSOA, M.C.P. Avaliação da população microbiana do solo latossolo roxo sob diferentes sistemas de cultivo utilizados em Guaíra/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa/MG. **Resumos expandidos**. Viçosa: UFV, 1995. v.I, p. 465-467.

VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; TOKESHI, H. Avaliação de impacto ambiental decorrente do manejo de sistemas agrícolas irrigadas. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Campinas: SBCS, 1996a. CD ROM.

VALARINI, P.J.; SOUZA, M.D.E.; TOKESHI, H.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLLETO, R.V. Impacto ambiental de sistemas intensivos de cultivos em agricultura irrigada sobre as propriedades físico-químicas e microbiológicas do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11., 1996, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: ABID, 1996b. p.447-479.

VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; TOKESHI, H.; MENDES, M.D.L.; FELIPE, A. Impacto do manejo agrícola sobre a microbiota do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997a. p.411.

VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R. T. A.; TOKESHI, H.; OLIVEIRA, D.A. Action of effective microorganisms(EM) in soil of intensive agricultural system in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING AND EFFECTIVE MICROORGANISMS FOR AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY, 5., Bangkok, 1997. **Proceedings...** Bangkok: IFOAM/SAPNAN, 1997b. p.15-16.

VALARINI, P.J.; ROBBS, C.F.; TOKESHI, H. **Impacto das práticas agrícolas e os problemas fitopatológicos: pesquisas e recomendações de proteção integrada.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 25p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 6).

VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; TOKESHI, H.; SCRAMIN, S.; SILVEIRA, A.P.D.; VALARINI, M.J.; OLIVEIRA, D.A. Physico-chemical and microbiological properties of soil as affected by irrigated agricultural systems. In: IFOAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE - IFOAM, 1998, Mar del Plata. **Anais...** Buenos Aires: Publitec, 2000. p.165-171.

VALARINI, P.J.; MELO, I.S.; MORSOLETO, R.V. Controle alternativo da podridão radicular do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Summa Phytopathologica**, v.29, n.4, p.334-339, 2003.

WATANABE, M.A.; MORSOLETO, R.V. Inimigos naturais da parte aérea da cultura de feijão tratada com E.M. (effective microorganisms) na região de Guaíra, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA,16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1997, Salvador, BA. **Resumos...** Salvador: SEB, 1997. p.104.

WATANABE, M.A.; TOKESHI, H.; VALARINI, P.J. Entomofauna da cultura de batata conduzida pelo sistemas sustentável de cultivo com uso de microrganismos eficazes em Suzano, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37., 1997, Manaus, AM. **Anais...** Manaus: SOB, 1997a. Resumo nº 334.

WATANABE, M.A.; TOKESHI, H.; VALARINI, P.J. Aspectos fitopatológicos da cultura de batata

conduzida pelo sistema sustentável de cultivo com uso de microrganismos eficazes em Suzano, SP In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37., 1997, Manaus, AM. **Anais...** Manaus: SBO, 1997b. Resumo nº 333.

YAMAOKA-YANO, D.M.; VALARINI, P.J. Métodos de identificação de bactérias. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. p.369-390.

ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; MARTINS, M.C. del P. Aspectos das principais doenças do feijão no Estado de Minas gerais. **Informe Agropecuário**, v.8, n.90, p.20-29, 1982.

ZAMBOLIM, L. Manejo integrado visando o controle de fitopatógenos do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 26., 1993, Aracajú, SE. **Fitopatologia Brasileira**, v.18, supl., p.261-62, 1993.

Embrapa

Meio Ambiente

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

