

Manejo Adequado da Produção Orgânica: Indicadores de Análise da Qualidade do Solo e da Planta

Pedro José Valarini¹

RESUMO

As propriedades físicas, químicas e biológicas de um solo determinam a capacidade da planta em produzir alimentos saudáveis e nutritivos. O manejo adequado do solo é fundamental para o equilíbrio de um sistema de produção. Para avaliar os sistemas de manejo de tomate orgânico (SO) e convencional (SC), tomou-se como referência uma mata nativa e/ou uma pastagem natural. Amostras de solo foram submetidas às análises físicas, químicas, biológicas/bioquímicas em laboratório. Os resultados obtidos com os parâmetros biológicos, bioquímicos e físicos permitem expressar as mudanças que ocorrem no solo com maior segurança e confiabilidade, constituindo-se em importantes indicadores complementares às análises químicas de avaliação da qualidade e capacidade produtiva do solo. A utilização do módulo complementar para avaliação da capacidade produtiva do solo do sistema APOIA-NovoRural oferece aos produtores rurais dedicados a atividades agropecuárias com manejo orgânico, a possibilidade de melhor caracterizarem a contribuição desta forma de manejo para a conservação e melhoria do solo, favorecendo de um lado o manejo orgânico em si mesmo, e de outro lado, a possível inserção diferenciada desses produtores no mercado, devido a sua contribuição para o desenvolvimento local sustentável.

¹ Embrapa Meio Ambiente - Rodovia SP-340 Km 127,5, Bairro Tanquinho Velho, Jaguariúna, SP, CEP: 13820 – 000 - E-mail: valarini@cnpm.br

INTRODUÇÃO

No meio rural brasileiro vem ocorrendo a emergência de atividades agrícolas e não-agrícolas, em substituição aos tradicionais usos agrícolas da terra, configurando o que tem sido denominado o “Novo Rural” (CAMPANHOLA & SILVA, 2000). Na atualidade, também, práticas agrícolas alternativas contribuem para estas mudanças, acentuando a importância na busca da sustentabilidade das atividades desenvolvidas no rural. Dentre as práticas e formas alternativas de manejo, com importante inserção no Novo Rural, destaca-se a agricultura orgânica como uma das alternativas de renda para os pequenos produtores, devido à crescente demanda mundial por alimentos mais saudáveis (CAMPANHOLA & VALARINI, 2001).

Indiferente ao sistema de produção utilizado, as tecnologias agrícolas, tais como, o monocultivo, o uso indiscriminado de agrotóxicos, a utilização de fertilizantes químicos e orgânicos, o uso de máquinas pesadas, as práticas de manejo do solo e da água, entre outras, podem afetar a qualidade do solo por mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas (FAUCI & DICK, 1994; FRIGHETTO et al., 1998; VALARINI et al., 1999).

Devido a importância do solo como base de sustentação da atividade agrícola, DORAN & PARKIN (1994) definem a qualidade do solo como sendo “a capacidade de um dado solo em funcionar no ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde do animal e da planta”. Além de considerar a diversidade biológica como um dos componentes mais importantes do solo, é visto que dela derivam uma ampla variedade de plantas cultivadas e invasoras, seus polinizadores e agentes de controle biológico de doenças e pragas e uma gama de microrganismos que participam de processos biológicos e bioquímicos responsáveis pela formação e manutenção da estrutura física e da fertilidade do solo (Tokeshi et al., 1991) sabe-se que as propriedades físicas, químicas e biológicas de um solo se interagem e determinam a capacidade da planta em produzir alimentos sadios e

nutritivos. A qualidade do solo pode melhorar ou deteriorar-se dependendo da forma de manejo nos diferentes sistemas de produção (Mäder et al., 1999). Historicamente, as propriedades físicas e químicas têm sido utilizadas como medidas da produtividade do solo em seu estado natural. Entretanto, como as mudanças no teor de matéria orgânica são muito lentas e, conseqüentemente, muitos anos são requeridos para se detectar as alterações, a partir dos anos 90s, cresceu a importância dos processos e parâmetros biológicos e bioquímicos medidos no solo como indicadores mais sensíveis das alterações de estresse ou recuperação ecológica do solo (DICK, 1994; DILLY, 1998). Para o estudo integrado, FAUCI & DICK(1994), DILLY & BLUME(1998) e FRIGHETTO & VALARINI (2000) recomendam alguns indicadores bioquímicos para medir atividades microbiológicas e a qualidade do solo, como por exemplo, ergosterol para medir o crescimento de fungos, atividades enzimáticas em desidrogenase e esterase, biomassa microbiana e polissacarídeos.

A avaliação da sustentabilidade de um sistema de produção, como por exemplo o orgânico, é complexo porque envolve um grande número de processos. A avaliação pode considerar várias abordagens: desde um Índice geral de qualidade do solo: fatores relativos à produtividade, características físicas, químicas e biológicas até isolar um processo no sistema (os microrganismos do solo). Integrados às características físicas e químicas, os indicadores microbiológicos podem contribuir para a avaliação do grau de sustentabilidade de um sistema. Para tal, deve-se usar como referência, um sistema convencional e/ou mata nativa ou pastagem. Considerando o solo, um habitat de um conjunto de organismos que estão em constante interação e cujas atividades determinam em grande parte, as propriedades físicas e químicas, é de grande importância a **biodiversidade** para os ciclos biogeoquímicos. Sendo assim, a atividade bioquímica dos microrganismos é essencial para o crescimento e vigor das plantas - nutrientes para a

construção da biomassa. Os **microrganismos** são agentes de atividade bioquímica do solo - processos biológicos, processos químicos e físicos, contribuindo para a **fertilidade do solo**, seja pela mineralização de nutrientes a partir da matéria orgânica ou pela fixação de N e solubilização de fosfato.

Nesse sentido, a análise integrada do solo para a determinação da sua capacidade produtiva e o equilíbrio nutricional da planta em diferentes sistemas de manejo constitui uma ferramenta importante para estabelecer medidas corretivas ou alternativas e a busca da sustentabilidade dos agroecossistemas emergentes, em especial do sistema orgânico.

Considerando que a análise química do solo, inserido na avaliação da performance ambiental das formas de manejo hortícola orgânico e convencional realizada empregando-se o sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de atividades do Novo Rural (APOIA-NovoRural), não detectou diferenças em termo da sua capacidade produtiva, este trabalho teve como objetivo selecionar indicadores biológicos, bioquímicos e físicos do solo que analisados de forma integrada aos químicos possam compor um módulo complementar mais seguro e mais sensível de avaliação da qualidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da performance ambiental das formas de manejo hortícola orgânico e convencional foi realizada empregando-se o sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de atividades do Novo Rural (APOIA-NovoRural). O conjunto de dimensões e indicadores e as principais características do sistema APOIA-NovoRural estão descritos em RODRIGUES & CAMPANHOLA (2003).

O estudo foi realizado em nove estabelecimentos dedicados a horticultura convencional e nove dedicados a horticultura orgânica oriundos dos municípios de Serra Negra, Araraquara, Divinolândia, Amparo, Socorro, Indaiatuba, Itupeva, Santo Antonio de Posse e Louveira no interior do estado

de São Paulo em 2001. Os estabelecimentos foram selecionados por indicação de pares, procurando-se amostrar situações variadas e contrastantes em termos de ambiente e inserção econômica. Paralelamente, ao levantamento de informações junto aos produtores realizadas com a aplicação de questionários previamente desenvolvidos na elaboração do método APOIA-NovoRural para o preenchimento de suas planilhas, vistoria local, análises de campo e laboratório para os parâmetros de água e solo (análise química), para o módulo complementar, foram coletadas amostras de solo na profundidade de até 20cm para análise biológica/bioquímica e de 20, 40 e 60 cm para análise física. Para a análise biológica, as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor para evitar variações bruscas de temperatura e umidade durante o transporte. Utilizou-se como controle, solos de áreas de mata nativa ou de pastagem natural. Em laboratório, as amostras de solo foram processadas e submetidas às análises físicas, químicas e biológicas/bioquímicas, usando-se parâmetros e metodologias descritas em TEDESCO et al.(1995), EMBRAPA (1997) e FRIGHETTO & VALARINI (2000). Para as análises microbiológicas e bioquímicas foram consideradas 4 repetições e a comparação de médias foi realizada com o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um quadro resumo da performance ambiental da horticultura, no universo abrangido pelo estudo pode ser observado na Tabela 1, que apresenta a razão entre as formas de manejo orgânico e convencional, em cada uma das dimensões consideradas no sistema APOIA-NovoRural. No caso específico da qualidade do compartimento ambiental solo, avaliado pela análise química, não se observam diferenças nos valores médios entre os solos orgânico e convencional.

Tabela 1. Razão entre os índices de impacto ambiental segundo as dimensões do método APOIA-NovoRural, em estabelecimentos de horticultura convencional e orgânica.

Dimensões	Horticultura	Horticultura	Razão
Índices	Orgânica	Convencional	A/B
	(A)	(B)	
Ecologia da paisagem	0.68	0.57	1.19
Qualidade dos Compartimentos Ambientais	0.77	0.75	1.03
Atmosfera	0.77	0.77	1.00
Água	0.79	0.70	1.13
Solo	0.76	0.77	0.99
Valores Socioculturais	0.66	0.62	1.07
Valores Econômicos	0.73	0.70	1.04
Gestão e Administração	0.71	0.42	1.74
ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL	0.72	0.66	1.09

Na tabela 2, entretanto, observa-se que alguns indicadores físicos (estabilidade de agregados (DMP), razão de dispersão (argila dispersa) e capacidade de campo) e biológicos/bioquímicos (biomassa microbiana, polissacarídeos, patógenos e desidrogenase) apresentaram valores superiores, em média, de 49,5% e 38,0%, respectivamente, sendo mais sensíveis para detectar diferenças na capacidade produtiva dos solos no manejo orgânico em relação ao convencional (**Figura 01**). Os valores menores que 1 observados na relação A/B para os indicadores relacionados com asterisco(*) mostram que o solo orgânico apresenta-se com menor índice de salinização (condutividade elétrica), com menor compactação e com melhor estrutura (razão de dispersão) e com menor potencial de inóculo (nº de propágulos de patógenos/ g de solo) do que o convencional. Trabalho realizado por JORGE (1986) mostra que as condições físicas dos solos agrícolas brasileiros estão sofrendo mudanças constantes. Com a elevação da densidade global do solo provocada por

compactação, ocorre uma série de fenômenos desfavoráveis, como atraso na emergência das plantas, diminuição do sistema radicular, empobrecimento de água, escoamento superficial e erosão excessiva. Sendo a salinização o acúmulo de cátions e ânions no solo, a utilização de adubação mineral elevada e o acentuado uso da irrigação, principalmente, por gotejamento, provoca um acúmulo de sais na parte superficial do solo. Com o uso contínuo da mesma área de solo, a salinização poderá atingir valores fitotóxicos para a maioria das culturas em cultivo protegido ou a céu aberto, reduzindo a produção e favorecendo a ocorrência de pragas e doenças (MÜLLER & VIZZOTTO, 1999). Segundo CARDOSO (1990), VALARINI (1994) e VALARINI et al.(2000), níveis de epifítia são geralmente estimulados por manejo inadequado do solo como plantios sucessivos de feijão ou outras espécies suscetíveis, onde os níveis de infestação são tão elevados, tais como, 1 propágulos de *Rhizoctonia solani* ou 0,2 escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, ou ainda, 1 a 3 x 1000 propágulos de *Fusarium* spp/ g de solo que são suficientes para causar epidemias de forma que a exploração econômica da cultura torna-se inviável. Esses resultados obtidos com os parâmetros biológicos, bioquímicos e físicos permitem expressar as mudanças que ocorrem no solo com maior segurança e confiabilidade, constituindo-se em importantes indicadores complementares às análises químicas de avaliação da qualidade e capacidade produtiva do solo, contribuindo para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Os princípios da nutrição de plantas e os conhecimentos da etiologia dos patógenos e da fisiologia das pragas são aplicados no SO de forma a maximizar a produtividade das culturas, a produção de alimentos mais saudáveis, livres de agrotóxicos e com menores custos ambientais. Em suma, uma nova abordagem é aplicada no SO, utilizando-se manejo preventivo, enfoque sistêmico e interdisciplinar, enquanto que no SC utiliza-se um manejo curativo emergencial e com enfoque pontual.

Tabela 2. Resultados de Análises de Amostras de Solo de Cultivos Orgânico e Convencional

	ORGÂNICO (A)	CONVENCIONAL (B)	A/B
Parâmetros/Indicadores Químicos:			
Matéria Orgânica (%)	3,67	3,8	0,97
pH CaCl ₂	5,52	5,48	1,01
P resina mg/dm ³	62,00	96,60	0,64
K mmolc/dm ³	4,38	5,74	0,64
Ca mmolc/dm ³	66,93	94,31	0,71
Mg troc. mmolc/dm ³	12,58	20,75	0,61
H + Al mmolc/dm ³	21,03	17,50	1,20
Soma de Bases mmolc/dm ³	72,79	102,77	0,71
CTC mmolc/dm ³	117,26	132,63	0,88
Saturação de bases - V%	69,69	70,58	0,99
Parâmetros/Indicadores Físicos			
Classificação textural	franco argilo-arenoso		franco argilo-arenoso
Condutiv. Elétrica - uS/cm	65,56	134,04	0,49*
Razão de dispersão	0,11	0,17	0,65*
Capac. de Campo - %CC	20,51	18,37	1,12
DMF ou DMP	3,93	2,28	1,72
Parâmetros/Indicadores Biológicos/Bioquímicos			
Biom. Microbiana ugC/g solo	407,89	303,81	1,34
Polissacarídeos mg/g solo	1,74	1,40	1,24
Desidrogenase mg/g solo	14,04	9,37	1,50
Nº de propágulos fitopatógenos/g solo	0,60	1,36	0,44*

* Indicadores que mostram melhor desempenho do manejo orgânico.

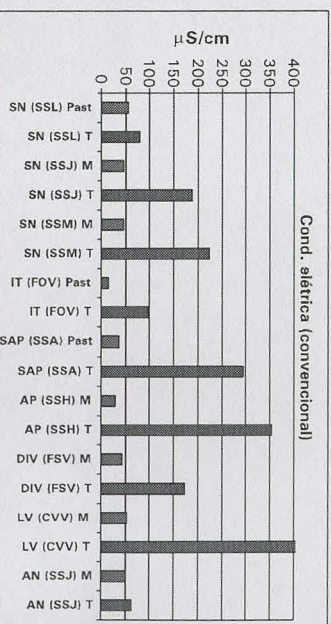
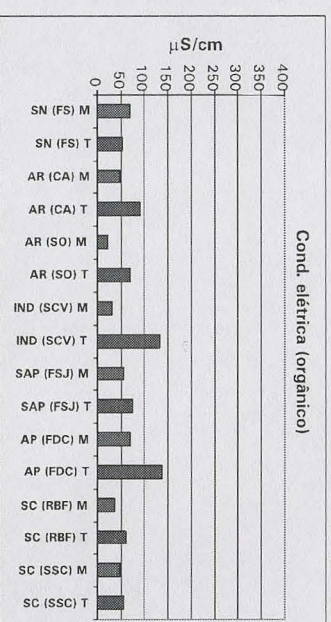
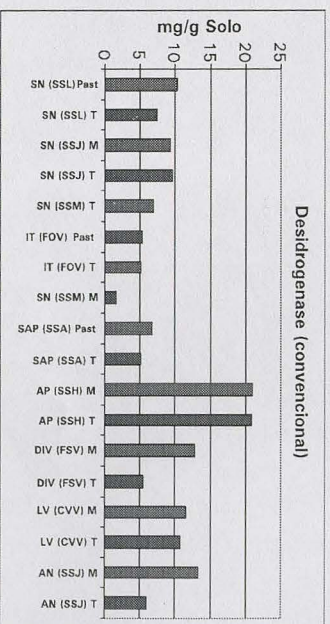
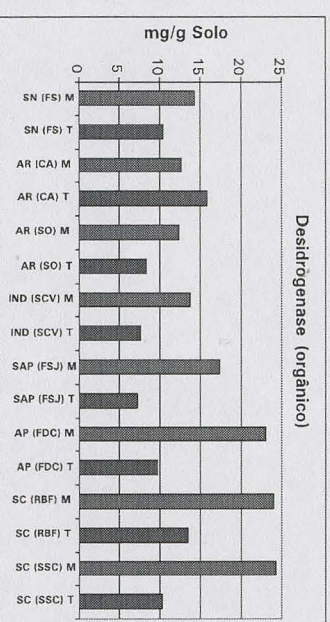
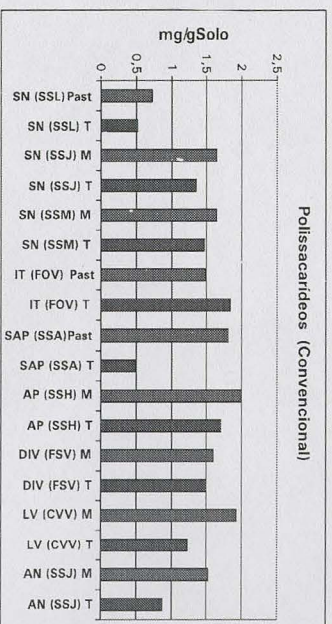
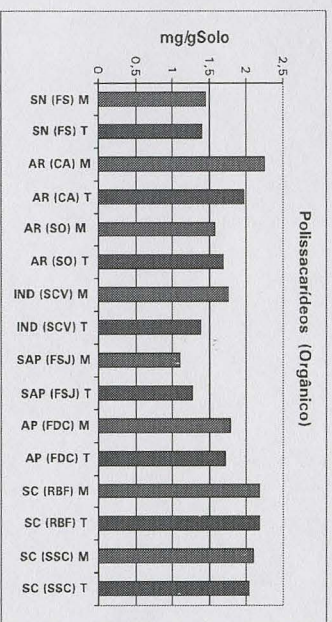
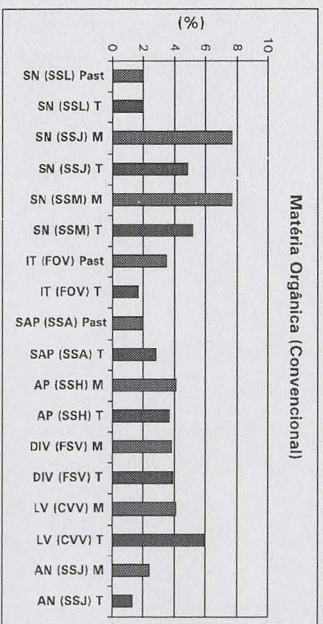
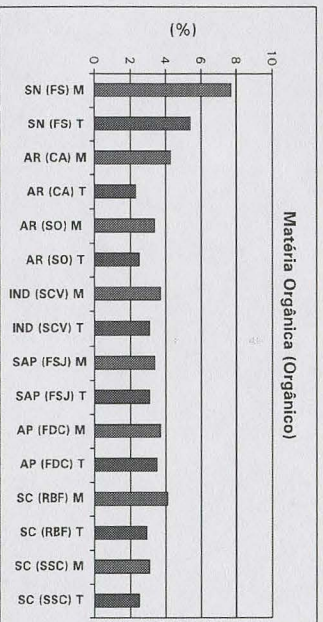


Figura 01. Indicadores químicos, físicos e bioquímicos avaliados em estabelecimentos de horticultura orgânicas e convencionais (T) comparados à mata (M).

CONCLUSÕES

1. O manejo orgânico propicia maior diversificação da matéria orgânica, maior diversidade biológica que favorece a mobilização de nutrientes, a maior fertilidade do solo, resultando em melhor equilíbrio nutricional da planta e maior resistência às doenças e pragas.
2. Os parâmetros biológicos, bioquímicos e físicos permitem expressar precocemente as mudanças que ocorrem no solo com segurança e confiabilidade, constituindo-se em importantes indicadores complementares às análises químicas de avaliação da qualidade do solo.
3. A utilização do módulo complementar para avaliação da capacidade produtiva do solo do sistema APOIA-Novorural oferece aos produtores rurais dedicados a atividades agropecuárias com manejo orgânico, a possibilidade de melhor caracterizarem a contribuição desta forma de manejo para a conservação e melhoria do solo, favorecendo de um lado o manejo orgânico em si mesmo, e de outro lado, a possível inserção diferenciada desses produtores no mercado, devido a sua contribuição para o desenvolvimento local sustentável.

LITERATURA CITADA

- CAMPANHOLA, C.; GRAZIANO DA SILVA, J. **O Novo Rural Brasileiro: uma Análise Nacional**. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, 2000, 190p.
- CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A. A Agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n.3, p69-101, 2001.
- DILLY, O. & BLUME, H.P. Indicators to assess sustainable land use with reference to soil microbiology. **Adv. GeoEcol.**, 31:29-36, 1998.
- CARDOSO, J.E. Fungos de solo na cultura do feijoeiro irrigado. p.61-70 In: FANCELLI, A . L. **Feijão Irrigado**. Piracicaba. ESALQ/USP, FEALQ. 1990. 130 p.
- DORAN, J.W. & PARKIN, J.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., ed. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Minneapolis, Soil Science Society of America, 1994. cap.1, p.3-22. (SSSA Special Publication, 35).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos,1).
- FAUCI, M.F. & DICK, R.P. Microbial biomass as an indicator of soil quality: effects of long-term management and recent soil amendments. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., ed. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Minneapolis, Soil Science Society of America. 1994. cap.17, p.229-234. (SSSA Special Publication, 35).
- FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.; FILIZOLA, H.F.; FELIPE, A. & OLIVEIRA, D. A. 1998. Effects of management practices on soil physico-chemical, biochemical and microbial parameters under irrigated agriculture. In: **Conferência Internacional IFOAM 98**, S 9. nº 158, 1998.
- FRIGHETTO, R.T.S. & VALARINI, P.J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).
- MÜLLER, J.J.V. & VIZZOTTO, V.J. Manejo do solo para produção de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 20 (200/201): 32-35, 1999.

TOKESHI, H. Manejo da microflora epífita no controle de doenças de plantas. P. 32-62. In: **REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS**, 4, Campinas. 08 a 10/10/1991. Anais. Embrapa/CNPDA. 1991.

JORGE, J.A. **Compactação do solo: causas, consequências e maneiras de evitar sua ocorrência**. Campinas, Instituto Agronômico, 1986, 22p. (Circular, 117).

MÄDER, P.; PFIFFNER, L.; FLIESSBACH, A.; VON-LÜTZOW, M. & MUNCH, J.C. Soil ecology- Impact of organic and conventional agriculture on soil biota and its significance for soil fertility. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING**, 5., Bangkok, 1997. Proceedings. Bangkok, Asia Pacific Natural Agriculture Network, 1999. p.24-40.

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.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38 (4):445-451, 2003.

VALARINI, P.J. Manejo de doenças do solo em cultura de feijão sob irrigação por pivô central. p. 59-74. In : LOURENÇÃO, A . L. ; AMBROSANO,E.J. : PATRÍCIO, F.R.A. Seminário sobre Pragas, doenças e plantas daninhas do feijoeiro, 5, Piracicaba, ANAIS. Campinas, 1994. 124 p.

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: FOGUELMAN, D.; LOCKERETZ, W., ed. **Organic agriculture the credible solution for the XXIst Century: proceedings of the 12^a International IFOAM Scientific Conference**, Mar del Plata, 1999. Mar Del Plata, IFOAM, 1999. p.165-171.

VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.; FRIGHETTO, R.T.S. Potencial de sistemas alternativos de produção no controle de patógenos de solo em agricultura irrigada. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, supl., p.431, 2000 (Resumo).