

Avaliação Integrada da Capacidade Produtiva do Solo sob Manejo Orgânico

Pedro José Valarini⁽¹⁾, Rosa Toyoko Shiraishi Frighetto⁽¹⁾, Lícia Mayumi Oda⁽²⁾. ⁽¹⁾Embrapa Meio Ambiente, 13.820-000 Jaguariúna, SP, Brasil, valarini@cnpma.embrapa.br; ⁽²⁾Aluna Ciências Biológicas PUC, bolsista CNPq.

Os organismos do solo têm papel fundamental na estruturação e fertilidade do solo e são suscetíveis a perturbações ambientais, tais como, o uso de insumos químicos, cultivos intensivos, manejo convencional e monoculturas que geralmente reduzem a diversidade e a densidade populacional dos mesmos no solo. Solos com vegetação natural em geral diferem grandemente daqueles submetidos a plantios agrônômicos e desprovidos de vegetação (Siqueira, 1993). Apesar da análise química ser rotineiramente utilizada para avaliar a capacidade produtiva do solo, nem sempre retratam as mudanças que ocorrem devido às práticas agrícolas, assim como, não oferece resultado seguro para o manejo adequado da sua fertilidade. Os parâmetros biológicos/bioquímicos do solo tem sido considerados indicadores sensíveis e eficientes que podem ser utilizados para verificar alterações ambientais decorrentes do uso agrícola, sendo ferramenta importante para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo. O objetivo do trabalho foi realizar a análise integrada do solo explorado na produção orgânica de hortaliças.

Amostras de solo das regiões agrícolas: Ibiúna – SP e Francisco Beltrão – PR, sob manejo orgânico, foram coletadas e acondicionadas em caixas de isopor para o transporte. Utilizou-se como referência, solos de áreas de mata nativa dentro do próprio estabelecimento rural. As amostras foram submetidas às análises químicas e biológicas/bioquímicas, conforme Embrapa (1997), Frighetto & Valarini (2000).

Os resultados da avaliação das amostras de solos de Ibiúna-SP (Tabela 1) mostraram que os teores de M.O. estabilizaram-se em torno de 31 a 40 g M.O./dm³, em decorrência do tipo de preparo anual utilizado para o cultivo. Qualitativamente, eles são classificados como medianos em teor de M.O., mas houve, com exceção de um, uma perda considerável em relação aos solos das matas. Apresentaram deficiência em alguns nutrientes e excesso em outros, porém todos essenciais às culturas. Este fato pode ser observado através de teores de fósforo disponível (P resina) muito alto, deficiência em magnésio trocável (Mg), e potássio trocável (K trocável) em níveis classificados de alto (3,1 a 6,0) para muito alto (>6,0). Os valores médios de Saturação em potássio (%), calculada dividindo-se o teor de potássio pela CTC x 100) encontrados estão acima dos valores médios esperados para a maioria das culturas mais exigentes em K (entre 3,1 a 6,0), e muito acima em pelo menos três dos

estabelecimentos avaliados (SN e SG, ambos com alface, e SB com rúcula). A relação encontrada entre o Ca e Mg é muito elevada, provavelmente em decorrência do alto teor de K, em todos os estabelecimentos avaliados (entre 2,9 e 6,0) o que pode levar as plantas a absorverem menos Mg. Os valores de Saturação por bases (%V), um dos parâmetros mais importantes que indicam as condições de fertilidade do solo, fornecendo o estado de ocupação das cargas da CTC total, estão dentro dos recomendados para as hortaliças cultivadas nos estabelecimentos, estando somente em uma (SS) com o valor abaixo do recomendado, porém com adequado teor de Mg para a cultura de tomate (>9,0). Embora apresentasse uma boa atividade microbiana (relação a mata) e indícios de acúmulo de biomassa microbiana, observou-se perda em relação ao controle (mata) nos estabelecimentos avaliados, bem como de baixos teores de polissacarídeos, provavelmente devido ao tipo de preparo do solo adotado.

Apesar do manejo orgânico de produção, esses estabelecimentos preparam seu solo de maneira convencional, isto é, com revolvimento e exposição do solo ao sol e chuva, o que favorece intensa atividade de mineralização da M.O., desequilíbrio entre alguns nutrientes (devido a diferenças na mobilidade), perda de biomassa microbiana e, principalmente, dos polissacarídeos, esse último sendo componente essencial para a estruturação do solo.

Na Tabela 02, embora, a análise do teor médio de matéria orgânica (44 g/dm^3) e a média da Saturação por bases ($V\% > 70$) mostrem valores elevados, indicando solos considerados férteis ($V\% > 50$), a qualidade da M.O. provavelmente está comprometida, visto que, alguns nutrientes primários e secundários apresentaram deficiência, enquanto outros em excesso e, dessa forma, a planta não poderia mostrar o seu potencial produtivo. O teor de P disponível e Mg trocável apresentaram deficiência. Além da maioria dos solos não dispor de P suficiente, o $\text{pH} < 6,0$ dificulta a absorção pelas plantas (pouco móvel), o que diminui a capacidade produtiva das culturas. Os teores de K e Fe estão em excesso para a maioria dos estabelecimentos. Quando o K está em excesso, há desequilíbrio entre Ca e Mg, e esse desequilíbrio (relação=2) pode acentuar a deficiência do último, conforme verificado na análise química. Para a maioria das propriedades (67%), os resultados mostraram valores de K acima dos normalmente observados na região Sudoeste do Paraná. Além disso, o fosfato reage com outros elementos como Fe, Al e Ca para formar compostos que as raízes não podem aproveitar de imediato. À exceção do estabelecimento MS em que ocorre acúmulo de biomassa microbiana, nos demais há uma perda grande em relação ao controle (mata), apresenta baixa atividade microbiana em todos eles, e a estabilidade dos agregados ficou comprometida devido ao baixo teor de polissacarídeos em relação ao controle (mata).

Tabela 1. Resultados de análises de solo das matas e de áreas de cultivo da região de Ibiúna - SP, Junho a Setembro de 2003.

PARÂMETROS		IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLOS													
Siglas	Unidade	M/SO	M/SN	M/SG	M/SK	M/ST	M/SB	M/SS	M/SE	M/SA	M/SNP	M/SP	M/SY	M/SSJ	M/SSB
M. O.	g/dm ³	40/35	139/71	63/45	52/31	63/87	32/21	71/31	69/40	67/26	59/40	75/28	55/26	53/26	57/35
pH	Sol. em CaCl ₂	4,8/5,7	6,2/6,9	3,8/6,3	4,6/7,0	4,0/6,7	4,4/5,8	4,1/5,7	4,8/5,9	3,5/5,6	3,2/5,6	5,3/5,3	6,1/6,8	4,7/6,5	3,7/5,9
P resina	mg/dm ³	17/264	829/1470	23/462	9/159	11/1412	29/178	25/151	17/251	19/206	18/216	24/171	32/459	17/238	19/243
K	mmolc/d m ³	1,5/5,9	19,9/10,5	2,0/9,7	2,0/5,5	1,7/6,2	2,9/11,1	3,2/5,3	8,2/5,6	2,3/3,4	0,3/4,5	2,8/4,9	4,2/3,9	1,5/6,6	1,1/5,6
Ca	mmolc/d m ³	18/65	205/335	8/91	20/128	4/238	16/64	13/54	44/85	6/52	6/61	75/54	100/148	43/83	14/69
Mg	mmolc/d m ³	7/19	71/67	5/31	9/21	3/70	6/11	4/11	12/14	4/12	3/16	19/11	29/40	15/26	5/21
SB	mmolc/d m ³	26,5/ 89,9	295,9/ 412,5	15,0/ 131,7	31,0/ 154,5	8,7/ 314,2	24,9/ 86,1	20,2/ 70,3	64,2/ 104,6	12,3/ 367,4	9,3/ 81,5	96,8/ 69,9	133,2/ 191,9	59,5/ 115,6	20,1/ 95,6
C.T.C.	mmolc/d m ³	73,5/ 112,4	330,2/ 427,3	149,7/ 151,9	89,0/ 164,2	129,9/ 327,5	89,3/ 104,3	154,9/ 134,7	128,6/ 127,1	197,0/ 92,4	214,5/ 106,5	131,1/ 97,7	155,7/ 222,7	123,9/ 130,4	169,7/ 118,1
V	%	36/80	90/97	10/87	35/94	7/96	28/83	13/52	50/82	6/73	4/77	74/72	86/86	48/89	12/81
Boro	mg/dm ³	0,36/ 0,49	0,62/ 0,41	0,72/ 0,74	0,58/ 0,27	0,56/ 4,71	0,41/ 0,54	0,55/ 0,72	0,54/ 0,60	0,65/ 0,56	0,74/ 0,74	0,62/ 0,64	0,68/ 0,59	0,39/ 0,27	0,83/ 0,91
Cobre	mg/dm ³	1,0/ 6,1	3,3/ 8,9	1,1/ 7,9	1,0/ 2,7	0,8/ 15,9	1,1/ 2,7	0,8/ 8,4	2,7/ 5,8	0,7/ 8,3	1,0/ 5,3	0,6/ 6,1	0,6/ 4,5	2,9/ 3,5	0,7/ 3,3
Fe	mg/dm ³	98/56	73/71	264/72	147/28	172/69	139/49	241/62	159/60	197/117	356/93	115/108	78/37	97/25	329/54
Mn	mg/dm ³	2,6/ 8,2	7,7/ 9,6	13,8/ 11,4	7,3/ 14,9	1,1/ 16,2	6,7/ 6,5	2,8/ 5,5	5,2/ 4,1	4,6/ 12,6	2,9/ 9,0	91,9/ 24,7	238,3/ 32,0	29,1/ 7,0	7,2/ 7,0
Zn	mg/dm ³	0,6/ 7,1	11,7/ 22,6	0,6/ 11,5	1,0/ 2,1	1,2/ 32,7	1,4/ 5,7	1,2/ 2,7	1,6/ 4,0	2,6/ 4,5	2,1/ 5,0	8,2/ 5,9	10,6/ 10,7	3,4/ 2,9	3,8/ 5,5
Biomassa microb. C	µgC/g solo	250,1/ 149,3	341,8/ 158,8	158,2/ 76,3	263,0/ 166,3	431,3/ 319,2	283,5/ 166,9	568,3/ 347,9	256,4/ 113,4						
C em Polissac.	mg/g solo	2,4/ 0,88	2,87/ 1,76	2,72/ 1,26	2,05/ 1,06	2,60/ 2,31	1,75/ 1,00	2,85/ 1,85	2,26/ 1,27						
Ativ. de desidrogenase	µlH/g solo	4,24/ 5,74	4,93/ 16,83	0,78/ 5,71	2,28/ 6,09	1,01/ 16,31	0,53/ 5,45	1,19/ 3,91		0,21/ 2,62	0,72/ 3,07	16,05/ 4,06	10,11/ 8,41	4,04/ 7,84	0,26/ 13,90

M (Mata)/SO (Sítio O); SN (Sítio N); SG (Sítio G); SK (Sítio K); ST (Sítio T); SS (Sítio São Severiano), SB (Sítio SB); SE (Sítio SE); SA (Sítio SA); SNP (Sítio SNP); SP (Sítio SP); SY (Sítio SY); SSJ (Sítio SSJ); SSB (Sítio SSB).

Tabela 2. Resultados de análises de solo das matas e das áreas de cultivo da região Sudoeste do Paraná - PR, 2003

PARÂMETROS			IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLO					
Sigla	Descrição	Unidade	M/MLS	M/ADC	M/IK	M/APS	M/SLS	M/DS
M.O	Mat. Orgânica	g/dm ³	34/34	60/59	80/51	71/43	60/40	94/34
pH	Solução em CaCl ₂		5,3/6,3	4,1/5,7	5,1/4,5	4,9/6,5	4,9/5,9	6,1/4,6
P	Fósforo Resina	mg/dm ³	5,5/23,7	4,6/40,2	8,1/11,1	6,5/360,8	16,9/80,4	8,5/4,6
K	Potássio	mmolc/d m ³	0,4/1,8	0,8/1,4	1,8/0,4	0,6/1,8	1,0/1,2	0,5/0,3
Ca	Cálcio	mmolc/d m ³	11,7/12,7	5,7/9,3	12,9/6,7	10,9/11,9	11,1/9,8	18,9/8,1
Mg	Magnésio	mmolc/d m ³	4,4/5,0	2,4/4,1	6,0/2,8	3,2/7,2	3,3/4,7	5,3/4,1
S.B.	Soma de Bases	mmolc/d m ³	16,4/19,5	8,9/14,9	20,7/9,9	14,7/20,9	15,4/15,7	24,7/12,5
V	Sat. Bases	%	76,8/89,2	46,7/83,5	83,1/62,4	71,1/89,2	72,04/85,2	90,9/70,1
Cu	Cobre	mg/dm ³	6,1/5,2	15,1/5,1	4,7/7,8	19,7/8,1	10,1/7,8	7,4/32,6
Fe	Ferro	mg/dm ³	71,5/24,0	45,4/45,1	98,6/68,1	235,5/46,0	59,6/51,5	24,9/38,8
Mn	Manganês	mg/dm ³	171,9/ 176,7	173,8/ 138,7	181,7/ 175,0	171,1/ 166,2	175,2/ 173,4	182,0/ 168,7
Zn	Zinco	mg/dm ³	5,5/22,1	4,4/6,6	48,6/9,9	15,2/20,0	20,2/13,9	17,8/9,1
	Biomassa microbiana de C	µg C/gsolo	358,2/ 544,2	1070,1/ 500,3	1043,5/ 552,0	838,7/ 539,3	927,9/ 393,3	984,3/ 272,8
	Polissacarídeos	mg/g	1,7/1,8	2,9/2,0	3,0/2,6	2,8/1,7	2,1/1,0	2,7/1,0
	Atividade de Desidrogenase	mg/g	4,9/7,8	0,7/7,4	9,6/0,4	2,012,7	10,5/7,5	21,2/0,03

M (Mata)/MLS (Sítio MS); ADC (Sítio ADC); IL (Sítio IL); APS (Sítio APS); SLS (Sítio SLS); DS (Sítio DS).

Conclui-se que a análise integrada pode garantir o manejo mais adequado das práticas agrícolas, principalmente, relacionados ao fornecimento de matéria orgânica de forma diversificada e que atendam às necessidades nutricionais da planta.

Literatura Citada:

SIQUEIRA, J.O. **Biologia do solo**. Lavras, ESAL/FAEPE. 1993. 230p.

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

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).

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho recebeu suporte do Programa de Apoio à Agricultura Familiar do Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A Dagmar N. dos Santos Oliveira, Melissa Baccan e Miriam L.P. Marion pelo apoio técnico nas análises laboratoriais.