

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VIABILIDADE DO CONTROLE DA MANCHA PÚRPURA E EFEITOS
NOS ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO E
NA PRODUÇÃO DO ALHO PELOS MICRORGANISMOS EFICAZES**

JAQUELINE ROSEMEIRE VERZIGNASSI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU - SP
Junho - 2000

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VIABILIDADE DO CONTROLE DA MANCHA PÚRPURA E EFEITOS
NOS ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO E
NA PRODUÇÃO DO ALHO PELOS MICRORGANISMOS EFICAZES**

JAQUELINE ROSEMEIRE VERZIGNASSI

Engenheira Agrônoma
MSc. em Agronomia

Prof. Dr. Chukichi Kurozawa
Orientador

Prof. Dr. Roberto Lyra Villas-Bôas
Co-orientador

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em
Proteção de Plantas.

BOTUCATU - SP
Junho – 2000

Ao Senhor nosso Deus,

OFEREÇO.

Aos meus pais Alaor e Maria de Lourdes,
irmãos Alaor e Thaís e sobrinhos Aline,
Bruno e Veridiana,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Prof. Dr. Chukichi Kurozawa, pela orientação no trabalho de tese, pela dedicação e confiança demonstradas;

Prof. Dr. Roberto Lyra Villas-Bôas, pela co-orientação no trabalho de tese;

Prof. Dra. Maria Helena Moraes, pela orientação no que tange as análises físicas do solo;

Prof. Dr. Hasime Tokeshi pelas sugestões no planejamento e condução do experimento;

Prof. Dr. Ângelo Catâneo pela orientação na análise estatística;

Funcionários da Fazenda Experimental São Manuel, pelo empenho demonstrado na execução dos experimentos;

Professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal pelas várias colaborações;

Funcionários do Departamento de Recursos Naturais (Ciência do Solo) pela colaboração, receptividade e dedicação;

Dra. Rosa T. S. Frighetto (EMBRAPA - MA) pela colaboração na execução das análises microbiológicas do solo;

Curso de pós-graduação em Proteção de Plantas pela oportunidade oferecida;

Funcionários da FCA;

FAPESP, pelo apoio financeiro;

Colegas dos cursos de pós-graduação da FCA;

Amigos Aldenise Alves Moreira, Alexandre Levi Rodrigues Chaves, Ana Paula Protti

de Andrade, Analúcia Neves, Célia Regina Grego, José Roberto Pontes, Maria de Lourdes Nascimento, Ostenildo Ribeiro de Campos, Rita de Cássia Félix Alvarez, Roseli Chela Fenille e Sílvia Santin Bordin pela amizade, compreensão, consideração, honestidade e companheirismo.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 A cultura do alho - aspectos gerais.....	7
4.2 Mancha púrpura.....	11
4.3 Aspectos da agricultura convencional e agricultura sustentável.....	14
4.4 Microrganismos Eficazes “Effective Microorganisms” (E.M.).....	19
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
5.1 Localização e caracterização das áreas experimentais.....	44
5.2 Tratamentos empregados e delineamento experimental.....	45
5.3 Instalação e condução dos experimentos.....	46
5.3.1 Análise química do solo.....	46
5.3.2 Correção do solo.....	48
5.3.2.1 Calagem.....	48
5.3.2.2 Adubação básica.....	50
5.3.3 Origem e preparo do alho-semente.....	54
5.3.4 Plantio.....	55
5.3.5 Introdução da aveia preta.....	56
5.3.6 Controle de doenças da parte aérea.....	56
5.3.7 Adubação de cobertura.....	58
5.3.8 Irrigação.....	58
5.3.9 Controle de plantas daninhas.....	59
5.3.10 Eliminação das brotações laterais.....	59
5.3.11 Determinação da época de diferenciação dos bulbilhos.....	59
5.3.12 Eliminação do escape.....	60

5.3.13 Controle de tripes.....	60
5.3.14 Colheita, cura e toalete do alho.....	60
5.4 Avaliações.....	61
5.4.1 Doenças da parte aérea das plantas.....	61
5.4.1.1 Mancha púrpura.....	61
5.4.2 Aspectos vegetativos das plantas.....	62
5.4.2.1 Emergência.....	63
5.4.2.2 Altura das plantas.....	63
5.4.2.3 Número de folhas verdes por planta.....	63
5.4.2.4 Superbrotamento.....	63
5.4.3 Bulbos.....	64
5.4.3.1 Peso.....	64
5.4.3.2 Produtividade.....	64
5.4.3.3 Classificação em função do diâmetro transversal.....	65
5.4.4 Temperatura do solo.....	65
5.4.5 Análise química do solo.....	66
5.4.6 Análise química das folhas de alho.....	66
5.4.7 Análise física do solo.....	66
5.4.7.1 Análise textural do solo.....	67
5.4.7.2 Densidade do solo.....	68
5.4.7.3 Condutividade hidráulica.....	68
5.4.7.4 Estabilidade dos agregados.....	68
5.4.7.5 Resistência à penetração.....	69
5.4.7.6 Umidade atual.....	70
5.4.7.7 Infiltração de tinta.....	70
5.4.8 Análise microbiológica do solo.....	71
5.4.8.1 Teor de polissacarídeos.....	71
5.4.8.2 Biomassa microbiana em carbono.....	72
5.4.8.3 Atividade da desidrogenase.....	72
5.5 Análise dos resultados.....	72

5.6 Dados climáticos.....	73
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
6.1 Mancha púrpura.....	75
6.2 Aspectos vegetativos das plantas.....	80
6.2.1 Emergência.....	80
6.2.2 Altura das plantas.....	83
6.2.3 Número de folhas verdes por planta.....	85
6.2.4 Superbrotamento.....	87
6.3 Bulbos.....	88
6.3.1 Peso e produtividade.....	88
6.3.2 Classificação em função do diâmetro transversal.....	91
6.3.2.1 Porcentagem do peso nas classes 2+3+4 e 5+6+7.....	91
6.4 Temperatura do solo.....	93
6.5 Análise química do solo.....	95
6.5.1 pH.....	96
6.5.2 Matéria orgânica.....	97
6.5.3 Fósforo.....	100
6.5.4 Potássio.....	101
6.5.5 Cálcio e magnésio.....	103
6.5.6 Soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%).....	105
6.5.7 Micronutrientes.....	108
6.6 Análise química das folhas de alho.....	110
6.7 Análise física do solo.....	111
6.7.1 Análise textural do solo.....	112
6.7.2 Densidade do solo.....	113
6.7.3 Condutividade hidráulica.....	116
6.7.4 Estabilidade dos agregados.....	118
6.7.5 Resistência à penetração.....	121
6.7.6 Umidade atual.....	123

6.7.7 Infiltração de tinta.....	124
6.8 Análise microbiológica do solo.....	127
6.8.1 Teor de polissacarídeos.....	127
6.8.2 Biomassa microbiana em carbono.....	129
6.8.3 Atividade da desidrogenase.....	130
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
8 CONCLUSÕES.....	140
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Quantidade de calcário aplicada nos diferentes anos, áreas e tratamentos.....	49
2 Quantidade de Termofostato BZ e Bórax aplicada nos diferentes anos, áreas e tratamentos.....	51
3 Determinações analíticas do E.M.-Bokashi, Bokashi, melação e esterco de curral.....	53
4 Sistema de notas para a severidade da mancha púrpura.....	62
5 Classificação de bulbos de alho em função do diâmetro transversal.....	65
6 Severidade da mancha púrpura, em quatro épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área A.....	76
7 Severidade da mancha púrpura, em quatro épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.....	77
8 Emergência das plantas, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área A.....	81
9 Emergência das plantas, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.....	82
10 Altura da planta (m), em três épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área A.....	83
11 Altura da planta (m), em três épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área B.....	84
12 Número de folhas verdes por planta, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos dois anos - área A.....	85
13 Número de folhas verdes por planta, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.....	86
14 Porcentagem de plantas superbrotadas, nos três tratamentos e nos três anos - área A.....	87
15 Porcentagem de plantas superbrotadas, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.....	88

16	Peso médio dos bulbos, nos três tratamentos e nos três anos - área A.....	89
17	Peso médio dos bulbos, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.....	90
18	Produtividade (kg/ha), nos três tratamentos, nos três anos - área A.....	90
19	Produtividade (kg/ha), nos três tratamentos, nos três anos - área B.....	91
20	Porcentagem do peso dos bulbos nas classes 2+3+4 e 5+6+7 - área A.....	92
21	Porcentagem do peso dos bulbos nas classes 2+3+4 e 5+6+7 - área B.....	92
22	Resultados da análise de nutrientes das folhas de alho, 60 dias após o plantio, em 1997 e 1999 - área A.....	110
23	Resultados da análise de nutrientes das folhas de alho, 60 dias após o plantio, em 1999 - área B.....	110
24	Classificação textural do solo (g da partícula/kg de solo) - área A.....	112
25	Classificação textural do solo (g da partícula/kg de solo) - área B.....	113
26	Densidade do solo ($\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$), nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área A.....	114
27	Densidade do solo ($\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$), nas três profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.....	115
28	Condutividade hidráulica (cm/min), nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área A.....	117
29	Condutividade hidráulica (cm/min), nas três profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.....	117
30	Estabilidade dos agregados, nas classes 4,0 a 0,5 mm e menores que 0,5 mm, nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área A.....	119
31	Estabilidade dos agregados, nas classes 4,0 a 0,5 mm e menores que 0,5 mm, nas três profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.....	120
32	Número de impactos necessários para a penetração de 0,60m da haste do penetrômetro no solo - área A.....	121
33	Número de impactos necessários para a penetração de 0,60m da haste do penetrômetro no solo - área B.....	122
34	Umidade atual (%), nas três profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área A.....	123
35	Umidade atual (%), nas três profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.....	124

36 Infiltração de tinta no solo, nos três tratamentos, em 1999 - área A.....	125
37 Infiltração de tinta no solo, nos três tratamentos, em 1999 - área B.....	125
38 Teor de polissacarídeos (mg de polissacarídeos/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área A.....	128
39 Teor de polissacarídeos (mg de polissacarídeos/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.....	128
40 Biomassa microbiana em carbono (μg de C/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área A.....	129
41 Biomassa microbiana em carbono (μg de C/g de solo), nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.....	130
42 Atividade da desidrogenase (μL de H/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades, em 1999 - área A.....	131
43 Atividade da desidrogenase (μL de H/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades, em 1999 - área B.....	131

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Visão parcial do preparo do solo para a instalação do experimento no campo.....	47
2 Visão parcial do experimento no campo.....	47
3 Temperaturas máxima, mínima e média e precipitação - 1997.....	73
4 Temperaturas máxima, mínima e média e precipitação - 1998.....	74
5 Temperaturas máxima, mínima e média e precipitação - 1999.....	74
6 Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0 m) e nas profundidades 0,20 m, 0,40 m e 0,60 m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1998 - área A.....	93
7 Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0 m) e nas profundidades 0,20 m, 0,40 m e 0,60 m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1998 - área B.....	94
8 Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0 m) e nas profundidades 0,20 m, 0,40 m e 0,60 m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1999 - área A.....	94
9 Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0 m) e nas profundidades 0,20 m, 0,40 m e 0,60 m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1999 - área B.....	95
10 pH do solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	96
11 pH do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	97
12 Teor de matéria orgânica no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	98
13 Teor de matéria orgânica do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	98
14 Teor de fósforo no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	101
15 Teor de fósforo no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	101
16 Teor de potássio no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	102
17 Teor de potássio no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	103

18 Teor de cálcio no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	104
19 Teor de cálcio no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	104
20 Teor de magnésio no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades- área A.....	104
21 Teor de magnésio no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	105
22 Soma de bases no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	106
23 Soma de bases no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	106
24 CTC do solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	107
25 CTC do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	107
26 Saturação por bases (V %) do solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.....	108
27 Saturação por bases (V %) do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.....	108

1 RESUMO

Com o objetivo da redução da aplicação de fungicidas na produção de alho, foram estudados os efeitos dos Microrganismos Eficazes (E.M.-4 e E.M.-5) sobre o controle da mancha púrpura, a produção da cultura e as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Os experimentos foram conduzidos, em condições de campo, por dois e três anos, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da Unesp em São Manuel, SP. O E.M. foi aplicado nos bulbilhos de alho antes do plantio, adicionado ao material orgânico incorporado ao solo e pulverizado nas plantas após incubação ou não com melação. A utilização do E.M. + melação (não incubado) não proporcionou controle da doença nos experimentos. No entanto, com a incubação do E.M. + melação houve redução na severidade da mancha púrpura em um experimento e incremento na emergência e número de folhas verdes por planta em ambos os experimentos. A altura das plantas, superbrotamento, produção, bulbos de maior valor comercial (classes 5+6+7) e as propriedades físicas (densidade do solo, condutividade hidráulica, estabilidade dos agregados, resistência à penetração e infiltração de tinta), químicas e biológicas do solo (conteúdo de polissacarídeos, carbono da biomassa

microbiana do solo e atividade da desidrogenase) não foram alteradas pela utilização do E.M. A adição de material orgânico ao solo promoveu maior agregação do solo (estabilidade dos agregados), independentemente dos tratamentos empregados. No entanto, a densidade do solo, a condutividade hidráulica e a resistência à penetração não sofreram alterações com a adição do material orgânico.

2 SUMMARY

EFFECTIVE MICROORGANISMS: VIABILITY OF CONTROLLING THE GARLIC PURPLE BLOTCH AND THEIR EFFECTS ON THE GARLIC YIELD AS WELL AS ON THE PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS OF GARLIC PLANTING SOIL. Botucatu, 2000. 168p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: JAQUELINE ROSEMEIRE VERZIGNASSI

Adviser: CHUKICHI KUROZAWA

Co-Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS-BÔAS

With the purpose to reduce fungicides application for garlic production, the effects of Effective Microorganisms (E.M.-4 and E.M.-5) were studied on the control of garlic purple blotch, garlic yield and physical, chemical and biological properties of the utilized planting soil. Experiments were carried out under field conditions, for two and three years, an experimental farm, belonging to São Paulo State University, located in São Manuel, São Paulo, Brazil. E.M. was applied on garlic cloves before planting, added to the incorporated organic matter and sprayed on garlic aerial part after incubation or not with

molasse. When E.M. plus molasse (not incubated) was utilized the control of purple blotch was not observed in two experiments. However, with the incubation of E.M. with molasse, the results showed a reduction of purple blotch severity in one experiment as well as an increment of seedling emergency and number of green leaves per plant in two experiments. Plant height, bulbil sprouting, yield, bulbs with higher market grades (classes 5+6+7) and soil physical (bulk density, hidraulic conductivity, stable soil aggregates, resistance to soil penetration and tint infiltration) chemical and biological (polyssacharides, carbon of microbial biomass and dehydrogenase content) proprieties were not affected by E.M. utilization. Organic matter addition promoted soil agreggation in all treatments, however, soil bulk density, hidraulic conductivity and resistance to soil penetration was not changed by organic matter addition.

Keywords: Effective Microorganisms, *Alternaria porri*, purple blotch, garlic, disease, control, biological control, yield, soil physics, soil chemistry, soil biology.

3 INTRODUÇÃO

O alho ocupa o quarto lugar dentre as olerícolas de maior importância no Brasil, sendo precedido somente pela batata, tomate e cebola (Filgueira, 1982; Barrera & Camargo, 1988). No entanto, o País produz apenas cerca de 40% da demanda interna, sendo os restantes 60% importado de países como a Argentina, Espanha, China e México (Menezes Sobrinho, 1997b; Alho, 2000).

Dentre os fatores que desestimulam os agricultores, reduzindo a produção nacional, estão a baixa produtividade, aliada ao alto custo de produção e a instabilidade dos preços no mercado, em virtude das constantes importações (Kreuz et al. 1997).

Como principal fator das limitações da produtividade e da produção pode ser citada a ocorrência de doenças na cultura, principalmente as causadas por vírus, fungos, bactérias e nematóides, além de onerar o custo de produção (Menezes Sobrinho, 1978a).

Nos últimos anos, crescentes têm sido as preocupações aos efeitos

nocivos, causados pelo uso de produtos químicos sintéticos na agricultura (defensivos agrícolas, adubos químicos solúveis, hormônios e outros), à saúde humana e animal e na preservação do meio ambiente. Desta forma, as pesquisas de produtos a serem utilizados em substituição aos produtos convencionais nas áreas de produção agrícola e que venham a reduzir esses efeitos deletérios, bem como restabelecer algumas características originais das áreas de cultivo, reabilitando o solo, têm sido aumentadas (Higa & Wididana, 1991b).

As formulações E.M.-4 e E.M.-5 (“Effective Microorganisms” ou “Microrganismos Eficazes”), quando aplicadas no material orgânico a ser adicionado ao solo e na parte aérea das plantas, promovem aumento da população da microflora epífita e da rizosfera, contribuindo no controle de doenças das plantas, ajudando na recuperação física, química e biológica dos solos agrícolas e melhorando qualitativa e quantitativamente a produção agrícola, sem agredir o meio ambiente (Higa & Wididana, 1991b; Higa, 1993; Higa & Parr, 1994; Tokeshi, 1997; Sakakibara, 1998).

Em virtude do número reduzido de trabalhos científicos e de grande parte dos trabalhos serem de difícil acesso e também de muitos deles se constituírem de relatos de produtores (Nopharatnaraphom et al., 1995), buscou-se estudar os efeitos dessas formulações no controle da mancha púrpura do alho no município de São Manuel - SP, a partir do tratamento com E.M.-4 do alho-semente e do material orgânico incorporado ao solo e da pulverização da parte aérea das plantas com E.M.-4 e E.M.-5, em comparação ao controle químico tradicionalmente utilizado no controle da doença. Avaliou-se, também, o efeito do tratamento com E.M. no desenvolvimento da planta, na produção e produtividade da cultura e nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A cultura do alho - aspectos gerais.

Desde os tempos coloniais, o alho (*Allium sativum* L.) se constitui num dos principais temperos da culinária brasileira (Silva et al., 1983). Originário da Ásia Central (Menezes Sobrinho, 1978b; Silva et al., 1983), o produto assume o quarto lugar em hortaliças de maior importância no Brasil, sendo precedido apenas por batata, tomate e cebola (Filgueira, 1982; Barrera & Camargo, 1988).

Pertencente à família Aliaceae, o alho se constitui de planta herbácea, com folhas alongadas e lanceoladas, cerosas, com seção em “v” e inserção no pseudocaule formado pelas bainhas das folhas, as quais se implantam em um caule pequeno e achatado (disco). A planta apresenta altura variando de 0,40 a 0,60m, dependendo da cultivar e forma bulbos envolvidos por túnicas e constituídos de vários bulbilhos. As raízes são fibrosas, pouco ramificadas, em cabeleira (sistema radicular fasciculado), crescendo verticalmente e alcançando entre 0,40 e 0,83m de profundidade. A multiplicação é assexuada, decorrente do

desenvolvimento das gemas do caule e formando os bulbilhos que, em seu conjunto, forma o bulbo. Cada bulbilho é recoberto por duas folhas protetoras (brácteas) de coloração variando de branca a roxa. Os bulbos são arredondados e, as vezes, levemente periformes, contendo cinco a 56 bulbilhos e recobertos por várias folhas ou túnicas. Nas nossas condições não há formação de sementes verdadeiras e quando há florescimento, as inflorescências se atrofiam e dão origem a bulbilhos aéreos. Considera-se alho “nobre” as cultivares com menos de 20 bulbilhos por bulbo e alho “comum” com mais de 20 bulbilhos por bulbo (Menezes Sobrinho, 1978b; Filgueira, 1982; Yokoyama, 1983; Barrera & Camargo, 1988).

As cultivares brasileiras de alho, com qualidade equiparável aos melhores alhos importados, variam quanto ao aspecto morfológico da planta, aos bulbos, à precocidade, à suscetibilidade a doenças, à ocorrência de pseudoperfilhamento (superbrotamento) e ocorrência de “palitos” (bulbilhos pequenos, com peso inferior a 1,0g) (Menezes Sobrinho, 1997b). De acordo com o mesmo autor, as cultivares nacionais que apresentam melhores características comerciais são Chonan, Takashi, Roxo-Pérola-de-Caçador, Caxiense, Quitéria e Caçapava, cultivadas principalmente na Região Sul e, Gigante, Amarante e Chinês, nas outras regiões produtoras.

De acordo com Regina (1976), citado por Müller & Silva (1983), as condições ideais para a cultura do alho são pouco frio e muito frio, respectivamente, nas fases inicial e média da cultura, e calor e dias compridos na fase final do ciclo.

De acordo com Alho (2000), o principal produtor de alho é a China, com 5.690.336t/ano, seguido pela Índia (451.500t/ano) e Coréia do Sul (393.903t/ano). O Brasil, que chegou a apresentar produção de 86.857t em 1993, em 1998 produziu 56.718t, passando de 10.º para 16.º maior produtor mundial da cultura. A área colhida no País passou

de 18.772ha em 1991 para 10.802ha em 1998 (Alho, 1999).

Os maiores produtores são, em ordem decrescente, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e Goiás (Alho, 2000). As regiões Sul e Sudeste contribuem com 80% da produção nacional (Menezes Sobrinho, 1997b; Alho, 2000).

A produtividade média brasileira de bulbos é 4.853kg/ha (Garlic, 1997), considerando que existem produtores que produzem menos de 3.000kg/ha, enquanto que outros, principalmente devido as cultivares plantadas e as técnicas de cultivo adotadas, chegam a produzir 12.000kg/ha (Menezes Sobrinho, 1997b) e, em 1999, alguns produtores de São Gotardo (MG) conseguiram produzir 16.000 kg/ha (Nakagawa¹).

A produtividade média mundial situa-se em 11.044kg/ha e as médias do Egito, Armênia, Líbano, Sudão e Estados Unidos são 22.729, 20.000, 19.032, 17.778, e 16.816kg/ha, respectivamente (Garlic, 1997), enquanto que a Argentina produz cerca de 15.000kg/ha de bulbos (Menezes Sobrinho, 1997a). A área plantada mundial situa-se em 1.068.000ha (Garlic, 1997).

A diminuição na área plantada no Brasil está relacionada à baixa produtividade média da cultura, bem como ao desestímulo dos produtores em função da grande oscilação do preço do produto no mercado nacional e alto custo de produção por hectare (aproximadamente US\$ 4.357,00), custo este em virtude do alho ser um produto de uso intensivo de mão-de-obra, tecnologia e capital (Kreuz et al. 1997; Alho, 2000). Assim sendo, a quantidade produzida hoje no País supre apenas 40% da demanda interna (Menezes

¹ NAKAGAWA, JÚLIO. (Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Comunicação pessoal, 1999.

Sobrinho, 1997b), implicando na importação de 103.496t em 1998, com um incremento de 384,47% na importação do produto de 1992 (26.919t) a 1998 (Alho, 1999; 2000). Desta forma, o Brasil apresenta-se como o maior importador desta olerícola, seguido pela Indonésia e Cingapura, e os maiores exportadores para o Brasil são Argentina, Espanha, China e México, que respondem por 97% do volume importado pelo País (Alho, 2000). Os maiores exportadores mundiais são China, Argentina, Espanha e Hong Kong (Alho, 2000).

O aumento da produtividade, para compensar o alto custo de produção, bem como o incentivo à produção de alho precoce, visando alcançar melhores preços no mercado, ou ainda visando a entrada da produção interna no mercado antes dos alhos importados, seriam formas indiretas de aumentar a área produtora e de tornar a produção brasileira mais competitiva com o mercado externo ou até mesmo, no futuro próximo, tornar a produção nacional autosuficiente e independente de importações (Menezes Sobrinho, 1997a). De acordo com Menezes Sobrinho (1997a) e Alho (1999), em termos qualitativos, o alho nacional, principalmente o vernalizado, apresenta qualidade muito próxima do alho importado.

Um dos fatores de grande importância, senão o mais importante, que limita grandemente a produtividade do alho no Brasil é a ocorrência de viroses e outras doenças na cultura, tanto da parte aérea e do sistema radicular, que causam significativa queda na produção, como também as doenças que ocorrem em pós-colheita, em função da redução da qualidade durante o período de armazenamento (Menezes Sobrinho, 1978a).

4.2 Mancha púrpura

A mancha púrpura, causada por *Alternaria porri* (Ell.) Cif., é uma das mais importantes doenças que afetam a cultura, afetando a planta desde o início de seu desenvolvimento vegetativo. Os sintomas da doença se constituem pelo aparecimento de pequenas lesões nas folhas (2 a 3mm de diâmetro), de aparência aquosa e formato circular a irregular e de coloração esbranquiçada, as quais vão aumentando em tamanho e adquirindo coloração púrpura. Em condições de alta umidade surgem anéis concêntricos de coloração marrom a cinza escuro nas lesões, onde se localizam as frutificações do fungo (conidióforos e conídios). Constata-se a queima das folhas, crestamento ou pinta que refletem em sérios danos sobre a produção e conservação dos bulbos (Kimati, 1980; Filgueira, 1982; Schwartz & Mohan, 1995; Nunes & Kimati, 1997). As folhas, quando atacadas severamente, apresentam as lesões coalescidas, murcham, enrugam a partir do ápice e secam, sendo emitidas novas folhas que também podem ser destruídas, afetando o desenvolvimento do bulbo, o qual pode apresentar tamanho pequeno e podridão semi-aquosa com o enrugamento das escamas frescas (Kimati, 1980; Nunes & Kimati, 1997). Os pigmentos liberados pelo fungo podem se difundir pelas túnicas, tornando os tecidos dos bulbos amarelados e/ou avermelhados e, com o desenvolvimento micelial sobre os bulbos, estes adquirem coloração marrom escura à preta (Nunes & Kimati, 1997).

Este fungo sobrevive de uma estação de cultivo a outra sob a forma de micélio em restos de cultura. O fungo ataca todas as plantas do gênero *Allium* (cebola, alho-porró, cebolinha) e, em condições favoráveis, ocorre a formação de conídios em restos de culturas. A disseminação se dá por respingos de chuva, água de irrigação e pelo vento e os

conídios atingem facilmente as folhas das plantas em desenvolvimento no campo, sobre as quais germinam, formando o pró-micélio. Há formação de apressório e a penetração ocorre através de ferimentos, estômatos ou diretamente pela cutícula foliar. Assim, como a resistência das folhas à infecção está diretamente relacionada a presença e espessura da cutícula, folhas mais velhas são mais suscetíveis que folhas novas e aquelas atacadas por insetos também são mais suscetíveis. A temperatura (temperatura ótima de 21° a 30°C) e alta umidade são os fatores mais importantes para o desenvolvimento da doença. Se houver diminuição da umidade relativa, há surgimento de manchas esbranquiçadas estéreis, sem formação de novos conídios do fungo (Menezes Sobrinho, 1978a; Kimati, 1980; Schwartz & Mohan, 1995; Nunes & Kimati, 1997). Zambolim et al. (1997) referem-se à temperatura ótima de 24° a 30°C e acrescentam ainda, como condições favoráveis, solo pobre em nitrogênio e déficit hídrico. Alguns autores recomendam o plantio do alho no final de março na Região Sudeste do Brasil, pois sofrendo o efeito do frio no início do desenvolvimento da cultura, os sintomas da doença apareceriam apenas no final do ciclo da cultura, quando ocorre o aumento da temperatura e da umidade relativa do ar (Menezes Sobrinho, 1978a). Ferreira & Silva (1995) citam que a época de plantio do alho também pode influenciar na incidência de *Alternaria porri*, para a região de Viçosa (Alagoas). Os autores concluíram que o plantio em final de maio reduziu danos causados pelo fungo, quando comparado ao plantio no final de abril ou início de maio.

De acordo com Kimati (1980), o controle químico se dá pelo uso de maneb, mancozeb e fungicidas a base de estanho. Frosi & Becker (1983) recomendam zineb, mancozeb, fentin-acetate, oxiclureto de cobre e propineb. Menezes Sobrinho (1978a) refere-se a mancozeb, chlorothalonil e oxiclureto de cobre como eficientes no controle da mancha púrpura. Kimoto et al. (1994) obtiveram bons resultados no controle da doença, bem como na

produção de bulbos, através do uso de mancozeb, na dosagem de 2,40 kgi.a./ha, com sete aplicações, entre 30 e 70 dias após o plantio e tebuconazole 0,1875Li.a./ha aos 80 e 100 dias. Forcelini et al. (1993) utilizaram iprodione e tebuconazole no controle da mancha púrpura obtendo bons resultados. Nunes & Kimati (1997) recomendam mancozeb, iprodione, chlorothalonil e vinclozoline para o controle da doença, sugerindo a variação no uso dos fungicidas para que não ocorra resistência do fungo ao produto. Oliveira et al. (1999) também observaram controle eficiente através do uso de azoxystrobin e tebuconazole na cultivar Caçador.

De acordo com Menezes Sobrinho (1978a) todas as cultivares nacionais são suscetíveis ao patógeno. No entanto, Frosi & Becker (1983) apontam as cultivares Chonan e Roxo-Pérola-de-Caçador, em Santa Catarina, como menos suscetíveis à doença que a cultivar Lavínia. No Estado de Alagoas, Ferreira & Silva (1995) avaliaram onze cultivares de alho tropical e concluíram que Dourado foi a cultivar que apresentou maior nível de resistência à mancha púrpura quando comparadas a Centenário, Amarante e Cateto Roxo (moderadamente resistentes), Chinês, Gigante Inconfidentes, Mexicano-2 e Gigante Roxo (suscetíveis) e Juréia, Branco Mineiro e Peruano (altamente suscetíveis). Nunes & Kimati (1997) referem-se as cultivares Chonan, Roxo-Pérola de Caçador e Centenário como as mais resistentes à mancha púrpura.

A rotação de culturas com eliminação dos restos culturais, através de aração profunda, contribui com a diminuição do potencial de inóculo, assim como também práticas que reduzam as horas de molhamento foliar, como boa drenagem do solo e menor densidade de plantas, contribuem no controle da doença (Kimati, 1980).

4.3 Aspectos da agricultura convencional e agricultura sustentável

De acordo com Meirelles (1997), a agricultura tem desempenhado importante papel na crise ecológica que o mundo atravessa. Fertilizantes químicos, defensivos agrícolas, reguladores de crescimento e outros produtos têm sido amplamente utilizados na agricultura convencional para incrementar a produção, seja qualitativa ou quantitativamente (Tokeshi, 1997).

Nos tempos atuais, tem havido crescente conscientização que o uso frequente e excessivo destes produtos, nas diferentes culturas agrícolas, resulta em efeitos ambientais adversos, como o distúrbio ecológico dos solos, tornando as plantas mais suscetíveis à doenças e pragas, a poluição ambiental, principalmente do solo e águas superficiais e subterrâneas, e os resíduos nos produtos a serem consumidos pelo homem e animais de criação (Higa & Wididana, 1991b; Higa, 1993; Paschoal et al., 1993; Tokeshi & Harada, 1997; Tokeshi, 1997).

Existe forte tendência à substituição dessas práticas agrícolas para um sistema de agricultura sustentável, com substituição de técnicas convencionais por técnicas mais naturais, que não agridam o meio ambiente, permitam que o produtor tenha produção que mantenha a sua segurança alimentar e que não seja obrigatoriamente consumidor de produtos industrializados (Higa, 1993; Meirelles, 1997; Paschoal et al. 1993; Tokeshi & Harada, 1997; Tokeshi, 1997) e que possam manter e até mesmo devolver algumas características desejáveis e que foram perdidas pelo intensivo uso agrícola, restabelecendo o equilíbrio ecológico do ecossistema. Muitos pesquisadores têm voltado sua atenção para o estudo de tecnologias alternativas que possam, de forma menos arriscada, proteger as culturas contra pragas e

doenças (Batista Filho et al., 1999).

Nos dias atuais, também é crescente a demanda pelos consumidores por produtos isentos de agrotóxicos e nutricionalmente mais saudáveis, como por exemplo, maiores teores de matéria seca e de glicídios (Meirelles, 1997) e menores teores de nitrato (Sakakibara, 1988; Trani et al., 1994; Meirelles, 1997).

Os agrossistemas, intensivamente manipulados pelo homem, com o objetivo de obtenção de maiores produtividades agrícolas, acabaram por contribuir para que houvesse a redução da diversidade de espécies vegetais, de insetos e microrganismos (Batista Filho et al., 1999). A domesticação das plantas em climas e solos diferentes dos centros de origem, além das práticas agrícolas atuais, resultaram na redução da microflora epífita e da rizosfera, agentes de controle biológico natural, e assim contribuíram para gerar as condições para a ocorrência de doenças e pragas, fazendo com que fosse necessário um incremento no uso de produtos químicos para a proteção das plantas (Tokeshi, 1997; Batista Filho et al., 1999).

A microflora benéfica epífita e da rizosfera, favorecida pelos exsudatos da planta, estabelece uma relação simbiótica mutualística com a planta gerando uma interdependência (Tokeshi, 1991). A lixiviação de nutrientes pelas superfícies vegetais (macro e micronutrientes essenciais, açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, reguladores de crescimento, vitaminas e substâncias fenólicas) influencia as características físicas e químicas do solo, além do número e ambiente dos microrganismos (Tokeshi, 1997), estimulando o crescimento dos mesmos. Esses microrganismos podem agir indiretamente no controle das doenças, de modo a mudar as propriedades do solo e fisiologia da planta e, diretamente, conferindo proteção ou resistência a doenças da parte aérea ou das raízes, através da produção

de metabólitos secundários (antibióticos, hormônios como auxinas, giberelinas e citoquininas, vitaminas, aminoácidos e sais minerais), do parasitismo ou da competição pelas fontes de energia (Tokeshi, 1991 e 1997; Cardoso, 1992). De acordo com Tokeshi (1997), o restabelecimento do equilíbrio biológico da microflora benéfica associada à planta, existentes nos centros de origem das espécies cultivadas, leva ao controle de doenças e pragas.

Desta forma, os métodos alternativos de controle de doenças de plantas atuam basicamente no solo (rizosfera), rizoplano e filoplano das plantas e os microrganismos responsáveis pelas alterações atuam nas propriedades do solo, na fisiologia da planta e também por competição por nutrientes, por antibiose e por parasitismo nos patógenos aéreos e do solo (Tokeshi, 1997; Tokeshi & Harada, 1997). No entanto, para o restabelecimento da população microbiana no solo e na planta, faz-se necessário a criação ou a devolução do ambiente adequado para tal. Tokeshi (1997), Tokeshi & Harada (1997) e Sakakibara (1998) citam que, na maioria das vezes, a ocorrência de doenças decorre, principalmente, devido as más condições do solo e que os patógenos presentes no solo são agressivos quando em solo desestruturado, mal drenado, compactado, com baixo teor de matéria orgânica e com baixa atividade microbiológica. Assim, de acordo com Tokeshi & Harada (1997), para o controle dos patógenos do solo, são necessários conhecimentos das atividades físicas, químicas e biológicas do solo, pois é nesse ambiente integrado, complexo e multidisciplinar que as medidas de controle irão atuar. Os avanços das pesquisas na área de agricultura alternativa (orgânica, biodinâmica, sustentável, entre outras) estão cada vez mais enfatizando a importância da estruturação do solo e da atividade microbiológica no controle desses microrganismos (Tokeshi & Harada, 1997) e, para estabelecer uma agricultura mais sustentável, se faz necessária uma visão holística ou multidisciplinar de todos esses aspectos,

envolvendo qualidade do solo, sanidade das plantas, qualidade da produção e qualidade dos alimentos produzidos, no que diz respeito à saúde e à nutrição humana (Parr et al., 1998).

A matéria orgânica é a principal fonte de energia para os microrganismos do solo, os quais são indispensáveis à produção agrícola (Kiehl, 1985). A biomassa microbiana do solo é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes, transformações inorgânicas, fixação de nitrogênio e pelo fluxo de energia dentro do solo, exercendo sua influência tanto na transformação da matéria orgânica quanto na estocagem do carbono e nutrientes minerais, ou seja, na liberação e imobilização de nutrientes na maior parte dos ecossistemas terrestres (Jenkinson & Ladd, 1981) e as mudanças no uso da terra, como cultivo itinerante, cultivo intensivo de culturas anuais, culturas perenes ou pastagens alteram drasticamente esse equilíbrio (Fiegl et al., 1998).

De acordo com Primavesi (1988), o potencial produtivo do solo depende da penetração de ar e água, que depende de macroporos na superfície, os quais são formados pela biota do solo que, por sua vez, dependem da matéria orgânica presente. Desta forma, a matéria orgânica, além de promover alterações benéficas nas propriedades físicas (condicionadora de solo), químicas (nutrientes) e biológicas do solo, facilita a absorção e a metabolização da planta, o que promove melhor estado geral da planta, sendo utilizada indiretamente no controle de doenças (Primavesi, 1988; Cardoso, 1992; Lopes, 1998).

De acordo com Chaboussou (1987), a maioria das pragas e doenças que ocorrem nas culturas tem sua origem na modificação da fisiologia da planta, provocada, principalmente, pelo uso de agrotóxicos ou desequilíbrio nutricional. Essa teoria é chamada “trofobiose” e diz que quando a síntese de uma proteína pela planta é retardada ou inibida, ocorre um acúmulo de substâncias solúveis, principalmente açúcares e aminoácidos livres

(substâncias intermediárias), prontamente disponíveis para a incidência de pragas e doenças. A síntese de proteínas também pode ser inibida pela insuficiência ou excesso de água, baixa aeração do solo, deficiências em elementos-traço (em sua maioria micronutrientes que atuam como catalizadores dessas reações de síntese) e intensidade de luz insuficiente (Chaboussou, 1987).

Tokeshi² e Primavesi (1984) também fazem referência aos aspectos relativos à concentração de nutrientes, bem como o balanço entre eles, como sendo muito importantes nos sistemas agrícolas. O excesso de zinco e manganês pode provocar o desequilíbrio no teor de cobre na planta, o que reduz a produção de fitoalexinas (Tokeshi²). Chagas et al.³ verificaram que o excesso de sódio em mamoeiro provocou a queda de flores e frutos em virtude da redução de potássio e cálcio nas plantas, apesar da análise química das plantas mostrar que esses últimos nutrientes encontravam-se em concentração adequada, segundo a recomendação para a cultura. Além disso, alguns dos micronutrientes, que atuam como co-fatores de enzimas, participando das reações básicas na planta e no solo não são determinados pelas análises convencionais, como é o caso do molibdênio, cobalto e selênio (Tokeshi²).

Assim sendo, o controle ecológico de doenças consiste em equilibrar e diversificar a vida do solo e aumentar a resistência das plantas através do equilíbrio nutricional (Primavesi, 1988), tendo como base o solo e a nutrição das plantas, pois

² TOKESHI, H. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 2000.

³ CHAGAS, P.R.R., TOKESHI, H., ALVES, M.C. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Dados não publicados.

a qualidade do solo é a chave para a agricultura sustentável (Parr et al., 1998). Sakakibara (1998) cita que um solo vivo pode fornecer nutrientes necessários, além de desenvolver um sistema ecofisiológico interativo. Assim, faz-se necessário formar um ambiente onde exista a convivência e a sobrevivência da maior variedade possível de espécies vivas (Sakakibara, 1998). Desta forma, manter o equilíbrio energético do ecossistema, a biodiversidade das plantas, conservar o solo biologicamente ativo e respeitar as interligações dos seres vivos da natureza promovem o controle integrado de doenças e pragas (Tokeshi & Harada, 1997).

4.4 Microrganismos Eficazes - “Effective Microorganisms” (E.M.)

Dentre os vários produtos alternativos utilizados na agricultura não convencional, pode ser citado o E.M. As formulações de E.M. foram desenvolvidas por Teruo Higa, na Universidade de Ryukyus (Okinawa, Japão), em 1980, e têm sido utilizadas na Agricultura Natural desde 1983 (Higa & Wididana, 1991b). Higa desenvolveu e patenteou as formulações de E.M. em quatro distintas formulações E.M.-2, E.M.-3, E.M.-4 e E.M.-5 (Higa & Wididana, 1991b).

De acordo com Meyer (1991), Higa (1993), Higa & Parr (1994) e Sakakibara (1998), as formulações consistem de culturas mistas de microrganismos benéficos (fungos filamentosos, bactérias, leveduras, actinomicetos e outros) que ocorrem naturalmente no ambiente. Esses produtos podem ser utilizados como inoculantes para aumentar, mais rapidamente, a diversidade e o número de microrganismos benéficos dos solos e das plantas, integrando o equilíbrio microbiológico do solo e da planta, podendo melhorar a qualidade e sanidade de solos esgotados nutricionalmente e biologicamente, a produtividade das plantas e

a qualidade do produto (Meyer, 1991; Higa, 1993; Higa & Parr, 1994; Sakakibara, 1998). Assim sendo, as formulações de E.M. foram desenvolvidas para promover uma maior sustentabilidade na agricultura, aumentar a produção agrícola e controlar doenças e pragas (Higa & Wididana, 1991b).

Cada formulação é composta por diferentes grupos de microrganismos que juntos podem proporcionar resultados específicos, quando aplicados ao solo e/ou a parte aérea das plantas (Higa & Wididana, 1991b; Meyer, 1991). E.M.-2, E.M.-3 e E.M.-4 são utilizados para ajudar na decomposição da matéria orgânica e tornarem os nutrientes e os minerais do solo disponíveis para a planta. E.M.-2 é composto por leveduras, bactérias fotossintetizantes, actinomicetos e por fungos filamentosos, constituindo dez gêneros e 80 diferentes espécies e, E.M.-3 apresenta 95% de bactérias fotossintetizantes e, também, de acordo com Panchaban (1991), bactérias fixadoras de nitrogênio. E.M.-2 e E.M.-3 são cultivados em meio líquido com pH 7,0 e estocado em pH 8,5, contendo cerca de 10^9 microrganismos por grama (Higa & Wididana, 1991a; Higa & Wididana, 1991b; Meyer, 1991; Higa, 1993). Meyer (1991) e Higa & Wididana (1991a) referem-se ao E.M.-4 como sendo composto, basicamente, por *Lactobacillus* e outros microrganismos produtores de ácido láctico, cultivado em meio líquido, com pH 4,5, contendo 10^9 microrganismos por grama. De acordo com Panchaban (1991), E.M.-2 apresenta principalmente *Streptomyces* spp, podendo promover sinergismo com *Azotobacter*, bem como com micorrizas no solo e transformar solos condúctivos em supressivos a doenças. Panchaban (1991) cita ainda a formulação E.M.-1, contendo predominantemente fungos filamentosos termofílicos, utilizada na decomposição de resíduos orgânicos, sendo mais efetivo quando aplicado com E.M.-4, sob condições aeróbicas.

De acordo com Kasihada (1990), citado por Lin (1994), o E.M.-5 é

uma mistura de E.M.-2, E.M.-3 e E.M.-4 com melão, vinagre (5%) e álcool (15%). Oh & Choi (1999) verificaram que E.M.-2 e E.M.-3 apresentaram alta atividade antioxidativa e E.M.-2 apresentou também ação antibiótica “in vitro”.

O meio líquido no qual as culturas de E.M. são mantidas é composto, geralmente, por melão (Kyan & Higa, 1999). No entanto, de acordo com os mesmos autores, algumas espécies encontradas no E.M. são inibidas na presença de melão como é o caso da bactéria fotossintetizante *Rhodospirillaceae palustris*. Porém, Kyan & Higa (1999) verificaram que *Lactobacillus plantarum* e *Saccharomyces cerevisiae*, também presentes no E.M., acabaram por promover o crescimento de *R. palustris* na presença do melão. Kim et al. (1999) verificaram que a cultura mista composta por *Lactobacillus* sp., *Saccharomyces cerevisiae* e *Rhodobacter* sp., incubada em meio de melão, atingiu equilíbrio com 1×10^8 , 8×10^8 e 5×10^2 cel/mL, respectivamente, em pH 6,5. Os mesmos autores verificaram que a adição de *Azotobacter chroococcum* à cultura proporcionou populações de 5×10^6 , 2×10^7 , 3×10^7 e 2×10^6 , respectivamente para *Lactobacillus* sp., *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodobacter* sp. e *Azotobacter chroococcum*, em pH 6,5.

As formulações utilizadas no Brasil têm sido produzidas e comercializadas pela Fundação Mokiti Okada (Ipeúna - SP) e correspondem ao E.M.-4 e E.M.-5. O E.M.-4 tem sido composto por bactérias produtoras de ácido láctico, leveduras, actinomicetos, fungos filamentosos e bactérias fotossintetizantes (Fundação, 1998) e o E.M.-5 por microrganismos produtores de ésteres, sendo utilizado principalmente em aplicação na parte aérea das plantas, contra doenças e, principalmente, pragas (Fundação, 1998; Tokeshi⁴).

⁴TOKESHI, H. (Escola Superior Agricultura Luiz Queiroz, ESALQ-Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 1997.

Segundo a Fundação Mokiti Okada (Fundação, 1998), existem algumas variações no modo de utilização do E.M. De acordo com a Fundação, pode-se misturar o E.M.-4 ao material orgânico, obtendo-se o chamado E.M.-Bokashi. O E.M.-Bokashi, produzido pela Fundação, é geralmente composto por farelo de arroz (máximo de 50%), farelo de mamona, de soja ou de casca de amendoim (30%), farelo de casca de arroz ou de trigo (máximo de 15%), farinha de carne e osso (3%) e farinha de peixe (máximo de 5%) e, para cada tonelada da mistura, 300 L de água, 3 L de E.M.-4 e 3 L de melão. Promove-se fermentação e aplica-se no plantio e em cobertura. A sua utilização tem apresentado bons resultados na região de Mogi das Cruzes (Cinturão Verde da cidade de São Paulo) (Fundação, 1998). Também tem sido utilizada a “calda de E.M.” ou “E.M. verde” (caldo verde fermentado com E.M.) (Fundação, 1998; Sakakibara, 1998). A Fundação Mokiti Okada ainda recomenda a “calda de Bokashi” e E.M.-Kenkibokashi, sendo este último produto da fermentação anaeróbica do E.M.-Bokashi (Fundação, 1998).

Os Microrganismos Eficazes têm sido extensivamente utilizados no Japão por muitos agricultores (Higa & Wididana, 1991a) e, nos Estados Unidos, nos últimos anos, as pesquisas nesse sentido têm aumentado consistentemente (Meyer, 1991). Em outros países também têm sido efetuados experimentos com E.M., dentre eles podem ser citados Brasil (Lima et al., 1997; Tokeshi et al., 1997), Malásia (Hasan & Abdullah, 1998; Ikram & Mohd, 1999), Tailândia (Lothong et al., 1995), Nova Zelândia (Daly & Stewart, 1999), Taiwan (Chen et al., 1997), Indonésia (Komarayati, 1996), Paquistão (Bajwa et al., 1998; Hussain et al., 1999), China (Huang et al., 1998), Sri Lanka (Sangakkara et al., 1992), Myanmar (Myint, 1994), Bangladesh (Chowdhury et al., 1994), Coréia (Lee & Cho, 1996) e Dinamarca (Borgen, 1999).

Em 1993, no Brasil, já existiam 600 agricultores utilizando E.M., principalmente na região Sudeste, concentrando 75,34% dos agricultores. As culturas nas quais mais tem-se utilizado E.M. são as hortaliças, com 55% dos agricultores, frutas (22%), flores (8%) e os outros 15% referem-se a cereais, criação animal e pastagens (Kinjo & Homma, 1993). Os agricultores que utilizam E.M. eram, em sua maioria (69%), proprietários de até 10 hectares (Kinjo & Homma, 1993).

Esses Microrganismos Eficazes produzem, através de fermentação, ácidos orgânicos, hormônios vegetais como auxinas, giberelinas e citoquininas, vitaminas, antibióticos e polissacarídeos. Apresentam atividades de fixação de nitrogênio da atmosfera, aceleração na decomposição de matéria orgânica por mineralização, nitrificação, supressão a patógenos presentes no solo, degradação de resíduos de agrotóxicos, solubilização de nutrientes a partir de materiais pouco solúveis como o fosfato de rocha, formação de complexos com metais pesados, fornecimento de moléculas orgânicas simples a partir da decomposição dos materiais orgânicos pelos microrganismos para absorção direta pelas plantas (aminoácidos e sacarídeos), melhoria das propriedades químicas e físicas do solo (Higa & Wididana, 1991b; Higa, 1993; Higa & Parr, 1994), protegendo as plantas contra patógenos do solo e insetos (Higa, 1993), tornando os solos tratados com EM supressivos a doenças, zimogênicos e sintéticos (Higa & Parr, 1994). Higa (1993) cita ainda que o uso de E.M. pode fazer com que as plantas produzam elementos antioxidantes.

A utilização de E.M. tem sido citada, ainda, como aditivo a compostos orgânicos (como o E.M.-Bokashi e E.M.-Kenkibokashi), como fertilizante, para tratamento de água, purificação de águas residuais (industriais) e esgotos domésticos, doenças animais, tratamentos de resíduos agroindustriais, como desodorizador em locais de criação de animais e

nas culturas de aves, suínos, peixes e minhocas, adicionados a ração (Higa, 1993; Kinjo & Homma, 1993; Guim et al., 1998; Kinjo et al., 1998).

De acordo com Higa (1993), quando todos os efeitos benéficos proporcionados pelo uso de E.M. estão integrados, pode-se otimizar a produtividade agrícola dos solos, eliminando ou reduzindo ao mínimo o uso de fertilizantes químicos ou defensivos agrícolas. No entanto, Higa (1993) e Primavesi (1993) afirmam que o E.M. é capaz de melhorar a agregação do solo e a produção se houver quantidade suficiente de matéria orgânica e umidade suficiente no campo. Segundo Arakawa (1991), o teor de matéria orgânica no solo para o estabelecimento do E.M. deve estar situado no mínimo em 3% e o pH entre 6,0 e 6,5.

Experiências com E.M. nas áreas de produção agrícola como inoculante de solo, têm demonstrado diminuição do potencial de inóculo de muitos patógenos em plantas (Higa & Widiana, 1991b).

A aplicação da mistura E.M.-2.3.4. (0,1%) quinzenalmente em solos com pH 8,3, suprimiu os fungos *Verticillium* sp., *Thielaviopsis* sp. e *Fusarium* sp. Quando E.M.-2, E.M.-3 e E.M.-2.3 foram utilizados, ocorreu aumento da população de *Trichoderma* spp. Com o uso de E.M.-3, E.M.-2.3 e E.M.-2.3.4. o número de *Penicillium* spp. no solo tratado foi aumentado. A população de nematóides formadores de galhas em plantas de tomate foi suprimida com o uso de E.M.-3, E.M.-4 e E.M.-3.4. (Higa & Wididana, 1991a).

Tokeshi et al. (1993) e Tokeshi (1999a; 1999b) observaram supressão a *Sclerotinia sclerotiorum* em solos tratados com E.M., como consequência da melhoria nas propriedades físicas (desaparecimento da camada compactada, maior agregação das partículas e maior drenagem) e químicas do solo. Os autores demonstraram que as modificações no solo

foram capazes de suprimir as condições necessárias à formação e/ou viabilidade dos apotécios do fungo. Tokeshi et al. (1997) citam ainda que, muito provavelmente, o controle de outros patógenos que causam podridões de haste e raiz, tais como *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. e *Rhizoctonia solani*, observado em solos supressivos, deve ser resultado das alterações no solo, o que permite melhor aeração e ação de microrganismos saprofíticos.

Higa & Wididana (1991b) mostraram que solos tratados com E.M. apresentaram significativo aumento no número total de fungos e supressão à incidência de *Fusarium* em ervilha, em relação a solos controle com adubação química. Além disso, solos tratados com E.M.-2.3.4 apresentaram baixa incidência de doenças provocadas por *Thielaviopsis* sp., *Verticillium* sp., *Xanthomonas* sp., *Erwinia* sp., *Agrobacterium* sp. e *Pseudomonas* sp., quando comparados aos solos controle com adubação química. Melloni et al. (1995) observaram menor incidência de *Fusarium* em plantas e/ou sementes de pepino tratadas com E.M.-4 (1:1000), entretanto, nas diluições 1:100 e 1:500 não ocorreram diferenças significativas.

De acordo com Castro et al. (1993b), plantas de pimentão tratadas com E.M., desde a semeadura e com pulverizações durante todo o ciclo, podem manter baixo índice de pústula bacteriana causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

Castro et al. (1993a) observaram a ação inibitória “in vitro” do E.M. nos fitopatógenos *Sclerotium rolfsii*, *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria* sp., *Thielaviopsis paradoxa*, *Phytophthora* sp., *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e *Pseudomonas solanacearum*.

Sakakibara (1988), em estudo sobre o uso de E.M. no controle de microrganismos patogênicos e na fisiologia da planta, verificou o controle da podridão das raízes, causada por *Rosellinia necatrix*, de pereiras, além da emissão de novas raízes e recuperação da planta através do uso de E.M. O autor também relata o controle de *Pseudoperonospora cubensis* em pepino através da aplicação foliar de E.M. em dias alternados (por quatro vezes) e depois a cada três dias (por seis vezes) e observada a emissão de maior número de novas brotações, além do aumento da população de macrorganismos em solos tratados com E.M.

Borgen (1999) verificou que o tratamento de sementes de trigo com E.M.-1 (150 mL do produto por quilo de semente) apresentou 87,6% de redução de cárie (*Tilletia tritici*). No entanto, houve redução do vigor germinativo e a emergência no campo foi afetada. A aplicação da mesma concentração do produto autoclavado proporcionou os mesmos resultados, indicando que o efeito foi proveniente de metabólitos secundários presentes no produto, provavelmente ácido lático. A aplicação de ácido acético (1,22M, 30mL por quilo de semente), porém, proporcionou o melhor controle, sem ocorrer problema na germinação.

Elango et al. (1999) verificaram que a aplicação de E.M. (1:1000) pulverizado quinzenalmente em bananeiras na Costa Rica proporcionou controle da sigatoka negra comparável ao controle químico tradicional.

Rocha (1994) relata o uso de E.M. como potencial para o controle de vassoura-de-bruxa (*Crinipelis pernicioso*) a partir dos resultados de completa inibição do fungo em BDA adicionado de E.M. (5%).

O tratamento da berinjela com E.M. e nitrato de cálcio reduziu significativamente o desenvolvimento de murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) quando

comparado ao tratamento E.M. ou nitrato de cálcio aplicados separadamente (Hasan & Abdullah, 1998).

Huang et al. (1998) aplicaram E.M. (1:1000), em ameixeiras cv. Wanhongli adultas com 98,1% de suas folhas infectadas por *Polystigma rubrum*, e obtiveram redução para 75,8% de folhas infectadas, resultados melhores que os encontrados com a aplicação da calda bordalesa.

Primavesi (1998c) verificou que o uso de E.M. proporcionou aumento na produção e suprimiu a incidência de *Pyricularia oryzae* em arroz quando ao solo foram adicionados “Fosmag” (P, K, Ca, Mg, S e Zn) e “Skril” (Na, Cl, Ca, Mg e K). A autora cita ainda que E.M. é efetivo no aumento da produção e na supressão de doenças em solos férteis e regularmente adubados com compostos orgânicos.

De acordo com Chagas et al. (1999), a aplicação de E.M. + Bokashi no solo resultou em plantas de *Coffea canephora* cv *conilon* mais vigorosas e com controle da cercosporiose superior ao solo com tratamento convencional e aplicação semanal de benomyl (0,1%).

Thaveechai et al. (1996), porém, verificaram que E.M. não foi efetivo na inibição “in vitro” de *Xanthomonas campestris* pv. *citri*, *Colletotrichum capsici*, *C. gloeosporioides* e *Sclerotium rolfsii* e encontraram baixa quantidade de bactérias e leveduras nas amostras de E.M. testadas. Entretanto, Thaveechai et al. (1995) não observaram inibição ou redução da severidade do “papaya ringspot virus” em condições de casa-de-vegetação e concluíram que E.M. não foi bem qualificado como agente preventivo ou curativo da doença.

Sunthoranan et al. (1995) observaram atividade antimicrobiana, “in vitro”, de bactérias produtoras de ácido lático, isoladas da formulação E.M., sobre isolados de

Bacillus cereus, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* em apenas um meio de cultura testado e os isolados de actinomicetos inibiram apenas *Bacillus cereus*.

Ikram & Hashim (1998), em estudos sobre o controle biológico da podridão branca da seringueira (*Hevea brasiliensis* L.), causada por *Rigidoporus lignosus*, verificaram que rizobactérias promotoras de crescimento em plantas (PGPR) e E.M. foram efetivos em testes “in vitro” no antagonismo a *R. lignosus*, além de *Ganoderma philippi* e *Phellinus noxious*. No entanto, em tratamentos de plântulas, a PGPR raça 7NSK2 e EM não foram eficazes na supressão da doença.

Higa & Wididana (1991b) citam que, quando E.M. é aplicado no solo ou na superfície foliar da planta, as populações de bactérias fotossintetizantes e bactérias fixadoras de nitrogênio aumentam drasticamente. Além disso, Wididana & Higa (1998) verificaram que o teor de nutrientes químicos no E.M. é muito baixo e esse não é o fator responsável pelo crescimento e produção das plantas, especialmente após diluições para aplicação na parte aérea da planta. Desta forma, o grande número de microrganismos benéficos adicionados na filosfera da planta, através da aplicação de E.M., proporciona crescimento mais vigoroso da planta, com aumento da produção em qualidade e quantidade.

Na Nova Zelândia, em 1994 e 1995, Daly & Stewart (1999) avaliaram a influência de E.M. na produção comercial orgânica de olerícolas. Os autores observaram que a pulverização de E.M. (10L/ha) com adição de melão (10L/ha) por três vezes em cebola, duas vezes em ervilha e sete vezes em milho doce proporcionou aumento de produção das culturas de 29%, 31% e 23%, respectivamente. Além disso, observaram aumento na altura das plantas de cebola em 76%.

Wididana & Higa (1998), estudando o efeito do E.M. como fertilizante

foliar, verificaram que a produção de alho com pulverização semanal de E.M. (0,1%) foi 12,5% maior que o controle, pulverizado com fertilizante químico. Em cebola e tomate, o tratamento na concentração de 1% proporcionou aumento na produção de 11,5 e 9,5%, respectivamente. No entanto, para melancia não foi observado incremento em relação ao controle.

Sangakkara (1994) verificou que a adição de compostos orgânicos para manter a produção de batata doce, em Sri Lanka, especialmente na estação mais seca do ano, foi melhorada com a aplicação de E.M. Segundo o autor, o efeito foi decorrente do aumento na capacidade de retenção de umidade no solo tratado com E.M.

De acordo com Panchaban (1991), a produção de milho foi aumentada quando aos solos foram adicionados compostos que haviam sido preparados com inoculação de E.M.-1 e E.M.-4 e, quando adubos químicos foram adicionados a esses tratamentos, não houve nenhum aumento de produção.

Primavesi (1998b), utilizando massa verde + E.M., encontrou produção de feijão similar ao sistema convencional, com aplicação de fertilizantes químicos. Através do uso de E.M. + Fosmag (P, Ca, Mg, S e Zn), a mesma autora obteve tamanhos similares de bulbo de cebola quando comparado ao sistema convencional.

Samy et al. (1998) verificaram aumento na produção de arroz em até 20% com a adição de E.M.-4 ao solo e aumento de 9% quando efetuou-se aplicação foliar em relação ao tratamento sem E.M. Além disso, quando E.M.-4 foi aplicado nos materiais orgânicos houve redução da emissão de metano do solo.

Hussain et al. (1998) relatam o uso de E.M. no aumento da produção das culturas em sistema de rotação arroz-trigo, aumento na eficiência do uso de fertilizantes,

melhoria nas propriedades físicas do solo e efeito sinérgico do E.M. e micorrizas vesículo-arbusculares, resultando em incremento na produção de milho, aumento na produção e qualidade de laranja, com aumento no teor de açúcar solúvel total, conteúdo de suco e peso médio de fruto.

De acordo com Lee & Cho (1996) a aplicação de compostos fermentados com E.M. (3.000,00 kg/ha) proporcionou aumento de 16% na produção de arroz em relação ao tratamento químico.

O crescimento, a produção e a nodulação de plantas de feijoeiro em solo adicionado de material orgânico foram aumentadas com a adição de E.M., com redução na relação C:N (Sangakkara, 1996).

Zhao (1998) verificou aumento na produção de amendoim em 6,6 a 10,1% em solos adicionados de material orgânico + E.M., em comparação a adição de material orgânico sem E.M. Os autores verificaram também que o peso de cem sementes foi maior no tratamento no qual E.M. foi utilizado.

Senanarong et al. (1995a) mostraram que a aplicação de E.M. em solo fumigado ou em areia fumigada ou não fumigada apresentou um aumento do crescimento de plantas de milho quando comparado aos solos não fumigados e tratados com E.M. Além disso, o peso seco das plantas foi menor em solos não fumigados e tratados com E.M. que em solos não fumigados e sem E.M., mostrando que solos sem fumigação não necessitam de E.M.

Khambunruang et al. (1995), estudando a eficiência de E.M. sobre a produção de arroz, verificaram que, quando a matéria orgânica do solo se situava entre 1,12% e 2,69%, não houve incremento na produção, enquanto que solos com 6,22% mostrou pequeno aumento de produção.

Ikram & Mohd (1999), em estudo sobre o crescimento de plântulas de *Hevea* em solo argiloso e arenoso, verificaram que a adição de E.M. ao composto orgânico ou ao adubo químico incrementou a produção de raízes. Em solo argiloso, a adição de E.M. ao composto orgânico proporcionou aumento no conteúdo de fósforo nas raízes e quando adicionado ao fertilizante químico contribuiu para o incremento no conteúdo de nitrogênio e potássio. No solo arenoso ocorreu aumento no conteúdo de potássio quando o E.M. foi adicionado ao composto. Além disso, os autores verificaram, em outro experimento, que a adição de E.M. ao Bokashi não proporcionou aumento do crescimento de raízes em solos arenosos, apesar de terem observado aumento no conteúdo de fósforo e magnésio nas plantas.

Chantsavang et al. (1996) estudaram o efeito da utilização de água residual de pocilgas e do esterco de porco tratado com E.M. na produção e nos componentes da produção de couve, rabanete, pimenta malagueta e *Tagetes* sp. (mal-me-quer). Os autores verificaram que a produção de couve foi significativamente menor nos tratamentos usando os produtos adicionados de E.M., que o tratamento com fertilizante químico. Entretanto, as produções das plantas de pimenta e rabanete não resultaram em diferenças significativas em relação ao fertilizante químico. Já, para *Tagetes* sp., o tratamento com água residual das pocilgas + E.M. resultou em maior peso de flores por planta quando comparado ao fertilizante químico.

Hussain et al. (1999) verificaram que a aplicação de E.M. não mostrou aumento significativo na produção de grãos e palha de arroz e trigo. No entanto, quando aplicado com matéria verde, produziu o equivalente ao tratamento químico (NPK). Os autores concluíram que o uso de E.M. pode proporcionar um máximo de redução de custo no sistema de rotação arroz-trigo, incrementando a produtividade quando aplicado com material orgânico.

Senanarong et al. (1995b) verificaram que não houve diferença no peso seco e fresco e altura de sorgo quando E.M. foi aplicado ou não, concluindo que, na cultura, o uso do produto é dispensável. O uso de E.M. também não apresentou efeito no número e na eficiência de bactérias fixadoras de nitrogênio, bem como no crescimento e produção das culturas de arroz, milho e sorgo (Taengcham & Chunluechanon, 1995a; 1995b).

Em cultivo de *Zantedeschia* spp., uma espécie de lírio, Chen et al. (1997) verificaram que composto de esterco de curral adicionado de E.M. incrementou a propagação, emergência e crescimento das plantas.

Sharifuddin et al. (1996) verificaram que E.M. adicionado de esterco de galinha aumentou significativamente a produção de grãos de milho e folhas de mostarda.

Em estudos sobre a produção e qualidade de tomate, Suwannaburt et al. (1995) não observaram diferenças entre o tratamento com E.M. e os outros. No entanto, o uso de composto orgânico acrescido de melão e E.M. proporcionou melhor crescimento vegetativo que a aplicação direta de E.M. no solo.

Higa & Wididana (1991a) observaram que a produção de tomate em solo tratado com E.M.-3, E.M.-4 ou E.M.-2.3 foi equivalente ao tratamento com adição de adubo químico e a produção de frutos comerciais foi maior, quando comparada ao mesmo tratamento.

Arunphairote et al. (1995) não verificaram aumento de produção de *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* tratada com E.M. em relação aos outros sistemas testados. No entanto, Sangakkara et al. (1992) verificaram que a aplicação de E.M. proporcionou aumento de produção de *V. unguiculata*, tomate, beringela, amendoim, *Phaseolus* e *Capsicum*. Chowdhury et al. (1994) também verificaram aumento de feijão-

vagem (*Vigna sesquipedalis*) em 146% e pimenta vermelha (*Capsicum frutescens*) em até 98% através do uso de E.M. Além disso, Chowdhury et al. (1996) verificaram aumento no teor de clorofila de feijão-vagem tratado com E.M., bem como aumento na produção. Konoplya (1999) também verificaram aumento em duas vezes do teor de clorofila em soja e aveia a partir da inoculação de E.M.-1 no solo por três vezes, antes da semeadura das culturas.

A co-inoculação de E.M. e fungos MVA incrementou o crescimento de raízes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). O conteúdo de fósforo e nitrogênio foi superior em plantas com inoculações de E.M. e MVA, separadamente, e a aplicação de E.M. favoreceu o desenvolvimento dos fungos MVA nas raízes (Bajwa et al., 1998).

Sangakkara & Marambe (1999), em estudos sobre os métodos de aplicação de E.M. verificaram que a aplicação foliar do produto, em duas ocasiões após o plantio de feijão e tomate, não proporcionou aumento na produção. No entanto, a aplicação do produto no material orgânico adicionado ao solo, além de duas aplicações foliares proporcionaram melhores resultados. Além disso, o estudo ilustrou o benefício da compostagem do material orgânico com E.M. “in situ” e aplicação do produto nas folhas nas épocas mais importantes das plantas para manter altas produções.

Thananuson (1995) observou que o E.M. não apresenta nenhum microrganismo capaz de fixar nitrogênio, particularmente *Rhizobium*, e o crescimento e a produção de sorgo não foi incrementada quando comparados ao tratamento sem E.M.

Primavesi (1998a), estudando a resistência do feijoeiro à seca, verificou que nenhum dos dois inoculantes testados (E.M. ou “Supermagro”) aplicados sobre as sementes e folhas das plantas, melhorou essa característica sem a adição de outros elementos minerais. Os resultados foram positivos quando os produtos foram aplicados em

combinação com óxido de cálcio nas sementes.

Zhao (1998) verificou aumento de resistência das plantas de amendoim ao estresse ambiental na China, com o uso de E.M.

De acordo com Higa & Wididana (1991b), em frutas, o uso de E.M. aumenta significativamente o conteúdo de vitamina C e açúcar e, no Japão, é amplamente utilizado em manga, tomate, espinafre, brássicas, *Allium*, ervilha, arroz, pepino, melão e morango. Segundo Tokeshi⁵, frutos tratados com E.M. além de mostrarem-se mais adocicados, apresentam maior longevidade pós-colheita, em decorrência, possivelmente, da ação do E.M. no processo de disponibilidade de nutrientes às plantas de forma equilibrada e da presença destes microrganismos na superfície externa dos frutos, o que pode funcionar como barreira à entrada de patógenos.

Sakakibara (1988) também cita que, a partir da fermentação de esterco de aves com E.M., o nitrogênio, inicialmente na forma de amônia, vai sendo transformado em aminoácidos e as plantas adubadas com esse produto acabam por absorver aminoácidos ao invés de amônia e nitrato, proporcionando alimentos mais saborosos e saudáveis.

Paschoal et al. (1993), em experimento sobre o efeito da aplicação de E.M. no solo e nas plantas de laranja Pera, em Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa, verificaram que ocorreu aumento significativo do teor de matéria orgânica nas profundidades de 0-0,20 m e de 0,20-0,40 m em relação à testemunha não tratada e concluíram que E.M. apresenta alta capacidade de formação de húmus a partir do material orgânico deixado como

⁵ TOKESHI, H. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 1997.

cobertura sobre o solo. O uso do E.M., segundo os mesmos autores, aumentou significativamente o pH e a CTC do solo, em ambas as profundidades.

Em outro experimento, Paschoal et al. (1998) verificaram que o tratamento de pomar de laranja Pera com E.M., aplicado em intervalo de 30 dias, proporcionou aumento no teor de matéria orgânica e do pH, principalmente no outono, e aumento nos teores de cálcio, magnésio, potássio e na CTC do solo. No entanto, o teor de fósforo, bem como dos micronutrientes do solo não foram alterados. Nas folhas não foram encontradas diferenças no conteúdo de nutrientes, exceto para zinco, que apresentou redução na concentração no tratamento com E.M. Não foram encontradas diferenças nas propriedades físicas do solo, porém houve tendência à redução da resistência à penetração. Após 18 aplicações, foi verificado que a maior produção foi obtida quando o E.M. foi aplicado no solo (1:100) e na planta e solo (1:1000 e 1:100, respectivamente), quando comparada a aplicação apenas nas folhas das plantas. O conteúdo de suco também foi maior nas plantas tratadas com E.M.

Higa & Wididana (1991b) relatam o aumento de fósforo inorgânico no solo tratado com E.M., e atribuem o efeito à solubilização proporcionada pelo uso de E.M.

Daly & Stewart (1999) verificaram que o uso de E.M. estimulou a mineralização de carbono no solo sob incubação, em laboratório.

Zanão Filho et al. (1993) verificaram que em solos tratados com E.M. e adubação orgânica, quando comparados aos solos tratados apenas com adubação orgânica, ocorreu aumento na concentração de matéria orgânica solúvel e açúcares, com aumento da respiração, concentração de amônio (devido a rápida hidrólise de proteínas em aminoácidos) e do pH. Desta forma, os autores demonstraram que a adição de E.M. ao solo promove o aumento da velocidade de decomposição do material orgânico e solubilização de substâncias

orgânicas.

Higa & Wididana (1991a) observaram que a aplicação quinzenal de E.M. (0,1%) durante um ano em solo (pH 8,3) não cultivado anteriormente durante muitos anos, proporcionou aumento da agregação e maior porosidade no solo em relação ao solo fertilizado ou não com adubo químico. No entanto, a densidade, bem como a resistência do solo não foram reduzidas. Os autores também observaram que ocorreu aumento do teor de fósforo inorgânico no solo em relação ao controle não adubado e sem E.M.

A utilização de adubo orgânico acrescido de E.M., quando comparado ao adubo orgânico sem E.M., propiciou aumento no conteúdo de nutrientes disponíveis no solo, no teor de matéria orgânica e no teor de nitrogênio total e reduziu a relação C:N do adubo orgânico utilizado por Zhao (1998).

Jongpraditnan (1995) verificou que solos sob cultivo de arroz e tratados com E.M. apresentaram atividade 3,4 vezes maior da enzima B-glucosidase (enzima indicativa da atividade microbiana do solo), comparado ao controle não tratado. Enquanto que, quando fertilizante químico foi aplicado junto com composto ou junto com E.M., a atividade da enzima foi 2 a 2,5 vezes maior que o controle. No entanto, a quantidade dos nutrientes disponíveis para a cultura, principalmente fósforo e potássio, foi reduzida no tratamento com E.M., enquanto que o nitrogênio aumentou. Desta forma, o autor concluiu que, quando utilizou fertilizante químico adicionado ao composto foi suficiente para a ocorrência de atividade natural dos microrganismos e suficiente para decompor a matéria orgânica do solo, sem a necessidade de uso do E.M.

Primavesi (1999a) encontrou bons resultados em termos de redução da densidade do solo Podzólico Vermelho-Amarelo com adição de 13.500,00kg de massa verde

por hectare acrescido de um mililitro de E.M. para 12-14kg da matéria verde. A autora verificou que a proporção descrita é a ideal, pois quando houve excesso de material orgânico com o mesmo volume de E.M. utilizado, outros microrganismos indesejáveis tenderam a decompor o material proporcionando menor estruturação do solo. No caso do uso de matéria seca a autora concluiu que a proporção ideal foi um mililitro de E.M. para 3,5 a 4,0kg de matéria seca.

Kinjo (1990), citado por Higa & Wididana (1991b), constatou aumento na produção de aminoácidos no material orgânico após sua incubação com E.M. por 20 dias, sendo significativamente maior que no controle sem adição de E.M.

Zhao (1998) também verificou aumento no conteúdo de nutrientes disponíveis, no teor de matéria orgânica e no nitrogênio total e redução da relação C/N em solo adicionado de adubo orgânico + E.M., em relação à adição somente do adubo orgânico. Higa & Kinjo (1991) verificaram que o conteúdo de matéria orgânica no solo adicionado de pó-de-serra + E.M.-4 foi aumentado em relação ao solo não tratado com E.M.

Sangakkara et al. (1998) verificaram que a adição de E.M. ao material orgânico composto pela mistura de fibra de côco seco, palha de arroz e folha da leguminosa *Gliricidia sepium* proporcionaram aumento da produção de caupi e pimentão, bem como aumento na concentração de nitrogênio e potássio nas plantas em relação ao uso de compostos sem E.M., evidenciando a aceleração da mineralização dos resíduos pelo uso do E.M. Hussain et al. (1994) também verificaram aceleração da mineralização da matéria orgânica adicionada ao solo + E.M., resultando em alto conteúdo de nitrogênio.

Wangnai et al. (1995), em estudo sobre a eficiência de E.M. como aditivo para o preparo de compostos orgânicos, verificaram que o produto foi menos efetivo em

relação aos outros aditivos testados no aumento da temperatura do composto, no aumento da quantidade de fungos, actinomicetos e bactérias, na redução na quantidade de composto e na redução na relação C/N do composto.

Komarayati (1996) verificou que o E.M.-4, adicionado ao esterco de galinha, promoveu boa compostagem de pó-de-serra de seringueiras, promovendo a redução no conteúdo de lignina para 17,7% e a relação C/N para 19,94. Entretanto, não foram obtidos bons resultados na compostagem do produto proveniente de pinheiros.

A análise da água proveniente de pomares tratados com E.M. e Bokashi e tratados com substâncias químicas (fertilizantes químicos e agrotóxicos), mostrou que o pH da água oriunda do pomar tratado com E.M. foi menor quando comparado ao segundo. Além disso, no tratamento com E.M., houve uma maior quantidade de nitrogênio na forma de nitrato (Sunthonphithak et al., 1995).

Higa & Wididana (1991a) verificaram que a aplicação de E.M. (0,1%) no solo proporcionou aumento do número de *Enterobacter* spp. e bactérias degradadoras de amido em relação ao controle sem E.M., mas pouco efeito ocorreu sobre *Lactobacillus* spp. Os autores também verificaram que E.M.-2, E.M.-3, E.M.-4, E.M.-3.4 e E.M.-2.3.4 proporcionaram aumento no número total de bactérias, fungos e actinomicetos no solo. Entretanto, as combinações E.M.-2.3. e E.M.-2.4. apresentaram resultados menores que o controle. Higa & Kinjo (1991) também verificaram aumento na população de fungos, *Lactobacillus*, bactérias aeróbicas e actinomicetos em solos tratados com E.M.-4.

Zhao (1998) verificou que a aplicação de material orgânico, acrescido de E.M., proporcionou aumento de 50% na população microbiana do solo (bactérias, fungos, actinomicetos e microrganismos fixadores de nitrogênio) quando comparada ao tratamento com

adição de material orgânico sem E.M.

Frighetto et al. (1999), analisando amostras de solo provenientes de diferentes sistemas de manejo, verificaram que solos tratados com E.M. não apresentaram compactação e o uso do E.M. durante seis anos promoveu melhoria nas propriedades químicas e biológicas quando comparado ao sistema convencional. Esses solos apresentaram atividade da desidrogenase variando de 4,98 a 13,14 $\mu\text{LH/g}$ de solo e teor de polissacarídeos de 0,48 a 1,10mg/g de solo.

O uso de E.M. não proporcionou incremento do número das bactérias fixadoras de nitrogênio *Azotobacter* sp. e *Azospirillum brasiliense* no solo (Taengcham & Chunluechanon, 1995a). Nop-amornbordi & Thammasurakul (1995) observaram que o uso de E.M. contribuiu para o declínio no crescimento de fungos micorrízicos e a habilidade de reprodução de esporos dos mesmos.

As algas verdes-azuis (*Nostoc* sp., *Calothrix* sp., *Tolypothrix* sp., *Anabaena siamensis* e *A. oryzae*), quando em suspensão de E.M. (150ppm e 330ppm), apresentaram melhores crescimento e eficiência na fixação de nitrogênio quando comparadas a soluções isentas de E.M. Entretanto, em soluções de E.M. com concentração acima de 600 ppm, o crescimento das mesmas foi reduzido (Chunluechanon et al., 1995).

Siqueira et al. (1993) observaram que sementes de várias espécies de hortaliças submetidas a tratamento por imersão em E.M. sem diluição, durante dez minutos, proporcionou maior porcentagem de germinação e peso e comprimento médio de raízes de plântulas quando comparadas aos tratamentos com biofertilizante obtido de esterco de gado e água. Os autores atribuem o resultado de aumento na porcentagem de germinação à presença no E.M. de substâncias como, por exemplo, giberelinas, atuando como fontes externas de estímulo

ao metabolismo, independentemente da síntese dessas substâncias pelo embrião.

Harakawa & Higa (1991) verificaram que o uso de E.M.-4 acelerou a germinação de sementes de plantas daninhas anuais em cultivo de arroz, sendo promissor na utilização como método de controle, aliado a outros métodos mecânicos, reduzindo-se o número e as espécies das plantas daninhas. Segundo os pesquisadores, o efeito foi decorrente da decomposição do tegumento por fermentação pelos microrganismos, principalmente *Lactobacillus*. Além disso, as plantas arrancadas deixadas em cobertura sobre o solo acabam por ser decompostas pelos microrganismos e serem transformadas em matéria orgânica (Lin, 1991).

A aplicação de material orgânico com adição de E.M. no solo proporcionou o aumento da germinação de amendoim em 2 a 3% em comparação ao tratamento com adição de material orgânico sem E.M. (Zhao, 1998).

Sangakkara & Attanayake (1996) verificaram que sementes de arroz tratadas com E.M. (1:500) apresentaram aumento na germinação e no crescimento.

Tokeshi & Chagas (1999) verificaram que a imersão de sementes de tangerina em E.M. (0,1%) por 30 minutos e a pulverização semanal de E.M. (0,05%) propiciaram maior velocidade de emergência e vigor de até 664% em relação ao controle tratado com metalaxyl (1,05gi.a./kg de semente). Os autores atribuem o fato ao efeito hormonal do E.M., similar ao do ácido giberélico, o qual atuou nos primeiro quatro dias da emergência. Foi observado também o efeito positivo no crescimento das plântulas a partir do uso do E.M.

De acordo com Parr et al. (1998), o E.M. é particularmente efetivo na promoção do crescimento da planta e proteção durante as primeiras três ou quatro semanas após o plantio, período em que as plântulas são mais vulneráveis a fatores de estresse como

seca, calor, competição com plantas daninhas, insetos e doenças.

Lothong et al. (1995) testaram duas amostras de E.M. quanto a presença de bactérias produtoras de ácido lático e encontraram $9,9 \times 10^6$ cel/mL na primeira amostra, onde a concentração dos microrganismos permaneceu constante por nove semanas, sendo reduzida após onze semanas e, na 13.^a semana, não foram mais detectadas. Na segunda amostra, encontraram-se $6,6 \times 10^5$ cel/mL, e a concentração foi reduzindo até completo desaparecimento na 7.^a semana. Nas amostras foram encontrados as espécies *Lactobacillus plantarum*, em maior concentração, *L. casei* subsp. *casei* e *L. rhamnosus*.

Khamphi et al. (1995) verificaram que, dentre os actinomicetos *Actinomyces* sp e *Streptomyces* sp., testados em três amostras de E.M., apenas *Streptomyces* sp. foi encontrado, em apenas uma amostra e em baixa concentração. Além disso, dos seis isolados de *Streptomyces* testados quanto a capacidade de digestão de celulose, apenas dois foram efetivos. Os seis isolados foram testados quanto a capacidade de inibição de *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Aspergillus niger* e os autores concluíram que apenas um isolado de *Streptomyces* foi capaz de inibir apenas um isolado de *Bacillus cereus*.

Suwannarit et al. (1995) estudaram três amostras de E.M. e encontraram os fungos *Aspergillus niger* e *Penicillium* em todas as amostras. *Aspergillus flavipes* e *Rhizopus* sp. apenas na primeira amostra, *A. flavus* na segunda, *A. oryzae* na terceira e *Emericella* sp. na segunda e terceira amostras estudadas. O total de fungos encontrados foi 8×10^4 , $9,6 \times 10^4$ e $2,5 \times 10^4$ ufc/mL, respectivamente, para a primeira, a segunda e a terceira amostras.

Limthong et al. (1995) encontraram 10^5 a 10^6 ufc de leveduras por

mililitro de E.M., sendo encontrados sete isolados do gênero *Candida*, três do gênero *Kloeckera* e um de *Rhodotorula* na primeira amostra estudada e três isolados de *Candida* na segunda amostra.

Nopharatnaraphom (1995) concluiu que na formulação de E.M. não estão presentes bactérias fotossintéticas. Thirakul & Anurakchantra (1995), trabalhando com duas amostras de E.M., encontraram baixa quantidade de DNA nas mesmas e concluíram que há impossibilidade do produto em gerar transformações genéticas nos microrganismos no solo.

Kitpreechawanich & Chanthanao (1995) estudaram três amostras de E.M. e verificaram a presença de bactérias de diferentes grupos, os quais variaram com as amostras. Assim sendo, foram encontrados os grupos esporogênico, amonificante, denitrificante, nitrificante, redutoras de sulfato e produtoras de sulfeto de hidrogênio e, dentre os gêneros identificados pelos autores, foram citados *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Proteus* e *Alcaligenes*.

Chiwachinda et al. (1995), estudando as propriedades químicas e bioquímicas do E.M., verificaram o pH variando de 2,25 a 3,63, teores de ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico variando de 0,87 a 1,16%, 0,09 a 0,11%, 0,01% e 0,01%, respectivamente. Foram encontrados ácidos para-giberélicos (44,96mg/g), álcool (0,25% - acetaldeído, etanol e propanol), proteína (0,25%) e celulase (0,005U/mg de proteína). Não foram encontrados quitinase, xilanase, glucose, frutose, sucrose, arabinose, maltose, xilose, xilitol e eritritol.

Wangkobkiat et al. (1995b) estudaram o efeito do uso de E.M. no tratamento de águas residuais (excremento e urina) em pocilgas e não encontraram diferença em relação ao tratamento no qual apenas os microrganismos naturais existentes nas fezes foram

utilizados. Ainda assim, eles observaram menor quantidade de gás metano e maior quantidade de CO₂, no tratamento com E.M., que apresentou menor capacidade de tratamento.

Já, Wangkobkiat et al. (1995a) verificaram que E.M. foi efetivo como substância contrária à produção de sulfeto de hidrogênio, responsável pelo mal cheiro em diversos ambientes.

Haruthaitanasant & Bulasri (1995) verificaram que o EM não apresentou nenhuma propriedade de descontaminação do solo através da decomposição das substâncias tóxicas metil-paration (organofosforado) e carbofuran (carbamato).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização das áreas experimentais

Os experimentos foram conduzidos em duas áreas na Fazenda Experimental São Manuel da FCA - UNESP, no município de São Manuel - SP. Essas áreas, distantes 150m entre si, estavam situadas em Latossolo Vermelho Escuro (LVE). De acordo com a classificação efetuada por Carvalho⁶, “Latossolo Vermelho Escuro Distrófico A moderado textura média fase cerrado tropical relevo ondulado”. A formação geológica local, pertencente ao grupo Bauru (formação Adamantina), apresentava solo moderadamente drenado, não rochoso e não pedregoso (Carvalho⁶).

A cor do solo, de ambos os locais de instalação dos experimentos em profundidade (0,40 a 0,60m), foi determinada de acordo com a Carta de Cores (Munsell Soil

⁶ CARVALHO, A. M. de. (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Dados não publicados, 1994.

Color Charts, 1998) como sendo 2,5YR 3/6 (úmido), concordando com descrição de Carvalho⁶.

Essas áreas estavam localizadas a altitude 743m, latitude 22°44'S e longitude 48°34'O, com clima característico Cwa, subtropical úmido, segundo classificação de Koeppen, com estiagem no período de inverno.

As áreas experimentais apresentavam-se em pousio por, aproximadamente, seis meses. Apresentavam diferentes espécies e portes de plantas invasoras locais, localizavam-se próximas à mata nativa e estavam distantes pelo menos 20m de outras áreas de cultivo convencional.

5.2 Tratamentos empregados e delineamento experimental

Para cada área experimental os ensaios foram constituídos de três tratamentos com 100m² cada, dispostos lado a lado, separados entre si oito metros e dispostos de forma que apresentaram o mesmo nível topográfico.

O tratamento 1 consistiu no tratamento convencional, ou seja, no controle químico de fitopatógenos. Foram adicionados esterco de curral, capim napier e Bokashi sem E.M.-4 no solo e em cobertura.

O tratamento 2 foi constituído pela testemunha sem qualquer tipo de tratamento para controle de doenças da parte aérea, exceto o tratamento de bulbilhos com fungicida. Foram adicionados esterco de curral, capim napier e Bokashi sem E.M.-4 no solo e em cobertura.

O tratamento 3 compreendeu o tratamento dos bulbilhos com E.M.-4 e

aplicação de E.M.-4 e E.M.-5 na parte aérea das plantas, sem aplicação de fungicidas. Foram adicionados esterco de curral e capim napier com adição de EM-4 e EM-Bokashi (Bokashi com EM-4) no solo e em cobertura.

Em se tratando da utilização de microrganismos e para evitar a contaminação dos tratamentos sem E.M. pelo solo tratado com E.M., as parcelas experimentais não puderam ser constituídas por pequenas áreas, como são utilizadas comumente nos experimentos de campo, constituindo-se blocos. Desta forma, cada tratamento foi disposto numa área contínua e os experimentos conduzidos de forma que, dentro de cada tratamento, foram obtidas as parcelas experimentais.

Dentro de cada tratamento, foram confeccionados sete canteiros e nesses canteiros foram plantadas quatro linhas de alho. Nas figuras 1 e 2 pode ser visualizado o preparo do solo e o experimento no campo. Na primeira área (área A), o experimento foi conduzido nos anos 1997, 1998 e 1999 e, na segunda área (área B), em 1998 e 1999. Em todos os anos, após a colheita, o solo permaneceu em pousio até novo preparo e plantio da cultura do alho.

5.3 Instalação e condução dos experimentos

5.3.1 Análise química do solo

Antes da instalação dos experimentos, em todos os anos, foram efetuadas amostragens de solo para análise química de macronutrientes e micronutrientes,



Figura 1 - Visão parcial do preparo do solo para a instalação do experimento no campo.



Figura 2 - Visão parcial do experimento no campo.

com o objetivo da correção do solo (calagem e adubação). As coletas foram efetuadas nas profundidades 0 a 0,20m, 0,20m a 0,40m e 0,40m a 0,60m e as análises laboratoriais feitas pelo Laboratório de Química de Solo do Departamento de Recursos Naturais da FCA. Essas determinações seguiram as metodologias propostas por Raij & Quaggio (1983) e Camargo et al. (1986), respectivamente, para macronutrientes e micronutrientes.

5.3.2 Correção do solo

Para a correção do pH do solo, foi considerada apenas a profundidade 0 a 0,30m e para a adubação do solo foi considerada a camada 0 a 0,20m, visto que os implementos utilizados nas áreas experimentais, para a incorporação do material, atingiram essas profundidades no solo. As coletas nas camadas 0,20 a 0,40m e 0,40 a 0,60m fizeram-se necessárias para que houvesse a possibilidade de comparação entre os tratamentos, nos diferentes anos de experimento.

5.3.2.1 Calagem

A adição de calcário dolomítico foi efetuada 30 dias antes da introdução da cultura, para ambas as áreas e anos. As quantidades foram baseadas na análise de solo e de forma que a saturação de bases atingisse 80,00%, conforme recomendação de Raij et al. (1997), para a cultura do alho. Os calcários utilizados, em todos os experimentos, foram analisados pelo Laboratório de Adubos do Departamento de Recursos Naturais da FCA, para a determinação do poder real de neutralização total (PRNT).

As quantidades do insumo foram calculadas de acordo com metodologia citada por Raij et al. (1997) e estão citadas no Quadro 1.

As plantas resultantes no período de pousio foram cortadas com uma roçadeira e, sobre essas plantas, foi distribuída metade da quantidade calculada do calcário, conforme recomendação de Barrera & Camargo (1988) e Emater (1991). Após, o calcário foi incorporado à profundidade 0,30m, por meio de arado reversível de três discos. Seguiu-se a distribuição da outra metade e a sua incorporação, através da utilização de grade niveladora. As áreas foram irrigadas com frequência de duas regas semanais durante 15 dias, para acelerar a reação de neutralização, conforme sugerido por Villas-Bôas⁷.

Quadro 1 - Quantidade de calcário aplicada nos diferentes anos, áreas e tratamentos.

Ano	Área	Tratamento ¹	Calcário ² (kg/ha)
1997	A	1	2190,00
1997	A	2	2190,00
1997	A	3	2190,00
1998	A	1	495,0
1998	A	2	704,00
1998	A	3	773,00
1998	B	1	1283,00
1998	B	2	507,00
1998	B	3	746,00
1999	A	1	0
1999	A	2	0
1999	A	3	0
1999	B	1	0
1999	B	2	0
1999	B	3	0

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² PRNT - 1997 = 90,22; 1998 = 91,00; 1999 = 90,50.

⁷ VILLAS-BÔAS, R.L. (Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Comunicação pessoal, 1997.

5.3.2.2 Adubação básica

A correção da fertilidade do solo foi baseada na necessidade da cultura (Raij et al., 1997), sendo efetuada quinze dias após a calagem. As quantidades dos adubos utilizados foram baseadas nas análises de solo efetuadas antes da implantação da cultura e tomando-se o devido cuidado com a dosagem de nitrogênio, o que poderia provocar superbrotamento das plantas (Barrera & Camargo, 1988), conforme encontrado também por Souza & Casali (1991) com doses crescentes de nitrogênio promovendo aumento na percentagem de bulbos superbrotados na cv. Juréia.

Foi utilizado o termofosfato BZ (marca Huzifertil, composto por 17,50% de P_2O_5 , 0,40% de zinco e 0,15% de boro), como adubo de baixa solubilidade e fonte de fósforo, zinco e boro. Além desse produto, foi também utilizado o Bórax (marca Nutrisafra, composto por 10,00% de boro) para complementar o fornecimento do nutriente nos experimentos (total de 3,00kg boro/ha). No Quadro 2, estão citadas as quantidades dos produtos aplicados.

Utilizou-se esterco de curral não curtido, na quantidade 40.000,00kg/ha na base seca (Menezes Sobrinho et al., 1984; Raij et al., 1997), tomando-se por base a umidade do esterco avaliada em laboratório (66,75%, 38,45% e 40,00%, respectivamente para 1997, 1998 e 1999).

Ainda como adubação básica foi utilizado, para os tratamentos 1 e 2, o Substrato de Bokashi (sem adição de E.M. e melão, sem fermentação), na quantidade de 2.000,00kg/ha. Para o tratamento 3, foi utilizado o Bokashi, na mesma proporção. O Bokashi utilizado foi composto por farelo de arroz (60%), torta de mamona (30%), farelo de casca de

arroz (5%), farinha de peixe (5%) e E.M.-4 (3,00L/1000,00kg, ou seja, 0,3% v:p) + melaço (3,00L/1000,00kg, 0,3% v:p) + água (300,00L/1000,00kg, 30% v:p), submetido à fermentação aeróbica. O Substrato de Bokashi utilizado foi composto pelos mesmos produtos do Bokashi, exceto o E.M.-4 e o melaço. Ambos os produtos foram produzidos pela Korin Agropecuária (Ipeúna-SP).

Quadro 2 - Quantidade de Termofostato BZ e Bórax aplicada nos diferentes anos, áreas e tratamentos.

Ano	Área	Tratamento¹	Termofostato BZ (kg/ha)	Bórax (kg/ha)
1997	A	1	1372,00	0
1997	A	2	1372,00	0
1997	A	3	1372,00	0
1998	A	1	686,00	19,70
1998	A	2	686,00	19,70
1998	A	3	686,00	19,70
1998	B	1	1372,00	9,50
1998	B	2	1372,00	9,50
1998	B	3	1372,00	9,50
1999	A	1	686,00	25,70
1999	A	2	686,00	25,70
1999	A	3	686,00	25,70
1999	B	1	686,00	19,70
1999	B	2	686,00	19,70
1999	B	3	686,00	19,70

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = EM

Como matéria verde, foi adicionado capim napier triturado, na quantidade de 30.000,00kg/ha de massa verde, conforme recomendação de Tokeshi⁸. Esse material foi proveniente de outros locais da mesma Fazenda Experimental.

⁸ TOKESHI, H. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 1997.

O termofosfato BZ, o bórax, o esterco de curral, o Substrato de Bokashi, bem como o Bokashi foram distribuídos no solo dos tratamentos e, sobre os mesmos, foi adicionada a matéria verde. Antes da incorporação e sobre a massa verde foi pulverizado a mistura E.M.-4 (40,00L/ha) e melação (50,00L/ha), diluída em água, com volume de calda de 1.500,00L/ha para o tratamento 3 e, para os tratamentos 1 e 2, a incorporação foi promovida após a pulverização apenas com água, no mesmo volume.

Os produtos Substrato de Bokashi, Bokashi e melação foram analisados quanto à constituição química no ano de 1997 e o esterco de curral foi analisado em 1997, 1998 e 1999. Os resultados dessas análises estão presentes no Quadro 3.

Desta forma, nos tratamentos 1 e 2 foram adicionados: esterco de curral + capim napier triturado + Substrato de Bokashi + termofosfato BZ + bórax e no tratamento 3: esterco de curral + capim napier triturado + Bokashi + E.M.-4 com melação + termofosfato BZ + bórax.

No ano 1997, a adubação foi efetuada em toda a área de cada tratamento antes da confecção dos canteiros e o material incorporado com grade niveladora. Após quinze dias, os canteiros foram preparados com encanteirador (1,10m de plataforma), atingindo 0,20m de profundidade e altura 0,15m e o plantio foi efetuado imediatamente após essa operação. No entanto, a partir dos resultados obtidos no final do primeiro ano de plantio, foi observada certa desuniformidade na fertilidade, provavelmente decorrente da má distribuição do material incorporado. Desta forma, nos anos de 1998 e 1999, quinze dias após a calagem, procedeu-se a confecção dos canteiros, e a adubação foi efetuada diretamente nos canteiros, sendo calculada por metro quadrado de canteiro e incorporada por meio de encanteirador (1,10m de plataforma em 1998 e 1,40m em 1999) à profundidade 0,20m.

Quadro 3 - Determinações analíticas do Bokashi, Substrato de Bokashi, melão e esterco de curral.

	Bokashi ²	Substrato de Bokashi ²	Melão ³	Esterco curral ²		
				1997	1998	1999
N t¹ (%)	3,98	3,24	0,73	2,48	1,41	1,18
P₂O₅ t (%)	4,66	3,64	0,60	1,88	1,00	0,70
K₂O t (%)	2,16	1,62	2,68	2,31	1,25	1,92
MO t (%)	74,63	82,32	-	57,07	27,42	46,70
C t (%)	41,41	45,73	-	31,71	15,23	25,94
Ca t (%)	3,75	0,40	1,03	1,90	1,61	1,24
Mg t (%)	2,16	0,15	0,23	0,51	0,70	0,64
S t (%)	0,26	0	0,50	-	3,00	0,22
Zn t (ppm)	591,58	100,54	87,00	461,91	700,00	400,00
Cu t (ppm)	227,53	100,54	104,00	576,58	300,00	360,00
Mnt (ppm)	591,58	402,15	104,00	749,39	800,00	1000,00
Fe t (ppm)	819,11	1709,15	451,00	10888,77	22300,00	16800,00
Na t (ppm)	910,13	- ⁴	134,00	2660,01	-	1240,00
pH CaCl₂	5,85	5,30	-	8,00	7,10	8,60
C/N	10/1	14/1	-	13/1	11/1	22/1

¹ t = total.

² todas as determinações foram efetuadas na base seca. Para MOt = 550°C e, para as demais, 110°C.

³ determinações efetuadas na condição de umidade natural (base úmida).

⁴ - = não determinado.

O plantio foi efetuado quinze dias após a adubação, conforme recomendação de Tokeshi⁹, sendo necessária uma nova operação do encanteirador, de forma que os canteiros ficassem com altura de 0,15m.

⁹ TOKESHI, H. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 1997.

5.3.3 Origem e preparo do alho-semente

O bulbilho-semente utilizado foi da cultivar Caçador, consistindo de bulbos da classe de diâmetro médio transversal 5, proveniente de Curitiba - SC, da empresa Planesul - Planejamento e Consultoria Técnica em 1997 e 1998 e, em 1999, de Santa Juliana - MG da mesma empresa. O plantio da cultivar é recomendado para a Região Sul, com clima mais frio e o seu ciclo é maior (170 a 180 dias), enquanto que, quando plantada em outras regiões mais quentes, onde há necessidade de vernalização antes do plantio, como em São Manuel - SP, ocorre o encurtamento para 120 a 130 dias.

Os bulbos utilizados foram vernalizados em câmara frigorífica, à temperatura de 4°C, durante 45 dias. Foi efetuada a debulha e os bulbilhos foram selecionados e classificados por tamanho para que houvesse maior uniformidade de brotação no campo, facilidade de tratos culturais e uniformidade de maturação das plantas, conforme recomendado por Müller & Silva (1983) e Menezes Sobrinho et al. (1984).

Foram utilizados bulbilhos de número 2 (retidos na peneira 2 - 10mm X 20mm), com peso médio de 3,30g. De acordo com Müller & Silva (1983) e Kamitsuji & Kimoto (1995), a produtividade está diretamente relacionada com o peso do bulbilho, sendo recomendado o plantio de bulbilhos com peso maior que 1,00g.

Quando da debulha, verificou-se o IVD (Índice Visual de Superação de Dormência) dos bulbilhos. Para tanto, foram tomados, ao acaso, dez bulbilhos do lote de bulbilhos-semente, e estes foram cortados longitudinalmente, sendo efetuadas as medições das folhas de brotação (FB) e de reserva (FR). O IVD, de acordo com metodologia citada por Ferreira et al. (1986), corresponde à razão entre FB e FR, multiplicado por 100. Segundo esses

autores, o alho não deve ser plantado quando o IVD é inferior a 70,00%. Para o ano 1997 foi observado IVD médio de 76,35% e, para os anos 1998 e 1999 de 100%.

Antes do plantio, para os tratamentos 1 e 2, os bulbilhos ficaram imersos em água de torneira durante 24 horas e, imediatamente antes do plantio, foram tratados com iprodione (“Rovral”) a 0,50% (0,5kgi.a./100kg de bulbilhos) (Kimati et al., 1986; Compêndio, 1996). Para o tratamento 3, os bulbilhos ficaram imersos por 24 horas em EM-4 (1:1000) antes do plantio e não foram tratados com fungicida.

5.3.4 Plantio

Cada tratamento foi representado por uma área de 100,00m², ou seja, 8,00m x 12,50m e foi composto por sete canteiros. Os canteiros foram confeccionados com 1,10m (1997 e 1998) e 1,40m (1999) de largura e com oito metros de comprimento. Os canteiros apresentaram-se espaçados entre si 0,70m em 1997 e 1998 e 0,40m em 1999. Em cada um deles, foram plantadas quatro linhas da cultura, longitudinalmente ao canteiro e espaçadas entre si 0,25m para os anos de 1997 e 1998 e, em 1999, 0,30m, sendo os bulbilhos-semente separados entre si 0,10m, conforme recomendações de Menezes Sobrinho et al. (1984), Müller & Silva (1983), Kimoto et al. (1996) e Santos (1988).

O plantio dos bulbilhos foi efetuado dois dias após o término da vernalização, respeitando o prazo máximo de seis dias após vernalização (Kimoto et al., 1996).

O plantio foi feito, manualmente, nos orifícios abertos pelo marcador de madeira, à profundidade de 0,03m a 0,05m (Menezes Sobrinho et al., 1984) e de forma que o ápice do bulbilho ficasse posicionado voltado para cima ou para o lado (Müller & Silva,

1983). Após, os orifícios com os bulbilhos foram cobertos e os canteiros receberam 0,07m de cobertura morta de acículas de *Pinus*, conforme recomendado por Santos (1988). Segundo Barrera & Camargo (1988) e Menezes Sobrinho (1997b), os objetivos da utilização da cobertura morta são aumentar a retenção de umidade do solo, diminuindo as perdas por evaporação, diminuir a temperatura do solo, favorecendo a formação do bulbo e retardar e/ou controlar o aparecimento de plantas invasoras.

O plantio dos bulbilhos foi efetuado em 28/05 nos anos de 1997 e 1998 e 31/05 em 1999.

5.3.5 Introdução da aveia preta

A cultura da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) foi implantada nos espaços entre os tratamentos e ao redor dos mesmos para servir como barreira física, principalmente no que tange à deriva de fungicidas, e para que funcionasse como quebra-vento. A semeadura foi efetuada logo após o plantio do alho, sendo utilizada a quantidade de 90,00kg/ha de sementes, com semeadura mecânica e espaçamento 0,20m entre linhas e profundidade de 0,03m a 0,04m, conforme recomendação de Derpsch & Calegari (1992).

5.3.6 Controle de doenças da parte aérea

Em todos os tratamentos, as pulverizações foram efetuadas semanalmente, a partir dos 20 dias após o plantio (dap), e se estendendo até o final do ciclo da cultura. Utilizou-se pulverizador costal marca “Jacto” com capacidade de 20L, com bico

cônico e volume de calda 7,5L por tratamento (750L/ha), sendo utilizados pulverizadores exclusivos para cada um dos tratamentos.

No tratamento 1, as plantas foram pulverizadas com os fungicidas mancozeb (não sistêmico - “Manzate 800”), entre 20 dap e 50 dap e na concentração 3,00kg do produto comercial (p.c.) por hectare, chlorothalonil (não sistêmico - “Daconil BR - 750”) a partir dos 50 dap e na concentração 1,50Kg p.c./ha e tebuconazole (sistêmico - “Folicur - 250”) aos 80 dap e 100 dap (1,00kg p.c./ha), intercalado com chlorothalonil (Menezes Sobrinho, 1978a; Kimati et al., 1986; Kimoto et al., 1994; Compêndio, 1996). As caldas dos fungicidas foi adicionado espalhante adesivo (“Ag-Bem”) na proporção de 5mL do produto/10L de calda (0,05%).

No tratamento 2, as plantas foram pulverizadas apenas com água de torneira.

No tratamento 3, as plantas foram pulverizadas, semanalmente e alternadamente, com E.M.-4 e E.M.-5. Em 1997 e 1998, os produtos foram aplicados na concentração 1:1000, misturados a melão (1:1000). O melão foi utilizado como espalhante adesivo e fonte nutricional (fonte de energia) para os Microrganismos Eficazes (E.M.). No ano de 1999, após ter acesso aos resultados apresentados no “IV Encontro de Produtores de Agricultura Natural (19 e 20 jun/1999)”, foi decidido pela “ativação” do E.M., de acordo com recomendação da Fundação Mokiti Okada (MOA) - Ipeúna -SP e Sakakibara (1998), os quais fazem referência à “quebra de dormência dos microrganismos, deixando-os mais ativos e promovendo melhor resultado final”. Além disso, de acordo com Sakakibara (1998), a utilização do melão sem uma prévia fermentação pelos Microrganismos Eficazes proporciona disponibilidade desse produto na superfície da planta, o que ocasiona proliferação de

patógenos na parte aérea. Sakakibara (1998) cita ainda que o “EM ativado”, ou seja, incubado, apresenta efeito imediato que quando se utiliza o EM apenas diluído, pois esse último começa a atuar no solo somente três dias a uma semana após a aplicação.

Desta forma, a mistura na proporção de 1:1:8 (E.M.:melaço:água destilada) foi acondicionada em recipiente plástico fechado e incubada por sete dias, em temperatura ambiente de laboratório, para a promoção de fermentação anaeróbica. Quando da pulverização, procedeu-se a diluição para 1:500 e pulverizou-se da mesma forma que nos anos anteriores.

5.3.7 Adubação de cobertura

Como adubação de cobertura nos tratamentos foi utilizado o Substrato de Bokashi (2.000,00kg/ha por aplicação) para os tratamentos 1 e 2, enquanto que, para o tratamento 3, foi utilizado Bokashi, na mesma quantidade. As aplicações foram efetuadas aos 30, 80 e 100 dap, tomando-se o cuidado para que o produto fosse colocado apenas no solo e não nas plantas, conforme recomendação de Fundação (1998).

5.3.8 Irrigação

A área experimental foi irrigada por aspersão, variando-se o suprimento hídrico nas diferentes fases do ciclo da cultura, com médias de duas regas semanais. As regas foram mais frequentes na fase inicial do desenvolvimento das plantas, e menos frequentes durante a fase de diferenciação dos bulbilhos e a fase final, de acordo com

recomendação de Santos (1988). Quinze dias antes da colheita a irrigação foi suspensa (Barrera & Camargo, 1988; Menezes Sobrinho, 1997b).

5.3.9 Controle de plantas daninhas

O controle das plantas daninhas foi efetuado manualmente, em várias ocasiões, através da eliminação das mesmas apenas dentro do canteiro e deixando-as crescer livremente ao redor dos tratamentos. As plantas retiradas foram deixadas sobre a cobertura morta de acícula de *Pinus*.

5.3.10 Eliminação das brotações laterais

As brotações laterais das plantas de alho foram eliminadas, antes da diferenciação dos bulbilhos, aos 60 dap.

5.3.11 Determinação da época da diferenciação dos bulbilhos

O processo de diferenciação dos bulbilhos foi acompanhado através da dissecação de algumas plantas das bordaduras das três áreas a partir de 75 dap. Em 1997 e 1999 a diferenciação ocorreu aos 75 dap, enquanto que, em 1998, a diferenciação ocorreu aos 84 dap.

5.3.12 Eliminação do escapo floral

Aos 110 dias após o plantio, o escapo floral (“pito”) das plantas foi retirado, sendo cortado três centímetros acima da região da inserção no escapo floral no pseudocaule da planta.

5.3.13 Controle de tripes

Para o controle de tripes (*Thrips tabaci* Lindeman.), aplicou-se uma vez, a mistura de methamidophós (Tamaron) (1,0mL/L - 0,1%) e deltamethrin (Decis) (0,5mL/L - 0,05%), nos três tratamentos e aos 40 dap em 1997 e aos 38 dap em 1999. Os produtos foram aplicados após ser constatada a presença de mais de 25 insetos por planta, de acordo com a recomendação de Villas Bôas et al. (1995).

5.3.14 Colheita, cura e toalete do alho

A colheita foi efetuada manualmente aos 120, 130 e 121 dap, em 1997, 1998 e 1999, respectivamente. A colheita foi feita pela manhã e os bulbos foram acondicionados em sacos de ráfia e levados à fase de cura, por 30 dias, em galpão ventilado, conforme recomendação de Menezes Sobrinho et al. (1984) e Menezes Sobrinho (1997b). A colheita foi efetuada em período seco nos anos de 1997 e 1999. No entanto, em 1998, foi efetuada em época chuvosa, prejudicando a qualidade do bulbo, concordando com Barrera & Camargo (1988), os quais citam que a ocorrência de chuvas na época da colheita acaba por

reduzir o valor comercial do produto. Após a cura, fez-se a toaleta dos bulbos, consistindo no corte da rama a um centímetro do bulbo, corte das raízes junto ao bulbo e na retirada da primeira capa externa ou túnica do bulbo (Menezes Sobrinho et al., 1984).

5.4 Avaliações

5.4.1 Doenças da parte aérea das plantas

Durante todo o ciclo da cultura, as plantas foram acompanhadas, sistematicamente, quanto ao desenvolvimento de doenças. As avaliações foram feitas aos 60, 75, 90 e 105 dias após o plantio.

Os valores da severidade da mancha púrpura, atribuídos a cada folha da planta, foram somados e divididos pelo número total de folhas da planta, obtendo-se, desta forma, uma nota por planta. Foram avaliadas dez plantas presentes em um metro linear, tomado ao acaso, dentro de cada uma das duas linhas centrais de cada canteiro (sendo excluídos dois metros das extremidades dos canteiros) e cada linha de dez plantas correspondeu a uma parcela. Foram avaliados cinco canteiros centrais por tratamento, em cada época de avaliação, totalizando-se 100 plantas por tratamento.

5.4.1.1 Mancha púrpura

Para a avaliação da severidade da mancha púrpura, foi utilizado um sistema de notas de 0 a 4, atribuídas à área foliar afetada, de acordo com metodologia utilizada

por Kimoto et al.¹⁰, que permite a avaliação de cada uma das folhas da planta e cujos valores são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Sistema de notas para a severidade da mancha púrpura.

Nota atribuída	Área foliar afetada (%)
0	0
1	até 25
2	26 a 50
3	51 a 75
4	> 75

5.4.2 Aspectos vegetativos das plantas

Para a determinação da emergência, foi considerada como parcela útil um metro linear, tomado ao acaso, dentro de cada uma das duas linhas centrais de cada canteiro (sendo excluídos dois metros de cada uma das extremidades dos canteiros). Para as determinações de altura, número de folhas verdes das plantas e ocorrência de superbrotamento (pseudoperfilhamento), foram avaliadas dez plantas seguidas, a partir de um ponto tomado ao acaso, dentro de cada uma das duas linhas centrais de cada canteiro (sendo excluídos dois metros das extremidades dos canteiros).

Para todas as determinações, cada linha avaliada correspondeu a uma parcela e foram observadas as plantas de cinco canteiros centrais por tratamento,

¹⁰ KIMOTO, T.; PAVAN, M.A. & KUROSZAWA, C. (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Dados não publicados.

correspondendo ao total de dez repetições por tratamento.

5.4.2.1 Emergência

Para a emergência foram contadas as plantas que emergiram em um metro linear, conforme descrito no item 5.4.2. Essa determinação foi efetuada aos 16 dias e 30 dias após plantio.

5.4.2.2 Altura da planta

Essa determinação correspondeu à medida da distância entre a superfície do solo e o ápice da folha mais longa da planta, expressa em metros. As avaliações foram efetuadas aos 30, 75 e 110 dias após o plantio.

5.4.2.3 Número de folhas verdes por planta

Para esta variável foram consideradas folhas verdes aquelas que apresentaram $1/3$ ou mais de área foliar ainda verde. Também a folha mais nova da planta foi considerada quando apresentou comprimento maior que a metade do comprimento do limbo da maior folha da planta. As avaliações foram efetuadas aos 30, 75 e 110 dias após o plantio.

5.4.2.4 Superbrotamento

Essa avaliação consistiu na contagem do número de plantas superbrotadas (pseudoperfilhadas), aos 109 dias após o plantio.

5.4.3 Bulbos

As avaliações dos bulbos foram efetuadas após a cura e toaleta (30 dias após a colheita). Foram avaliados bulbos provenientes das plantas presentes em um metro linear, tomado ao acaso, dentro de cada uma das duas linhas centrais de cada canteiro (sendo excluídos dois metros das extremidades do canteiro). Desta forma, os bulbos originários de cada linha de plantas correspondeu a uma parcela, sendo coletadas plantas de cinco canteiros por tratamento, totalizando-se dez repetições por tratamento.

5.4.3.1 Peso

Corresponde ao peso total dos bulbos, expresso em quilogramas.

5.4.3.2 Produtividade

A partir do peso dos bulbos produzidos, foi estimada, para as condições do experimento, ou seja, quatro linhas de plantas por canteiro, a produtividade em kg/ha.

5.4.3.3 Classificação em função do diâmetro transversal

Os bulbos foram classificados nas diversas classes, de 2 a 7, de acordo com classificação citada por Menezes Sobrinho et al. (1984) e Menezes Sobrinho (1997b), conforme citado no Quadro 5.

Após a classificação, foram transformados para porcentagem do peso de bulbos nas diferentes classes e os valores foram calculados pela somatória dos percentuais nas classes 2, 3 e 4 e nas classes 5, 6 e 7, visto que os bulbos das classes superiores são os mais valorizados comercialmente (Resende, 1997).

Quadro 5 - Classificação de bulbos de alho em função do diâmetro transversal.

Classe	Diâmetro transversal (mm)
2	25 a < 32
3	32 a < 37
4	37 a < 42
5	42 a < 47
6	47 a < 55
7	> 55

5.4.4 Temperatura do solo

Foram efetuadas avaliações semanais de temperatura na superfície do solo e em três profundidades (0,20m, 0,40m e 0,60m), as 15:00, 15:30, 16:00 e 16:30 horas, respectivamente, de acordo com recomendação de Souza¹¹.

¹¹ SOUZA, N.L. (Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Comunicação pessoal, 1998.

5.4.5 Análise química do solo

Para todos os anos do experimento foram efetuadas, em três épocas, coletas de solo para análise de macronutrientes e micronutrientes. A primeira coleta foi feita em março (60 dias antes da introdução da cultura), a segundo 30 dias após o plantio e a terceira logo após a colheita do alho, ou seja, na primeira semana do mês de outubro. Essas coletas foram efetuadas com trado do tipo sonda, as profundidades 0 a 0,20m, 0,20m a 0,40m e 0,40m a 0,60m e cada amostra composta por sete amostras simples. As amostras foram analisadas no Laboratório de Química de Solo do Departamento de Recursos Naturais da FCA, de acordo com as metodologias citadas por Raij & Quaggio (1983) para macronutrientes e Camargo et al. (1986) para micronutrientes.

5.4.6 Análise química das folhas de alho

Para os anos de 1997 e 1999, foram efetuadas coletadas de folhas para análise química de nutrientes. Foram coletadas, aos 65 dias de idade, a folha mais nova, completamente desenvolvida, de acordo com recomendação de Malavolta et al. (1989). Esta amostragem consistiu de uma folha por planta e cada amostra composta por 20 folhas.

5.4.7 Análise física do solo

As coletas para análise física foram efetuadas, para todos os anos do experimento, em março (60 dias antes do plantio, ou seja, após pousio de 150 dias) e em

outubro (após a colheita, na primeira semana do mês de outubro). As amostras foram coletadas em quatro pontos por tratamento, as profundidades 0 a 0,20m, 0,20m a 0,40m e 0,40m a 0,60m e analisadas no Laboratório de Física de Solos do Departamento de Recursos Naturais da FCA. Foram coletadas amostras de solo sob forma deformada e solo em anéis volumétricos (amostras indeformadas) e, quando da amostragem, descartou-se dois centímetros da superfície do solo a ser coletado. As amostragens seguiram esquema previamente determinado, tomando-se o cuidado para que o solo não fosse coletado onde já o havia sido.

Para a determinação da textura, as amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de malha 2mm terra fina seca ao ar (TFSA). Para a determinação de estabilidade dos agregados, as amostras foram secas ao ar, passadas por peneira de 4mm e retidas em peneira 2mm. Para as análises de densidade do solo e condutividade hidráulica, as amostras foram coletadas em anéis volumétricos (volume aproximado de 100cm³) e, para a análise de umidade atual do solo, as amostras foram coletadas em latas de alumínio. Para a determinação da resistência do solo à penetração foram utilizados penetógrafo e penetrômetro e foram efetuadas quatro amostragens por tratamento.

5.4.7.1 Análise textural do solo

Para a análise textural do solo (análise granulométrica), foi utilizado o método de Bouyoucos, conhecido também como método do densímetro (Embrapa, 1979) e essa análise foi efetuada no sentido da classificação da textura do solo dos experimentos. Desta forma, essa determinação foi efetuada apenas quando da primeira coleta de solo em ambas as áreas (A e B). Os resultados dessa análise foram expressos em g da partícula por kg

de solo.

5.4.7.2 Densidade do solo

Também conhecida como densidade aparente, a densidade do solo pode ser definida como a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seco e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros (Kiehl, 1979). A densidade do solo foi analisada pelo método do anel ou cilindro volumétrico (Embrapa, 1997) e os resultados expressos em $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

5.4.7.3 Condutividade hidráulica

A condutividade hidráulica (CH) pode ser definida como a velocidade com que a água se movimenta no solo (Embrapa, 1997). Essa determinação foi efetuada pelo método do permeâmetro de carga decrescente para amostras de solo com estrutura indeformada, de acordo com metodologia descrita por Libardi (1984) e os resultados expressos em centímetros por minuto.

5.4.7.4 Estabilidade dos agregados

Conhecida como percentagem de agregados, essa determinação faz referência à estrutura do solo (Kiehl, 1979), medindo a quantidade e distribuição dos agregados estáveis à agitação mecânica (Embrapa, 1997). A estabilidade dos agregados foi

determinada pelo método de tamisamento por via seca (Embrapa, 1997) e os resultados expressos em porcentagem de agregados.

Para a análise foram utilizadas peneiras sobrepostas na ordem 2,00mm, 1,00mm, 0,50mm, 0,25mm, 0,10mm e menor que 0,10mm (fundo). Os agregados foram, desta forma, classificados nas classes 4,00mm a 2,00mm, 2,00mm a 1,00mm, 1,00mm a 0,50mm, 0,50mm a 0,25mm, 0,25mm a 0,10mm e menores de 0,10mm.

5.4.7.5 Resistência à penetração

Essa determinação, no ano de 1997 e na primeira avaliação do ano de 1998, na área B, foi efetuada através de penetrógrafo. De acordo com Stolf et al. (1983), essa categoria de equipamento apresenta o inconveniente de, quando o operador não conseguir manter uma velocidade constante na penetração, proporcionar alterações nos resultados.

Desta forma, as demais avaliações de resistência à penetração foram feitas através do uso de penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, conforme metodologia descrita por Stolf et al. (1983), registrando-se o número de impactos necessários para penetrar o solo na profundidade 0,60m. Os dados de resistência à penetração podem apresentar alguma variação em função da umidade do solo (Stolf et al., 1983) e, devido a este fator, foram coletadas amostras para a determinação da umidade, concomitantemente as determinações. No entanto, ainda não se tem disponíveis fatores de correção para esse tipo de

interferência, mas de acordo com Lanças¹², esse trabalho está sendo desenvolvido para quatro diferentes tipos de solo e, dentro em pouco, poder-se-á efetuar essa correção.

Para todas as avaliações, foram efetuadas quatro repetições por tratamento.

5.4.7.6 Umidade atual

A umidade atual (umidade gravimétrica) do solo foi determinada de acordo com metodologia descrita por Prevedello (1996) e Embrapa (1997) e expressa em percentagem.

5.4.7.7 Infiltração de tinta

Essa análise foi efetuada logo após a colheita do alho em 1999 e baseada na determinação efetuada por Tokeshi et al. (1993), com alterações, para traçar o percurso da água no solo e tornar visível a presença de agregados a grandes profundidades, ou seja, utilizando a infiltração de tinta como traçador de caminhos biológicos. Foram efetuadas amostragens em quatro pontos por tratamento.

Inicialmente, retirou-se a camada superior do solo, aproximadamente

¹² LANÇAS, K.P.- (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Comunicação pessoal, 1998.

0,02m. Após, foi inserido um tubo de pvc, de 0,10m de diâmetro e 0,30m de comprimento. O tubo foi posicionado de forma que metade do seu comprimento total ficasse enterrado no solo. Colocou-se no tubo o equivalente a 1,00L de tinta látex branca de marca “Suvinil” diluída em água (1:8).

Foi considerado como tempo de infiltração o período que a tinta demorou para infiltrar no solo. Após esse período, o tubo foi retirado e foi confeccionada uma trincheira a partir do centro do local de posição do tubo. Com o auxílio de uma régua foi medida a abrangência, em profundidade (m), da tinta no perfil do solo.

5.4.8 Análise microbiológica do solo

Logo após a colheita do alho, para os anos de 1998 e 1999, foram efetuadas coletas de solo para análise microbiológica. As amostras foram obtidas a partir de trincheiras abertas em quatro pontos por tratamento e com profundidades de 0m a 0,30m e 0,30m a 0,60m, tomando-se o cuidado para que o solo fosse retirado de todo o perfil e de forma que não houvesse contaminação entre as amostras e entre profundidades.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Química Orgânica da EMBRAPA - CNPMA (Jaguariúna - SP), e analisadas quanto ao teor de polissacarídeos (mg de polissacarídeos/g de solo) para os dois anos, biomassa microbiana em carbono ($\mu\text{gC/g}$ de solo) para os dois anos e atividade da desidrogenase ($\mu\text{LH/g}$ de solo) no ano 1999, sob a coordenação da Dr.^a Rosa T. S. Frighetto.

5.4.8.1 Teor de polissacarídeos

O teor de polissacarídeos foi determinado através da metodologia descrita por Santanotoglia & Fernandez (1983). Os polissacarídeos ou goma são produzidos principalmente, por bactérias do solo e atuam como agentes cimentantes das partículas primárias do solo (areia, silte e argila), formando os agregados (partículas secundárias) (Kiehl, 1979; Mello, 1989; Lopes, 1998).

5.4.8.2 Biomassa microbiana em carbono

A biomassa microbiana em carbono foi determinada através da metodologia citada por Vance et al. (1987), através do processo de fumigação-extração (FE) das amostras. A biomassa microbiana reflete a parte viva da matéria orgânica do solo, excluindo-se raízes e animais maiores que $5.000\mu\text{m}^3$ (Jenkinson & Ladd, 1981).

5.4.8.3 Atividade da desidrogenase

O método da análise da atividade da desidrogenase tem caráter enzimático e também determina a atividade microbiana no solo. Alvear et al. (1998) citam que a desidrogenase é uma das enzimas que catalizam reações químicas envolvidas na transformação da matéria orgânica, apresentando grande importância na atividade biológica do solo, pois reflete a capacidade oxidativa da microflora presente.

A metodologia utilizada para essa determinação foi descrita por Bitton

& Koopman (1989) e expressa em $\mu\text{LH/g}$ de solo.

5.5 Análise dos resultados

O experimento foi considerado como delineamento inteiramente casualizado e efetuou-se análise de variância. As médias dos dados foram comparadas pelo Teste t, em nível de 5% de probabilidade, de acordo com metodologia citada por Pimentel Gomes (1987) e Winer (1971).

5.6 Dados climáticos

Foram coletados dados diários de temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação nos três anos experimentais. Os dados climáticos estão representados nas figuras 3, 4 e 5.

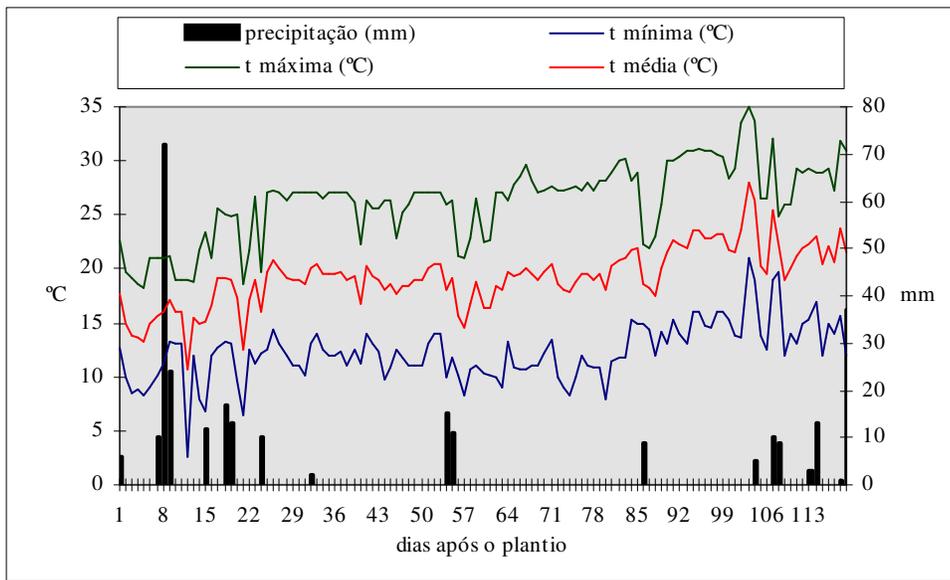


Figura 3 - Temperaturas máxima, mínima e média e precipitação. São Manuel, 1997.

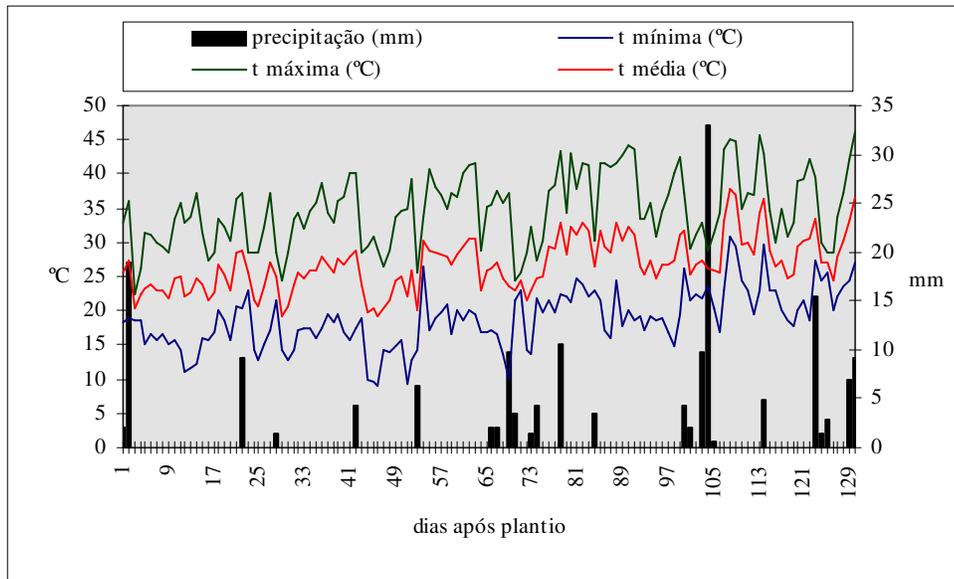


Figura 4 - Temperaturas máxima, mínima e média e precipitação. São Manuel, 1998.

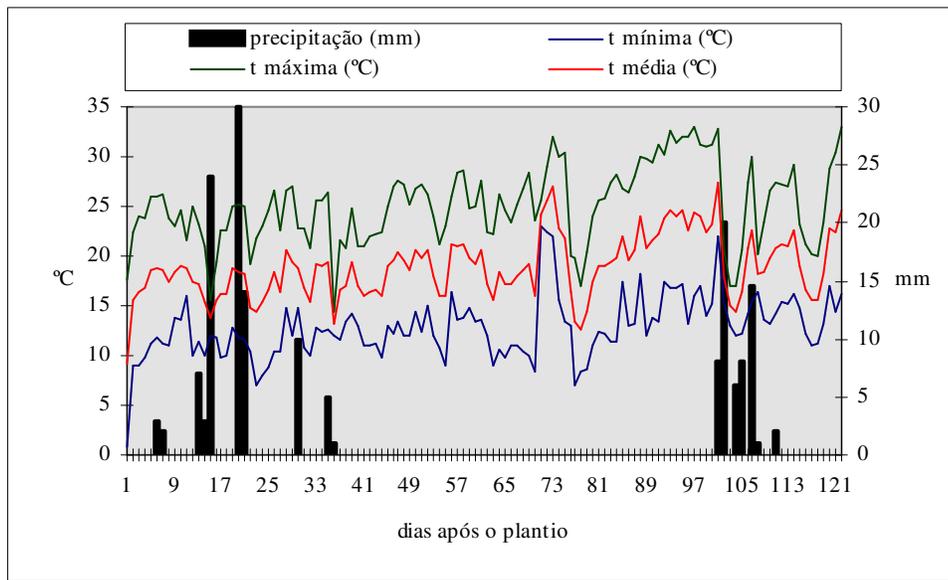


Figura 5 - Temperaturas máxima, mínima e média e precipitação. São Manuel, 1999.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Mancha púrpura

De acordo com os quadros 6 e 7, pode-se observar que, de modo geral, para os anos de 1997 e 1998, para a área A, e 1998 para a área B, as plantas do tratamento 3, ou seja, do tratamento com E.M., foram as que apresentaram maior severidade da mancha púrpura, seguida pela testemunha (tratamento 2), onde as plantas foram pulverizadas apenas com água. Enquanto que, as plantas referentes ao tratamento químico (tratamento 1) foram as que mostraram melhor controle da doença.

Observou-se também que, no ano de 1997, a severidade da doença no tratamento 3 foi equivalente à severidade do tratamento 2 aos 60 dias após o plantio (dap) e inferior ao tratamento 2 aos 75 e 90 dap. No entanto, ao final do ciclo da cultura (105 dap), ocorreu aumento da severidade no tratamento 3 e o mesmo problema ocorreu no ano de 1998 para ambas as áreas.

Quadro 6 - Severidade da mancha púrpura do alho, em quatro épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área A.

Tratamento	Avaliação ¹			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a
1997				
1 ²	0,30 ³ B b K ⁴	0,65 C a K	0,22 C b K	0,02 C c K
2	0,49 A d K	1,11 A a K	0,70 A c K	0,94 B b K
3	0,43 A c K	0,79 B b K	0,38 B c K	1,40 A a K
cv (%)	6,75	4,33	8,02	12,06
1998				
1 ¹	0 A b L	0 B b L	0,12 A a L	0,06 C ab K
2	0 A c L	0 B c L	0,14 A b L	0,35 B a M
3	0 A c L	0,11 A b L	0,20 A b L	1,09 A a L
cv (%)	0	2,46	4,44	13,13
1999				
1 ¹	0 A b L	0 A b L	0 A b M	0,10 B a K
2	0 A b L	0 A b L	0 A b M	0,48 A a L
3	0 A b L	0 A b M	0 A b M	0,40 A a M
cv (%)	0	0	0	9,21

¹ 1^a avaliação = 60 dias após o plantio (dap)

2^a avaliação = 75 dap

3^a avaliação = 90 dap

4^a avaliação = 105 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

³ Média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Notas atribuídas a cada uma das folhas da planta, através de escala de 0 a 4.

⁴ médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a M nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$

O aumento da severidade da doença no tratamento 3, em relação ao tratamento 2, para os anos de 1997 e 1998, provavelmente, foi decorrente da utilização do melão, nas pulverizações, como espalhante adesivo e nutriente (substrato) para o estabelecimento dos Microrganismos Eficazes na superfície das plantas. Assim, com a disponibilidade do produto na superfície da planta, é possível que o desenvolvimento do patógeno na parte aérea tenha sido favorecido, contribuindo para o incremento da doença e

impossibilitando a competição dos microrganismos benéficos com o patógeno. Sakakibara (1998) também faz referência a esse tipo de problema decorrente do uso de melão não fermentado.

Quadro 7 - Severidade da mancha púrpura do alho, em quatro épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.

Tratamento	Avaliação ¹			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a
1998				
1 ²	0 A b K	0 A b K	0,039 ³ C a K ⁴	0,013 C b K
2	0 A a K	0 A a K	0,133 B a K	0,163 B a L
3	0 A c K	0 A c K	0,218 A b K	0,367 A a K
cv (%)	0	0	3,20	6,98
1999				
1 ¹	0 A a K	0 A a K	0 A a L	0,032 C a K
2	0 A b K	0 A b K	0 A b L	0,273 A a K
3	0 A b K	0 A b K	0 A b L	0,174 B a L
cv (%)	0	0	0	5,57

¹ 1ª avaliação = 60 dias após o plantio (dap)

2ª avaliação = 75 dap

3ª avaliação = 90 dap

4ª avaliação = 105 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = EM

³ Média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Notas atribuídas a cada uma das folhas da planta, através de escala de 0 a 4.

⁴ médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula K e L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$

A partir dos resultados obtidos em 1997 e dos resultados divulgados no “IV Encontro de Produtores de Agricultura Natural” (São Paulo, junho de 1999), optou-se pela incubação do E.M. (“E.M. ativado”), com o objetivo de potencializar a atividade dos Microrganismos Eficazes, através da fermentação anaeróbica com o melão, contribuindo com o melhor estabelecimento dos microrganismos, principalmente daqueles que se encontravam

latentes no E.M. original (Sakakibara, 1998).

Assim sendo, houve redução da severidade da doença de 1998 para 1999 no tratamento 3, de 1,09 para 0,40 para a área A (Quadro 6) e de 0,367 para 0,174 na área B (Quadro 7), enquanto que, nos tratamentos 1 e 2, esses valores permaneceram constantes ou aumentaram no decorrer dos anos de experimento. O valor da severidade da doença no tratamento 3, no ano de 1999, mostrou-se semelhante (0,40), para a área A, ou menor (0,174), para a área B, quando comparado ao tratamento 2 (0,48 e 0,273, respectivamente).

Além disso, deve-se considerar que o solo da área B, apesar de apresentar características texturais semelhantes ao solo da área A, foi menos cultivado nos anos que antecederam o experimento que a área A e, desta forma, esse fato pode ter contribuído para melhor controle da doença no tratamento 3 em relação ao tratamento 2, para o ano de 1999.

Dessa forma, os resultados obtidos em 1999 sugerem efeito positivo da utilização do E.M., devido ao uso do “E.M. ativado”, o que, provavelmente, possibilitou aumento da sua competição com o patógeno presente na superfície da planta.

Além disso, também foi observado que a doença, em 1997, ocorreu desde o início do ciclo da planta, concordando com Kimati (1980) e Schwartz & Mohan (1995), que descrevem que a severidade da doença ocorre desde o início do desenvolvimento vegetativo, quando as condições são favoráveis ao patógeno. Porém, para 1998, a doença foi constatada a partir dos 75 dap para a área A e após os 90 dap na área B. Em 1999, para ambas as áreas, a doença ocorreu apenas após os 90 dap. De modo geral, os resultados mostram que a severidade da doença, no experimento em questão, aumentou principalmente após 90 dap.

Observou-se, portanto, que a fase mais crítica, com o aumento da severidade, ocorreu a partir da época da bulbificação, devido ao aumento da concentração do inóculo na cultura e à maior suscetibilidade da planta nessa fase, bem como pelo aumento de folhas senescentes, visto que o fungo apresenta característica necrotrófica, concordando com descrição de Kimati (1980) que faz referência à maior severidade em folhas mais velhas.

No ano de 1999 ocorreu menor severidade da doença, enquanto que em 1997 apresentou maior severidade da doença. De acordo com os dados climáticos das figuras 4 a 6, pode-se observar que houve melhor distribuição de chuvas em 1997 e 1998 durante o ciclo da cultura, quando comparado a 1999, no qual não houve ocorrência de chuva na maior parte do ciclo da cultura, incluindo a fase de maior suscetibilidade. No entanto, quando se observa os dados de 1998, nota-se ainda que a severidade foi menor quando comparada com 1997, devido a menor quantidade de inóculo no campo em 1998. Somente em 1997, a 50 metros de distância do experimento, havia ensaios de outros pesquisadores com diferentes variedades de alho e diferentes espaçamentos de plantio, onde se constatava alta incidência, principalmente de mancha púrpura, o que contribuiu com o inóculo para este experimento. A utilização de barreiras físicas pela implantação da cultura da aveia ao redor do experimento e pelos terraços contendo capim napier já existentes no local não foram suficientes para conter a introdução do inóculo.

Com relação ao controle químico, os resultados positivos obtidos no controle da mancha púrpura através da aplicação de mancozeb, chlorothalonil e tebuconazole corroboram com os citados por Frosi & Becker (1983), Menezes Sobrinho (1978a), Forcelini et al. (1993), Kimoto et al. (1994) e Oliveira et al. (1999). Com a redução da severidade da mancha púrpura, observou-se incremento na produtividade, conforme pode ser verificado nos

quadros 18 e 19. Assim, a severidade da doença apresentou correlação negativa com a produtividade ($R^2 = -0,66$, $p < 0,05$). Essa análise evidencia a importância do controle desse patógeno na produtividade da cultura do alho. Esses resultados são corroborados por Kimati (1980), Filgueira (1982) e Schwartz & Mohan (1995), os quais afirmam que ocorre redução da produtividade com o incremento da severidade da mancha púrpura na cultura do alho.

A redução da severidade ou mesmo o total controle de doenças da parte aérea de diversas espécies de plantas através do uso de E.M. é relatada por diversos pesquisadores. Castro et al. (1993b) obtiveram redução na severidade da mancha bacteriana em pimentão, provocada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Sakakibara (1988) obteve controle satisfatório de *Pseudoperonospora cubensis* em pepino, Huang et al. (1998) fazem referência ao controle de *Polystigma rubrum* em ameixeira e Chagas et al. (1999) relatam o controle de *Cercospora coffeicola* em cafeeiro, mesmo sem utilização de E.M. ativado.

6.2 Aspectos vegetativos das plantas

6.2.1 Emergência

Para o ano de 1998, nas duas áreas, a emergência no tratamento 3 foi superior aos outros tratamentos (quadros 8 e 9). Em 1999, os valores foram maiores que os do tratamento 1, porém, sem apresentar diferença da testemunha.

A partir dos resultados da análise estatística geral, envolvendo todos os dados (rodapé dos quadros 8 e 9), observou-se que, o tratamento 3, para ambas as áreas,

proporcionou melhor emergência das plantas, independentemente dos anos e épocas de avaliação.

Através desses dados constata-se que as plantas tratadas com E.M. tenderam a apresentar melhor desenvolvimento vegetativo na fase inicial da cultura, quando submetidas ao tratamento de bulbilhos com E.M.-4 e pulverizadas com E.M. a partir dos 20 dap.

Quadro 8 - Emergência das plantas, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área A.

Tratamento	Avaliação ¹	
	1. ^a	2. ^a
1997		
1 ²	11,00 ³ A a K	11,00 A a K
2	10,90 A a K	10,90 A a K
3	10,90 A a K	10,90 A a K
cv (%)	2,36	2,36
1998		
1	10,20 B a L	9,80 B a L
2	9,90 B a L	9,70 B a L
3	10,90 A a K	10,70 A a K
cv (%)	5,71	7,10
1999		
1	9,20 B a M	9,60 B a M
2	9,70 AB a L	10,00 AB a L
3	10,00 A a K	10,40 A a L
cv (%)	8,78	6,83

¹ 1ª avaliação = 16 dap

² 2ª avaliação = 30 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

³ Média de dez repetições, compostas pelas plantas presentes em um metro linear. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a M nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Análise geral dos dados: tratamento 1 = 10,13 B; tratamento 2 = 10,18 B; tratamento 3 = 10,63 A (cv = 5,86%).

Siqueira et al. (1993) observaram aumento de germinação em sementes botânicas de hortaliças e a produção de plântulas mais uniformes e vigorosas, através da sua imersão em E.M. e atribuíram o fato à presença de substâncias hormonais como giberelinas. Chen et al. (1997) também verificaram que esterco de curral + E.M. proporcionou aumento na emergência de *Zantedeschia* sp. Sangakkara & Attanayake (1996), Zhao (1998) e Tokeshi & Chagas (1999) também verificaram o efeito do E.M. na promoção da germinação de sementes de diferentes espécies vegetais e também atribuíram esse efeito à presença de hormônios no E.M. ou a decomposição do tegumento pela presença de *Lactobacillus* no produto (Harakawa & Higa, 1991). De acordo com Fundação (1998), os diferentes metabólitos produzidos pelos Microrganismos Eficazes, tais como enzimas, aminoácidos e hormônios, exercem efeito positivo direto e indireto na germinação e no crescimento das plantas.

Quadro 9 - Emergência das plantas, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.

Tratamento	Avaliação ¹	
	1. ^a	2. ^a
1998		
1²	10,2 ³ B a K	10,2 B a K
2	10,5 AB a K	10,0 B b K
3	10,8 A a K	10,7 A a K
cv (%)	5,47	5,18
1999		
1¹	9,3 B b K	9,8 B a L
2	9,7 AB a L	10,0 AB a K
3	10,2 A a K	10,4 A a L
cv (%)	5,41	4,76

¹ 1ª avaliação = 16 dap, 2ª avaliação = 30 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

³ Média de dez repetições, compostas pelas plantas presentes em um metro linear. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Análise geral dos dados: tratamento 1 = 9,88 B; tratamento 2 = 10,05 B; tratamento 3 = 10,53 A (cv = 5,30%).

6.2.2 Altura da planta

Nas áreas A e B não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos na altura das plantas, exceto no início do ciclo da planta em 1998 no tratamento 3 (quadros 10 e 11), o qual apresentou maior valor em relação aos outros tratamentos.

Quadro 10 - Altura da planta (m), em três épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área A.

Tratamento	Avaliação ¹		
	1. ^a	2. ^a	3. ^a
1997			
1²	0,23 ³ A b L	0,63 A a L	0,66 A a L
2	0,24 A b L	0,61 A a L	0,63 B a L
3	0,24 A c L	0,62 A a L	0,59 C b L
cv (%)	8,66	6,08	6,93
1998			
1¹	0,24 B b L	0,75 A a K	0,75 A a K
2	0,25 B b L	0,73 A a K	0,75 A a K
3	0,28 A b K	0,76 A a K	0,74 A a K
cv (%)	8,29	2,73	3,22
1999			
1¹	0,30 A b K	0,76 A a K	0,76 A a K
2	0,31 A b K	0,73 B a K	0,74 A a K
3	0,31 A b K	0,77 A a K	0,76 A a K
cv (%)	5,62	2,41	4,99

¹ 1ª avaliação = 30 dap

2ª avaliação = 75 dap

3ª avaliação = 110 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

³ Média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Embora a cultura não seja a mesma, os resultados obtidos no presente trabalho, de modo geral, não são concordantes com os encontrados por Daly & Stewart (1999),

os quais observaram aumento de 76% na altura das plantas de cebola pulverizadas três vezes com E.M. (10,00L/ha) acrescido de melão (10,00L/ha) em comparação à testemunha, e por Chen et al. (1997), que verificaram aumento no crescimento de *Zantedeschia* sp. Além disso, em 1997, houve redução na altura das plantas aos 110 dap no tratamento 3, em decorrência do aumento da severidade da mancha púrpura, principalmente com necrose e secamento apical das folhas e posterior queda dessa região. Segundo Kimati (1980), esta doença provoca, entre outros sintomas, murcha e enrugamento das folhas a partir da região apical.

Quadro 11 - Altura da planta (m), em três épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área B.

Tratamento	Avaliação ²		
	1. ^a	2. ^a	3. ^a
1998			
1¹	0,24 ³ B c L	0,72 A b L	0,75 A a L
2	0,23 B c L	0,74 A b L	0,75 A a L
3	0,27 A b L	0,73 A a L	0,73 A a L
cv (%)	8,36	3,21	2,40
1999			
1¹	0,32 A c K	0,75 A b K	0,77 A a K
2	0,31 A b K	0,76 A a K	0,77 A a K
3	0,29 B b K	0,76 A a K	0,76 A a K
cv (%)	5,76	2,78	2,80

¹ 1ª avaliação = 30 dap

2ª avaliação = 75 dap

3ª avaliação = 110 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

³ Média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Nos anos seguintes, para todas as avaliações e tratamentos, foram observadas maiores alturas em relação a 1997, de modo que o ano de 1999 foi o que apresentou melhor desenvolvimento das plantas. Esse fato é decorrente da correção da

fertilidade do solo, bem como da melhoria da agregação do solo, em todos os tratamentos.

6.2.3 Número de folhas verdes por planta

No ano de 1997, foi observada redução no número de folhas verdes por planta nos tratamentos 2 e 3, em relação ao tratamento 1, em virtude da severidade da mancha púrpura (Quadros 12).

Quadro 12 - Número de folhas verdes por planta, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos três anos - área A.

Tratamento	Avaliação ¹		
	1. ^a	2. ^a	3. ^a
1997			
1 ²	3,68 ³ A c L	7,24 A a K	4,35 A b M
2	3,54 A b L	6,15 B a L	2,44 B c M
3	3,49 A b M	6,25 B a L	0,88 C c M
cv (%)	6,91	6,30	24,65
1998			
1	3,61 A c L	7,21 AB a K	5,78 A b L
2	3,51 A c L	6,96 B a K	4,97 B b L
3	3,93 A c L	7,42 A a K	4,63 C b L
cv (%)	7,58	4,18	9,29
1999			
1	4,02 B c K	7,11 A a K	6,17 A b K
2	4,19 AB c K	7,09 A a K	6,36 A b K
3	4,53 A c K	7,35 A a K	6,46 A b K
cv (%)	4,78	3,73	6,74

¹ 1ª avaliação = 30 dap

2ª avaliação = 75 dap

3ª avaliação = 110 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

³ Média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Análise geral dos dados: tratamento 1 = 4,22 C; tratamento 2 = 5,33 B; tratamento 3 = 5,92 A (cv = 7,42%).

A análise geral dos dados demonstra que o tratamento 3, para as duas áreas (quadros 12 e 13), foi o que apresentou maior número de folhas verdes por planta, independentemente dos anos e épocas de avaliação.

No decorrer dos anos, assim como para a altura da planta, foi verificado maior produção de folhas nas duas áreas. Também pode ser observado que, aos 75 dap, as plantas atingiram o máximo número de folhas no ciclo e após esse período, ou seja, após a fase de bulbificação, ocorreu decréscimo na produção de folhas, bem como início da senescência natural das mesmas até o final do ciclo da cultura.

Quadro 13 - Número de folhas verdes por planta, em duas épocas de avaliação, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.

Tratamento	Avaliação ¹		
	1. ^a	2. ^a	3. ^a
1998			
1²	3,43 ³ B c L	7,08 B a K	5,72 A b L
2	3,34 B c L	7,28 AB a K	5,48 A b L
3	3,71 A c L	7,51 A a K	5,66 A b L
cv (%)	6,04	3,52	5,07
1999			
1	4,32 B c K	7,17 A a K	6,57 A b K
2	4,43 AB c K	7,15 A a K	6,42 AB b K
3	4,63 A c K	7,27 A a K	6,24 B b K
cv (%)	4,63	3,84	6,01

¹ 1^a avaliação = 30 dap

2^a avaliação = 75 dap

3^a avaliação = 110 dap

² 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

³ Média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Análise geral dos dados: tratamento 1 = 5,71 B; tratamento 2 = 5,68 B; tratamento 3 = 5,84 A (cv = 4,82%).

6.2.4 Superbrotamento

Em ambas as áreas foi constatado maior número de plantas superbrotadas em 1998, seguido por 1999 (quadros 14 e 15). Em 1997, não houve ocorrência de superbrotamento, devido à baixa ocorrência de chuvas nos períodos críticos (época da diferenciação dos bulbilhos) (Figura 3), aliada à baixa quantidade de matéria orgânica disponível no solo no primeiro ano de experimento (Figura 12) em relação ao último. Em 1998, houve ocorrência de chuvas durante todo o ciclo da cultura, inclusive na época crítica (Figura 4), o que proporcionou o aumento do superbrotamento nas duas áreas. Em 1999, também não houve ocorrência de chuvas durante o período crítico, porém o aumento do teor de matéria orgânica em relação ao ano de 1997 (Figura 12), possibilitou a ocorrência de superbrotamento, mesmo que em baixa porcentagem, em todos os tratamentos e nas duas áreas (quadros 14 e 15).

Quadro 14 - Porcentagem de plantas superbrotadas, nos três tratamentos e nos três anos - área A.

Tratamento	Ano		
	1997	1998	1999
1 ¹	0 b	51,0 ² B a	5,0 B b
2	0 b	69,0 A a	2,0 B b
3	0 c	46,0 B a	10,0 A b
cv (%)	-	24,94	88,38

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $\text{arc sen } (x+0,5/100)^{1/2}$

Os resultados obtidos concordam com Menezes Sobrinho et al. (1984),

Santos (1988), Souza & Casali (1991) e Raij et al. (1997), os quais afirmam que o superbrotamento ocorre em função, principalmente, da quantidade de nitrogênio na cultura e a da disponibilidade de água no período que compreende a fase de diferenciação dos bulbilhos.

Quadro 15 - Porcentagem de plantas superbrotadas, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.

Tratamento	Ano	
	1998	1999
1 ¹	46,0 ² AB a	4,0 A b
2	58,0 A a	3,0 A b
3	24,0 B a	6,0 A b
cv (%)	34,74	84,06

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² média de dez repetições, compostas por dez plantas cada. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em arc sen $(x+0,5/100)^{1/2}$

As diferenças ocorridas entre os tratamentos e as variações existentes entre as áreas não possibilitaram conclusões a respeito do efeito do E.M. na ocorrência de superbrotamento.

6.3 Bulbos

6.3.1 Peso e produtividade

Na área A, o peso de bulbos produzidos e a produtividade foram maiores no tratamento químico (tratamento 1), para os anos de 1997 e 1998 (quadros 16 e 18). O melhor desempenho do tratamento 1, devido ao controle da doença da parte aérea das plantas pelos fungicidas aplicados (quadros 6 e 7), demonstrou que a severidade das doenças

no alho é uma das causas do baixo rendimento, em função do menor desenvolvimento dos bulbos. Em 1999, foi observado que a produtividade de bulbos no tratamento 3 não diferiu do valor obtido no tratamento 1, mas superou o tratamento 2. Isso sugere que o uso do E.M., nas condições de uniformidade de fertilidade do solo e sem uma pressão ambiental muito favorável à ocorrência da doença, pode reduzir a severidade da doença, refletindo na produção.

Quadro 16 - Peso dos bulbos, nos três tratamentos e nos três anos - área A.

Tratamento	Peso (kg)		
	1997	1998	1999
1 ¹	0,291 ² A b ³	0,339 A a	0,380 AB a
2	0,205 B b	0,232 B b	0,353 B a
3	0,200 B c	0,257 B b	0,416 A a
cv (%)	19,29	17,42	14,26

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² média de dez repetições. Cada parcela composta pelos bulbos produzidos em um metro linear.

³ médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Com relação à área B, a partir dos dados dos quadros 17 e 19, apesar de não terem sido observadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, pode-se observar o bom desempenho do tratamento 3 no último ano de experimento.

O ano de melhor produção de bulbos para as condições do experimento foi 1999, seguido por 1998 e por 1997 (quadros 16 a 19). De modo geral, isto pode ser atribuído pela melhoria nas condições do solo das áreas, principalmente em termos de fertilidade (figuras 10 a 27). A produtividade obtida nas áreas alcançou valores superiores aos da produtividade média nacional e média mundial, mas aquém da produtividade média dos

bons produtores do Brasil para o alho nobre, que alcança 12.000,00kg/ha (Planesul¹³).

Os resultados obtidos discordam dos obtidos por Wididana & Higa (1998) para a cultura do alho, que apresentou aumento de produção em 12,5% com o uso de E.M. (0,1%) em pulverizações semanais.

Quadro 17 - Peso dos bulbos, nos três tratamentos e nos dois anos - área B.

Tratamento	Peso (kg)	
	1998	1999
1 ¹	0,320 ² A a ³	0,406 A a
2	0,292 A a	0,398 A a
3	0,302 A a	0,419 A a
cv (%)	13,36	10,31

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² média de dez repetições. Cada parcela composta pelos bulbos produzidos em um metro linear.

³ médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Quadro 18 - Produtividade (kg/ha), nos três tratamentos, nos três anos - área A.

Tratamento	Produtividade (kg/ha)		
	1997	1998	1999
1 ¹	6510,16 ² A b ³	7603,97 A a	8506,40 AB a
2	4589,98 B b	5197,90 B b	7910,16 B a
3	4487,39 B c	5755,12 B b	9314,05 A a
cv (%)	19,28	20,03	14,26

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² média de dez repetições. Cada parcela composta pelos bulbos produzidos em um metro linear.

³ médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

¹³ Planesul - Planejamento e Consultoria Técnica. Paracatu – MG. Comunicação pessoal, 1998.

Quadro 19 - Produtividade (kg/ha), nos três tratamentos, nos três anos - área B.

Tratamento	Produtividade (kg/ha)	
	1998	1999
1 ¹	7161,30 ² A b ³	9083,60 A a
2	6541,74 A b	8911,93 A a
3	6759,91 A b	9386,68 A a
cv (%)	13,37	10,32

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² média de dez repetições. Cada parcela composta pelos bulbos produzidos em um metro linear.

³ médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

6.3.2 Classificação em função do diâmetro transversal

6.3.2.1 Porcentagem do peso nas classes 2+3+4 e 5+6+7

Em 1997, os tratamentos 2 e 3 produziram bulbos menores (2+3+4) e maiores (5+6+7) em proporções iguais (quadros 20 e 21), fato decorrente da maior severidade das doenças ocorridas nesses tratamentos (quadros 6 e 7). No entanto, nos anos subsequentes, para as duas áreas (quadros 20 e 21), com a melhoria nas características gerais do solo, principalmente em termos de fertilidade e de alguns aspectos físicos, bem como devido à menor severidade das doenças, houve maior produção de bulbos de classes superiores para todos os tratamentos, sem, porém, ficar evidenciada diferenças entre os tratamentos.

Quadro 20 - Percentagem dos bulbos de alho, em peso, nas classes 2+3+4 e 5+6+7.

Classe	Tratamento ¹			cv (%)
	1	2	3	
1997				
2+3+4	10,76 ² B b K ³	46,38 A a K	50,66 A a K	53,68
5+6+7	89,24 A a K	53,62 A b L	49,34 A b L	32,54
1998				
2+3+4	8,29 B b K	11,78 B ab L	19,07 B a L	46,50
5+6+7	91,71 A a K	88,22 A a K	80,93 A a K	12,57
1999				
2+3+4	5,92 B a K	8,85 B a L	7,67 B a M	99,79
5+6+7	94,08 A a K	91,15 A a K	92,23 A a K	14,84

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de dez repetições. Cada parcela composta pelos bulbos produzidos em um metro linear.

³ Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a M nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $\arcsin(x+0,5/100)^{1/2}$

Quadro 21 - Percentagem dos bulbos de alho, em peso, nas classes 2+3+4 e 5+6+7 - área B.

Classe	Tratamento ¹			cv (%)
	1	2	3	
1998				
2+3+4	12,79 ² B a K	13,22 B a K	13,32 B a K	44,45
5+6+7	87,21 A a K	86,78 A a K	86,68 A a L	12,48
1999				
2+3+4	4,74 B a L	4,35 B a L	4,62 B a L	95,07
5+6+7	95,26 A a K	95,65 A a K	95,38 A a K	10,89

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de dez repetições. Cada parcela composta pelos bulbos produzidos em um metro linear.

³ Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $\arcsin(x+0,5/100)^{1/2}$

6.4 Temperatura do solo

Conforme observado nas figuras 6 a 9, a temperatura na superfície do solo apresentou maior variação e valores mais altos em relação as outras profundidades. Entretanto, não foram constatadas diferenças expressivas entre os diferentes tratamentos.

Para as profundidade 0,20, 0,40 e 0,60m também não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Dessa forma, os resultados apresentados demonstram que a presença do E.M. (tratamento 3) não influenciou na temperatura do solo, na sua superfície, bem como nas profundidades medidas.

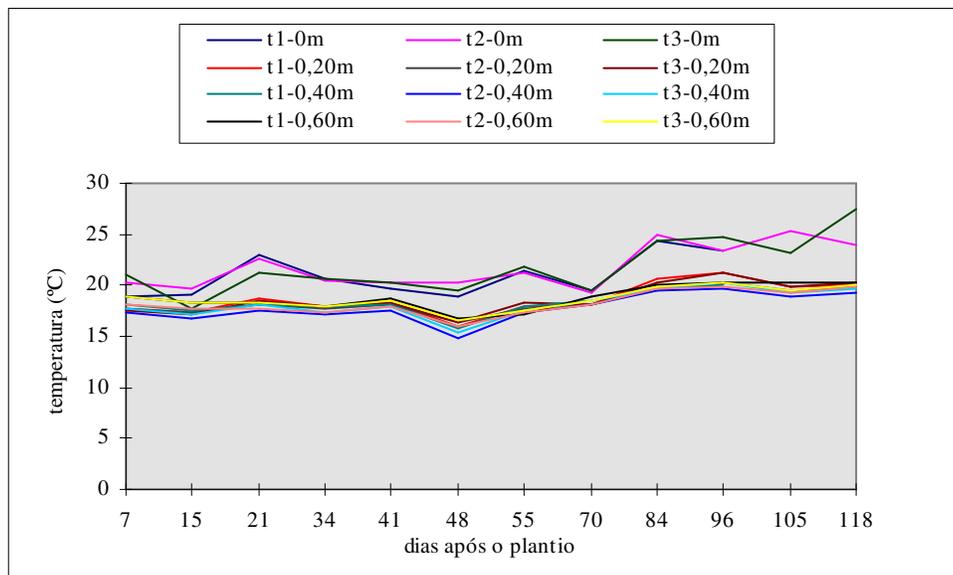


Figura 6 - Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0m) e nas profundidades 0,20m, 0,40m e 0,60m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1998 - área A.

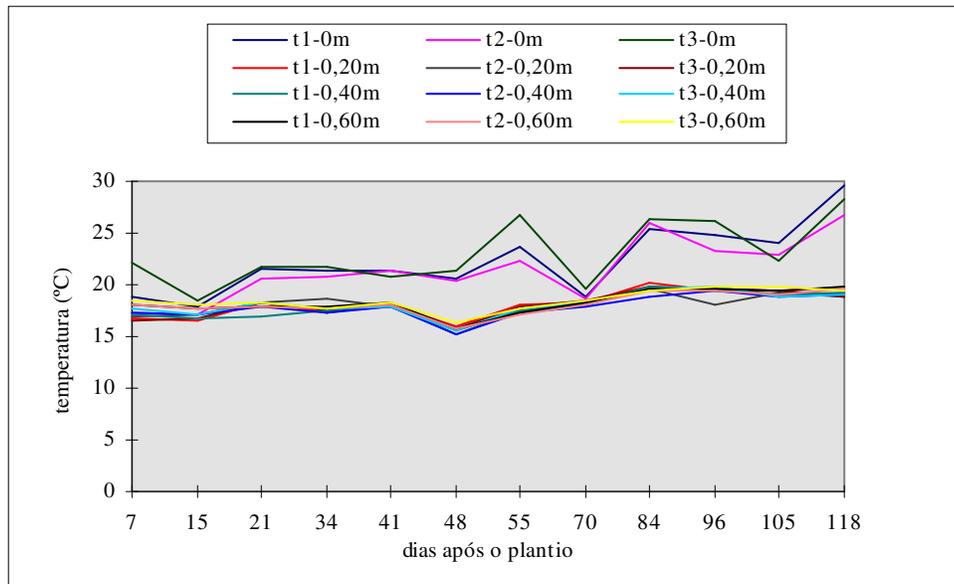


Figura 7 - Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0m) e nas profundidades 0,20m, 0,40m e 0,60m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1998 - área B.

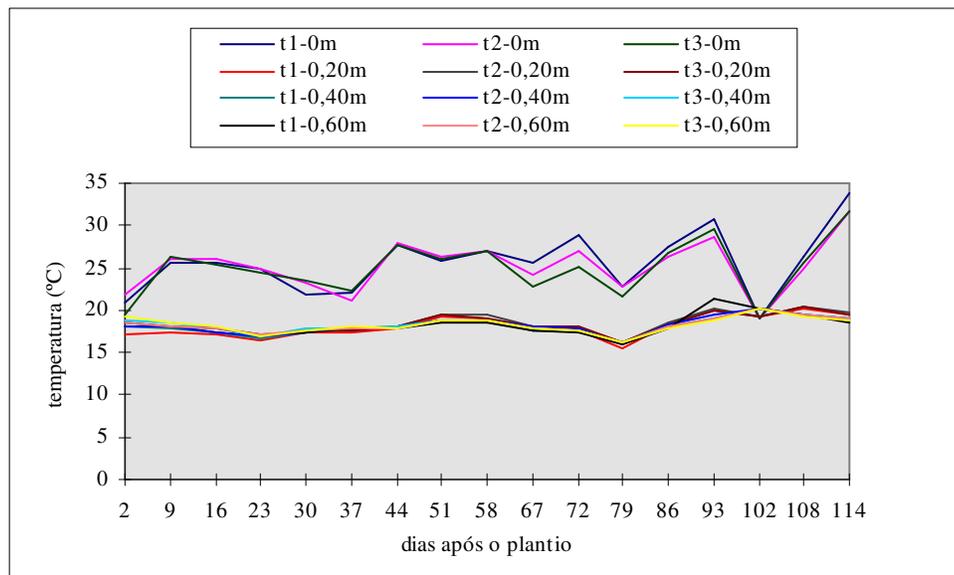


Figura 8 - Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0m) e nas profundidades 0,20m, 0,40m e 0,60m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1999 - área A.

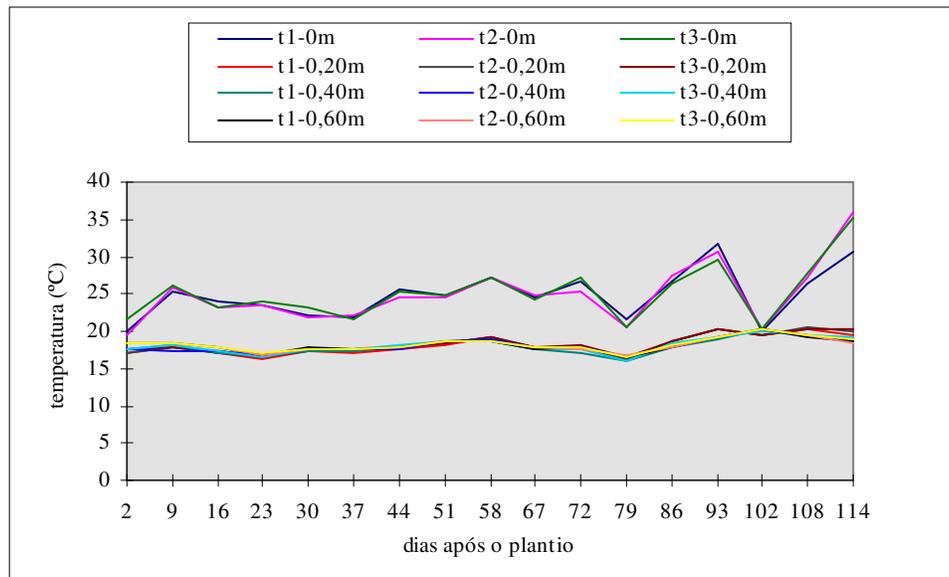


Figura 9 - Temperaturas (° C) tomadas na superfície do solo (0m) e nas profundidades 0,20m, 0,40m e 0,60m, nos três tratamentos (t1, t2 e t3) - 1999 - área B.

6.5 Análise química do solo

O objetivo inicial da análise química do solo foi o de permitir a recomendação mais precisa das correções (calagens e adubações) realizadas nas áreas e corrigir eventuais desuniformidades existentes no solo. Assim, foram coletadas amostras compostas por sete amostras simples, em cada época, tratamento e profundidade, de forma que não foi efetuada análise estatística dos dados. No entanto, foi possível a observação de algumas variações na fertilidade do solo nas áreas e que serão discutidas. Apesar dos dados terem sido coletados em diferentes épocas (60 dias antes do plantio, 30 dias após o plantio e logo após a colheita) em todos os anos, serão discutidos, para macronutrientes, apenas os referentes à época antecedente à instalação da cultura e após o seu término, em 1999. Para os

micronutrientes, os dados serão discutidos para todas as coletas.

6.5.1 pH

Conforme pode ser observado nas figuras 10 e 11, a correção do pH do solo ocorreu não apenas na camada superficial, mas também ao longo do perfil. Apesar das correções do pH, através da calagem, terem sido efetuadas até 0,30m de profundidade, a utilização de fontes orgânicas possibilitou o caminhamento dos íons cálcio ligado a íons orgânicos no perfil do solo, elevando o pH em profundidade. Essas observações também foram verificadas por Franchini et al. (1999) para Latossolo Vermelho Escuro álico, solo com as mesmas características do utilizado no trabalho em questão.

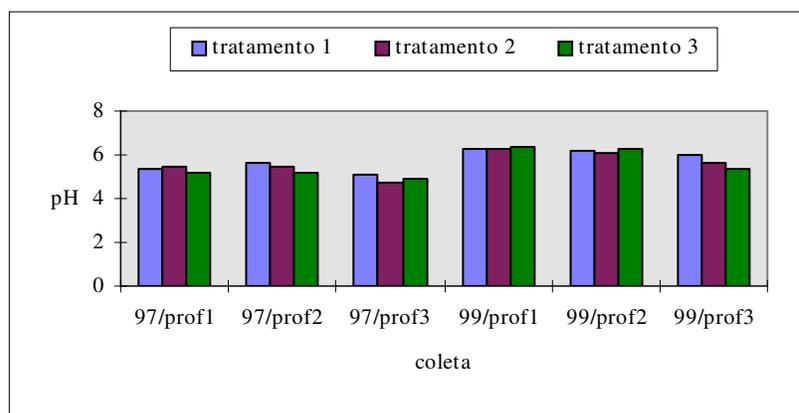


Figura 10 - pH do solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.

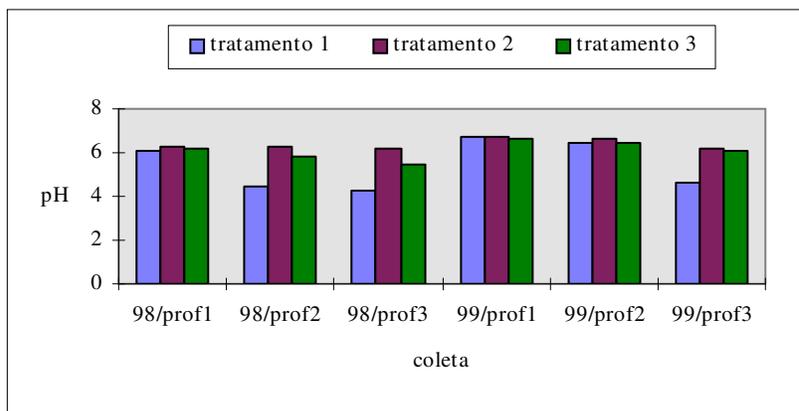


Figura 11 - pH do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

O pH do solo encontrado nos diferentes tratamentos apresentaram valores semelhantes para ambas as áreas A e B, não ficando evidenciadas diferenças entre os diferentes tratamentos. Paschoal et al. (1993 e 1998), entretanto, verificaram que solo argiloso com plantio de citros e tratados com E.M. apresentaram aumento significativo do pH em relação à testemunha não tratada. Zanão Filho et al. (1993) também verificaram pequeno aumento de pH em solos adicionados de adubo orgânico + E.M. em relação ao solo com apenas adubo orgânico.

6.5.2 Matéria orgânica

O manejo do solo com a adubação orgânica proporcionou aumento no teor da matéria orgânica do solo nas áreas, independentemente dos tratamentos, principalmente na camada superficial (0-0,20m) da área A (Figura 12) e em todas as camadas da área B (Figura 13).

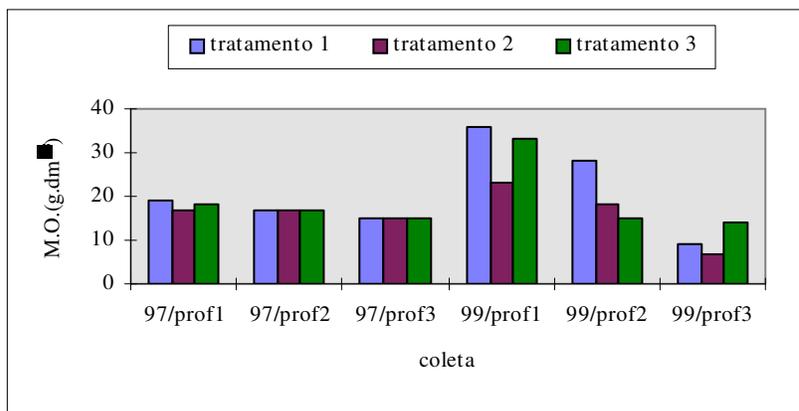


Figura 12 - Teor de matéria orgânica no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.

No tratamento 3, em relação aos outros tratamentos, para a área A, foi verificado maior manutenção da matéria orgânica na camada 0,40-0,60m ao final do período experimental, quando comparado ao início do experimento e, para a área B, foi observado aumento na quantidade de matéria orgânica no tratamento 3 na camada superficial. No entanto, as variações existentes nesses dados não permitiram uma conclusão precisa a esse respeito.

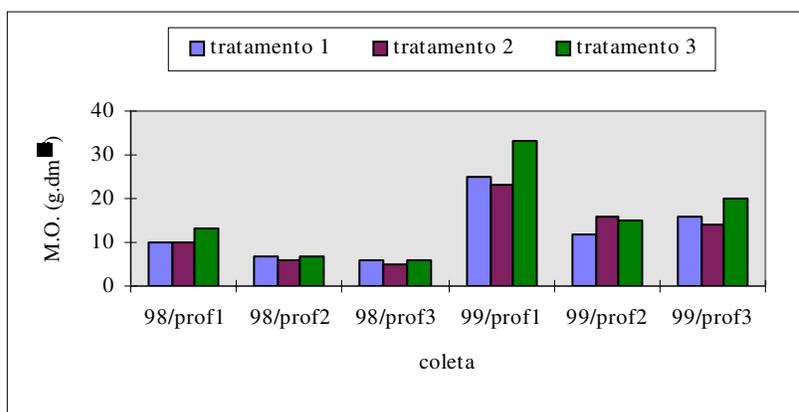


Figura 13 - Teor de matéria orgânica do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

Paschoal et al. (1993) observaram aumento significativo no teor de

matéria orgânica nas profundidades 0 a 0,20m e 0,20 a 0,40m em solo argiloso tratado com E.M. em área de citros, a partir do material orgânico deixado em cobertura sobre o solo. Higa & Kinjo (1991), Higa & Wididana (1991b), Zanão Filho et al. (1993), Hussain et al. (1994), Paschoal et al. (1998) e Zhao (1998) também referem-se ao aumento no teor de matéria orgânica em solos tratados com E.M. Esses autores fazem referência ao aumento na velocidade de decomposição de resíduos orgânicos quanto se utiliza E.M. como o fator principal para o aumento da matéria orgânica.

Durante todo o período do experimento foi observada baixa retenção da matéria orgânica, apesar da adição de material orgânico. No entanto, ao final do experimento foram observados teores de até 36g.dm^{-3} na camada superficial, mostrando melhoria no teor de matéria orgânica do solo em função dos materiais orgânicos utilizados, acima do teor máximo citado para os solos Latossolo Vermelho Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo no Estado de São Paulo (Cantarella et al., 1992). Raij et al. (1997) consideram que solos com textura arenosa apresentam, no máximo 15g.dm^{-3} de matéria orgânica, enquanto que solos com textura média apresentam 26 a 30g.dm^{-3} . Em solos tropicais (alta temperatura e alta pluviosidade) e solos com textura arenosa ocorre a aceleração da decomposição da matéria orgânica e não propiciam o acúmulo de matéria orgânica a curto prazo (Lopes, 1998; Mello et al., 1989). Entretanto, Lopes (1998) cita que o teor de matéria orgânica pode ser aumentado com manejo adequado que permita maior produção das culturas e de resíduos por hectare, mas sob manejo inadequado e cultivo intensivo, a matéria orgânica dos solos arenosos pode ser reduzida a níveis baixíssimos em poucos anos.

No entanto, Khambunruang et al. (1995) verificaram que a produção de arroz pela utilização de composto orgânico + E.M. só foi aumentada, ainda que pequena,

quando os solos apresentavam, no mínimo, 6,22% de matéria orgânica.

6.5.3 Fósforo

As variações ocorridas no teor de fósforo entre os diferentes tratamentos, principalmente na área A (figuras 14 e 15), possivelmente tenham sido decorrentes dos resíduos da adubação com o termofosfato, uma vez que a quantidade aplicada de P_2O_5 foi consideravelmente alta (até 240kg de P_2O_5 /ha) (Villas-Bôas¹⁴) e essas variações não indicam correlações com a produtividade das áreas (quadros 18 e 19).

Os resultados concordam com Paschoal et al. (1998) que também não encontraram aumento no teor de fósforo nos solos tratados com E.M. No entanto, discordam de Higa & Wididana (1991b) que constataram aumento na concentração de fósforo inorgânico nos tratamentos com E.M.

Observou-se também redução do teor em profundidade, demonstrando a baixa mobilidade do nutriente no solo (Raij et al., 1997). De acordo com Büll (1992), o fósforo é um dos macronutrientes exigidos em menor quantidade pela cultura do alho.

¹⁴ VILLAS-BÔAS, R.L.- (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Comunicação pessoal, 2000.

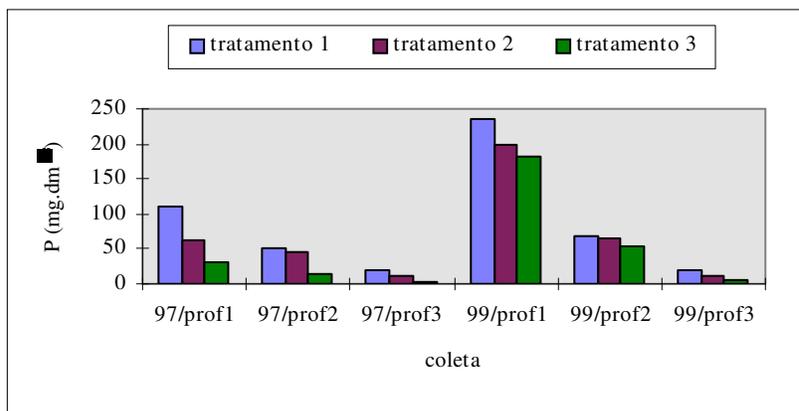


Figura 14 - Teor de fósforo no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.

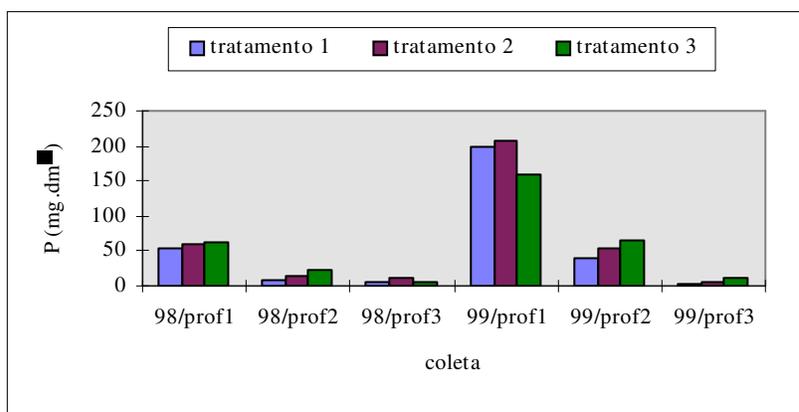


Figura 15 - Teor de fósforo no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

6.5.4 Potássio

Conforme as figuras 16 e 17, os resultados dos teores de potássio apresentaram-se homogêneos nos diferentes tratamentos, resultados diferentes dos encontrados por Paschoal et al. (1998). Considerando-se que as fontes externas do nutriente foram apenas esterco de curral, Bokashi e massa verde (capim napier e plantas daninhas), essa concentração foi suficiente para manter o nível “alto” e adequado de fertilidade no solo, suprindo as

necessidades básicas do elemento na cultura conforme recomendação de Raij & Quaggio (1983), apesar da conhecida alta lixiviação a que o nutriente está sujeito (Raij et al., 1997). Assim, a adição do material orgânico no decorrer do experimento proporcionou incremento no teor de potássio no solo passando, em média, de $3\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ para $6\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$.

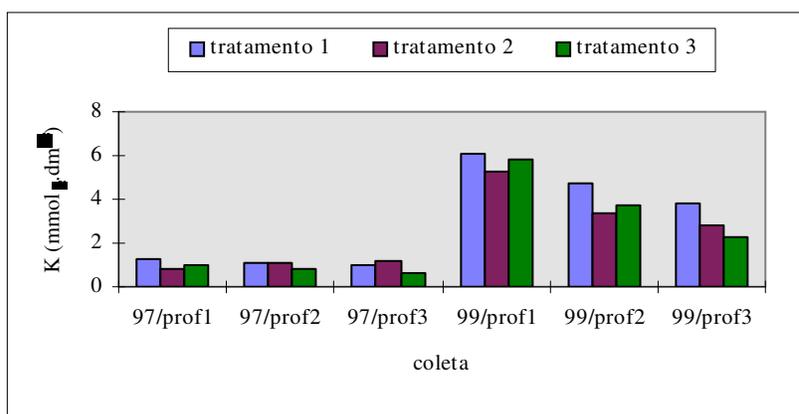


Figura 16 - Teor de potássio no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A

No tratamento 3, a utilização de melão, presente no E.M.-Bokashi e também do melão aplicado em pulverização como aditivo ao E.M., poderia proporcionar diferença no teor de potássio no solo em relação aos outros tratamentos, devido à concentração do nutriente nos produtos serem consideravelmente altas (Quadro 3). No entanto, a quantidade de potássio fornecida pelo esterco de curral (Quadro 3), em função da grande quantidade do produto aplicado, bem como pelo capim napier ($15\text{mg}/\text{kg}$, de acordo com Malavolta et al., 1997), indica ter tornado inexpressiva a fonte proveniente do melão.

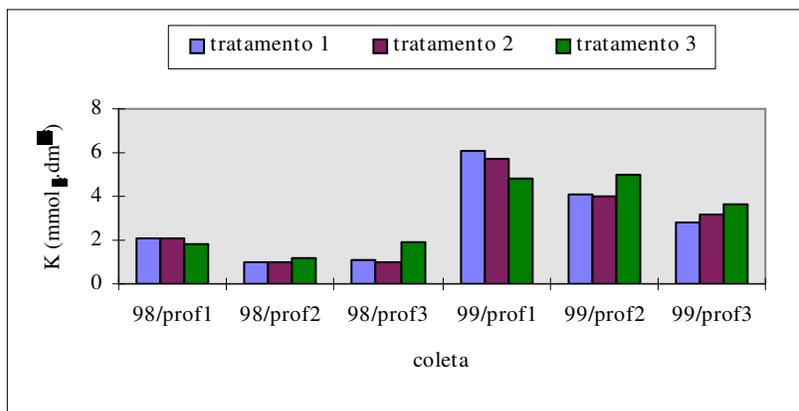


Figura 17 - Teor de potássio no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

6.5.5 Cálcio e magnésio

Assim como foi discutido para o potássio, os resultados dos diferentes tratamentos foram bastante semelhantes para cálcio e magnésio (figuras 18 a 21). As concentrações desses nutrientes no solo ao longo do período apresentaram incrementos, principalmente em função do calcário utilizado (contendo até 34% de CaO e 24% de MgO) e também do esterco de curral, Bokashi, E.M.-Bokashi (Quadro 3) e do capim napier (3,7 e 2,0g/kg, respectivamente, para cálcio e magnésio, de acordo com Malavolta et al., 1997). Paschoal et al. (1998), entretanto, encontraram maior valores de cálcio e magnésio em solos tratados com E.M.

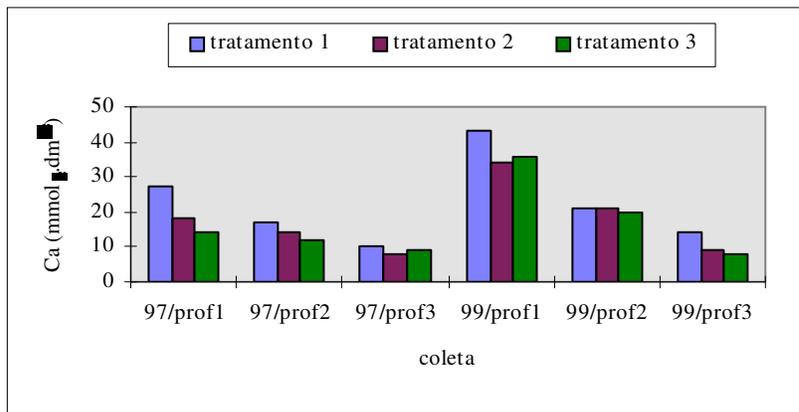


Figura 18 - Teor de cálcio no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.

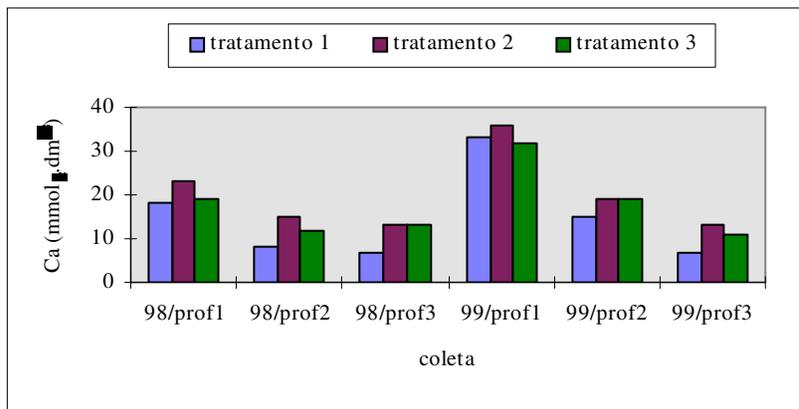


Figura 19 - Teor de cálcio no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

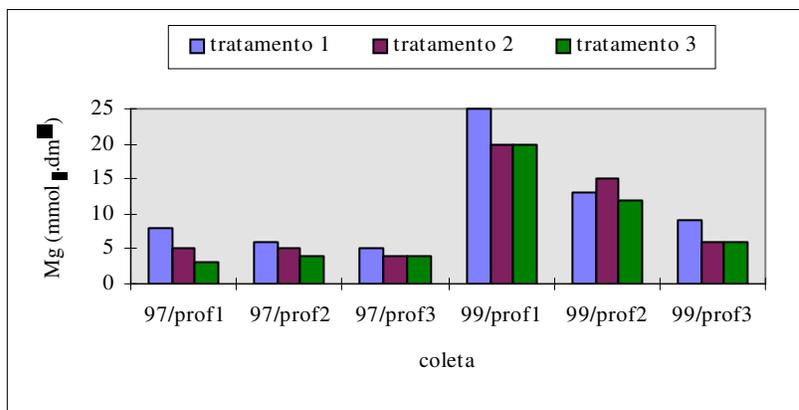


Figura 20 - Teor de magnésio no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades- área A.

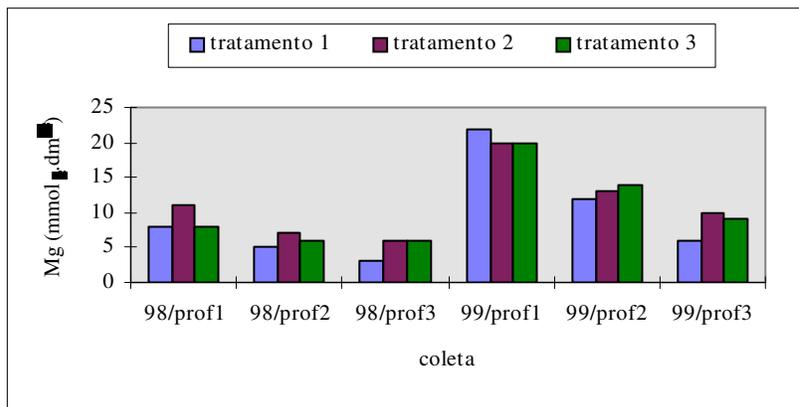


Figura 21 - Teor de magnésio no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

6.5.6 Soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%)

Uma vez que a contribuição do potássio no valor calculado da soma de bases apresenta pouca influência, pode-se considerar que os valores dessa variável (figuras 22 e 23) sofreram incremento, nos diferentes tratamentos, em função do aumento do cálcio e magnésio no solo. Os valores determinados nos diferentes tratamentos apresentaram-se homogêneos.

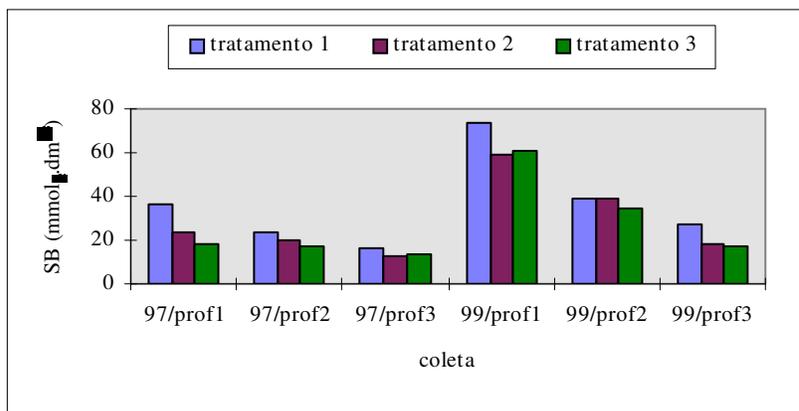


Figura 22 - Soma de bases no solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.

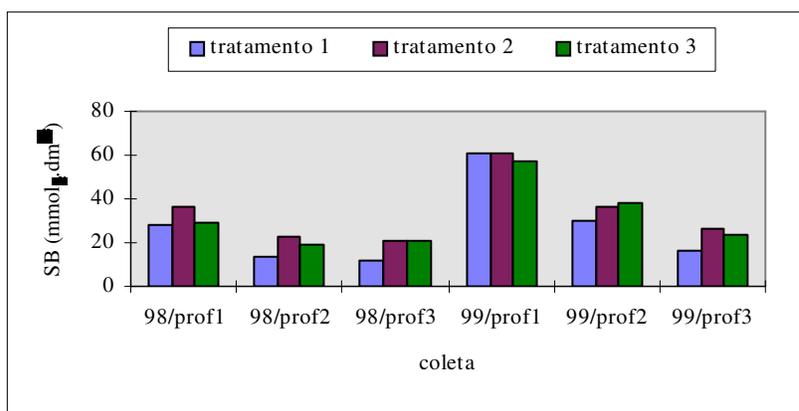


Figura 23 - Soma de bases no solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

Os valores obtidos pelo cálculo da CTC também foram homogêneos nos diferentes tratamentos, sendo evidente um incremento no valor ao longo do período experimental (figuras 24 e 25). Esse incremento é justificado pela grande quantidade de material orgânico aplicado durante o experimento. O aumento da CTC do solo em tratamentos utilizando-se E.M. foi observado por Paschoal et al. (1993; 1998).

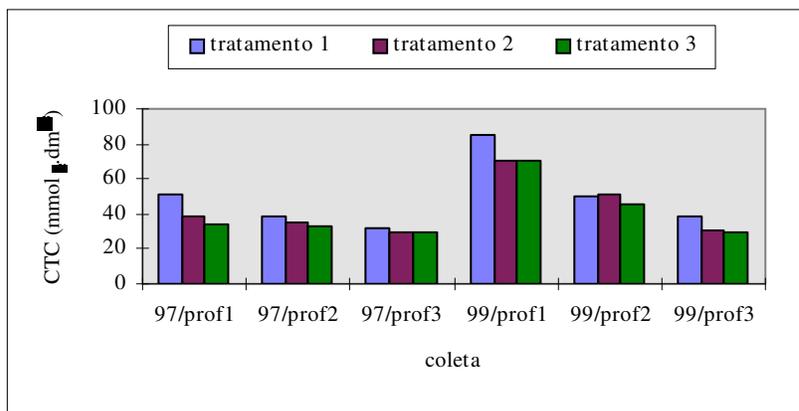


Figura 24 - CTC do solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.

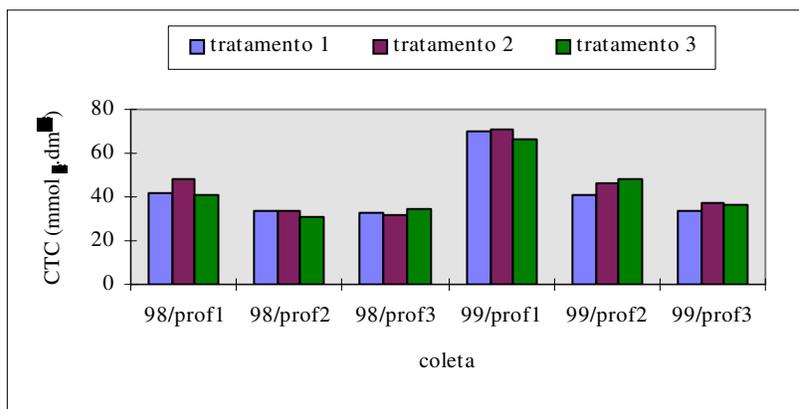


Figura 25 - CTC do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

Os resultados da saturação de bases (V%) (figuras 26 e 27) mostram que ao longo do período experimental foi possível elevar e manter valores adequados à cultura do alho (80%), conforme recomendação de Raij et al. (1997), não apenas superficialmente, como também em profundidade. No entanto, não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

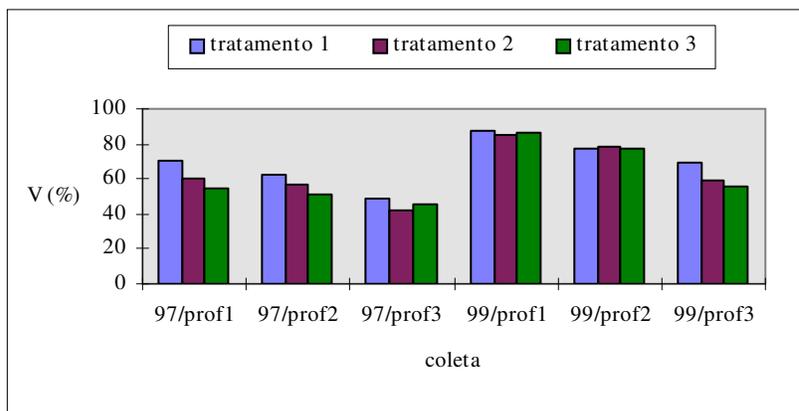


Figura 26 - Saturação por bases (V%) do solo em março de 1997 e outubro de 1999, nas três profundidades - área A.

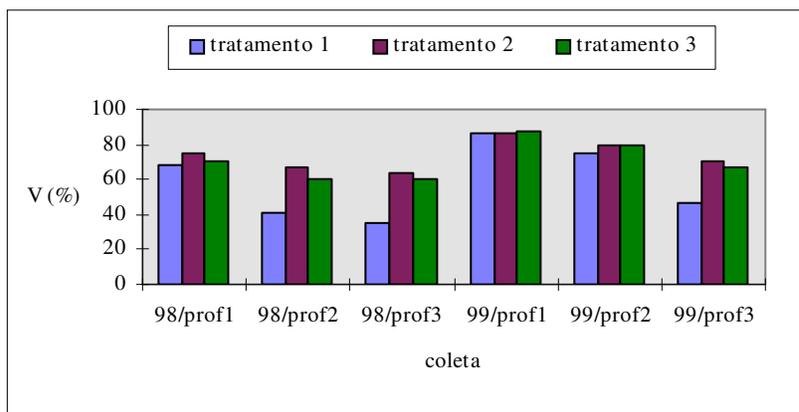


Figura 27 - Saturação por bases (V%) do solo em março de 1998 e outubro de 1999, nas três profundidades - área B.

6.5.7 Micronutrientes

De uma forma geral, os micronutrientes apresentaram valores semelhantes entre os tratamentos ao longo dos anos, para ambas as áreas. Ao final do período experimental, o teor de boro manteve-se com média de $0,22\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ na camada arável (0-0,20m) para ambas as áreas, apresentando valor considerado médio (Raij et al., 1997). No

entanto, as determinações efetuadas 30 dias após o plantio, ou seja, 45 dias após a aplicação do elemento, indicaram valores médios de $0,44\text{mg.dm}^{-3}$, demonstrando a ocorrência de alta absorção pela cultura ou perda por lixiviação. Os teores médios de zinco, cobre, ferro e manganês encontrados na camada arável das áreas foram 4,50, 2,45, 27,00 e $10,00\text{mg.dm}^{-3}$, respectivamente, ao final do período para ambas as áreas. Esses valores são considerados de nível alto, segundo recomendações para a cultura do alho (Raij et al., 1997). Assim sendo, as aplicações de boro e zinco, provenientes da adição do termofosfato BZ, do Bórax e do material orgânico, proporcionaram níveis adequados desses nutrientes no solo para a cultura do alho. Paschoal et al. (1998) também não encontraram diferença nos teores de micronutrientes entre tratamento com E.M. e o tratamento convencional.

Apesar da textura arenosa nas camadas superficiais (0-0,20 e 0,20-0,40m) do solo das áreas apresentar grande potencial de lixiviação, de maneira geral, foi possível elevar e manter o nível de fertilidade adequado para a cultura do alho, com conseqüente incremento na produtividade ao longo dos anos e, provavelmente, o fator responsável por esses resultados favoráveis tenha sido a adição do material orgânico, das diferentes fontes, durante todo o período do experimento.

Entretanto, no geral, não foi encontrado aumento da fertilidade do solo com o uso de E.M., discordando dos trabalhos citados por Higa & Wididana (1991b), Higa (1993), Paschoal et al. (1993), Zanão Filho et al. (1993), Higa & Parr (1994), entre outros.

6.6 Análise química das folhas de alho

De acordo com o observado nos quadros 22 e 23, as plantas encontravam-se em níveis nutricionais adequados para a cultura do alho, conforme refere-se Malavolta et al. (1997) e, de modo geral, os tratamentos não apresentaram diferenças entre si, mesmo com a aplicação de manzate (20 aos 50 dias após o plantio), que contém os micronutrientes manganês e zinco.

Quadro 22 - Resultados da análise de nutrientes das folhas de alho, 60 dias após o plantio, em 1997 e 1999 - área A.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg						ppm				
1997											
1	33 ¹	5,5	52	9	3,6	5,9	37	7	118	44	35
2	32	6,2	48	8	3,3	8,2	34	15	99	31	36
3	31	5,5	52	11	4,8	9,2	43	11	109	52	24
1999											
1	48	7,0	39	6	3,4	10,1	34	9	74	14	30
2	45	7,0	35	6	3,6	11,0	36	5	69	15	28
3	45	7,5	36	6	3,5	9,4	39	7	76	15	30

¹ cada amostra composta por 20 folhas

Quadro 23 - Resultados da análise de nutrientes das folhas de alho, 60 dias após o plantio, em 1999 - área B.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg						ppm				
1	42 ¹	7,0	37	6	3,5	11,5	32	6	74	16	28
2	45	6,9	38	6	3,7	9,2	35	6	72	15	28
3	45	7,4	37	6	3,3	8,9	33	5	70	15	28

¹ cada amostra composta por 20 folhas

Os dados de análise química das plantas refletem a fertilidade do solo.

Uma vez que o solo apresentou-se homogêneo entre os tratamentos, as plantas também apresentaram teores de nutrientes que não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Como todos os nutrientes apresentavam-se em concentração adequada, não houve necessidade de correção foliar durante o período do experimento.

Sangakkara et al. (1998) verificaram aumento nos teores de nitrogênio e potássio em plantas sob tratamento com E.M. No entanto, Paschoal et al. (1998) não verificaram diferença entre os tratamentos com E.M. e o convencional em plantas de citros.

6.7 Análise física do solo

As análises físicas de solo foram determinadas antes do início da instalação do experimento e após a colheita, para todos os anos nas duas áreas, de forma que, foram efetuadas em seis épocas para a área A e em quatro épocas para a área B. No entanto, as variações observadas entre as diferentes coletas durante o período experimental foram decorrentes do manejo do solo, e os valores apresentaram comportamento homogêneo no decorrer do experimento, porém, sem demonstrar diferenças entre os diferentes tratamentos. Desta forma, os resultados aqui discutidos referem-se à coleta antes da instalação do experimento e após a colheita ao final, procurando-se efetuar um balanço geral de efeito do E.M. no sistema.

6.7.1 Análise textural do solo

A análise textural foi efetuada no sentido da caracterização do solo e,

conforme pode ser observado nos quadros 24 e 25, o solo da área A apresentou textura arenosa nas camadas 0-0,20m e 0,20-0,40m e a área B apresentou textura arenosa na camada 0-0,20m.

No entanto, a textura média prevaleceu em profundidade, em ambas as áreas, confirmando a descrição textural caracterizada por Carvalho¹⁵.

Em geral, as diferentes partículas encontradas apresentavam-se em proporções homogêneas entre os tratamentos, para as duas áreas. Os dados mostram que não ocorreu grandes variações entre os solos das áreas A e B, provavelmente em função da proximidade entre as duas áreas experimentais, cerca de 150m.

Quadro 24 - Classificação textural do solo (g da partícula/kg de solo) - área A.

Profund. (m)	Partícula	Tratamento		
		1	2	3
0-0,20	Areia	850,00 ¹	860,00	862,00
	Argila	90,00	90,00	63,00
	Silte	60,00	50,00	75,00
	Textura	ARENOSA ²	ARENOSA	ARENOSA
0,20-0,40	Areia	832,00	822,00	827,00
	Argila	113,00	118,00	110,00
	Silte	55,00	60,00	63,00
	Textura	ARENOSA	ARENOSA	ARENOSA
0,40-0,60	Areia	772,00	767,00	800,00
	Argila	168,00	150,00	120,00
	Silte	60,00	83,00	80,00
	Textura	MEDIA	MEDIA	ARENOSA

¹ média de quatro repetições.

² até 15% de argila = arenosa; de 15 a 35 % = média; de 35 a 60% = argilosa e maior de 60% = muito argilosa.

¹⁵ CARVALHO, A. M. de. (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Dados não publicados, 1994.

Quadro 25 - Classificação textural do solo (g da partícula/kg de solo) - área B.

Profund. (m)	Partícula	Tratamento		
		1	2	3
0-0,20	Areia	832,00 ¹	817,00	845,00
	Argila	140,00	145,00	120,00
	Silte	28,00	38,00	35,00
	Textura	ARENOSA ²	ARENOSA	ARENOSA
0,20-0,40	Areia	805,00	800,00	814,00
	Argila	165,00	170,00	138,00
	Silte	30,00	30,00	48,00
	Textura	MEDIA	MEDIA	ARENOSA
0,40-0,60	Areia	764,00	735,00	774,00
	Argila	188,00	220,00	178,00
	Silte	48,00	45,00	48,00
	Textura	MEDIA	MÉDIA	MÉDIA

¹ média de quatro repetições.

² até 15% de argila = arenosa; de 15 a 35 % = média; de 35 a 60% = argilosa e maior de 60% = muito argilosa.

6.7.2 Densidade do solo

Conforme pode ser observado nos quadros 26 e 27, de modo geral, para ambas as áreas A e B, não foram observadas diferenças entre os diferentes tratamentos para todas as épocas de coleta e profundidades do solo. De forma que, na primeira coleta, os três tratamentos apresentaram homogeneidade de densidade entre si e essa semelhança permaneceu constante no final do período.

Quadro 26 - Densidade do solo (kg.dm^{-3}), nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área A.

Tratamento	Profundidade (m)		
	0-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60
antes do plantio (março) - 1997			
1 ¹	1,72 ² A ab K	1,84 A a K	1,65 A b K
2	1,68 A ab K	1,78 A a K	1,64 A b K
3	1,69 A a K	1,74 A a K	1,65 A a K
cv (%)	5,29	3,28	2,63
após a colheita (outubro) - 1999			
1	1,29 A b L	1,67 A a L	1,62 A a K
2	1,40 A b L	1,68 A a K	1,61 A a K
3	1,31 A b L	1,67 A a K	1,63 A a K
cv (%)	8,78	4,58	7,09

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Na profundidade 0-0,20m, ao final do experimento, foi observada redução na densidade do solo em relação à coleta inicial, entretanto, este fato se deve, além do revolvimento do solo, à adição de material orgânico nessa camada, bem como à presença das raízes das plantas (das plantas daninhas antes do plantio, decorrente do pousio, e do alho após a colheita), que se concentraram nessa camada e proporcionaram redução na densidade do solo.

A camada 0,20-0,40m, apesar de ter sido revolvida até 0,30m, quando do preparo e calagem, não apresentou diferença significativa na densidade ao final do experimento em relação à coleta inicial. No entanto, para o tratamento 1 e área A (Quadro 26), o valor inicial da densidade foi numericamente superior ($1,84\text{kg.dm}^{-3}$) aos outros tratamentos ($1,78$ e $1,74\text{kg.dm}^{-3}$, respectivamente, para os tratamentos 2 e 3), embora não houvesse diferença significativa entre os tratamentos na época, esta diferença foi evidenciada quando

efetuada a comparação entre épocas de coleta.

Quadro 27 - Densidade do solo (kg.dm^{-3}), nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área B.

Tratamento	Profundidade (m)		
	0-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60
antes do plantio (março) - 1998			
1¹	1,44 ² A b K	1,70 A a K	1,64 A a K
2	1,47 A c K	1,79 A a K	1,66 A b K
3	1,46 A b K	1,72 A a K	1,66 A a K
cv (%)	4,86	2,40	3,05
após a colheita (outubro) - 1999			
1	1,25 A b L	1,68 A a K	1,58 A a K
2	1,30 A b L	1,71 A a K	1,61 A a K
3	1,24 A b L	1,68 A a K	1,62 A a K
cv (%)	8,86	22,20	3,24

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Da mesma forma, a camada 0,40-0,60m também não apresentou redução na densidade do solo em relação à coleta efetuada antes da instalação do experimento, para ambas as áreas. Assim, o fato da incorporação do material orgânico ter sido efetuada apenas na camada superficial não possibilitou a redução da densidade do solo em profundidade.

Em 1997, o solo apresentou densidade alta (até $1,72\text{kg.dm}^{-3}$) na camada 0-0,20m, quando comparada ao padrão de densidade para solos arenosos citado por Kiehl (1979) que varia de 1,25 a $1,40\text{kg.dm}^{-3}$ na camada 0-0,20m.

A partir dos resultados encontrados através dessa comparação verificou-se que o material orgânico aplicado durante todo o período experimental não

proporcionou melhoria nessa característica do solo em profundidade e que o manejo, que envolveu o revolvimento do solo (0-0,30m), bem como o trânsito de máquinas (roçadeira, arado, grade), não contribuiu para a redução da densidade do solo em todas as camadas e tratamentos.

Antes da instalação do experimento existia maior densidade do solo na camada 0,20-0,40m quando comparada a camada 0,40-0,60m para alguns tratamentos, mas ao final do período foi observado que essas camadas tornaram-se homogêneas, não mais apresentando diferenças entre si. O fator responsável pela homogeneização do solo foi o manejo, que apesar de atingir profundidade 0,30m foi suficiente para reduzir a densidade na camada 0,20-0,40m, fazendo com que essa camada apresentasse densidade compatível a da camada 0,40-0,60m.

O tratamento 3 não apresentou diferença dos demais mostrando que, nas condições do experimento, o uso do E.M. não proporcionou melhoria em termos de redução na densidade do solo.

6.7.3 Condutividade hidráulica

O adubo orgânico adicionado nas áreas, atingindo 0,20m, bem como o revolvimento do solo e os outros fatores relacionados as raízes de plantas, já discutidos para densidade do solo, foram os fatores que possibilitaram a redução da densidade do solo na camada 0-0,20m, com conseqüente aumento da condutividade hidráulica na camada (quadros 28 e 29) no final do período experimental. Desta forma, as camadas mais profundas não apresentaram aumento da condutividade hidráulica em relação à primeira análise. Também

não foram observadas diferenças entre os tratamentos nas profundidades 0,20-0,40m e 0,40-0,60m. Mais uma vez, ficou demonstrado que a adição da material orgânico, independente da utilização de E.M. no solo em questão, não proporcionou melhoria em termos dessa característica física entre os tratamentos. Apesar do aumento e acúmulo da matéria orgânica no decorrer dos anos, sugere-se que o teor alcançado não foi suficiente para demonstrar melhoria na condutividade hidráulica do solo.

Quadro 28 - Condutividade hidráulica (cm/min), nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área A.

Tratamento	Profundidade (m)		
	0-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60
antes do plantio (março) - 1997			
1¹	0,056 ² A a L	0,006 A a K	0,081 A a K
2	0,136 A a L	0,207 A a K	0,130 A a K
3	0,025 A a L	0,071 A a K	0,123 A a K
cv (%)	8,82	15,75	5,77
após a colheita (outubro) - 1999			
1	2,217 B a K	0,039 A b K	0,155 A b K
2	1,559 B a K	0,111 A b K	0,153 A b K
3	3,322 A a K	0,240 A b K	0,138 A b K
cv (%)	16,68	13,83	9,81

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$

Quadro 29 - Condutividade hidráulica (cm/min), nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área B.

Tratamento	Profundidade (m)		
	0-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60
antes do plantio (março) - 1998			
1 ¹	0,570 ² A a L	0,049 A a K	0,086 A a K
2	0,502 A a L	0,020 A a K	0,031 A a K
3	0,670 A a L	0,039 A a K	0,066 A a K
	12,83	2,09	5,94
após a colheita (outubro) - 1999			
1	3,404 AB a K	0,209 A b K	0,113 A b K
2	2,585 B a K	0,054 A b K	0,056 A b K
3	4,504 A a K	0,067 A b K	0,057 A b K
cv (%)	24,21	13,42	3,51

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$

6.7.4 Estabilidade dos agregados

Para ambas as áreas A e B, de modo geral, o solo apresentava-se, inicialmente, contendo muitos agregados menores que 0,5mm de diâmetro (quadros 30 e 31). No final do período experimental ocorreu aumento de agregação (agregados maiores) para todos os tratamentos, havendo melhoria geral do solo, independente dos tratamentos empregados. A adição do material orgânico no solo, provavelmente tenha sido a causa desse resultado, por propiciar a formação de complexos que favorecem a estruturação, bem como o aumento da microflora do solo (Kiehl, 1979). Assim, os agregados são decorrentes da união das partículas primárias que compõem o solo (areia, argila e silte) em estruturas secundárias, através de agentes cimentantes representados pelos sesquióxidos de ferro e alumínio, bem como por polissacarídeos extracelulares ou gomas produzidas por microrganismos, em

especial bactérias e por micélios de fungos, que acabam por envolver estas estruturas tornando-as estáveis no ambiente (Mello et al., 1989). De acordo com Kiehl (1979) não se conhecem números absolutos de resultados de estabilidade de agregados que indiquem se um solo pode ser considerado de boas ou más propriedades físicas e, de maneira geral, aceita-se como sendo de baixa estabilidade os solos com índice de agregação, por diametro médio, abaixo de 0,05mm.

Quadro 30 - Estabilidade dos agregados, nas classes 4,0 a 0,5mm e menores que 0,5mm, nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área A.

Profund. (m)	Agregados (mm)	Fração retida (%)			cv (%)
		Tratamentos			
		1 ¹	2	3	
antes do plantio (março) - 1997					
0-0,20	4,0-0,5	33,67 ² B a L	41,64 A a L	40,52 A a L	14,89
	<0,5	66,38 A a K	58,36 A a K	59,48 A a K	6,39
0,20-0,40	4,0-0,5	48,47 A a L	41,66 A a L	42,48 A a L	12,14
	<0,5	51,53 A a K	58,34 A a K	57,52 A a K	4,21
0,40-0,60	4,0-0,5	48,21 A a L	39,13 B a L	39,19 B a L	11,73
	<0,5	51,80 A a K	60,87 A a K	60,86 A a K	16,77
após a colheita (outubro) - 1999					
0-0,20	4,0-0,5	78,31 A a K	79,40 A a K	78,07 A a K	11,06
	<0,5	21,69 B a L	20,60 B a L	21,93 B a L	14,55
0,20-0,40	4,0-0,5	80,51 A a K	83,31 A a K	89,75 A a K	10,44
	<0,5	19,49 B a L	16,69 B a L	10,25 B a L	12,34
0,40-0,60	4,0-0,5	86,05 A a K	79,05 A ab K	66,37 A b K	9,59
	<0,5	13,95 B b L	20,95 B ab L	33,63 B a L	38,30

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = EM

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $\arcsin(x/100)^{1/2}$

Apesar de não ter sido observada redução ao final do experimento para a densidade do solo, bem como para condutividade hidráulica, observou-se que a grande quantidade de adubo orgânico adicionado, mesmo com o revolvimento do solo até 0,30m

proporcionou aumento da agregação ao final do experimento. No entanto, a organização das partículas foi mantida, indicando que não ocorreu diferença na proporção dos poros maiores e menores, em relação à proporção do início do experimento, refletindo em nenhuma alteração na densidade do solo, na condutividade hidráulica e na resistência à penetração.

Quadro 31 - Estabilidade dos agregados, nas classes 4,0 a 0,5mm e menores que 0,5mm, nas três profundidades e nos anos 1997 e 1999 - área B.

Profund. (m)	Agregados (mm)	Fração retida (%)			cv (%)
		Tratamentos			
		1 ¹	2	3	
antes do plantio (março) - 1998					
0-0,20	4,0-0,5	19,37 ² B a L	23,34 B a L	16,52 B a L	19,21
	<0,5	80,63 A a L	76,67 A a K	83,48 A a K	3,20
0,20-0,40	4,0-0,5	23,95 B b L	42,67 A a L	21,45 B b L	22,48
	<0,5	76,05 A a K	57,33 A b K	78,56 A a K	6,70
0,40-0,60	4,0-0,5	24,73 B b L	41,95 A a L	28,55 B ab L	27,86
	<0,5	75,07 A a K	58,05 A b K	71,45 A ab K	8,59
após a colheita (outubro) - 1999					
0-0,20	4,0-0,5	90,69 A a K	91,99 A a K	91,88 A a K	7,46
	<0,5	89,31 B a K	8,01 B a L	8,12 B a L	13,16
0,20-0,40	4,0-0,5	84,20 A a K	87,62 A a K	89,39 A a K	12,53
	<0,5	15,80 B a L	12,38 B a L	10,61 B a L	23,40
0,40-0,60	4,0-0,5	86,91 A a K	84,67 A a K	92,89 A a K	16,56
	<0,5	13,09 B a L	15,33 B a L	7,11 B a L	31,22

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $\arcsin(x/100)^{1/2}$

6.7.5 Resistência à penetração

Para as avaliações efetuadas no início do experimento, em 1997 na área

A e para a primeira avaliação da área B, o equipamento utilizado foi o penetrógrafo, cujos

resultados não apresentam confiabilidade, principalmente em função da necessidade em se manter uma velocidade constante de penetração quando da determinação (Stolf et al., 1983). Assim sendo, foram discutidos apenas os dados referentes à determinação efetuada através do penetrômetro de impacto.

Como pode ser observado nos quadros 32 e 33, a resistência à penetração apresentou valores semelhantes para os diferentes tratamentos. Esses resultados mostram que o tratamento com E.M. não apresentou melhoria física no que tange à variável avaliada.

Quadro 32 - Número de impactos necessários para a penetração de 0,60m da haste do penetrômetro no solo - área A.

Época	número de impactos			cv (%)
	tratamento 1	tratamento 2	tratamento 3	
1998 - após o pousio	15,00 ¹	19,50	17,50	20,51
1998 - após a colheita	12,13	11,88	13,38	24,50
1999 - após a colheita	21,00	18,00	16,29	33,64

¹ Média de quatro repetições. Não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos

As diferenças observadas entre os dados de resistência à penetração, de maneira geral, foram correlacionadas à umidade do solo (Quadro 34), demonstrando que quanto maior a umidade, para o solo em questão, menor a resistência à penetração. Entretanto, no tratamento 1, em ambas as áreas, essa tendência não foi observada e esses resultados não foram passíveis de correlação com as outras variáveis físicas avaliadas, sendo que a única diferença do tratamento 1 para os demais foi a utilização de fungicidas. É provável que essas diferenças entre os valores de umidade estejam afetando os dados de resistência à penetração e, desta forma, a partir da utilização do sistema de correção que está sendo desenvolvido por

Lanças¹⁶ seja possível reduzir esse tipo de erro.

Quadro 33 - Número de impactos necessários para a penetração de 0,60m da haste do penetrômetro no solo - área B.

Época	número de impactos			cv (%)
	tratamento 1	tratamento 2	tratamento 3	
1998 - após a colheita	11,50 ¹	11,50	13,88	11,18
1999 - após a colheita	19,29	18,71	14,14	28,29

¹ Média de quatro repetições. Não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos

6.7.6 Umidade atual

Quadro 34 - Umidade atual (%), nas três profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área A.

Tratamento	Profundidade (m)			Média
	0-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	
após o pouso (março) - 1998				
1 ¹	10,65 ² A a L	9,31 A a K	8,29 B a L	9,42 ³ A
2	10,59 A a L	8,86 A a K	10,14 AB a L	9,86 A
3	12,90 A a KL	9,75 A b L	12,60 A a K	11,75 A
	9,91	14,85	17,69	14,24
após a colheita (outubro) - 1998				
1	13,43 A a K	11,81 A a K	13,42 A a K	12,89 A
2	12,79 AB a L	11,57 A a K	10,83 B a L	11,73 A
3	10,31 B a L	11,29 A a L	11,78 B a K	11,13 A
	8,31	10,81	13,21	10,57
após a colheita (outubro) - 1999				
1	13,65 A a K	9,26 B b K	13,24 A a K	12,05 B
2	10,89 B a L	9,17 B a K	9,75 B a L	9,94 B
3	14,13 A a K	13,23 A ab K	10,83 A b K	12,73 A
cv (%)	6,87	5,64	9,81	8,86

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

³ médias das três profundidades

os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $\arcsin(x/100)^{1/2}$

¹⁶LANÇAS, K.P.(Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP-Câmpus Botucatu). Comunicação pessoal, 1998.

Quadro 35 - Umidade atual (%), nas três profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.

Tratamento	Profundidade (m)			Média
	0-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	
após a colheita (outubro) - 1998				
1 ¹	11,86 ² AB a K	7,31 B b L	8,95 A a L	9,37 ³ B
2	11,52 B a K	10,43 A a K	11,34 A a K	11,10 AB
3	15,76 A a K	12,39 A ab K	10,95 A b L	13,03 A
	13,51	19,51	11,40	16,00
após a colheita (outubro) - 1999				
1	13,15 A a K	10,95 AB a K	12,39 A a K	12,16 B
2	11,13 A a K	10,02 B a K	11,40 A a K	10,85 B
3	14,61 A a K	13,95 A a K	13,90 A a K	14,15 A
cv (%)	10,78	9,84	3,78	8,42

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

³ médias das três profundidades

os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $\arcsin(x/100)^{1/2}$

6.7.7 Infiltração de tinta

Os dados referentes à profundidade de tinta infiltrada, bem como do tempo necessário para a infiltração, não apresentaram diferenças entre os tratamentos (quadros 38 e 39). Esses dados concordam com os demais relativos à física de solo e que demonstram não ocorrer diferenças entre o tratamento 3 e os demais tratamentos.

Numa outra situação, Tokeshi et al. (1993) observaram que solos tratados com E.M. apresentaram ganho em termos de profundidade atingida da tinta em 211% em relação a solos onde não se utilizou E.M. (1,12m, contra 0,36m).

O solo das duas áreas apresentavam uniformidade entre os tratamentos antes da instalação dos experimentos e, de modo geral, a adição do material orgânico ao solo, proveniente de diferentes fontes, contribuiu para a melhoria apenas na agregação das partículas, sendo que,

para as outras variáveis avaliadas não foram encontradas diferenças no final do período experimental. Através da observação dos dados também foi demonstrado que o tratamento com E.M. não proporcionou diferença dos outros tratamentos. Com a quantidade de material orgânico adicionado, era de se esperar que houvesse melhora nas variáveis de forma geral. No entanto, o fato da material orgânico ser adicionado apenas na camada mais superficial e de utilizar um manejo de revolvimento no solo e do trânsito de máquinas nas áreas fizeram com que as características não fossem grandemente melhoradas.

Quadro 36 - Infiltração de tinta no solo, nos três tratamentos, em 1999 - área A.

Tratamento	Infiltração de tinta	
	Tempo para infiltração (h)	Profundidade infiltrada (m)
1 ¹	2,14 ² A	0,30 A
2	3,32 A	0,25 A
3	1,97 A	0,29 A
cv (%)	97,60	24,62

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

². Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Quadro 37 - Infiltração de tinta no solo, nos três tratamentos, em 1999 - área B.

Tratamento	Infiltração de tinta	
	Tempo para infiltração (h)	Profundidade infiltrada (m)
1 ¹	1,64 ² A	0,34 A
2	2,18 A	0,29 A
3	2,81 A	0,27 A
cv (%)	71,40	16,88

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

². Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

No experimento em questão ocorreu acúmulo de matéria orgânica apenas ao final do período experimental e talvez tenha sido essa a razão pela qual foi

demonstrada a baixa eficiência, de maneira geral, do E.M. no sentido da melhora nas propriedades físicas do solo. De acordo com Higa (1993) e Primavesi (1993), as características físicas do solo tratado com E.M. são favorecidas apenas em condições de quantidade suficiente de matéria orgânica e suficiente umidade no campo. Khambunruang et al. (1995) somente encontraram aumento de produção de arroz em tratamentos utilizando E.M. quando o solo apresentava teores mais elevados de matéria orgânica (6,22%) em relação ao teores variando de 1,12% a 2,69% dos outros tratamentos. Assim, os resultados obtidos com relação as características físicas do solo discordam dos citados por Higa & Wididana (1991b), Higa (1993), Primavesi (1993), Tokeshi et al. (1993), Higa & Parr (1994), Sangakkara (1994), Hussain et al. (1998), Primavesi (1999a), Tokeshi (1999a; 1999b).

Convém lembrar que Paschoal et al. (1998), em sistema utilizando E.M. em citros, não verificaram melhoria nas características físicas do solo em relação ao sistema convencional. Higa & Wididana (1991a) verificaram aumento de agregação em solos tratados com E.M., porém os resultados não foram satisfatórios com relação a densidade do solo e resistência à penetração com aplicação quinzenal de E.M. (0,1%) durante um ano.

A natureza do solo das áreas explica o baixo acúmulo de matéria orgânica no decorrer do experimento. De acordo com Kiehl (1979) e Mello et al. (1989), solos de natureza arenosa apresentam estruturação deficiente e a adição de material orgânico tende a favorecer os microrganismos da biomassa e, indiretamente, ocorre aumento na agregação, com formação de agregados maiores. Entretanto, existe uma maior perda por lixiviação dessa matéria orgânica, em função do grande número de macroporos em relação aos solos mais argilosos (Kiehl, 1979; Mello et al., 1989). Além disso, a temperatura do solo, onde ocorre grande ciclagem da biomassa em relação a solos de clima temperado, faz com que ocorra

aumento na velocidade de decomposição da M.O. (Mello et al., 1989). Kiehl (1979) ainda cita que, quanto mais ricos em areia forem os solos, mais quentes e arejados serão e, conseqüentemente, mais favoráveis a decomposição da MO e mais pobres em C e N.

6.8 Análise microbiológica do solo

De modo geral, foi observada grande variação entre os dados que, de acordo com Frighetto¹⁷, ocorre devido ao manejo do solo com o seu revolvimento, o que acaba por alterar a biomassa microbiana do solo.

6.8.1 Teor de polissacarídeos

O teor de polissacarídeos encontrados nas duas áreas variaram de 0,77 a 1,99 miligramas de polissacarídeos por grama de solo na camada 0-0,30m e de 0,47 a 1,08mg/g de solo para a camada 0,30-0,60m, demonstrando grande variação entre os resultados e também que não houve contribuição do E.M. para o aumento desse constituinte no solo (quadros 38 e 39) e discordando de Higa & Wididana (1991b), Higa (1993) e Higa & Parr (1994), os quais fazem referência ao aumento na produção de polissacarídeos em solos tratados com E.M.

Frighetto et al. (1999), entretanto, verificaram que solos tratados por seis anos com E.M. apresentaram ausência de compactação e melhoria, de maneira geral, na

¹⁷ FRIGHETTO, R. S. (EMBRAPA - M.A., Jaguariúna - SP). Comunicação pessoal, 1999.

biologia em relação ao manejo convencional. Os autores encontraram teor de polissacarídeos no solo tratado com E.M. de 1,10 mg/g de solo e os solos com tratamento convencional variaram de 1,36 a 0,86 mg/ g de solo.

Quadro 38 - Teor de polissacarídeos (mg de polissacarídeos/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área A.

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0-0,30	0,30-0,60
1998		
1 ¹	0,97 ² A a L	0,76 B b K
2	1,08 A a L	1,08 A a K
3	0,79 B a L	0,52 C b L
cv (%)	11,05	15,14
1999		
1	1,36 A a K	0,90 A b K
2	1,44 A a K	0,71 B b L
3	1,11 B a K	0,84 B b K
cv (%)	8,99	12,51

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Quadro 39 - Teor de polissacarídeos (mg de polissacarídeos/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0-0,30	0,30-0,60
1998		
1 ¹	0,77 ² A a L	0,58 B b K
2	0,82 A a K	0,92 A a K
3	0,86 A a K	0,47 B b K
cv (%)	11,50	9,12
1999		
1	1,99 A a K	0,54 A b K
2	0,82 B a K	0,28 B b L
3	0,79 B a K	0,51 A b K
cv (%)	3,31	46,10

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

6.8.2 Biomassa microbiana em carbono

Para a camada 0-0,30m foram encontrados valores de 56,03 a 145,89 $\mu\text{g C/g}$ de solo e, para a camada 0,30-0,60m de 13,68 a 145,35 $\mu\text{g C/g}$ de solo (quadros 40 e 41). Os valores encontrados mostraram a grande variação dos dados e que a utilização do E.M. não proporcionou aumento, de maneira geral, na biomassa microbiana do solo. Esses resultados discordam de Higa & Wididana (1991b), Higa (1993) e Higa & Parr (1994), que citam que o tratamento com E.M. proporciona aumento da biomassa microbiana do solo.

O carbono da biomassa microbiana no solo apresentou, de maneira geral, valores abaixo dos geralmente encontrados em áreas agrícolas (Fiegl et al., 1998). De acordo com esses autores, os solos contém em torno de 200-1000 μg de biomassa em carbono

Quadro 40 - Biomassa microbiana em carbono (μg de C/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área A.

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0-0,30	0,30-0,60
1998		
1 ¹	90,64 ² B a K	45,33 A b L
2	73,38 B a K	32,38 A b L
3	139,71 A a K	59,88 A b K
cv (%)	18,13	43,66
1999		
1	85,25 B a K	122,62 A a K
2	56,03 B b K	145,35 A a K
3	145,89 A a K	70,88 B b K
cv (%)	32,38	20,53

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

Quadro 41 - Biomassa microbiana em carbono (μg de C/g de solo), nos três tratamentos, nas duas profundidades e nos anos 1998 e 1999 - área B.

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0-0,30	0,30-0,60
1998		
1 ¹	88,70 ² B a L	79,83 A a K
2	128,62 A a K	62,09 A b K
3	75,40 B a K	66,53 A a K
cv (%)	28,39	18,85
1999		
1	132,98 A a K	25,14 B b L
2	68,03 B a L	13,68 B b L
3	87,03 B a K	77,62 A a K
cv (%)	10,91	31,12

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para cada ano, médias seguidas pela mesma letra maiúscula de K a L nas colunas no mesmo tratamento entre anos e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade.

(C_{mic}) por grama de solo, o que equivale a 100 a 600kg de nitrogênio e 50-300kg de fósforo por hectare na camada 0-0,30m do solo.

Wardle (1992), citado por Wardle & Hungria (1994), encontrou valores de carbono microbiano em terra cultivada tropical de $240\mu\text{g}$ C/g solo, enquanto que em terra cultivada em clima ameno de 331μ de C/g solo.

6.8.3 Atividade da desidrogenase

Através da análise da desidrogenase, determinada para o ano de 1999, verificou-se baixos valores desse composto e ficou demonstrado que o E.M., nas condições dos experimentos, não foi capaz de aumentar o poder oxidativo do solo tratado (quadros 42 e 43). Novamente grandes variações foram obtidas nos resultados, os quais situaram-se entre

0,78 e 5,90 μ L H/g de solo para a camada 0-0,30m e 0 a 0,61 μ L H/g de solo para a camada 0,30-0,60m.

Frighetto et al. (1999) encontraram valores de 13,14 μ L H/ g de solo para o tratamento utilizando E.M. por seis anos, e teores variando de 7,70 a 4,84 μ L H/ g de solo para os tratamentos convencionais, evidenciando valores maiores para solos tratados com E.M. No entanto, os autores não entraram em detalhes sobre o manejo do solos bem como à adição de material orgânico.

Quadro 42 - Atividade da desidrogenase (μ L de H/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades, em 1999 - área A.

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0-0,30	0,30-0,60
1 ¹	7,03 ² A a	0,26 A b
2	3,33 B a	0 A b
3	1,40 C a	0 A b
cv (%)	21,02	6,52

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$

Quadro 43 - Atividade da desidrogenase (μ L de H/g de solo) após a colheita, nos três tratamentos, nas duas profundidades, em 1999 - área B.

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0-0,30	0,30-0,60
1 ¹	3,57 ² A a	0 A b
2	3,93 A a	0,53 A b
3	2,69 A a	0,61 A b
cv (%)	15,69	12,57

¹ 1 = tratamento químico; 2 = testemunha; 3 = E.M.

² Média de quatro repetições. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. os dados apresentados são originais, mas, para análise estatística, foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$

Higa & Wididana (1991b) referem-se ao aumento na população de microrganismos no solo, especialmente fungos, com o uso de E.M., funcionando como inoculante para o solo. Zhao (1998) cita que solos tratados com E.M. apresentam aumento de até 50% na população geral de microrganismos no solo. Higa & Kinjo (1991), Higa (1993) e Higa & Parr (1994) também citam o uso de E.M. como promotor de melhoria nas propriedades biológicas do solo. No entanto, apesar das variações dos resultados não proporcionarem conclusões, pode-se dizer que, para as condições do experimento, o E.M. não funcionou como um bom inoculante para o solo.

Além do manejo do solo, com revolvimento das camadas quando do preparo, fatores químicos também corroboraram com a variação dos resultados obtidos relativos aos microrganismos do solo. Esses fatores químicos dizem respeito, principalmente, ao teor de matéria orgânica do solo, pois a redução nos teores de C e N do solo, acaba por provocar o decréscimo e alterações na biomassa microbiana (Wardle & Hungria, 1994). De acordo com esses autores, solos mais arenosos, como é o caso do solo das duas áreas em questão, exercem efeitos negativos sobre a biomassa microbiana, quando comparado a solos com teor mais elevado de argila. Segundo Smith & Paul (1990), a argila contribui para aumentar a absorção dos produtos orgânicos e nutrientes, serve como tampão às mudanças de pH e protege os microrganismos contra predadores.

Outra causa, de fator químico, que provavelmente exerceu influência, além dos já citados, faz referência ao problema de contaminação do solo por pesticidas. As áreas experimentais já haviam sido utilizadas por vários anos e, provavelmente, exista a presença de resíduos no solo, como metais pesados. Brooks & McGrath (1984) citam que o uso de pesticidas influenciam a biomassa microbiana do solo, principalmente quando a

contaminação do solo ocorre de uma modo contínuo por vários anos. Tokeshi (1999a) cita que fungicidas como benomyl, iprodione, procimidone, metalaxyl e outros de ação sistêmica, atuam nas raízes e em toda planta afetando os fungos, de maneira não seletiva, atuando também sobre a microflora benéfica. Além disso, Tokeshi¹⁸ relata que a deriva de herbicidas em baixas dosagens aplicados em áreas adjacentes são suficientes para bloquear o sistema de defesa da planta, sem, no entanto, provocar sintomas de fitotoxicidade, como o que ocorre com o glifosato. Perest et al. (1998) também verificaram alteração na microflora do solo tratado com pesticidas, demonstrando que a biomassa de fungos foi menor que em solos não tratados, enquanto que a biomassa de bactérias variou, sendo inibida ou estimulada pelos produtos aplicados no solo. No entanto, os mesmos autores não observaram diferenças na atividade da desidrogenase em área tratada com pesticidas quando comparada a áreas não tratadas.

¹⁸ TOKESHI, H. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 2000.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos experimentos terem sido desenvolvidos por três (área A) ou dois anos (área B) consecutivos, ao final do período não foram observadas, para a maioria das variáveis estudadas, diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, alguns fatores devem ser considerados para as condições do trabalho em questão e que podem justificar esses resultados.

Inicialmente cita-se o fato da planta estudada estar sendo conduzida fora de seu habitat natural. Assim, o constante estresse ao qual a cultura é submetida, em função da domesticação em clima e em solo diferentes do seu centro de origem, aliada as práticas agrícolas adotadas, são fatores que contribuem com a redução da microflora natural, epífita e da rizosfera, associada as plantas. Essa microflora apresenta função de agente de controle biológico natural e a sua ausência proporciona aumento da suscetibilidade das plantas as doenças e pragas. A redução dessas populações de microrganismos benéficos, aliada aos fatores ambientais (aspectos químicos e físicos do solo e fatores climáticos), proporcionam baixa adaptabilidade com conseqüente redução da produtividade da cultura em relação aos

locais de origem da planta. Essas comparações também foram efetuadas por Tokeshi (1997).

O E.M. começou a ser utilizado a partir de 1983, no Japão, e as informações pertinentes ao seu uso são ainda escassas, sendo algumas orientações divulgadas apenas recentemente, como é o caso do uso de “E.M. ativado” (1999). Assim sendo, os resultados observados quanto à redução da severidade das doenças com a utilização do E.M. ativado, avaliadas em 1999, leva a supor que, se o uso do E.M. ativado tivesse sido adotado desde o início do presente trabalho, os resultados obtidos no final do período dos experimentos poderiam ter sido mais conclusivos.

No caso do presente trabalho, talvez seja necessário maior período de tempo de utilização do sistema para que sejam obtidos resultados mais conclusivos acerca da eficiência do E.M. e sua forma de utilização, porque houve utilização intensiva do solo, sem reposição constante da matéria orgânica extraída durante anos, e apresentando solos de textura arenosa (até 0,40m). Nessas condições, mesmo com a adição de compostos orgânicos e matéria verde, a obtenção de resultados positivos decorrentes da utilização do E.M. torna-se morosa. De acordo com Tokeshi¹⁹, no sistema onde se utiliza E.M., os melhores resultados são obtidos a curto prazo somente quando aplicado em solos mais argilosos (com maior retenção de matéria orgânica) e onde há reposição constante de nutrientes, principalmente orgânicos, o que acaba proporcionando melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, melhorando o estado geral das plantas e aumentando a possibilidade de controle de doenças. Nas áreas do experimento, o teor mínimo de 3% de matéria orgânica

¹⁹ TOKESHI, H. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 2000.

necessário para o estabelecimento do E.M., citado por Arakawa (1991), só foi alcançado no final do experimento.

Assim, em outras condições de solo e clima, poderia ocorrer melhor efeito do E.M., como os encontrados pelos diversos autores citados neste trabalho. Vários desses autores encontraram resultados positivos em solos com textura argilosa (Paschoal et al., 1993; Ikram & Mohd, 1999). O uso de E.M., em solos como os da área do município de Mogi das Cruzes - SP, tem proporcionado resultados positivos no que tange as propriedades físicas do solo e controle de doenças (Fundação, 1998; Tokeshi²⁰). Dessa forma, o uso desse tipo de solo possibilitou a supressão de doenças, reduzindo o potencial de inóculo no solo nos trabalhos descritos por Tokeshi et al. (1993), Tokeshi (1999a; 1999b).

Ainda assim, a redução da severidade observada em 1999 pode ser devida ao início do estabelecimento do equilíbrio biológico da microflora benéfica associada à planta, como admite Tokeshi (1991; 1997). Assim, de acordo com esse mesmo autor, estabelecido o equilíbrio biológico do solo e da parte aérea das plantas, a microflora epífita e da rizosfera, favorecida pelos exsudatos das plantas, apresenta uma relação simbiótica mutualística com a planta, gerando uma interdependência e agindo indiretamente no controle das doenças.

Os resultados também levam a crer na atuação direta dos E.M. na planta e sobre os patógenos ou devido a metabólitos secundários do E.M., visto que efeitos no solo (químico, físico e microbiológico) não foram evidenciados durante o período,

²⁰ TOKESHI, H. (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ - Piracicaba-SP). Comunicação pessoal, 2000.

demonstrando a dificuldade do estabelecimento dos mesmos no solo. Convém lembrar que a adição de material orgânico ao solo, principalmente do esterco de curral já se constitui fonte de microrganismos os quais, aliados aos microrganismos já presentes no solo das áreas, podem ter dificultado, por competição, o estabelecimento do E.M. Resultados análogos foram encontrados por Wangkobkiat et al. (1995b), os quais demonstraram que a adição de E.M. em água residual de pocilga (fezes + urina) não proporcionou diferença no tratamento do resíduo em relação ao tratamento no qual não se utilizou inoculante. Senanarong et al. (1995a) verificaram também que a adição de E.M. proporcionou aumento no crescimento de milho quando em solo fumigado ou areia, demonstrando que solos sem fumigação não necessitam dos microrganismos provenientes do E.M., para proporcionar aumento de produção. Dessa forma, se houvesse o uso de testemunha sem utilização de esterco de curral, talvez houvesse possibilidade de observações mais claras a respeito do efeito do E.M no experimento em questão.

Outra hipótese que poderia ser levantada seria o sistema de manejo utilizado. O revolvimento do solo e o trânsito de máquinas acabam por alterar as suas características físicas que, aliado à característica de baixa capacidade de retenção de matéria orgânica, que é problema em solos tropicais (Primavesi, 1999b), propiciam aumento de perda de matéria orgânica e, conseqüentemente, tornam o ambiente inadequado, em espaço relativamente curto de tempo, para o perfeito estabelecimento dos Microrganismos Eficazes e obtenção de resultados positivos propiciados pelo seu uso. De acordo com Primavesi (1999b), solos com textura tendendo a arenosa necessitam de um manejo especial, com revolvimento mínimo e superficial, além de cobertura, para evitar sua exposição à luz solar, no sentido de melhorar os seus aspectos químicos, físicos e biológicos.

Outro ponto importante e que visa esclarecer a hipótese do não estabelecimento do E.M. seria o período de pousio ao qual as áreas foram submetidas entre a colheita e o próximo preparo do solo, sem adição de mais E.M. No entanto, acreditava-se que a quantidade aplicada quando do preparo do solo e durante todo o ciclo da cultura fosse suficiente para o estabelecimento dos microrganismos.

Convém lembrar que outras doenças não foram avaliadas em razão da mancha púrpura ter sido a doença que ocorreu com maior severidade na parte aérea das plantas. Além disso, o objetivo do trabalho não foi o de verificar apenas o efeito do E.M. no controle de doenças, mas também nos outros aspectos de todo o sistema, incluindo a fisiologia da planta.

Outro fator que poderia explicar a dificuldade no controle das doenças avaliadas através do uso de E.M., além dos já discutidos, faz referência as características do patógeno avaliado. *Alternaria porri* é considerado fungo necrotrófico, tornando-se mais agressivo e causando maior severidade a partir do estágio de bulbificação, quando as folhas iniciam a fase de senescência (fase de maior suscetibilidade da planta).

Outra observação efetuada no experimento diz respeito ao ataque de tripes na cultura. O uso do E.M.4 e E.M.-5 não acarretou a redução no número de insetos constatados no tratamento pertinente em relação aos outros tratamentos, discordando de Higa (1993), Higa & Wididana (1991b) e Sharifuddin et al. (1998), os quais fazem referência ao uso de E.M. no controle de insetos. Bansit et al. (1995), Chamroenma et al. (1995), Phutthasamai et al. (1995), Sombatsiri (1995), Unhawut et al. (1995) e Unjaichon et al. (1995) também não constataram controle sobre várias espécies de insetos através do uso de E.M.-5.

Na literatura, apesar de terem sido relatados muitos resultados

favoráveis da utilização do E.M., alguns deles comparam com testemunha onde não se utilizaram material orgânico ou ainda sem qualquer tipo de informação sobre a adubação. No entanto, no trabalho em questão procurou-se avaliar o efeito do E.M. sobre as variáveis testados com a padronização da adubação, bem como outras técnicas de manejo, entre os três tratamentos.

A pesquisa envolvendo matéria orgânica no solo e suas implicações nas alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo é bastante complexa, mas básica e necessária para uma agricultura mais sustentável.

8 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos conclui-se que:

O emprego do E.M. não ativado e ativado não proporcionou controle da mancha púrpura.

O tratamento dos bulbilhos com E.M. promoveu maior emergência das plantas.

O tratamento com E.M. não proporcionou aumento na altura da planta e não controlou o superbrotamento.

E.M. não proporcionou aumento na produtividade e nas características químicas, físicas e biológicas do solo.

A adição de material orgânico ao solo contribuiu, ao longo dos anos, para melhor estruturação do solo (estabilidade dos agregados), independentemente dos tratamentos empregados.

A densidade do solo, a condutividade hidráulica e a resistência à

penetração não sofreram alterações com a adição do material orgânico.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS²¹

ALHO. *Agriannual 1999: Anu. Estat. Agric. Bras.*, p.145-51, 1999.

ALHO. *Agriannual 2000: Anu. Estat. Agric. Bras.*, p.168-73, 2000.

ALVEAR, M.Z., MORALES, A.L., PINO, M.B., BORIE, F.B. Determinación de las actividades fosfatasa acida y dehidrogenasa en suelos andisolos del sur de Chile, con diferente manejo agronómico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 2, 1998, Caxambú. *Resumos...* Lavras: UFLA, SBCS, SBM, 1998. p.614.

²¹ UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agrônomicas. *Normas para a elaboração de Dissertações e Teses*. Botucatu, 1997. 35p.

- ARAKAWA, Y. Kyusei nature farming in Japan. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991. p. 20-3.
- ARUNPHAIROTE, S., CHOMPHUPHOL, S., SUTHANUKUL, P. Effect of EM to yield of yard long bean. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.134-7.
- BAJWA, R., JAVAID, A., HANEEF, B. EM and VAM technology in Pakistan. Effect of co-inoculation of effective microorganisms (EM) and VA-mycorrhiza on plant growth and nutrient uptake in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pak. J. Phytopathol.*, v.10, p.48-52, 1998.
- BANSIT, K., SIRIPHONTANGMAN, S., NGAMWONGTHAM, L., YAEMYIM, N. Test of the efficiency of EM in controlling chinese kale insect pests. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.57-60.
- BARRERA, P., CAMARGO, C.D. *Alho, uma planta mágica com um futuro garantido no mercado nacional*. 5.ed. São Paulo: Ícone, 1988. 98p.
- BATISTA FILHO, A., BARROS, B.C., COSTA, V.A., PATRÍCIO, F.R.A., OLIVEIRA, S.H.F., OLIVEIRA, C.M.G., RAGA, A., RAMIRO, Z.A. *Conceitos e técnicas do manejo integrado de pragas e doenças das culturas*. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1999. 40p. (Manual técnico, série especial, 1).
- BITTON, G., KOOPMAN, B. Biochemical tests for toxicity screening. In: BITTON, G.,

- DUTKA, B.J. (Eds.). *Toxicity tests using microorganisms*. v.1. Boca Raton: CRC Press, 1989. p.32-3.
- BORGEN, A. Effect of seed treatments with E.M. in control of common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.201-6.
- BROOKES, P.C., McGRATH, S.P. Effects of metal toxicity on the size of the soil microbial biomass. *J. Soil Sci.*, v.35, p.341-6, 1984.
- BÜLL, L.T. *Efeitos das relações Ca:Mg:K na cultura do alho (Allium sativum L.) cv. Roxo Pérola de Caçador*. Botucatu, 1992. 114p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- CAMARGO, O.A., MONIZ, A.C., JORGE, J.A., VALADARES, J.A.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônômico de Campinas. *Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas*, n.106, p.1-94, 1986.
- CANTARELLA, H., ABREU, C.A., BERTON, R.S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: GUERRINI, I.A., BÜLL, L.T. (Org.). *Matéria orgânica do solo: problemas e soluções*. Botucatu: FEPAF, 1992. p.63-122.
- CARDOSO, E.J.B.N. Efeito da matéria orgânica na biologia do solo. In: GUERRINI, I.A., BÜLL, L.T. (Org.). *Matéria orgânica do solo: problemas e soluções*. Botucatu: FEPAF, 1992. p.37-62.
- CASTRO, C.M., MOTTA, S.D., AKIBA, F., RIBEIRO, R.L.D. Microrganismos Eficazes (EM) no controle de fungos e bactérias fitopatogênicas. In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993a. p.98-102.

- CASTRO, C.M., MOTTA, S.D., PEREIRA, D.S., AKIBA, F., RIBEIRO, R.L.D. Microorganismos Eficazes (EM) no controle da *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em pimentão (*Capsicum annum* cv. Margareth). In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993b. p.103-4.
- CHABOUSSOU, F. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos, a teoria da trofobiose*. 2.ed. Porto Alegre: LP&M, 1987. 253p.
- CHAGAS, P.R.R., TOKESHI, H., ZONATTI, N.H. Production of plants of *Coffea canephora* cv. *conilon* with conventional fertilizer (chemical) and bokashi plus effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.79-83.
- CHAMROENMA, K., TANTIYUT, W., SATAYAVIRUT, T. Effectiveness of EM for the control of the leaf roller *Lamprosema diemenalis* (Guenne) in mungbean. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.72-5.
- CHANTSAVANG, S., AMORNSUNTIKUL, P., BOONITEE, A., SOMCHAI, C., PIYA, A., AHT, B. A study on the use of EM treatess pig waste water for vegetable growing. *Kasetsart J. N. Sci.*, v.30, p.203-10, 1996.
- CHEN, C.W., TSAI, Y.F., HUANG, S.C. Effects of applying microorganism and organic fertilizers on the growth of calla lilly (*Zantedeschia* spp.). *Bull. taichung district agricultural improvement station*, v.56, p.41-50, 1997. In: *Biological Abstracts*, 1998 (Abstract 199800480146).

CHIWACHINDA, S., MUKSOMBAT, S., ARUNRANGSIKUL, C., TANTIRUNGKIT, M., MAIRIANG, S., RATANAKRITHAKUL, C. Study of chemical and biochemical properties of EM. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.5-9.

CHOWDHURY, A.R., HOSSAIN, M.M., MIA, M.S., KARIM, A.J.M.S., HAIDER, J., BHUIYAN, N.I., SAIFUDDIN, K.H. Effect of organic amendments and EM on crop production in Bangladesh. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 2, 1991, Piracicaba. *Proceedings...* Washington:s.n., 1994. p.155-63.

CHOWDHURY, A.R., ISLAM, M.M., HAIDER, J. Effect of EM on the growth and yield of crops. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 3, 1993, Santa Barbara. *Proceedings...* Washington:s.n., 1996. p.132-7.

CHUNLUECHANON, S., TAENGCHAM, B., TANVEENUKUL, J. Effect of EM on the growth and nitrogen fixation efficiency of blue green algae. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.116-22.

COMPÊNDIO de defensivos agrícolas. 5.ed. São Paulo: Andrei, 1996. 506p.

DALY, M.J., STEWART, D.P.C. Influence of “effective microorganisms” (EM) on vegetable production and carbon mineralization - a preliminar investigation. *J. Sustainable Agric.*, v.14, p.15-25, 1999.

- DERPSCH, R., CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. *Circ. IAPAR*, n.73, p.1-78, 1992.
- ELANGO, F., TABORA1, P., VEGA, J.M. Control of black sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis*) using effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.226-9.
- EMATER. *Manual técnico de olericultura*. 4.ed. *Inf. Tec. EMATER*, n.11, p.1-126, 1991.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS/EMBRAPA, 1997. 212p.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: CNPS/EMBRAPA, 1979. “não pag.”.
- FERREIRA, F.A., CASALI, V.W.D., SOARES, J.G. Dormência dos bulbos de alho. *Inf. Agropecu.*, v.12, p.3-8, 1986.
- FERREIRA, P.V., SILVA, W.C.M. Efeito de épocas de plantio na incidência de *Alternaria porri* em cultivares de alho (*Allium sativum*). *Summa Phytopathol.*, v.21, p.181-3, 1995.
- FIEGL, B.J., CERRI, C.C., BERNOUX, M. Balanço de carbono e biomassa microbiana em solos da amazônia. In: MELLO, I.S., AZEVEDO, J.L. (Eds.). *Ecologia microbiana*. Jaguariúna: CNPMA/EMBRAPA, 1998, p.423-41.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de olericultura*. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1982. v.2, 357 p.
- FORCELINI, C.A., REIS, E.M., CALVETE, E., VIEIRA, O.V., CRUSIUS, L.U. Perdas na cultura do alho atribuídas à ferrugem (*Puccinia allii*) e à mancha púrpura (*Alternaria porri*) em Passo Fundo, RS, 1992. *Fitopatol. Bras.*, v.18, p.315, 1993.
- FRANCHINI, J.C., MIYAZAWA, M., PAVAN, M.A., MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons

- em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.34, p.2267-76, 1999.
- 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, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.159-64.
- FROSI, J.F., BECKER, W.F. Doenças do alho e seu controle. In: EMPASC. *A cultura do alho em Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC, 1983. p.56-62.
- FUNDAÇÃO Mokiti Okada. *Microrganismos eficazes EM na agricultura*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada Centro de Pesquisa, 1998. 30p.
- GARLIC. *FAO Production Yearbook*, v.51, p.139-40, 1997.
- GUIM, A., ANDRADE, P., MALHEIROS, E.B. Effect of EM on the consumption, nutritive value and digestibility of corn silage by ruminant animals. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.223-6.
- HARAKAWA, T., HIGA, T. Effective microorganisms in nature farming: weeding effect of EM 4 in paddy fields. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991. p.148-52.
- HARUTHAITANASANT, P., BULASRI, P. Decontamination of pesticides in soil with EM. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.175-81.
- HASAN, S.M.Z., ABDULLAH, H. Effects of effective microorganisms (EM) and calcium

- nitrate $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ on bacterial wilt establishment in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Capsicum and Eggplant Newsl.*, v.17, p.88-91, 1998.
- HIGA, T. Microrganismos Eficazes: seu papel na agricultura natural messiânica e na agricultura sustentável. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA NATURAL MESSIÂNICA, 3, 1993, Santa Bárbara, Califórnia, USA. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993. p.6-11.
- HIGA, T., KINJO, S. Effect of lactic acid fermentation bacteria on plant growth and soil humus formation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991. p.140-7.
- HIGA, T., PARR, J.F. *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. Atami: International Nature Farming Research Center, 1994. 16p.
- HIGA, T., WIDIDANA, G.N. Changes in the soil microflora induced by effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991a. p.153-62.
- HIGA, T., WIDIDANA, G.N. Concept and theories of effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991b. p.118-24.
- HUANG, T.Y., LI, Q.T., WANG, Z.X., HU, Y.L., FENG, M., LIU, B.Y. Experimental control of plum red spot disease by a biobacterial agent. *China fruits*, v.4, p.30, 1998. In: *CAB Abstracts*, 1999 (Abstract 991001897).
- HUSSAIN, T., JAVAID, T., PARR, J.F., JILANI, G., HAQ, M.A. Rice and wheat production in Pakistan with effective microorganisms. *Am. J. Alternative Agric.*, v.14, p.30-6, 1999.

- HUSSAIN, T., JILANI, G., JAVAID, T., TAHIR, S.H. Nature farming with E.M. technology for sustainable crop production in Pakistan. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.71-8.
- HUSSAIN, T., JILANI, G., YASEEN, M., ABBAS, M.A. Effect of organic amendments and EM on crop production in Pakistan. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 2, 1991, Piracicaba. *Proceedings...* Washington:s.n., 1994. p.132-9.
- IKRAM, A., MOHD, Y.M.N. Effects of compost and effective microorganisms on rubber seedling growth, a research note. *J. Rubber Res.*, v.2, p.40-9, 1999.
- IKRAN, A., HASHIM, I. Studies on the use of plant growth-promoting rhizobacteria and effective microorganisms in controlling white root disease of rubber. *J. Rubber Res.*, v.1, p.22-34, 1998.
- JENKINSON, D.S., LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A., LADD, J.N. (Ed.). *Soil biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1981. v.5, p.415-71.
- JONGPRADITNAN, P. Studies on enzyme activities in paddy soil affected by fertilizer and effective microorganisms (EM) application. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.89-97.
- KAMITSUJI, M.K., KIMOTO, T. Efeito do tamanho do bulbo, bulbilho, e da termoterapia sobre a produtividade de alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. *Hortic.*

Bras., v. 13, p.88, 1995.

KHAMBUNRUANG, W., SAENWONG, W., SIRIPHANICHCHAROEN, S., PHROMNAT, P. Efficiency of Effective Microorganisms (EM) on increasing rice yield. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.98-102.

KHAMPHI, T., SAMAIKUL, M., YADEE, S., SUNTHARASIMA, C., SUWANNARIT, P. Actinomycetes in EM solution. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.21-31.

KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

KIEHL, E.J. *Manual de edafologia: relações solo-planta*. 22.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KIM, M.C., KIM, W.S., RYANG, H.G. Mixed culture of aerobic and anaerobic microorganisms under similar condition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.386-95.

KIMATI, H. Doenças do alho e da cebola *Allium sativum* L. e *Allium cepa* L. In: GALLI, F. (Coord.). *Manual de fitopatologia*. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v.2, p.49-64.

KIMATI, H., SOAVE, J., ESKES, A.B., KUROZAWA, C., BRIGNANI NETO, F., FERNANDES, N.G. *Guia de fungicidas agrícolas*. Piracicaba: Livroceres, 1986. 281 p.

- KIMOTO, T., CARDOSO, A.I.I., CHENG, AN.P., KAMITSUJI, M.K., LIMA, M.C.C. Desvernalização em alho semente devido ao atraso no plantio após a retirada da câmara frigorífica. *Hortic. Bras.*, v.14, p.53-5, 1996.
- KIMOTO, T., PAVAN, M.A., KUROSZAWA, C. Controle químico da mancha púrpura do alho. *Hortic. Bras.*, v.12, p.84, 1994.
- KINJO, S., HOMMA, S.K. O uso de Microrganismos Eficazes no Brasil. In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993. p.12-9.
- KINJO, S., POLISELI, P.C., SILVA, A.B., SILVA, R.B. Treatment of food processing wastes in Brazil with Effective Microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.230-1.
- KITPREECHAWANICH, W., CHANTHANA, A. Study of bacteria in EM. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.32-4.
- KOMARAYATI, S. The utilization of industrial waste sawdust as compost. *Buletin penelitian hasil hutan*, v.14, p.337-43, 1996. In: *AGRIS CD*, 1998 (Abstract 034992).
- KONOPLYA, E.F. Prospects of utilizing effective microorganisms (EM-1 e EMX) in the liquidation of nuclear accident consequences. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.372-8.
- KREUZ, C.L., LUCINI, M.A., DALLAMARIA, G.C.M. Cadeias produtivas do Estado de

- Santa Catarina: alho. *Bol. Tec. EPAGRI*, n.94, p.1-43, 1997.
- KYAN, T., HIGA, T. Mixed culturing of *Rhodospirillaceae* in effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.361-6.
- LEE, K.H, CHO, S.D. Effect of E.M. and E.M.-fermented compost on the growth and yield of rice and vegetable crops in Korea. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 3, 1993, Santa Barbara. *Proceedings...* Washington:s.n., 1996. p.168-73.
- LIBARDI, P.L. *Dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera*. Piracicaba: CENA/USP, 1984. 232p.
- LIMA, M.L.R.Z.C., MAY, L.L., MACCARI Jr., A. Incidência de doenças fúngicas na cultura da batata sob diferentes sistemas de cultivo. *Rev. Setor Ciênc. Agrar.*, v.16, p.95-8, 1997.
- LIMTHONG, S., THITASAJJA, P., SUWANNARIT, P. Study of yeast in EM. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.40-4.
- LIN, D.L. Nature farming in Taiwan: effect of EM on growth and yield of paddy rice. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991. p.125-31.
- LIN, D.L.L. Nature farming in Taiwan: effects of organic amendments and EM on rice production. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 2, 1991, Piracicaba. *Proceedings...* Washington:s.n., 1994. p.148-52.
- LOPES, A.S. *Manual internacional de fertilidade do solo*. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1998.

177p.

- LOTHONG, N., SUTHIRAWUT, S., YADEE, S. Study of lactic acid bacteria. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.10-5.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós, 1989. 201p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- MEIRELLES, L. Produção e comercialização de hortaliças orgânicas. *Hortic. Bras.*, v.15, p.205-10, 1997.
- MELLO, F.A.F., BRASIL SOBRINHO, M.O.C., ARZOLLA, S., SILVEIRA, R.I., COBRANETTO, A., KIEHL, J.C. *Fertilidade do solo*. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1989. 400p.
- MELLONI, R., DUARTE, K.M.R., CARDOSO, E.J.B.N. Efeito do composto de lixo urbano e/ou E.M.4 (Effective Microorganisms) no desenvolvimento de pepino (*Cucumis sativus*) e no controle da fusariose. *Summa Phytopathol.*, v.21, p.21-4, 1995.
- MENEZES SOBRINHO, J.A. *Cultivo do alho (Allium sativum L.)*. 3.ed. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 1997b. 24p. (Instruções técnicas da Embrapa Hortaliças, 2).
- MENEZES SOBRINHO, J.A. Doenças de origem fúngica do alho. *Informe agropecuário*, v.4, p.45-8, 1978a.
- MENEZES SOBRINHO, J.A. Origem e botânica do alho. *Informe agropecuário*, v.4, p.14, 1978b.
- MENEZES SOBRINHO, J.A. Perspectivas do alho no Brasil. *Hortic. Bras.*, v.1, “não pag.”,

1997a.

MENEZES SOBRINHO, J.A., LOPES, C.C.A., REIFSCHNEIDER, F.J.B., CHARCHAR, J.M., CRISÓSTOMO, L.A., CARRIJO, O.A., BARBOSA, S. Cultivo do alho (*Allium sativum* L.). *Inst. Tec. CNPH*, n.2, p.1-16, 1984.

MEYER, H. Adapting nature farming to large-scale vegetable production. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991. p.16-9.

MÜLLER, J.J.V., SILVA, A.C.F. Semente, plantio e espaçamento na cultura do alho. In: EMPASC. *A cultura do alho em Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC, 1983. p.40-3.

MUNSEL SOIL COLOR CHARTS. Revised washable edition. New York: GretagMacbeth, 1998.

MYINT, C.C. Effect of organic amendments and EM on rice production in Myanmar. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 2, 1991, Piracicaba. *Proceedings...* Washington:s.n., 1994. p.82-91.

NOP-AMORNBORDI, O., THAMMASURAKUL, S. Effect of EM on VA mycorrhiza growth. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.138-143.

NOPHARATNARAPHOM, N. Study of photosynthetic bacteria in EM. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.20.

NOPHARATNARAPHOM, N., TAENGCHAM, B., WANITCHAYASETTHAKUN, N.,

- PHARADANUWAT, A., NAPHATHIWA-AMNUAY, W., CHIM-ANEK, P., KONG-NGOEN, R. Project for surveying and collecting data about EM and its use. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.1-4.
- NUNES, M.E.T., KIMATI, H. Doenças do alho e da cebola (*Allium sativum* L. e *Allium cepa* L.) In: KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A., RESENDE, J.A.M. (Ed.). *Manual de fitopatologia*. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.49-64.
- OH, C.M., CHOI, S.B. Changes in the microflora and physiological-biochemical characteristics in the culture of EM. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok:APNAN, 1999. p.367-71.
- OLIVEIRA, S.H.F., DOMINGUES, R.J., TÖFOLI, J.G. Ação de Azoxystrobin no controle da mancha púrpura e ferrugem do alho. *Summa Phytopathol.*, v.25, p.48, 1999.
- PANCHABAN, S. Effect of EM on growth and yield of corn. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991. p.132-9.
- PARR, J.F., HORNICK, S.B., PAPENDICK, R.I. Transition from conventional agriculture to nature farming systems: the role of microbial inoculants and biofertilizers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.57-63.
- PASCHOAL, A.D., HOMMA, S.K., JORGE, M.J.A., NOGUEIRA, M.C.S. Papel de

- microrganismos eficazes no solo e no ciclo natural de nutrientes em um agroecossistema de citrus no Brasil. In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993. p.44-56.
- PASCHOAL, A.D., HOMMA, S.K., SANCHES, A.B., NOGUEIRA, M.C.S. Effect of EM on soil quality, fruit quality and yield of orange trees in a brazilian citrus orchard. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.103-11.
- PEREST, T.B., ANDRÉA, M.M., NAKAGAWA, L.E. Influência da aplicação de pesticidas sobre as enzimas desidrogenase e arginina deaminase e sobre a biomassa microbiana do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 2, 1998, Caxambú. *Resumos...* Lavras: UFLA, SBCS, SBM, 1998. p.445.
- PHUTTHASAMAI, T., PHATTHASUTHI, R., CHANSRISOMMAI, N. Test on the effectiveness of agricultural microorganisms for controlling the important rice insect pests. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.61-4.
- PIMENTEL GOMES, F. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. 3.ed. Piracicaba: Potafós, 1987. 162 p.
- PREVEDELLO, C.L. *Física do solo com problemas resolvidos*. Curitiba: SAEAFS, 1996.

446p.

PRIMAVESI, A. EM technology and organic matter amendments in the tropics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok:APNAN, 1999a. p.194-7.

PRIMAVESI, A. Manejo do solo tropical. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE AGRICULTURA NATURAL, 4, 1999, São Paulo. *Resumos...* São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1999b. p.23-8.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente.* São Paulo: Nobel, 1988. 137p.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.* São Paulo: Nobel, 1984. 541p.

PRIMAVESI, A.M. Efeito dos Microrganismos Eficazes no crescimento e produção de arroz e feijão. In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil.* São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993. p.20-6.

PRIMAVESI, A.M. Effect of microbial inoculants and mineral elements on drought resistance and yield of field bean. 1995. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998a. p.238-41.

PRIMAVESI, A.N. Effect of *Lactobacillus* inoculants, organic amendments and mineral elements on yield of onion and field bean. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998b. p.234-7.

PRIMAVESI, A.N. Seed treatment with EM and micronutrients for controlling rice and maize

- diseases. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998c. p.140-4.
- RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas*, n.100, p.170, 1997.
- RAIJ, B. V., QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. *Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas*, n.81, p.1-41, 1983.
- RESENDE, G.M. Desempenho de cultivares de alho no norte de Minas Gerais. *Hortic. Bras.*, v.15, p.127-30, 1997.
- ROCHA, H.M. Potential use of E.M. controlling witches'-broom disease in cocoa. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 2, 1991, Piracicaba. *Proceedings...* Washington:s.n., 1994. p.179.
- SAKAKIBARA, C. *O fundamento da agricultura natural*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1998. 46p.
- SAMY, J., XAVIAR, A., RAHMAN, A.B., SHARIFUDDIN, H.A.H. Effect of EM on rice production and methane emission from paddy fields in Malaysia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.208-10.
- SANGAKKARA, U.R. Effect of EM on nitrogen and potassium levels in the rizosphere of bush bean. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 3, 1993, Santa Barbara. *Proceedings...* Washington:s.n., 1996. p.216-22.
- SANGAKKARA, U.R. Effect of EM on the growth and yield of sweet potato in wet and dry seasons. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 2,

- 1991, Piracicaba. *Proceedings...* Washington:s.n., 1994. p.103-10.
- SANGAKKARA, U.R., ATTANAYAKE, A.M.U. Effect of E.M. on germination and seedling growth of rice. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 3, 1993, Santa Barbara. *Proceedings...* Washington:s.n., 1996. p.223-7.
- SANGAKKARA, U.R., HIGA, T., HOPKE, U., SCHULZ, D.G. Effective microorganisms for organic agriculture: a case study from Sri Lanka. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE IFOAM, 9, 1992, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: IFOAM, 1992. p.152-9.
- SANGAKKARA, U.R., MARAMBE, B. Influence of method of application of effective microorganisms on growth and yields of selected crops. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok:APNAN, 1999. p.73-8.
- SANGAKKARA, U.R., MARAMBE, B., ATTANAYAKE, A.M.U., PIYADASA, E.R. Nutrient use efficiency of selected crops grown with effective microorganismos in organic systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.64-70.
- SANTANATOGLIA, O.J., FERNANDEZ, N. Estabilidad estructural y contenido de gomas microbianas, bajo distintos tipos de manejo en un suelo de las serie ramallo (argiudol vertico). *Cienc. Suelo*, v.1, p. 43-9, 1983.
- SANTOS, I.S. *Disposição de fileiras, arranjos e densidades de plantio em alho (Allium sativum L.) cv. Roxo Pérola de Caçador*. Botucatu, 1988. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

SCHWARTZ, H.F., MOHAN, S.K. *Compendium of onion and garlic diseases*. St. Paul: APS, 1995. 54p.

SENANARONG, N., AREERAK, S., CHINCHET, A., SRITHONGCHAI, W., TAENGCHAM, B. Effects of Effective Microorganisms (EM) on corn growth and yield. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995a. p.103-5.

SENANARONG, N., LAIRUNGRUANG, C., AREERAK, S. Effects of Effective Microorganisms (EM) on sorghum growth and yield. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995b. p.106-7.

SHARIFUDDIN, H.A.H., SHAHBUDDIN, M.F., ANUAR, A.R., SAMY, J. Research on nature farming systems in Malaysia: applications of EM technology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.145-51.

SHARIFUDDIN, H.A.H., SHAHBUDDIN, M.F., ANUAR, A.R., ZAHARAH, A.R., SAMY, J. Nature farming research in Malaysia: effect of organic amendments and EM on crop production. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 3, 1993, Santa Barbara. *Proceedings...* Washington:s.n., 1996. p.145-50.

SILVA, A.C.F., MÜLLER, J.V.V., CARDOSO, V.T.M. Aspectos produtivos e econômicos da cultura do alho. In: EMPASC. *A cultura do alho em Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC, 1983. p.9-18.

- SIQUEIRA, M.F.B., SUDRÉ, C.P., ALMEIDA, L.H., PEGORER, A.P.R., AKIBA, F. Influência dos microrganismos eficazes (E.M.) na germinação das sementes e no vigor das plântulas de culturas selecionadas. In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993. p.93-7.
- SMITH, J.L., PAUL, E.A. The significance of the soil biomass estimates. In: BOLLAG, J.M., STOTZKY, G. (Ed.). *Soil biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1990. v.6, p.357-96.
- SOMBATSIRI, K. Efficacy test of EM and the mixture with neem seed extracts on insect pests. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.80-2.
- SOUZA, R.J., CASALI, V.W.D. Influência do nitrogênio e cycocel na cultura do alho (*Allium sativum* L.). *Ciência e Cult.* (São Paulo), v.15, p.69-78, 1991.
- STOLF, R., FERNANDES, J., FURLANI NETO, V. Penetrômetro de impacto: modelo IAA/Planalsucar-Stolf: recomendação para seu uso. *Stab*, v.1, p.18-23, 1983.
- SUNTHONPHITHAK, S., SIRIROTE, P., CHAIYAPHINAN, A., SRISUK, S. Effect of effective microorganism on the changing of water resource. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.182-4.
- SUNTHORANAN, P., SANGIAMRAK, N., THONGSON, C. Study of the creation of antimicrobial agents by some groups of bacteria in EM. In: NOPHARATNARAPHOM, N.

(Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.16-9.

SUWANNABURT, S., SUWANNABURT, S., THONGKLAD, C., NAPHAPHOM-AMOMCHIT, N. Testing the effect of EM biofertilizer on yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) . In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.128-33.

SUWANNARIT, P., CHAISRISUK, C., DOKMAI, P., JADCHROEN, S. Kinds and quantities of fungi in EM solution. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.35-9.

TAENGCHAM, B., CHUNLUECHANON, S. Effect of Super EM on the growth of independent bacteria capable of nitrogen fixation. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995a. p.113-5.

TAENGCHAM, B., CHUNLUECHANON, S. Effects of Super EM on growth and yield of rice, corn and sorghum in the experiment plot. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of

Industry and Cooperatives, 1995b. p.108-12.

THANANUSON, V. Efficiency of EM and Rhizobium on growth and yield of soybean. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.123-7.

THAVEECHAI, N., BOONWANATA, N., KAMHEANGRIDTHIRONG, T., PARADORNUWAT, A., SURIN, P., KOSITRATANA, W., PHAWICHIT, S., BUANGIYAPAN, A., NIPHONE, T., NUTTIMA, B., THANAWATT, K., AMPAIWAN, P., PREECHA, S., WICHAI, K., SUNETRA, P., ADISAK, B. Efficacy evaluation of effective microorganisms for plant disease control. *Kasetsart J. N. Sci.*, v.30, p.67-76, 1996.

THAVEECHAI, N., PHARADONNUWAT, A., KHOSITARAT, W., BUANKIYAPHAN, A. Test of the efficiency of EM solution in preventing and eliminating major plant diseases. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.51-5.

THIRAKUL, K., ANURAKCHANTHRA, H. Study of DNA in EM. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.45-50.

TOKESHI, H. A relação entre o uso de agrotóxicos e o aparecimento de pragas e doenças. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE AGRICULTURA NATURAL, 4, 1999, São Paulo. *Resumos...* São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1999a, p.19-22.

TOKESHI, H. Contaminação ambiental globalizada: relação dos agrotóxicos e herbicidas

- com a vida do solo e vegetal. In: CITRICULTURA SUSTENTÁVEL, CONTROLE ALTERNATIVO DE PRAGAS & DOENÇAS, 1, 1999, Limeira. *Resumos...* Limeira, 1999b, p.4-9.
- TOKESHI, H. Controle de doenças de plantas pela mudança de ambiente. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 20, 1997, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997. p.46-8.
- TOKESHI, H. Manejo da microflora epífita no controle de doenças de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO E DOENÇAS DE PLANTAS, 4, 1991, Campinas: CNPDA/EMBRAPA, 1991. p.32-62.
- TOKESHI, H., ALVES, M.C., SANCHES, A.B. & HARADA, D.Y. Control of *Sclerotinia sclerotiorum* with effective microorganisms. *Summa Phytopathol.*, v.23, p.146-54, 1997.
- TOKESHI, H., CHAGAS, P.R.R. Hormonal effect of EM on citrus germination. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.55-61.
- TOKESHI, H., HARADA, D.Y. Controle integrado de doenças de espécies olerícolas. *Hortic. Bras.*, v.15, p.179-82, 1997.
- TOKESHI, H., LIMA, M.A.T., JORGE, M.J.A. Efeitos dos Microrganismos Eficazes e adubação verde na produtividade do solo no Brasil. In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil.* São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993. p.27-43.
- TRANI, P.E., GRANJA, N.P., BASSO, L.C., DIAS, D.C.F.S., MINAMI, K. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. *Hortic. Bras.*, v.12, p.25-9, 1994.

- UNHAWUT, C., KRAIROEK, S., SIRISINGH, S. Effectiveness of EM controlling asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama on tangerine. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.68-71.
- UNJAICHON, K., JIRAJANYA, K., SIRISINGH, S. Effect of EM-5 on cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Hubner) . In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.65-7.
- VANCE, E.D., BROOKES, P.C., JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.*, v. 19, p.703-7, 1987.
- VILLAS BÔAS, G.L., CASTELO BRANCO, M., MENEZES SOBRINHO, J.A., FRANÇA, F.H. Nível de dano de tripes em alho cultivado no Distrito Federal e região geo-econômica. *Hortic. Bras.*, v.13, p.22-7, 1995.
- WANGKOBKIAT, A., KANTHIYA, A., CHANTANA-O, A. The effect of EM on resisting production of hydrogen sulfide. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995a. p.170-2.
- WANGKOBKIAT, A., SUWANON, S., SIRIROJ, P. Use of EM for wastewater treatment and production of bio-gas from pig pen water. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and*

- environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995b. p.163-9.
- WANGNAI, S., LIKKHANANON, P., WASUWAT, Y. Comparative study of use of EM and other kinds of microorganisms for the production of composts. In: NOPHARATNARAPHOM, N. (Coord.). *Project for researches into EM and the effects of its use on agriculture and environment*. Bangkok: Kasetsart University and Department of Agriculture, Ministry of Industry and Cooperatives, 1995. p.83-5.
- WARDLE, D.A., HUNGRIA, M. A biomassa microbiana dos solos e seu importância nos ecossistemas terrestres. In: ARAÚJO, R.S., HUNGRIA, M. (Ed.). *Microrganismos de importância agrícola*. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1994. p.195-216.
- WIDIDANA, G.N., HIGA, T. Effect of EM on the production of vegetable crops in Indonesia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995, Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.79-84.
- WINER, B.J. *Statistical principles in experimental design*. 2.ed. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, 1971. 907p.
- YOKOYAMA, S. Características botânicas do alho, alho rei e alho porró. In: EMPASC. *A cultura do alho em Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC, 1983. p.19-21.
- ZAMBOLIM, L., RIBEIRO DO VALE, F.X., COSTA, H. *Controle integrado das doenças de hortaliças*. Viçosa: Suprema, 1997. 134p.
- ZANÃO FILHO, S, MEDEIROS, R.R., KINJO, S. Influência dos microrganismos eficazes na decomposição da matéria orgânica do solo em ambientes controlados. In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1993. p.57-70.

ZHAO, Q. Effect of EM on peanut production and soil fertility in the red soil region of China.

In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 4, 1995,

Paris. *Proceedings...* Washington: s.n., 1998. p.99-102.