

CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS COM BIOFERTILIZANTES



Wagner Bettiol

Renato Tratch

José A. H. Galvão

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento: Francisco Sergio Turra

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA

Chefe Geral: Bernardo van Raij

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Ariovaldo Luchiari Júnior

Chefe Adjunto Administrativo: Rosângela Blotta Abakerli

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS COM BIOFERTILIZANTES

Wagner Bettiol; Renato Tratch; José A. H. Galvão

Jaguariúna, SP

1998

EMBRAPA-CNPMA. Circular Técnica 02

Exemplares dessa publicação podem ser solicitados à:

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA

Rodovia SP 340 - km 127,5 - Bairro Tanquinho Velho

Caixa Postal 69 13820-000 - Jaguariúna, SP

Fone: (019) 867-8700 Fax: (019) 867-8740

e.mail: adi@cnpma.embrapa.br

Comitê de Publicações: Ariovaldo Luchiari Júnior
Cláudia Conti Medugno
João Fernandes Marques
José Flávio Dynia
Raquel Ghini
Tarcízio Rego Quirino
Maria Amélia de Toledo Leme
Margarete Esteves N. Crippa

Revisão: Ligia Abramides Testa

Editoração: Regina Lúcia Siewert Rodrigues

Normatização: Maria Amélia de Toledo Leme

Tiragem: 500 exemplares

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes.** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1997. 22 p. (EMBRAPA-CNPMA. Circular Técnica, 02).

CDD 632.3

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	05
2. MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES	07
3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA	09
4. COMUNIDADE MICROBIANA	11
5. EFEITO NUTRICIONAL DOS BIOFERTILIZANTES	12
6. EFEITO DE BIOFERTILIZANTES SOBRE FITOPATÓGENOS	13
7. MODO DE AÇÃO DOS BIOFERTILIZANTES NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS	18
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS COM BIOFERTILIZANTES

Wagner Bettiol¹

Renato Tratch²

José A. H. Galvão³

1. INTRODUÇÃO

A racionalização do uso de agrotóxicos é um dos programas no âmbito do "Protocolo Verde", que está sendo estabelecido pelo Governo Federal, tendo por finalidade não financiar, por instituições oficiais, programas e projetos de desenvolvimento que envolvam a degradação do ambiente. Seus objetivos são os seguintes: promover a redução do uso de agrotóxicos, de modo a minimizar os efeitos negativos do seu emprego sobre o ambiente e a saúde pública; contribuir para o abatimento do passivo ambiental acumulado no Brasil; atender aos requisitos do desenvolvimento sustentável; e garantir os níveis de produção e de produtividade agrícola em todas as fases, no atendimento das demandas sociais dominantes. Esse programa nasceu da necessidade de propiciar um desenvolvimento agrícola sustentável e, mais especificamente, no que se refere à minimização dos efeitos negativos dos agrotóxicos no ambiente. Para tanto, é preciso adotar medidas que proporcionem a racionalização e a redução do uso dos agrotóxicos na agricultura.

¹ Engenheiro Agrônomo Ph.D., Embrapa Meio Ambiente, caixa postal 69 13820-000 Jaguariúna, SP.

² Engenheiro Agrônomo M.Sc., UFPR, caixa postal 672 80001-970 – Curitiba, PR.

³ Engenheiro Agrônomo, Embrapa Meio Ambiente.

É reconhecido que o uso intensivo de agrotóxicos na agricultura tem promovido diversos problemas de ordem ambiental, como: a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de patógenos, de pragas e de plantas invasoras a certos pesticidas; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; a eliminação de organismos benéficos; e a redução da biodiversidade, entre outras.

Visando amenizar tais situações, algumas instituições vêm estudando métodos alternativos de controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Dentro dessa linha de pesquisa, destaca-se o uso de matéria orgânica, através tanto de sua incorporação ao solo como de sua transformação para uso posterior. Uma das transformações conhecidas é a digestão anaeróbia de esterco de gado e o uso do efluente, denominado biofertilizante, em pulverizações foliares ou aplicações diretas ao solo. Um grupo de agricultores, além de realizar a digestão do esterco, enriquece a suspensão com leite, açúcar, micronutrientes, resíduos de peixe, farinha de ossos, sangue e fígado, para aumentar o seu poder nutricional, sendo o produto final mais conhecido como “supermagro”. Também existe a produção de um biofertilizante, através da digestão aeróbia, a partir de farelos de arroz e trigo, farinha de trigo e de ossos, fubá, rapadura e vísceras de peixe. Os produtos finais, denominados de biofertilizantes, vêm sendo usados para fins nutricionais, sem conhecimento do seu efeito ou modo de ação, no controle de doenças e pragas, mas com resultados práticos satisfatórios.

As principais experiências de uso prático de biofertilizantes são de agricultores do Rio de Janeiro, com o apoio da EMATER; do Paraná, com o apoio do Instituto Verde Vida (IVV); do Rio Grande do Sul, com o apoio do Centro de Agricultura Ecológica (CAE); de São Paulo, com o acompanhamento da Associação de Agricultura Orgânica (AAO), e outras iniciativas, em menor escala, em diversas regiões.

Nesta oportunidade, discute-se que os biofertilizantes apresentam potencial para o controle de doenças de plantas e podem agir através de: antibiose (pela presença de antibióticos em sua composição); competição (presença da comunidade microbiana); indução de resistência (tanto microbiana como pelos compostos químicos presentes) e ação direta ou indireta do fornecimento de nutrientes às plantas. O uso de biofertilizantes para o controle de doenças de plantas constitui mais uma alternativa para os produtores orgânicos, haja vista que são poucos os produtos disponíveis para esse sistema de produção. Assim, apesar de não apresentar o mesmo nível de controle de um fungicida químico, o controle obtido com o biofertilizante é de grande valia para os produtores orgânicos.

2. MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES

O biofertilizante teve maior divulgação como um subproduto da fermentação anaeróbia de matérias orgânicas para produção de biogás (gás metano) - fonte alternativa de energia. A disposição final recomendada para esse produto era o solo, visando fornecimento de nutrientes.

A produção do biofertilizante se dá pela digestão anaeróbia (ausência de oxigênio) de material orgânico de origem animal e vegetal em meio líquido, em um equipamento chamado biodigestor. O resultado desse processo é um sistema de duas fases: uma sólida, usada como adubo orgânico; e outra líquida, como adubo foliar para o controle de doenças e pragas. O biofertilizante pode ainda ser preparado mediante digestão aeróbia com as mesmas finalidades.

O método de obtenção do biofertilizante, descrito por Santos (1992), consiste em fermentar, por trinta dias, em sistema fechado, com ausência

de ar, uma mistura de esterco fresco de bovino, preferencialmente leiteiro, e água na proporção de 50% (volume/volume = v/v). Para se obter um sistema anaeróbio, coloca-se a mistura em uma bombona plástica de 200 l, deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior; fecha-se hermeticamente e adapta-se uma mangueira à tampa, mergulhando-se a outra extremidade num recipiente com água para a saída de gases. O produto não deve ser armazenado por muito tempo, para não alterar suas características. Caso não seja totalmente utilizado, poderá ser armazenado por um período de trinta dias, desde que volte ao esquema anteriormente descrito.

O método usado por Delvino Magro, do Centro de Agricultura Ecológica Ipê (RS), consiste na utilização de um tambor de 200 l, no qual se misturam 40 l de esterco, 80 l de água, 1 l de leite e 1 l de melaço ou 500 g de açúcar mascavo. Essa mistura é agitada, deixando-se fermentar por três dias. Após esse período, adiciona-se um dos seguintes sais diluídos em água morna, a cada cinco dias: sulfato de zinco (3,0 kg), sulfato de magnésio (1,0 kg), sulfato de manganês (0,3 kg), sulfato de cobre (0,3 kg), sulfato de cálcio (2,0 kg), bórax (1,5 kg) ou ácido bórico (1,0 kg), cofermol (0,125 kg), mais os aditivos (leite 1,0 l, melaço 1,0 l, farinha de ossos 200 g, farinha de concha 200 g, "skril" 100 ml, sangue 100 ml, restos moídos de fígado 200 g e restos de peixe 500 g). O sulfato de zinco e o bórax ou ácido bórico devem ser incorporados à mistura em duas vezes, sendo a metade da concentração por vez. No final das adições, completa-se o volume para 180 l, tampa-se e deixa-se fermentando por trinta dias no verão e quarenta e cinco dias no inverno, devendo-se adaptar a mangueira para respiro, como no método anterior (Supermagro, 1994).

Outro biofertilizante utilizado é o produzido através de digestão aeróbia. Para tanto, 20 l de vísceras de peixe, 10 kg de farelo de arroz, 10 kg de farelo de trigo, 7 kg de farinha de ossos, 2 kg de fubá, 2 kg de farinha de trigo e 5 kg de rapadura são colocados num tanque com 400 l de água

e misturados, durante cinco a dez minutos, duas a três vezes ao dia, ou bombeando-se oxigênio com auxílio de uma bomba de aquário, durante quarenta dias (Furlanetto et al., 1996; Tomita, comunicação pessoal).

Destaca-se ainda que, em todas as formas de preparar o biofertilizante, pode-se lançar mão de um processo contínuo, acrescentando-lhe os diferentes produtos para mantê-lo com alta atividade microbiana.

3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo e o material pelo qual foi obtido. De modo geral, os trabalhos não apresentam a composição química das matérias-primas nem a do produto final. Entretanto, Santos (1992), além de determinar a composição química do biofertilizante obtido através da fermentação de esterco de curral de gado leiteiro, o fez aos trinta, sessenta, noventa e cento e vinte dias de fermentação, observando que a maior concentração de nutrientes se dá aos trinta dias (Tabela 1). Por esse trabalho, pode-se observar que o biofertilizante apresenta, em sua composição, elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Tabela 1. Composição do biofertilizante, em ppm, aos 30, 60, 90 e 120 dias de fermentação.

Elementos	Dias de fermentação			
	30	60	90	120
CaCO ₃	3260,0	2600,0	2460,0	2372,0
SO ₃	447,0	170,0	97,2	112,0
PO ₄	1668,0	569,0	410,0	320,0
SiO ₂	83,1	168,0	143,0	177,0
Fe	44,7	11,3	9,7	11,0
Cl	1160,0	810,0	1090,0	840,0
Na	166,0	250,0	276,0	257,0
K	970,0	487,0	532,0	500,0
Mo	1,0	1,0	1,0	1,0
B	1,1	1,0	1,0	1,0
Zn	6,7	3,7	1,3	1,7
Cu	1,1	0,7	1,0	0,2
Mn	16,6	4,7	3,8	4,6
Mg	312,0	305,0	281,0	312,0
pH	7,8	7,4	7,6	7,7

Fonte: SANTOS (1992).

4. COMUNIDADE MICROBIANA

Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabolitos, entre eles, antibióticos e hormônios. Castro et al. (1992) isolaram de um biofertilizante várias leveduras e bactérias, destacando *Bacillus* spp., um reconhecido produtor de antibióticos. Assim, quanto mais ativa e mais diversificada a matéria-prima, maior a possibilidade de liberação de diferentes substâncias orgânicas.

Tratch & Bettiol (1997) verificaram a presença de diferentes espécies de fungos filamentosos e leveduriformes e bactérias, entre elas *Bacillus* spp. na comunidade microbiana do biofertilizante produzido segundo método adotado pelo Centro de Agricultura Ecológica IPÊ. Verificaram, ainda, uma redução da comunidade microbiana ao longo da digestão, redução essa mais acentuada logo após o acréscimo dos sais contendo micronutrientes. A ação dos sais pode ser tanto por aumento na pressão osmótica quanto pelo efeito direto sobre os microrganismos. Para o controle de doenças de plantas, é importante a presença dos metabolitos produzidos pelos organismos presentes no biofertilizante e os próprios microrganismos vivos.

5. EFEITO NUTRICIONAL DO BIOFERTILIZANTE

O biofertilizante produzido a partir da fermentação anaeróbia de esterco de vaca, quando aplicado entre 10 e 30% por via foliar, apresenta efeitos nutricionais consideráveis, inclusive aumento da área foliar em diversas culturas (Santos, 1992). Santos (1991a/b) cita que a aplicação via foliar do biofertilizante a 20% aumentou o vigor e a produção de citros e de maracujá. Esse autor recomenda, para frutíferas, aplicações mensais e, para hortaliças, semanais, visando permitir um adequado desenvolvimento das plantas. Bettioli et al. (dados não publicados) verificaram que mudas de tomate e de pepino pulverizadas com biofertilizante apresentaram maior vigor. Em publicação da Associação de Agricultura Orgânica, utilizando o biofertilizante denominado "supermagro" (Supermagro, 1994) recomenda a aplicação do produto a 2% para frutíferas e hortaliças em geral, e a 4% para tomate; para as frutíferas em intervalos quinzenais e, para hortaliças, semanais.

Além dos efeitos nutricionais, Santos (1991a/b e 1992) cita o efeito hormonal do biofertilizante, verificando que a produção de maracujá estendeu-se por mais três meses com sua aplicação e, em toletes de cana de açúcar, houve grande emissão de raízes. Castro & Hiroce (1988) e Prates & Pesce (1989) observaram aumento na emissão de brotações novas e com coloração normal em videiras "Niagara Rosada" afetadas pelo declínio, quando o biofertilizante foi aplicado duas vezes, na dosagem de 1,5 l em 280 l de água por hectare.

A parte sólida residual existente no biodigestor também constitui excelente fonte de matéria orgânica e de nutrientes que deve ser aplicada ao solo.

6. EFEITO DE BIOFERTILIZANTE SOBRE FITOPATÓGENOS

A ação do biofertilizante, produzido segundo método descrito por Santos (1992), *in vitro*, foi observada por Castro et al. (1991) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Penicillium digitatum*, *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp., causadores, respectivamente, da antracnose do maracujá; da podridão do abacaxi; do mofo-verde dos citros; da podridão do abacaxi e da mancha-deprimida do maracujá.

Neste trabalho, os autores ainda citam o efeito protetor do biofertilizante em toletes de cana de açúcar inoculados com *T. paradoxa*. Castro et al. (1992) isolaram de um biofertilizante, produzido de acordo com o método de Santos (1992), leveduras e bactérias. Dentre estas, identificou *Bacillus* spp. que apresentavam inibição na germinação de conídios de *C. gloeosporioides*, no crescimento de células de *Xanthomonas campestris* p.v. vesicatoria, e de *Pseudomonas solanacearum*. Os metabolitos obtidos do isolado de *Bacillus* sp. apresentaram o mesmo efeito sobre estes patógenos e ainda reduziram a germinação de escleródios de *Sclerotinia minor*. Este gênero de bactéria é caracterizado pela produção de numerosos antibióticos que agem no controle biológico de numerosos fitopatógenos.

Tratch & Bettiol (1997), estudando o efeito de biofertilizante sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de diversos fungos, verificaram que, de modo geral, o biofertilizante, em concentrações acima de 15% (v/v), inibiu completamente o crescimento da maioria dos fungos testados (*Alternaria solani*, *Stemphylium solani*, *Septoria lycopersici*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* e *Fusarium*, agentes causais da Mancha-de-Alternaria, Mancha-de-Stemphylium, Septoriose, Mofo-branco, Mofo-cinzento e Murcha-de-Fusarium do tomateiro respectivamente, e *Pythium aphanidermatum* e *Sclerotium rolfsii*, agentes causais de tombamento em tomateiro (Tabela2).

No teste de germinação de esporos, foi verificado que concentrações do biofertilizante acima de 20% inibiram quase completamente a germinação de conídios de ***B. cinerea*** e acima de 10% a de conídios de ***A. solani***.

A inibição da germinação dos uredíniosporos de ***Hemileia vastatrix*** e ***Coleosporium plumierae*** (agentes das ferrugens do caféiro e do jasmim-rosa, respectivamente), foi total nas concentrações de 1% e 5%, respectivamente. Para esses dois fungos o comprimento do tubo germinativo também foi reduzido (Tabela 3).

Bettiol (1996) verificou controle do oídio da abóbora nas concentrações acima de 10%, quando as pulverizações foram a cada dois dias (Tabela 4). Ainda em relação ao oídio, esse autor não encontrou diferenças significativas quando as aplicações ocorreram a cada dois, três ou quatro dias, na concentração de 20%, mas com controle mais efetivo quanto menor o período entre as aplicações (Tabela 5). Apesar de o controle não ser total, como com fungicidas, a porcentagem de controle do oídio obtida com as aplicações do biofertilizante pode ser considerada satisfatória pelas características do produto. O controle do oídio em abóbora foi diretamente proporcional à concentração do biofertilizante (Tabela 4), ocorrendo acima de 20% problemas de fitotoxicidade. Com a diminuição do intervalo de aplicação, isto é, de cada quatro para cada dois dias, o controle foi mais efetivo, demonstrando que o produto não possui grande efeito residual (Tabela 5). Por esses dados, pode-se afirmar que, para o controle de doenças fúngicas, há necessidade da utilização do biofertilizante em concentrações acima de 15%.

Usando o efluente de esterco bovino fermentado em biodigestor durante quarenta dias, Vida et al. (1993) obtiveram o controle de ***Erysiphe polygoni***, causador do oídio em feijão-vagem, variedade UEL 1, sob condições de casa de vegetação. Esses autores constataram que as pulverizações do efluente diluído na proporção de 1:4 e 1:8, realizadas semanalmente, a partir da formação da primeira folha trifoliada, não diferiram do fungicida iprodione, usado como padrão.

Tabela 2. Efeito do biofertilizante sobre a taxa de crescimento micelial (cm/dia) de fungos fitopatogênicos¹.

Tratamento	<i>Pythium aphan- dermatum</i>	<i>Fusarium oxysporum fsp phaseoli</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Septoria licopersici</i>	<i>Stemphylium solani</i>	<i>Alternaria solani</i>
BDA ²	1,75a	0,90ab	2,76	4,72a	2,82a	1,07	1,02a	0,88a
BDA Acidif.	1,72a	0,65de	2,10c	5,03a	1,87bc	1,06	0,97a	0,74ab
BDA + biofertilizante								
1,0%	1,66a	0,98a	2,39b	2,90b	2,32ab	0,97a	0,70b	0,52bc
2,5%	1,45b	0,80bc	2,16c	2,30b	1,28c	0,80b	0,52c	0,68ab
5,0%	0,88c	0,69cd	1,48d	1,06c	0,65d	0,62c	0,25d	0,49bc
10,0%	0,33d	0,50f	1,04e	0,66cd	0,18e	0,47cd	0,12e	0,31cd
15,0%	0,14de	0,52ef	0,00f	0,00d	0,13e	0,35d	0,00e	0,14de
20,0%	0,00e	0,35g	0,00f	0,00d	0,00e	0,19e	0,00e	0,00e
40,0%	0,00e	0,00h	0,00f	0,00d	0,00e	0,00f	0,00e	0,00e

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey 5%). Os valores são médias de três repetições.

²BDA: Batata - Dextrose- Ágar

Tabela 3: Efeito do biofertilizante sobre a porcentagem de germinação e sobre o comprimento do tubo germinativo de uredíniosporos de *Hemileia vastatrix* e de *Coleosporium plumierae*¹.

Tratamento	<i>Hemileia vastatrix</i>		<i>Coleosporium plumierae</i>	
	Germinação (%)	Comprimento do tubo germinativo (µm)	Germinação (%)	Comprimento do tubo germinativo (µm)
Água	44,78ab	149,86a	32,10b	101,19ab
Água acidificada a pH 5,2	31,95bc	83,68bc	52,55a	93,69bc
Biofertilizante	0,01%	46,26	132,84a	31,67b
	0,1%	29,29c	87,46bc	36,49b
	0,25%	15,45d	39,00d	39,09ab
	0,5%	5,94e	33,09d	37,15b
	1,0%	0,00f	0,00e	9,79c
	5,0%	0,00f	0,00e	0,00d
Biofertilizante esterilizado	0,01%	39,67abc	112,98ab	31,57b
	0,1%	31,98bc	113,93ab	44,10ab
	0,25%	28,28c	70,91c	40,76ab
	0,5%	4,49e	42,55d	34,94b
	1,0%	0,00f	0,00e	34,41b
	5,0%	0,00f	0,00e	0,00e
Biofertilizante esterilizado	0,01%	39,67abc	112,98ab	31,57b
	0,1%	31,98bc	113,93ab	44,10ab
	0,25%	28,28c	70,91c	40,76ab
	0,5%	4,49e	42,55d	34,94b
	1,0%	0,00f	0,00e	34,41b
	5,0%	0,00f	0,00e	0,00e

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%). Os valores são médias de três repetições.

Tabela 4. Número de lesões de oídio por folha lesionada, porcentagem de área foliar coberta com o patógeno e porcentagem de controle da doença em plantas de abóbora pulverizadas com biofertilizante¹.

Tratamento	Lesões/ folha lesionada	Área foliar coberta com patógeno	Controle	
	1º Ensaio Nº	2º Ensaio (%)	1º Ensaio (%)	2º Ensaio (%)
Água	110	38,7		
Biofertilizante (%)				
5,0	75	22,5	31,8	41,8
10,0	45	13,0	59,0	66,4
15,0	30	3,8	72,7	90,1
20,0	23	1,6	79,1	95,8
25,0	24	0,7	78,2	97,9

¹ Os valores são médias de dez repetições.

Tabela 5. Número de lesões de oídio por folha lesionada, porcentagem de área foliar lesionada e porcentagem de controle de oídio da abóbora em plantas pulverizadas com o biofertilizante na concentração de 20%¹.

Tratamento	Dias após o início das pulverizações			
	7		24	
	Lesões/ folha lesionada (Nº)	Controle (%)	Área foliar lesionada	Controle (%)
Testemunha	104,6 A	-	54,3 A	-
Biofertilizante a cada 2 dias	0,167 B	99,8	7,3 C	86,5
Biofertilizante a cada 3 dias	0,917 B	99,1	8,9 C	83,6
Biofertilizante a cada 4 dias	2,91 B	97,2	14,5 B	73,3

¹ Os dados são médias de dez repetições. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Furlanetto et al. (1996), trabalhando com o controle de *Colletotrichum acutatum* em morango, verificaram que um composto líquido bioativo, preparado sob condições aeróbias, aplicado na concentração de 2%, controlou a antracnose de forma semelhante à de diversos fungicidas, sendo, inclusive, superior ao tratamento com tebuconazole na concentração de 18,75 g/100 l.

Esses resultados indicam que diversas doenças de plantas podem ser controladas com o biofertilizante, sendo essas informações de grande valia para os agricultores que utilizam métodos de produção orgânica, haja vista as poucas alternativas para o controle de doenças de plantas existentes nesse sistema de produção.

7. MODO DE AÇÃO DO BIOFERTILIZANTE NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

O biofertilizante representa a adição de macro e de micronutrientes, microrganismos e seus metabolitos, e de compostos orgânicos e inorgânicos com efeitos sobre a planta e sobre a comunidade microbiana da folha e do solo. O controle de doenças com os biofertilizantes pode ser tanto devido à presença de metabolitos produzidos pelos microrganismos presentes no biofertilizante, como pela sua ação direta sobre o patógeno e sobre o hospedeiro. Ainda existem as ações diretas ou indiretas dos nutrientes presentes no biofertilizante sobre os patógenos (McQuilken et al., 1994; Reuveni et al, 1995).

Como a comunidade de microrganismos no biofertilizante é rica e diversa, com certeza todos os mecanismos de ação de um microrganismo sobre o outro (antibiose, competição e parasitismo), ocorrem simultaneamente. Entretanto, é difícil quantificar a ação de cada mecanismo e, o mais

importante é, justamente, a ação conjunta desses mecanismos. Soma-se a isso a capacidade de os microrganismos ativarem mecanismos de resistência quando aplicados nas plantas. Pascholati & Leite (1995) citam a capacidade de leveduras e bactérias induzirem a resistência do hospedeiro às doenças. Como tais microrganismos fazem parte da comunidade microbiana presente no biofertilizante, esse mecanismo de ação colabora com o controle dos fitopatógenos. Além da ação direta dos microrganismos, a indução de defesa do hospedeiro pode ocorrer pela presença de compostos orgânicos (aminoácidos, vitaminas e fitormônios, entre outros) e macro e micronutrientes.

Tratch & Bettiol (1997) verificaram que os metabolitos existentes nos biofertilizantes foram os responsáveis tanto pela inibição do crescimento micelial como pela germinação dos conídios dos fungos estudados. Portanto, nesse estudo, a antibiose foi o principal mecanismo de controle dos patógenos. Esses autores acreditam ser a população de *Bacillus* spp. um dos responsáveis pela produção dos metabolitos, haja vista que são termoestáveis.

Qualquer microrganismo adicionado à superfície das folhas vai encontrar um ambiente hostil, pois, neste ambiente, ocorrem grandes variações de temperatura e de umidade, ação de raios ultra-violeta e interações entre os microrganismos adicionados e os já existentes. Como uma das características do biofertilizante é sua comunidade microbiana, com fungos leveduriformes e filamentosos e bactérias, após a aplicação do biofertilizante essa comunidade sentirá esse efeito. Entretanto, como são aplicados em altas concentrações e juntamente com o substrato em que se desenvolveram, terão condições de competir nesse ambiente. E, como as aplicações do biofertilizante são relativamente freqüentes, será possível manter uma comunidade microbiana ativa e dessa forma, ocorrerá intensa competição, sendo esse mecanismo importante no controle dos patógenos pelo biofertilizante.

Os nutrientes minerais exercem valiosas funções no metabolismo vegetal, influenciando não somente o crescimento vegetal e a produção da planta como, também, o aumento ou a redução na resistência a determinados patógenos. A resistência pode ser aumentada por mudanças na anatomia (aumento da espessura da parede celular, maior grau de lignificação e/ou silificação) e na fisiologia e propriedades bioquímicas do hospedeiro (produção de fitoalexinas). O biofertilizante deve agir no controle da doença em vista da presença de sais em sua composição, haja vista que o controle de oídio das cucurbitáceas foi obtido com pulverizações de sais de fosfato e de potássio (Menzies et al., 1992; Garibaldi et al., 1994; Reuveni et., 1995). O controle desses patógenos pode ser explicado pela ação direta dos sais sobre a germinação e/ou formação de conídios; pelo aumento da comunidade de antagonistas, por estímulo ao seu desenvolvimento e pelo efeito indireto, estimulando mecanismo de defesa do hospedeiro.

Há necessidade de considerar a possibilidade de a aplicação do biofertilizante colaborar no aumento dos patógenos. Esse fato poderá ocorrer, principalmente, com o uso de baixas concentrações do biofertilizante, pois, nessas condições, seus nutrientes poderão ser utilizados para o desenvolvimento dos patógenos. Tratch & Bettiol (1997) verificaram que baixas concentrações de biofertilizante estimularam a germinação de conídios de *B. cinerea* em condições de laboratório.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de biofertilizantes para o controle de doenças de plantas é alternativa viável, principalmente, para agricultores orgânicos. Isso porque esses agricultores possuem poucos produtos para o controle de doenças de plantas e não exigem um alto nível de controle, como os produtores

convencionais, que têm à disposição diferentes fungicidas. De acordo com os dados apresentados, pode-se afirmar que os biofertilizantes não agem através de um único modo de ação nem possuem especificidade para o controle de fitopatógenos. Sugere-se, para maior eficácia nesse controle, o uso de biofertilizantes em concentrações (v/v) superiores a 15%, desde que não ocorram problemas de fitotoxicidade.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, J.H. Biological control in the phyllosphere. **Annual Review of Phytopathology**, v.30, p.603-635, 1992.
- BETTIOL, W. Productos alternativos para el control del oidio (*Sphaerotheca fuliginea*) de la calabaza. In: CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FITOPATOLOGIA, 8., 1996, Córdoba. **Anais...** Córdoba, 1996. p. 232.
- BLAKEMAN, J.P. Competitive antagonism of air-borne fungal pathogens. In: BURGE, M.N., ed. **Fungi in biological control systems**. Manchester: Manchester University Press, 1988. p.141-160.
- CASTRO, P.R.C.; HIROCE, R. Aplicação de biofertilizante em cultura de videira com sintomas de declínio. **Summa Phytopathologica**, v.14, n.1-2, p.58, 1988.
- CASTRO, C.M. de; SANTOS, A.C.V. dos; AKIBA, F. Comprovação *in vitro* da ação inibidora do biofertilizante "Vairo" produzido a partir da fermentação anaeróbica do esterco bovino, sobre a germinação de conídios de diversos gêneros de fungos fitopatogênicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 4., 1991, Campinas. **Anais...** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p.18
- CASTRO, C.M. de; SANTOS, A.C.V. dos; AKIBA, F. B *Bacillus subtilis* isolado do biofertilizante "Vairo" com ação fungistática e bacteriostática alguns fitopatógenos. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindóia. **Anais....** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1992. p.291.

- FURLANETTO, C.; CAFÉ FILHO, A.C.; TOMITA, C.K.; CAVALCANTI, M.H. Eficiência de fungicidas e de um composto líquido bioativo no controle da flor preta do morangueiro no distrito federal. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, supl., p.399, 1996.
- MENZIES, J.; BOWEN, P.; EHRET, D.; GLASS, A.D.M. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, p.902-905, 1992.
- MISATO, T.; WAKAMATSU, H.; NATSUME, T.; YOSHIOHA, K.; KISHI, K. Utilization of food additives as agricultural fungicides. **Annals of the Phytopathological Society of Japan**, v. 41, n. 1, p. 72-76, 1975.
- PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1995. p.417-453.
- PRATES, H.S.; PESCE, G. Efeito de biofertilizante foliar em vinhedo afetado por declínio. **Summa Phytopathologica**, v.15, n.1, p.14, 1989.
- REUVENI, M.; AGAPOV, V.; REUVENI, R. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. **Plant Pathology**, v. 44, p. 31-39, 1995.
- SANTOS, A.C.V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER-Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária Fluminense, 8)
- SANTOS, A.C.V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n.4, p.275-279, 1991a.
- SANTOS, A.C.V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante na aplicação em lavouras comerciais. **Fitopatologia Brasileira**, v.16, n.2, p.xxxi, 1991b.
- SUPERMAGRO: a receita completa. **Boletim da Associação de Agricultura Orgânica**, n. 16, p. 5, 1994.
- TRATCH, R.; BETTIOL, W. Efeito de biofertilizantes sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de alguns fungos fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.11, p.1131-1139, 1997.
- VIDA, J.B.; BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VASCONCELOS, M.A.S.; NUNES, W.M.C. Efeito do efluente de biodigestor no controle de oídio em feijão vagem cultivado em estufa plástica. **Fitopatologia Brasileira**, v.18, supl., p.264, 1993.