

# Resultados de pesquisa com métodos alternativos para o controle de doenças de plantas

WAGNER BETTIOL

A sociedade exige, cada vez mais, a produção de alimentos sem resíduos de pesticidas e com menor contaminação do ambiente. Essas exigências são devidas ao maior conhecimento pelo homem das conseqüências advindas do uso dos pesticidas, causando, em muitos casos, graves impactos ambientais e intoxicações. A preocupação da sociedade com a contaminação do ambiente por pesticidas se expressa através de segmentos do mercado ávidos por produtos agrícolas diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de pesticidas, como aqueles portadores de selos indicativos de que os pesticidas foram utilizados adequadamente. Dessa forma, vem se buscando alternativas aos pesticidas, entre eles os fungicidas, que são usados para o controle de doenças de plantas. Dentre as alternativas, o controle biológico é o que vem sentindo os maiores avanços, sendo, possivelmente, o mais estudado. Entretanto, diversas outras alternativas vêm sendo estudadas e utilizadas. Neste trabalho serão apresentados e discutidos métodos de controle biológico como o uso de leite no controle de oídio da abobrinha, a solarização do solo, a biofumigação, o uso de coletor solar para desinfestação de substratos, o uso de extratos aquosos de matéria orgânica e biofertilizantes, e o uso de conservadores alimentares para o controle de doenças em pós-colheita.

Apesar da apresentação dessas alternativas para o controle de doenças de plantas, um dos aspectos importantes para evitar problemas com doenças é aumentar a biodiversidade da propriedade.

## Controle biológico

O controle biológico é definido por Cook & Baker (1983) como a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença, provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem.

Nas atividades determinantes de doenças estão envolvidos o crescimento, a infectividade, a virulência e outras qualidades do patógeno, ou processos que determinam a infecção, o desenvolvimento de sintomas e a reprodução. Nos organismos são incluídos os indivíduos ou as populações avirulentas ou hipovirulentas, dentro das espécies patogênicas; a planta hospedeira manipulada geneticamente ou por práticas culturais, ou microrganismos, para maior ou mais efetiva resistência contra o patógeno; e os antagonistas dos patógenos, definidos como os microrganismos que interferem na sobrevivência ou nas atividades determinantes de doenças causadas por fitopatógenos. Assim, segundo esses autores, o controle biológico pode ser acompanhado por práticas culturais para criar um ambiente favorável aos antagonistas e à resistência da planta hospedeira ou ambas; melhoramento da planta para aumentar a resistência ao patógeno ou adequação do hospedeiro para as atividades dos antagonistas; introdução em massa de antagonistas e linhagens não patogênicas ou outros organismos ou agentes benéficos.

Essa definição de Cook & Baker (1983) é a mais aceita pela comunidade científica. Entretanto, a introdução massal de antagonistas é a forma mais praticada e estudada de controle biológico. Assim, muitos definem controle biológico como o controle de um microrganismo por meio de outro microrganismo. Comercialmente essa é a definição utilizada, estando disponíveis no mercado os seguintes produtos comerciais e seus respectivos agentes: AQ10 (*Ampelomyces quisqualis*), Aspire (*Candida oleophila*), Binab T (*Trichoderma harzianum* e *T. polysporum*), Biofox C (*Fusarium oxysporum*-não patogênico), Bio-Fungus (*Trichoderma*), Bio-Save 100, Bio-Save 110 e Bio-Save 1000 (*Pseudomonas syringae*), BlightBan A506 (*Pseudomonas fluorescens*), Blue Circle (*Burkholderia cepacea*), Conquer (*Pseudomonas fluorescens*), Contans (*Coniothyrium mimitans*), Deny (*Burkholderia cepacea*), Epic (*Bacillus subtilis*), Fusaclean (*Fusarium oxysporum*), Galltrol-A (*Agrobacterium radiobacter*), Intercept (*Pseudomonas cepacea*), Kodiak, Kodiak HB e Kodiak AT (*Bacillus subtilis*), Koni (*Coniothyrium mimitans*), Mycostop (*Streptomyces griseovirides*), Nogall, Diegall (*Agrobacterium radiobacter*), Norbac 84C (*Agrobacterium radiobacter*), Phagus (bacteriofagos), Polygandron (*Pythium oligandrum*), Promote (*Trichoderma harzianum* e *T. viride*), PSSOL (*Pseudomonas solanacearum*-não patogênica), Rhizo-Plus e Rhizo-Plus Konz. (*Bacillus subtilis*), RootShield T-22G (*Trichoderma harzianum*), Rotstop, P.g. (*Phlebia gigantea*), Serenade (*Bacillus subtilis*), SoilGard (*Gliocladium virens*), Supresivit (*Trichoderma harzianum*), System 3 (*Bacillus subtilis* GB03), T-22G, T-22 Planter Box (*Trichoderma harzianum*), Trichodex (*Trichoderma harzianum*), Trichopel, Trichoproject, Trichodowels e Trichoseal (*Trichoderma harzianum*), Trichoderma 2000 (*Trichoderma* sp.) e Victus (*Pseudomonas fluorescens*) (Fravel, 1998).

No Brasil, nenhum desses produtos está disponível no mercado. Entretanto, muitos desses e outros agentes são utilizados em escala comercial, sendo normalmente multiplicados pelos próprios usuários. Com uso em larga escala no Brasil, podem ser citados diversos exemplos discutidos por Bettiol (1996):

1. Controle da tristeza dos citros por pré-imunização com estirpes fracas do vírus da tristeza. Mudanças de laranja 'Pêra' previamente inoculadas com estirpes fracas do vírus (pré-imunização) se desenvolvem normalmente, sem apresentar sintomas da doença e com produção normal. O custo das mudas premunizadas é o mesmo das não pré-imunizadas. Perto de 100 milhões de plantas de laranja 'Pêra' pré-imunizadas estão sendo cultivadas no Estado de São Paulo;
2. Controle do mosaico da abobrinha por premunização com estirpe fraca do vírus. São distribuídas folhas de abobrinha infectadas com o vírus fraco e após maceração são inoculadas nas mudas de abobrinha antes de serem transplantadas no campo. Para premunizar cerca de 500 mudas bastam, em média, quatro folhas novas. Rezende & Muller (1995) afirmam que a maioria das plantas de abobrinha tipo moita premunizada no estádio de folha cotiledonar e expostas no campo não apresentam sintomas severos da doença durante um período de 60 a 70 dias após a inoculação de premunização, contra 25 a 30 dias das não premunizadas; a produção das plantas premunizadas foi bem superior a das não premunizadas;
3. Controle da lixa do coqueiro com *Acremonium*. Uma aplicação do antagonista no período do florescimento é efetiva para controlar a doença, sendo que em muitos casos não há necessidade de reaplicação do *Acremonium*, pois ele se instala na área. O custo de uma aplicação do antagonista é aproximadamente cinco vezes menor que a de fungicidas;
4. Controle do mofo cinzento do morango com *Gliocladium roseum*. Esse antagonista é recomendado para ser pulverizado uma vez por semana em morango, sob cultivo protegido, durante o período do florescimento, sendo o controle tão efetivo quanto os fungicidas;
5. *Trichoderma* para o controle da podridão do colo da macieira. O *Trichoderma* é utilizado para colonização do substrato das covas de replantio da macieira, que foi previamente desinfestado com formaldeído;
6. *Trichoderma* para controle de tombamento em fumo. O antagonista é incorporado nos substratos para a produção de mudas de fumo, com controle efetivo dos agentes causais do tombamento.

Os diferentes bioagentes de controle agem basicamente por meio dos seguintes mecanismos: antibiose, competição, parasitismo, predação e indução da defesa do hospedeiro. Apesar da divisão, um antagonista pode agir por um ou mais mecanismos de interações antagonísticas. Quando age por mais de um mecanismo, as chances de sucesso são aumentadas.

Antibiose é uma interação entre organismos na qual um ou mais metabólitos (antibióticos) produzidos por um organismo têm efeito prejudicial sobre o outro.

Competição é a luta entre duas ou mais populações de nichos semelhantes por um fator limitante, como alimento e espaço, em que as duas populações são prejudicadas, embora freqüentemente a mais apta acabe predominando. Parasitismo é usado em referência ao fenômeno de um microrganismo parasitar o outro, isto é, viver às custas de outro organismo; é uma interação morfológica e fisiológica íntima entre duas populações, onde o parasita é beneficiado e o hospedeiro prejudicado. Predação é o ato de um organismo caçar outro organismo, em que o predador é beneficiado e a presa prejudicada. Enquanto para esses mecanismos as ações estão direcionadas para o patógeno, na indução de defesa do hospedeiro a ação dos organismos ou seus metabólitos é direcionada ao hospedeiro. Nesse caso ocorrem alterações bioquímicas de resposta de resistência da planta.

### Controle de oídio da abobrinha com leite

Bettli et al. (1999) demonstraram a eficiência do leite de vaca no controle do Oídio da abobrinha. Nos ensaios com leite cru, pulverizado duas vezes por semana, nas concentrações de 5, 10, 20, 30, 40 e 50%, o controle da doença foi de 62, 82, 90, 91, 94 e 93%, respectivamente, enquanto o fungicida apresentou controle de 85%, 29 dias do início das pulverizações (Tabela 1). Os ensaios foram repetidos três vezes com resultados semelhantes aos anteriores (Tabela 1). Quando da realização da análise de regressão não linear dos resultados obtidos nas avaliações aos 22 dias após o início das pulverizações, foi verificado, para os três ensaios, que as tendências foram semelhantes, sendo a severidade da doença negativamente correlacionada com a concentração de leite. (Figura 1).

**Tabela 1.** Efeito do leite de vaca cru, pulverizado duas vezes por semana, sobre a porcentagem de área foliar lesionada por folha lesionada de abobrinha por *Sphaerotheca fuliginea*.

Tratamento	1º Ensaio		2º Ensaio		3º Ensaio	
	Dias após o início das pulverizações		Dias após o início das pulverizações		Dias após o início das pulverizações	
	22 dias	29 dias	15 dias	22 dias	15 dias	22 dias
Testemunha	50,72 A	56,94 A	32,46 A	53,29 A	39,99 A	64,23 A
Leite 5%	21,71 B (57)	17,47 B (62)	10,99 B (66)	10,51 B (80)	6,32 B (84)	7,07 BC (79)
Leite 10%	11,52 CD (77)	9,99 C (82)	7,97 BC (75)	7,10 BC (87)	2,98 C (93)	1,92 C (97)
Leite 20%	7,47 D (85)	5,45 C (90)	2,84 C (91)	2,75 CD (95)	1,28 C (97)	1,30 C (98)
Leite 30%	6,63 D (87)	5,06 C (91)	1,24 C (96)	1,84 CD (97)	1,23 C (97)	1,35 C (98)
Leite 40%	4,61 D (91)	3,53 C (94)	0,86 C (97)	0,76 D (98)	0,50 C (99)	0,75 C (99)
Leite 50%	4,23 D (92)	3,79 C (93)	0,50 C (98)	0,50 D (99)	0,65 C (98)	1,00 C (98)
Fungicida	15,66 BC (69)	8,80 C (85)	2,95 C (91)	7,53 BC (86)	15,13 B (62)	15,58 B (75)

Cada valor representa a média de 5 repetições. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%). Os números entre parênteses referem-se à porcentagem de controle dos tratamentos em relação à testemunha. No primeiro e no terceiro ensaios o fungicida utilizado foi o fenarimol (0,1 ml/l), enquanto no segundo ensaio foi o benomyl (0,1 g/l). O tratamento fungicida foi pulverizado uma vez por semana.

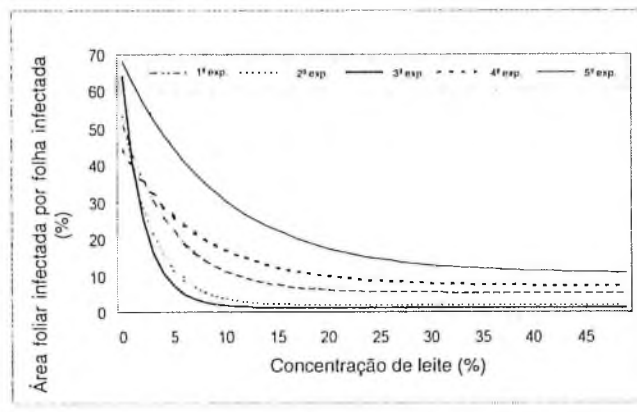


Figura 1. Relação entre a severidade de Oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) em folhas de abobrinha com a concentração de leite pulverizado duas vezes na semana após 22 dias da primeira pulverização ( $R^2=0.94$ ; 0.96 e 0.94, para o primeiro, segundo e terceiro experimento, respectivamente), e uma vez na semana após 24 dias da primeira pulverização ( $R^2=0.89$  e 0.96, para o quarto e quinto experimentos, respectivamente).

Esses mesmos autores verificaram que o leite, pulverizado uma vez por semana, apresentou as mesmas tendências de controle que a aplicação duas vezes por semana, sendo que a aplicação de leite em concentrações superiores a 20% apresentou o mesmo controle que o fungicida. Aos 38 dias, após o início das pulverizações, as porcentagens de controle da doença nos tratamentos com leite a 5, 10, 20, 30, 40 e 50%, e fungicida foram de 38, 66, 81, 82, 83, 84 e 80%, em relação a testemunha, respectivamente (Tabela 2). A análise de regressão não linear, realizada com os resultados obtidos após 24 dias do início das pulverizações, conforme descrito anteriormente, mostrou que a severidade da doença foi negativamente correlacionada com a concentração de leite (Figura 1).

Tabela 2: Efeito de leite de vaca (cru), pulverizado uma vez por semana, sobre a porcentagem de área foliar lesionada por folha lesionada de abobrinha por *Sphaerotheca fuliginea*.

Tratamento	1º Ensaio			2º Ensaio		
	Dias após o início das pulverizações			Dias após o início das pulverizações		
	24 dias	31 dias	38 dias	11 dias	17 dias	24 dias
Testemunha	44,20 A	56,28 A	38,67 A	34,91 A	53,65 A	68,55 A
Leite 5%	24,77 B (39)	35,31 B (37)	24,07 AB (38)	19,50 B (44)	33,41 B (38)	44,10 B (36)
Leite 10%	17,84 C (60)	14,31 C (75)	13,11 B (66)	10,49 C (70)	21,27 C (60)	29,86 C (56)
Leite 20%	10,56 D (76)	9,18 C (84)	7,40 B (81)	8,13 CD (77)	14,76 CD (73)	18,93 D (72)
Leite 30%	10,23 D (77)	8,31 C (85)	6,89 B (82)	9,92 C (72)	14,55 CD (73)	13,07 DE (81)
Leite 40%	7,24 D (84)	8,10 C (85)	6,66 B (83)	7,18 CDE (79)	10,01 DE (81)	11,87 DE (83)
Leite 50%	4,59 D (90)	4,82 C (91)	6,26 B (84)	4,02 DE (88)	8,75 DE (84)	9,58 E (86)
Fungicida	5,74 D (87)	7,88 C (86)	7,58 B (80)	2,02 E (94)	3,72 E (93)	5,09 E (93)

Cada valor representa a média de 6 e de 5 repetições para o 1º e 2º ensaio, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 1%). Os números entre parênteses referem-se à porcentagem de controle dos tratamentos em relação à testemunha. O fungicida utilizado foi o fenarimol (0,1 ml/l).

Nos cinco ensaios realizados, com uma e com duas pulverizações por semana, todos os tratamentos com leite diferiram da testemunha. Entretanto, foi em concentrações acima de 10% que o leite controlou a doença semelhantemente aos fungicidas (Tabelas 1 e 2, Figura 1).

Nas condições de cultivo, os produtores de pepino, abobrinha e pimentão estão utilizando o leite a 5 e 10% para o controle do oídio dessas culturas, com resultados superiores aos fungicidas padrões.

## Solarização do solo

A técnica consiste na utilização da energia solar para a desinfestação do solo, por meio da cobertura com um filme plástico transparente, antes do plantio. A solarização pode ser utilizada tanto em condições de campo, em extensas áreas, como em cultivo protegido, e deve ser realizada preferencialmente durante o período de maior incidência de radiação solar (Ghini & Bettiol, 1995; Katan & Devay, 1991; Souza, 1994). A solarização se mostra eficiente no controle de diversos fitopatógenos habitantes do solo, como: *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Pseudomonas* e *Meloidogyne* entre outros. Após a cobertura, as camadas superficiais do solo apresentam temperaturas superiores às do solo descoberto, sendo que o aquecimento é menor quanto maior for a profundidade. O filme plástico deve ser mantido por um período de tempo suficiente para que haja a inativação das estruturas dos patógenos localizadas nas camadas mais profundas do solo.

Parte da população de patógenos é morta pela exposição às maiores temperaturas, que geralmente ocorrem nas camadas superficiais do solo solarizado. A sensibilidade ao calor apresentada por diversos patógenos de plantas pode indicar a possibilidade de controle através da solarização. Porém, apesar da exposição do patógeno ao calor ser um importante fator, não é o único mecanismo envolvido no controle. Os processos microbianos induzidos pela solarização contribuem para o controle da doença, já que o aquecimento do solo também atua sobre organismos não-alvo. Esses processos podem ter especial importância quando os efeitos acumulativos do calor são insuficientes para o controle do patógeno como, por exemplo, nas camadas mais profundas do solo ou em climas menos favoráveis à solarização. Os propágulos dos patógenos, enfraquecidos pelas temperaturas subletais, dão condições e estimulam a atuação de antagonistas.

Devido ao fato de as temperaturas atingidas pelo solo durante a solarização serem relativamente baixas quando comparadas com o aquecimento artificial (vapor), os seus efeitos nos componentes bióticos são menos drásticos, evitando a formação de “vácuos biológicos”<sup>4</sup>. Durante a solarização, as temperaturas atingidas permitem a sobrevivência de alguns grupos de microrganismos. De modo geral, os microrganismos parasitas de plantas são eliminados por temperaturas inferiores àquelas necessárias para controlar os saprófitas, dentre eles muitos antagonistas, como *Bacillus*,

*Pseudomonas*, *Trichoderma*, actinomicetos e fungos termotolerantes. Como consequência, há uma alteração na composição microbiana, em favor de antagonistas, estimulando a supressividade do solo a patógenos, e não é criado, portanto, o chamado “vácuo biológico”. A atividade microbiana que ocorre durante a solarização promove um controle biológico em adição ao efeito térmico. Por esse motivo, a reinfestação de um solo solarizado é mais difícil do que a de um solo que sofreu tratamento esterilizante, como é o caso do vapor ou do biocida químico, como por exemplo, a fumigação com brometo de metila. Assim, a solarização dura períodos maiores do que os demais tratamentos.

A principal característica do filme plástico utilizado é a transparência, que permite a passagem dos raios solares e promove de forma eficiente o efeito estufa e, assim, o maior aquecimento do solo. Os filmes pretos e de outras cores não são recomendados por não serem tão eficientes na elevação da temperatura do solo. A espessura do plástico tem influência sobre sua durabilidade e custo. Por esse motivo, plásticos com 25 a 50 mm têm sido recomendados. A instalação do filme plástico em grandes áreas pode ser feita por máquinas, especialmente desenvolvidas para tal finalidade ou manualmente, em áreas menores ou em estufas. O terreno deve ser preparado de forma usual, isto é, por meio de aração e gradagem, eliminando galhos e outros materiais pontiagudos que possam perfurar o plástico. A fixação do filme plástico é feita enterrando as suas bordas em sulcos no solo, de forma que permaneça sobre o terreno sem a formação de bolsas de ar e cobrindo toda a área a ser tratada. A emenda de dois filmes deve ser feita enterrando-se as bordas de ambos num único sulco.

Além de controlar eficientemente fitopatógenos habitantes do solo, a solarização do solo é eficiente no controle de plantas invasoras, sendo que diversos agricultores utilizam a técnica com essa finalidade para substituir o uso de herbicidas (Ghini & Bettiol, 1995).

## **Biofumigação do solo**

Biofumigação é o termo utilizado para indicar a supressão de patógenos do solo por compostos biocidas liberados no solo quando glicosinolatos de brássicas utilizadas como adubo verde ou rotação de culturas são hidrolizados (Kirkegaard & Sarwar, 1998). Esses compostos possuem a capacidade de inativar diversos fungos fitopatogênicos habitantes do solo. É interessante combinar a solarização do solo com a incorporação de brássicas, pois o plástico retém por um período maior os gases liberados na decomposição. A biofumigação tem sido eficiente no controle de *Fusarium*. Além de brássicas, diversos autores vêm realizando a biofumigação com outras fontes de matéria orgânica.

---

<sup>4</sup> Espaço deixado pela ausência de microrganismos benéficos

## Coletor solar para a desinfestação de substrato

O coletor solar consiste, basicamente, de uma caixa de madeira que contém tubos de ferro galvanizado e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares. O solo é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirado pela inferior, por meio da força da gravidade. Os coletores devem ser instalados com exposição na face norte (no hemisfério sul) e um ângulo de inclinação semelhante à latitude local acrescida de 10°, para garantir a maior incidência de radiação solar durante o ano todo. A colocação de isolantes térmicos (isopor, lã de vidro) no fundo do coletor (entre a chapa de alumínio e a madeira) pode auxiliar a retenção do calor no interior da caixa. Alguns patógenos habitantes do solo, como fungos, bactérias e nematóides, podem ser inativados no coletor em algumas horas de tratamento, devido às altas temperaturas atingidas, porém recomenda-se o tratamento por um ou dois dias. Ghini (1993) verificou que um dia de tratamento foi suficiente para o controle de *Sclerotium roffsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Pythium aphanidermatum*. Em outros testes com o coletor solar, Ghini *et al.* (1998) verificaram o controle de *Meloidogyne arenaria* em substratos para a produção de mudas de tomateiro.

Em um trabalho de avaliação econômica da substituição do brometo de metila pelos coletores em um viveiro comercial, Ghini *et al.* (1998) estudaram os custos referentes à substituição no Núcleo de Produção de Mudas da CATI, situado em São Bento do Sapucaí-SP. O volume de substrato tratado é de 400 m<sup>3</sup>/ano, demandando 200 latas de brometo (300 ml) ou 20 coletores solares (0,1 m<sup>3</sup> de substrato/coletor/dia, 200 dias ao ano). A diferença para os custos anualizados de tratamento a favor do brometo de metila varia de R\$0,42 a R\$0,52/m<sup>3</sup> de substrato, dependendo da taxa de juros usada. Porém, o trabalho não contempla as externalidades decorrentes de ambos os métodos quanto à saúde do aplicador, qualidade ambiental e problemas de resíduos. Quanto ao controle de fitopatógenos, foi verificado que um dia de tratamento nos coletores foi suficiente para erradicar a população de *Fusarium* spp., *Phytophthora* sp., *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp. e nematóides não parasitos.

O equipamento apresenta diversas vantagens: não consome energia, é de fácil manutenção e construção, não apresenta riscos para o operador e tem baixo custo. Além disso, o uso do coletor permite a sobrevivência de microrganismos termotolerantes benéficos que impedem a reinfestação pelo patógeno, o que não ocorre nos tratamentos com brometo de metila e autoclaves que esterilizam o solo, criando um “vácuo biológico”.

## Extratos aquosos de matéria orgânica e biofertilizante

Uma opção econômica e de baixo impacto é o uso de extratos aquosos de matéria orgânica e biofertilizantes para o controle de doenças de plantas do filoplano.



Essa nova abordagem do controle biológico passou a ser considerada viável após observações de uso prático por agricultores orgânicos. As principais vantagens desta técnica, quando comprovadamente eficaz, são o custo e a disponibilidade do produto. O custo é basicamente o relacionado ao preparo do material pelo próprio agricultor. Como existem relatos da eficiência de extratos aquosos de diferentes fontes de matéria orgânica, o agricultor não depende da compra desse material, mas sim apenas do aproveitamento de material disponível na propriedade. Esses extratos e os biofertilizantes possuem uma complexa e elevada comunidade microbiana, com presença de bactérias, fungos leveduriformes e filamentosos e actinomicetos. Além da comunidade microbiana original, esses extratos podem ser bioativados com reconhecidos agentes de biocontrole. Weltzien & Ketterer (1986) induziram o aumento da resistência de folhas de videira contra míldio (*Plasmopara viticola*) quando essas foram mergulhadas ou pulverizadas com extratos aquosos de uma mistura de composto de esterco de cavalo, palha e solo. Esses autores prepararam o extrato usando 250 g da mistura em 750 ml de água e temperatura entre 18 a 22°C. O extrato não apresentou fitotoxicidade e ação fungicida direta sobre o patógeno. Weltzien (1989) obteve controle de *P. viticola*, *Uncinula necator* e *Pseudopeziza tracheiphila* em videira; *Phytophthora infestans* em batata e tomate; *Erysiphe graminis* em cevada; *Erysiphe betae* em beterraba açucareira; *Sphaerotheca fuliginea* em pepino e *B. cinerea* em morango e feijão com aplicações de extratos aquosos da mistura contendo esterco de cavalo, palha e solo compostados por 8 a 12 meses. A indução de resistência foi um dos mecanismos envolvidos, porém o autor observou inibição direta dos fungos pelo extrato. McQuilken et al. (1994), utilizando extratos aquosos obtidos da mistura de esterco e palha compostada, obtiveram supressão do desenvolvimento de lesões de *B. cinerea* em folhas de feijão. Os extratos inibiram a germinação dos conídios e reduziram o crescimento micelial do fungo. Também trabalhando com *B. cinerea*, Elad & Shuenberg (1994) obtiveram o seu controle em tomate, pimentão e uva, pulverizando-os com extratos aquosos de compostos produzidos a partir da mistura de esterco de vaca e de galinha, e a partir de bagaço de uva. Esses extratos controlaram parcialmente o oídio (*Leveillula taurica*) de folhas de tomate.

O biofertilizante, produzido pela digestão anaeróbia de esterco bovino, vem sendo recomendado para o controle de diversas doenças (Santos, 1992). Castro et al. (1991) verificaram inibição de *Colletotrichum gloeosporioides*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Penicillium digitatum*, *Fusarium* e *Cladosporium* pelo biofertilizante. Tratch & Bettiol (1997) observaram inibição do crescimento micelial de *Alternaria solani*, *Stenphyllum solani*, *Septoria lycopersici* e *B. cinerea* e inibição da germinação de esporos de *B. cinerea*, *A. solani*, *Hemileia vastatrix* e *Coleosporium plumierae*.

Zhang et al. (1996) induziram o controle de antracnose (*Colletotrichum orbiculare*) em folhas de pepino com substrato supressivo a *Pythium*. Entretanto o mecanismo de aquisição de resistência sistêmica é desconhecido. O uso de substrato capaz de induzir a resistência sistêmica tem como vantagens a facilidade de aplicação e a não necessidade de preparo do extrato.

Esses produtos apresentam como característica principal uma complexa comunidade microbiana, sendo essa a possível responsável pelo controle dos patógenos. Pela complexidade da comunidade microbiana, são relatadas as ações de todos os mecanismos de ação dos agentes de controle biológico conhecidos agindo no controle, quando de sua incorporação no filoplano. Além do controle de patógenos existe referência sobre seu efeito nutricional na planta (McQuilken et al., 1994; Santos, 1992). Contudo, como se trata de uma técnica que vem sendo expandida, há necessidade de realização de estudos para a determinação dos impactos no ambiente e na saúde pública. Para minimizar os possíveis problemas sugere-se o uso de matéria orgânica livre de metais pesados e de agentes nocivos à saúde pública.

## **Indução de resistência a doenças de plantas**

Os produtos que induzem a planta a se tornar resistente às doenças estão sendo os mais procurados na natureza, pois de modo geral são inócuos aos seres vivos e podem ser originários de microrganismos, de vegetais e de animais. Esse aspecto está discutido por Marciel J. Stadnik, no capítulo seguinte.

## **Uso de conservadores alimentares para o controle de doenças em pós-colheita de frutos**

Como o uso de fungicidas em pós colheita está sendo amplamente questionado, busca-se a obtenção de novos produtos para proteger principalmente os frutos após a colheita. Uma tendência é estudar o uso de conservadores alimentares, aminoácidos, extratos e óleos de plantas para o controle dessas doenças. Assim, Franco & Bettiol (no prelo) elaboraram um trabalho com o objetivo de selecionar produtos alternativos aos fungicidas para o controle do bolor verde (*Penicillium digitatum*) em pós colheita de citros, tendo sido testados mais de 100 produtos em frutos de laranja 'Pêra'. Os resultados mostraram que bicarbonato de sódio a 1, 2 e 3% (p/v), carbonato de sódio a 1% (p/v), ácido bórico a 1 e 2% (p/v), sorbato de potássio a 1% (p/v), metabissulfito de sódio a 1% (p/v), alanina a 1% (p/v), glutamato monossódico a 1% (p/v) e *Gliocladium roseum* ( $8,6 \times 10^6$  conídios.ml<sup>-1</sup>) foram os produtos que apresentaram melhor desempenho para o controle de *P. digitatum* em laranja 'Pêra', com níveis de controle semelhantes aos fungicidas thiabendazole, prochloraz e imazalil, utilizados como padrões.

## **Referências Bibliográficas**

- Bettiol, W. Biological control of plant pathogens in Brasil: application and current research. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 12: 505-510, 1996.
- Bettiol, W., Astiarraga, B. D., Luiz, A.J.B. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. Crop Protection 18: 489-492, 1999.

- Castro, C.M.; Santos, A.C.V., Akiba, F. 1991. 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. Anais...Jaguariúna, EMBRAPA\_CNPDA, p.18 (abstr.)
- Cook, R.J., Baker, K.F. The nature and practice of biological control of plant pathogens. St Paul: APS, 539p, 1983.
- Elad, Y., Shünberg, D. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). Crop Protection. 13:109-114. 1994.
- Franco, D.A.S., Bettiol, W. Controle do bolor verde em pós-colheita de citros com produtos alternativos. Pesquisa em Andamento. Embrapa Meio Ambiente, 2000.
- Ghini, R. A solar collector for soil disinfection. Netherlands Journal of Plant Pathology 99:45-50. 1993.
- Ghini, R., Bettiol, W. Controle físico. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H., Amorim, A. Manual de fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, pp.786-803.
- Ghini, R., Bettiol, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. Summa Phytopathologica 17:281-286. 1991.
- Ghini, R., Inomoto, M. M., Saito, E. S. Coletor solar no controle de *Meloidogyne arenaria* em substratos para produção de mudas. Fitopatologia Brasileira 23:65-67. 1998.
- Ghini, R., Marques, J. F., Todunaga, T., Bueno, S.C.S., Inomoto, M.M. Avaliação econômica e biológica do uso do coletor solar para desinfestação de substrato em um viveiro comercial. Summa Phytopathologica 24:70. 1998.
- Katan, J., Devay, J. E. Soil solarization. Boca Raton: CRC Press, 1991. 267p.
- Kirkegaard, J. A., Sarwar, M. Biofumigation potential of brassicas. I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. Plant and Soil 201: 71-89, 1998.
- McQuilken, M.P.; Whipps, J.M., Lynch, J.M. Effects of water extracts of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. World Journal of. Microbiology & Biotechnology. 10:20-26. 1994.
- Rezende, J.A.M., Muller, G.W. Mecanismos de proteção entre vírus e controle de viroses de vegetais por preminização. Revisão Anual de Patologia de Plantas 3: 185-226, 1995.
- Santos, L. A.C.V. Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza. Niteroi, EMATER, 16p. (Agropecuária Fluminense 8). 1992.
- Souza, N. L. de. Solarização do solo. Summa Phytopathologica 20:3-15. 1994.
- Tratch, R., Bettiol, W. Efeito de biofertilizante sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de alguns fungos fitopatogênicos. Pesq. Agropec. Bras. 32:1131-1139, 1997.
- Weltzien, H.C. Some effects of composted organic materials on plant health. Agriculture, Ecosystems and Environment 27:439-446.1989.
- Weltzien, H.C., Ketterer, N. Control of downy mildew, *Plasmopara viticola* (de Bary) Berlese et de Toni, on grapevine leaves through water extracts from composted organic wastes. Journal of. Phytopathology . 116:186-188. 1986.