
FUNGIGAÇÃO E NEMATIGAÇÃO

Nicésio Filadelfo Janssen de Almeida Pinto¹

9.1. INTRODUÇÃO

Em países de agricultura irrigada altamente tecnificada, o controle de doenças fúngicas e de nematóides em plantas, freqüentemente é feito mediante aplicações de fungicidas (fungigação) e/ou de nematicidas (nematigação), em sistemas de irrigação de aspersão convencional, pivô central, gotejamento, autopropelido etc. Essa prática tem mostrado, na maioria dos casos, eficiência e segurança. A fungigação vem sendo utilizada nos Estados Unidos da América há aproximadamente 20 anos (Johnson et al. 1986). No Brasil, porém, tem sido adotada sem um adequado embasamento científico, principalmente por agricultores que possuem pivôs centrais, nas regiões de agricultura irrigada mais importantes do País.

A nematigação é um método promissor para o manejo de populações de nematóides, em culturas anuais. Resultados experimentais indicam que fenamiphos e outros nematicidas podem ser aplicados através de sistema de irrigação por aspersão nessas culturas (Johnson 1982). Quando o gotejamento é utilizado como sistema de aplicação de nematicidas, a eficiência desses produtos é comumente maximizada em relação à sua dose, promovendo o uso eficaz em doses mais baixas (Keng e Guilk 1984; Keng et al. 1985). Ademais, doses baixas do nematicida diminuem o risco de contaminação do lençol freático.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da EMBRAPA/CNPMS, Cx.P 151, 35701-970 Sete Lagoas, MG

A aplicação de nematicidas em gotejamento, sejam voláteis ou não-voláteis, depende exclusivamente do movimento da água no solo, sendo totalmente diferente dos métodos de injeção de nematicidas fumigantes ou granulados adicionados ao solo, cuja difusão do gás volátil depende do nível de preparo do solo, das condições de umidade, da temperatura, da natureza e propriedade do solo.

No Brasil, a nematigação é pouco utilizada pelos produtores, sendo realizada principalmente por gotejamento.

9.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Diversos fatores que retardam as aplicações de fungicidas em pulverizações convencionais ou aéreas, como a alta umidade do solo, por exemplo, que impede a pulverização com trator, não interferem na fungigação. Quando feita via pivô central, o fungicida pode ser aplicado em estágio de desenvolvimento mais adiantado da cultura do que com equipamentos de pulverização convencional. Isso é importante para o controle do mofo-branco em feijoeiro (Foster 1983, 1984). A fungigação pode ser realizada durante os períodos de nevoeiro, neblina e noturno, enquanto que essas condições impedem a aplicação aérea.

São vantagens da fungigação e nematigação: economia de mão-de-obra; boa uniformidade de aplicação; pouco contato do operador com os produtos; possibilidade de aplicação do produto em qualquer fase do ciclo da cultura; menor dano físico ao solo (não compactação) e à cultura; maximização de utilização dos equipamentos de irrigação; redução dos custos de produção (Pinto e Costa 1986; Costa e Brito 1988); melhor cobertura da superfície da planta e do solo, possibilitando a prevenção contra uma gama de patógenos, notadamente as doenças causadas por *Botrytis cinerea* (mofo-cinza), *Rhizoctonia solani* (tombamentos e prodriddões), *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo-branco) e muitas outras doenças (Johnston 1985).

A fungigação é mais econômica do que as aplicações convencionais devido à redução de mão-de-obra e de tempo, além de evitar compactação do solo provocada pelas pulverizações feitas com trator, acarretando melhoria da estrutura do solo e, conseqüentemente, aumento da produtividade das culturas.

A aplicação de nematicidas via água de irrigação independe do preparo, das condições de umidade e temperatura, da natureza e propriedade do solo, o que torna esse método mais exequível do que a injeção de nematicidas fumigantes e a aplicação de granulados ao solo.

Algumas desvantagens da fungigação e da nematigação devem ser

mencionadas: possibilidade de distribuição irregular da lâmina de água ao longo dos aspersores; corrosividade de alguns fungicidas e nematicidas, que causam danos ao sistema de irrigação; possibilidade de contaminação dos mananciais hídricos; altíssima diluição dos produtos; baixa retenção de fungicida pelas folhas; possibilidade de contaminação do lençol freático e águas subterrâneas. Além disso, obtiveram-se resultados apenas satisfatórios quando a aplicação de fungicida via água foi comparada com a aplicação convencional (Culbreath e Brenneman 1982; Brenneman e Sumner 1990; Littrell et al. 1984). Também não existem, no Brasil, fungicidas e nematicidas registrados para a aplicação via água.

9.3. RECOMENDAÇÕES PARA MAXIMIZAR A EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE FUNGICIDAS E NEMATICIDAS

9.3.1. Solubilidade do fungicida ou do nematicida

Para se obter maior uniformidade de distribuição dos fungicidas e nematicidas aplicados via água, devem-se selecionar as formulações de baixíssima solubilidade em água, pois isso evitará a rápida injeção do produto dentro da tubulação de recalque e de aspersão e auxiliará a uniformidade de distribuição do produto nos aspersores e gotejadores.

9.3.2. Adição de óleo ao produto

A adição de óleos não-emulsionáveis (derivados de petróleo e vegetais) às formulações comerciais de fungicidas aumenta a sua retenção e redistribuição na cobertura foliar (folhas do ápice, medianas e baixas). A relação do fungicida/óleo mais usada é de 1:1,8. Mais recentemente, alguns fungicidas têm sido formulados em óleo. (Brenneman e Sumner 1989).

9.3.3. Qualidade da água

De modo geral, se a água apresentar boa qualidade para irrigação, ela também se prestará à fungicidação e nematicidação. Recomenda-se uma análise prévia de sua qualidade, no tocante à concentração de sais solúveis, porcentagem de sódio, concentração de boro e concentração de cloro e devem-se evitar as faixas extremas de acidez e alcalinidade.

9.3.4. Dose do produto

Os fungicidas e nematicidas devem ser usados, preferencialmente, na mesma dose recomendada para a aplicação convencional.

9.3.5. Uniformidade de distribuição

Em geral, a uniformidade de distribuição do fungicida ou do nematocida é sempre proporcional à uniformidade da distribuição da água pelo sistema de irrigação. Em aplicações aéreas de fungicidas e por aspersão convencional, obtêm-se coeficientes de uniformidade de 70% e 85%, respectivamente. Quando adequadamente calibrados e operados, aplicações via pivô central e autopropelido podem atingir coeficientes de uniformidade de 90% e 80%, respectivamente (Threadgill 1985).

9.3.6. Produtos de contato versus produtos sistêmicos

Os fungicidas sistêmicos de translocação acropetal (propiconazole) e de translocação acropetal e basipetal (triadimenol, benlate) apresentam melhor eficiência em fungigação do que os fungicidas de contato, pois parte do produto que alcança o solo pode ser absorvida pelas raízes, translocando-se para a parte aérea. O mesmo processo não é observado quando se utilizam fungicidas de contato. Por outro lado, a fração do fungicida de contato que atinge o solo pode controlar os patógenos que aí vivem, como *Pythium* sp.

9.4. SISTEMAS E MANEJO DA FUNGIGAÇÃO E NEMATIGAÇÃO

Produtos sistêmicos ou de contato podem ser aplicados através de sistemas de irrigação de aspersão convencional (sistema fixo ou móvel), pivô central, autopropelido, gotejamento etc.

Os equipamentos mais utilizados para a injeção de produtos químicos são as bombas dosadoras, que operam por gravidade ou sucção, os tanques de solução de agroquímicos, que operam por pressão negativa, e o aplicador portátil de produtos químicos, que transforma a energia de velocidade em energia de pressão. Este último só funciona como equipamento de injeção quando se utiliza a aspersão convencional.

Para que haja sucesso na fungigação e nematigação, alguns cuidados devem ser tomados, como o horário e o tempo de aplicação, a velocidade do vento, a manutenção da cultura limpa, o coeficiente de uniformidade da lâmina de água, a limpeza do sistema de irrigação após a aplicação dos defensivos agrícolas etc.

Para fungicidas que visam o controle de fungos do solo e para os nematocidas não fumigantes (carbofuram, fenamiphos etc.) ou fumigantes (metham sodium - "vapam"), recomenda-se usar lâminas de água de 10 a 25 mm, o que promove a incorporação desses produtos ao perfil do solo, podendo a aplicação ser realizada desde o início da irrigação por aspersão.

Para os fungicidas que visam controlar as doenças da parte aérea das plantas, recomendam-se lâminas de água de 3 a 6 mm.

Geralmente uma pressão de 3,0 a 3,5 atmosferas no sistema de irrigação é suficiente para promover um adequado funcionamento dos aspersores e uniformidade de aplicação do produto.

O tempo de aplicação depende do equipamento de injeção do produto e do sistema de irrigação. Para a aspersão convencional, esse tempo é curto, variando de 5 a 10 minutos, sendo que para fungicidas de parte aérea a aplicação deve ser realizada nos minutos finais da irrigação.

Em pivô central, o tempo de aplicação é função direta do tempo gasto par dar uma volta completa, devendo sempre operar a 100% de sua velocidade. No sistema de gotejamento, o tempo de aplicação pode ser longo, pois o processo de injeção do produto deve ter baixa vazão, mas com alta frequência da aplicação.

O nematicida deve ser aplicado ao solo antes ou imediatamente após o plantio da cultura, em lâmina de água próxima à capacidade de campo. As produções das culturas podem ser reduzidas se o nematicida for aplicado após as larvas jovens do nematóide formador de galhas (*Meloidogyne* spp.) penetrarem o sistema radicular e se estabeleceram como parasita.

Os fatores que determinam o sucesso da aplicação por gotejamento, no que concerne ao movimento do produto no solo, são a superfície molhada e a profundidade de molhamento. Para o manejo da profundidade de molhamento, visando assegurar a penetração do nematicida na zona das raízes, é importante conhecer as características físico-químicas do solo, os produtos de degradação do nematicida, e sua meia-vida relativa, a mobilidade em relação ao conteúdo de matéria orgânica e o pH do solo.

Na fungigação e nematigação via aspersão convencional, a injeção do produto pode ser realizada por:

- a) Bomba dosadora - Deve ser acoplada ao sistema de irrigação no início da tubulação de recalque;
- b) Aplicador portátil - A injeção do produto é realizada diretamente na linha de irrigação, sendo cada linha equipada com um aplicador;
- c) Tanque de solução de produto químico - Embora não seja tecnicamente recomendado, muitos irrigantes o utilizam. A injeção do produto é feita na tubulação de sucção.

Em pivô central, deve-se usar, preferencialmente, a bomba dosadora. O acoplamento se dá num dispositivo apropriado existente na estrutura do pivô central. Não raro, também nesse sistema de irrigação tem-se verificado a injeção de produtos através do tanque de solução.

No sistema de gotejamento, recomenda-se usar a bomba dosadora, acoplada ao sistema logo após a válvula de segurança.

É conveniente salientar que os sistemas de fungigação e nematigação nunca devem operar sem válvula de segurança, pois, com queda de energia no sistema, não haverá riscos de refluxo de nematicidas ou fungicidas dissolvidos na água de quimigação.

9.5. FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO DE FUNGICIDAS E NEMATICIDAS

9.5.1. Diluição

Para o controle de fungos do solo, a quantidade de água aplicada em irrigação por aspersão para incorporação do fungicida no perfil do solo deve ser de um milímetro de lâmina d'água para cada centímetro da profundidade desejada (Krikun e Frank 1982). Isto explica a maior eficiência da aplicação de metham-sodium (vapam) via irrigação convencional, para o controle de doenças radiculares do quiabeiro, em lâmina de 25 mm, quando comparada com a aplicação em lâmina de 13 mm. (Sumner e Phatak 1988).

A diluição dos fungicidas, mesmo em altos volumes de água, comumente não tem afetado a sua eficiência no controle de doenças da parte aérea, exceto nas epidemias. Na cultura do amendoim, para controlar a mancha da folha (*Cercosporidium personatum*), foi utilizado clorotalonil na dose de 1,24 kg i.a./ha. A dose do fungicida, nas aplicações via pivô central ou em pulverização convencional, foi diluída em aproximadamente 40.000 e 100 litros de água, respectivamente. Apesar disso, a mancha foliar do amendoim foi significativamente reduzida em todas as parcelas tratadas com fungicida, independente do método de aplicação (Littrell 1987, Littrell et al. 1984). Estudando o efeito de lâminas de água na aplicação do fungicida hidróxido de trifetil estanho, via aspersão convencional, no controle da brusone (*Pyricularia oryzae*), Pinto e Costa (1992) verificaram maior eficiência quando o fungicida foi aplicado nas lâminas de 3 e 6 mm, embora não tenham ocorrido diferenças estatísticas na produção de grãos com as lâminas de 3, 6 e 9 mm.

9.5.2. Diluentes

Em aplicações via pivô central, a diluição de fungicidas em óleo não emulsionável, na relação fungicida/óleo de 1:1,8, tem, na maioria dos casos, incrementado a sua eficiência. Para o controle da mancha foliar (*Cercosporidium personatum*) em amendoim, o fungicida tebuconazole

(Folicur), quando diluído em óleo, teve comportamento semelhante à aplicação em pulverização convencional diluído em água (Brenneman e Sumner 1989). Resultado análogo foi obtido quando o ethyltrianol foi diluído em óleo emulsionável (Brenneman e Sumner 1988). Contudo, nem sempre a adição de óleos ao fungicida tem sido positiva. O Bravo 720 (clorotalonil), apesar de ter aumentado sua deposição na folhas, reduziu a meia-vida relativa do clorotalonil, quando comparado à meia-vida do clorotalonil diluído em água (Brenneman et al. 1990).

9.5.3. Resíduos

A mancha foliar em amendoim (*C. personatum*) inicia-se nas folhas baixas, onde os esporos do fungo são formados em grande quantidade. Devido ao total molhamento das plantas, a fungigação faz uma melhor deposição do fungicida na superfície daquelas folhas, o que, de certo modo, pode compensar a baixa quantidade do fungicida retida pela folhagem.

Em aplicação de clorotalonil em amendoim, foram encontrados mais resíduos quando se utilizou a pulverização convencional do que em aplicação via pivô central, e a maior concentração de resíduo foi encontrada nas folhas do topo da planta. Ademais, não houve nenhuma diferença no perfil da cobertura foliar (folhas do topo, medianas e baixas) quando as plantas receberam clorotalonil via pivô central (Littrell et al. 1984; Littrell 1987).

Segundo Backman (1982), menos de 10% de clorotalonil aplicado via pivô central foi retido sobre a folhagem de amendoim; em folíolos de batata, os resíduos de clorotalonil foram de 8 a 19 vezes menores do que nos folíolos tratados por pulverização convencional ou com avião (Easton e Nagle 1985). A pulverização convencional resultou ainda, nas mais altas concentrações de clorotalonil sobre as folhas de amendoim, seguida pelo sistema de pulverização de agroquímicos montado sob pivô e pela fungigação via pivô central (Brenneman et al. 1990).

9.5.4. Mobilidade e persistência no solo

A mobilidade e a persistência de fungicidas e de nematicidas no solo dependem dos produtos da sua decomposição, do índice de lixiviação, do conteúdo de matéria orgânica do solo, da textura e da estrutura do solo.

O fungicida carbendazim (Bavistin), quando aplicado via gotejamento,

ficou a até 10 cm ao redor do gotejador, porém o tiabendazole foi mais uniformemente distribuído no solo e moveu-se mais por lixiviação. O fungicida tiabendazole persistiu no solo por 22 semanas e o carbendazim, por dez (Solel et al. 1979). Com relação a nematicida, resíduos de fenamifos foram encontrados a 40 e 150 cm de profundidade, após o primeiro e o sexto mês da aplicação por gotejamento, respectivamente (Schneider et al. 1988).

9.5.5. Tráfego de trator

Devido à ocorrência de danos à cultura, o tráfego de trator incrementou a podridão do caule (*Rhizoctonia solani* AG-4) em plantas de amendoim, em parcelas fungigadas com ethyltrianol, tebuconazole e clorotalonil (Brenneman e Sumner 1988, 1989 e 1990).

Entre os fatores de estresse ambiental, a compactação do solo é o que torna o feijoeiro mais vulnerável ao ataque de fungos que causam podridões radiculares. Há, também, redução na porcentagem de emergência, na nodulação por bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, e no desenvolvimento normal dessa cultura (Silbernagel e Mills 1990).

9.6. APLICAÇÃO CONJUNTA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Em função da escassez de informações sobre a compatibilidade dos defensivos agrícolas, deve-se ter cuidado na aplicação simultânea de fungicidas e inseticidas, fungicida e nematicida etc. A aplicação de metalaxyl junto com fenamifos, a 2,24 kg i.a./ha e 6,7 i.a./ha, respectivamente, via água de irrigação, em lâmina de 2,5 mm, foi igualmente eficiente e mais econômica do que a aplicação convencional por trator, para a redução do complexo canela preta/galhas em fumo, *Phytophthora parasitica* var. *nicotinae*/Meloidogyne *incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica* (Csinos et al. 1986).

9.7. EFICIÊNCIA DA FUNGIGAÇÃO

9.7.1. Doenças da parte aérea.

O fungicida tebuconazole (Folicur), aplicado em amendoim, em pulverização convencional ou via pivô central, em lâmina de 2,54 mm de água,

foi igualmente eficiente no controle da mancha-foliar, *Cercosporidium personatum*, e da podridão do caule, *Rhizoctonia solani* AG-4 (Brenneman e Sumner 1989). Resultados semelhantes foram obtidos com Ethyltrianol, na dose de 250 g i.a./ha (Brenneman e Sumner 1990). Também com a aplicação de clorotalonil (1,24 kg i.a. /ha), em pulverização convencional ou via pivô central, as doenças foliares foram reduzidas e a produção de vagens de amendoim foi incrementada (Littrell 1987). Quando o clorotalonil foi aplicado via pivô central e autopropelido, a mancha-foliar (*C. personatum*) do amendoim não foi totalmente controlada, porém a produção de vagens foi aumentada. Isto pode ser devido ao menor dano mecânico à cultura ou por ter o clorotalonil controlado doenças de vagens e de raízes. Similarmente, a aplicação de Terraclor (pentacloronitro-benzeno) e Vitavax (carboxin) promoveu o controle do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e incrementou as produções do amendoim (Backman 1982).

Em batata, Potter e Crawford (1985) e Reese et al. (1985 a), utilizando mancozeb em fungigação, constataram a redução da ocorrência da pinta-preta (*Alternaria solani*) e o incremento na produtividade da cultura.

Em tomateiro, resultados eficientes no controle da septoriose (*Septoria lycopersici*), pinta-preta (*Alternaria solani*) e antracnose (*Colletotrichum phomoides*) foram obtidos com os fungicidas Bravo, Manzate, Dithane M-45, Difolatan e Bravo + Citcop, aplicados via água, em irrigação por aspersão convencional (Potter 1980). As aplicações de Rovral PM, via pivô central, para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em tomateiro, reduziram a porcentagem de frutos podres e incrementaram a produção em 14, 7 t/ha (Minami e Moraes 1992).

O fungicida benomyl, quando aplicado via água de irrigação por aspersão convencional, visando o controle de fungos que infectam ou infestam as sementes de sorgo, foi eficiente no controle de *Cladosporium* sp., *Phoma* sp e *Colletotrichum graminicola* (Pinto e Costa 1986). Posteriormente, na cultura do arroz (Tabela 9.1), a fungigação em aspersão convencional mostrou que o fungicida hidróxido de trifetil estanho foi mais eficiente que o di-isopropilbenziltofosfato no controle da brusone no "pescoço" da panícula e na redução da porcentagem de *Pyricularia oryzae* nas sementes, com o conseqüente aumento da produção. (Pinto et al. 1992a).

A avaliação comparativa da eficiência da aplicação dos fungicidas benomyl, benomyl + mancozeb, benomyl + iprodione, iprodione, e tiofanato metílico, via pivô central e aplicação convencional, visando o controle do mofo-branco do feijoeiro, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*, mostrou que a aplicação via pivô central, operando a 100% de sua velocidade e com lâmina d'água de 3,5 mm, teve maior eficácia do que a aplicação convencional (Oliveira et al. 1993). Para o controle de oídio (*Erysiphe poligoni*) do feijoeiro, em parcelas subdivididas, uma das subparcelas recebeu apenas o

TABELA 9.1. Efeito da aplicação de fungicidas, via água de irrigação por aspersão, sobre a brusone no "pescoço" da panícula, a incidência de *Pyricularia oryzae* nas sementes e sobre a produção da cultivar IAC-25. CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1992.

Tratamento	Brusone ¹				P. oryzae ²				Produção ³			
	%				nas sementes (%)							
	I	II	III	Média	I	II	III	Média	I	II	III	Média
HTE ⁴	12,7	5,7	6,0	8,1	46,0	55,0	43,3	48,1	11.811,	9.981,	11.209,	11.000,
IBP	24,5	40,7	59,0	41,4	90,3	88,0	86,5	88,2	8.167,	10.233,	10.030,	9.477,
Água(Test.)	91,0	80,7	83,0	84,9	84,0	82,8	82,0	82,9	6.817,	6.394,	7.944,	7.052,

¹ 200 panículas/duas repetições;

² Método do papel de filtro, quatro repetições de 100 sementes;

³ 2.000 panículas/parcela, peso em gramas ajustado para 13% na base úmida.

⁴ HTE - Hidróxido de trifenil estanho; IBP - Di Isopropil-benziltiofosfato;

Fonte: Pinto e Costa (1992a)

tratamento via pivô e a outra, além deste, também o tratamento convencional. Os fungicidas benomyl + mancozeb, tiofonato matílico + clorotalonil, trioforine, clorotalonil, e tebuconazole, diminuíram significativamente a severidade do oídio, nos dois métodos de aplicação, indicando que a fungigação pode ser eficiente no controle dessa doença (Sartorato e Rava 1993). Oliveira et al. (1992a e 1992b) e Recco e Oliveira (1991) compararam a eficiência da aplicação de clorotalonil, benomyl, e benomyl + mancozeb, através de pulverização convencional e via fungigação na cultura de feijoeiro, onde demonstraram a eficiência da fungigação no controle de oídio (*Erysiphe polygoni*), da ferrugem (*Uromyces phaseoli var. typica*), da mancha-angular (*Isariopsis griseola*) e do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Também para o controle da ferrugem do feijoeiro (*Uromyces phaseoli var. typica*) (Tabela 9.2), o fungicida bitertanol superou o mancozeb, o benomyl e o iprodione (Pinto et al. 1992b).

No controle da mancha-foliar (*Cercosporidium personatum*) em amendoim, mediante a aplicação de clorotalonil via pivô central, em comparação com pulverizações convencionais, resultados apenas satisfatórios foram obtidos por Culbreath e Brenneman (1982), Brenneman e Sumner, (1990) e Littrell et al. (1984). Resultados semelhantes com esse fungicida foram obtidos por Wyman et al. (1986), no controle da pinta-preta (*Alternaria solani*), em batata (Tabela 9.3.) e também pela aplicação de triphenyltin e mancozeb no controle de rizoctoniose, quando o potencial de inóculo de *Rhizoctonia solani* foi muito alto (Wyman et al. 1986).

9.7.2. Doenças de frutos

A podridão de frutos de tomate causada por *Colletotrichum phomoi*-

TABELA 9.2. Índices de infecção de ferrugem (*U. phaseoli var. typica*) em feijoeiro e produção de grãos, com a aplicação de fungicidas via água de irrigação por aspersão. CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1992.

Fungicida	Índice de ferrugem ¹				Produção (kg/ha) ²			
	I	II	III	Média	I	II	III	Média
Bitertanol	6,5	1,7	11,7	6,6	1.339,2	1.783,2	1.526,4	1.549,6
Mancozeb	31,2	13,5	16,7	20,5	1.252,8	1.197,6	1.262,4	1.237,6
Benomyl	39,0	13,2	28,7	26,9	1.029,6	2.016,0	1.027,2	1.357,6
Iprodione	43,0	42,5	40,5	42,0	1.048,8	1.152,0	842,4	1.014,4
Testemunha	62,0	47,0	47,5	52,2	1.051,2	1.281,6	931,2	1.088,0

¹ Escala diagramática (1 a 100 pústulas)

² Ajustamento para 240.000 plantas/ha e para 13% de umidade nos grãos.

Fonte: Pinto e Costa (1992b).

TABELA 9.3. Controle da pinta-preta (*Alternaria solani*) e da requeima ou mela (*Phytophthora infestans*) em batata, com fungicidas aplicados através de pulverização convencional tratorizada e via pivô central.

Método de aplicação	Fungicida	1979				1980		Produção (t/ha)
		Pinta preta (%)		Requeima (%)		Pinta preta (%)		
		30/7	10/9	30/8	10/9	18/8	26/8	
Pulverização tratorizada	Captafol	5,0	13,0	4,0	12,0	7,6a ¹	28,6a	58,1ab
	Triphenyltin	4,0	10,5	16,0	31,0	23,3b	69,0 b	60,6a
	Chlorothalonil	4,0	9,0	2,0	6,0	19,1ab	53,0ab	55,0 b
	Mancozeb	6,5	26,5	2,0	9,0	16,3ab	52,5ab	63,3a
	Mancozeb + Metalaxyl	-	-	-	-	27,1 bc	67,2 b	56,3ab
Pivô Central	Captafol	8,5	40,5	8,5	26,0	12,0a	58,7ab	56,1ab
	Triphenyltin	2,0	10,0	19,5	70,5	10,9a	43,0a	53,2 b
	Chlorothalonil	3,0	15,0	1,5	13,0	15,0a	42,3a	60,5a
	Mancozeb	11,5	52,0	8,5	40,5	12,3a	53,6ab	54,4 b
	Mancozeb + Metalaxyl	-	-	-	-	14,5a	57,2ab	56,3ab
	Testemunha	26,5	67,0	70,5	91,0	37,8 c	69,4 b	57,3ab

¹ Números da mesma coluna seguidos pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Wyman et al. (1986).

des (antracnose) foi reduzida significativamente pela aplicação de Dithane + sulfato cúprico + óleo vegetal, Difolatan + Cicop e Dithane + sulfato cúprico, via pivô central (Reese et al. 1985b).

Os fungicidas Bravo 500, Benlate 50W, e Mertect 340 F, aplicados via sistema fixo de irrigação, resultaram numa redução altamente significativa na quantidade de podridão de frutos de pepino, incitada por *Rhizoctonia solani* (Potter 1981).

9.7.3. Doenças do sistema vascular

A murcha de *Verticillium* em amendoim foi controlada devido à morte de microsclerócios de *Verticillium dahliae* no solo, pela aplicação de metham sodium (vapam), via sistema de irrigação por aspersão convencional (Krikum e Frank 1982). Na cultura da batata, esse fungicida, aplicado via pivô central, promoveu grande redução na infecção de *Verticillium dahliae* nos tecidos das plantas (Qualls 1982).

9.7.4. Doenças de órgãos subterrâneos

Além do controle das doenças da parte aérea das plantas, a fungigação pode apresentar eficiência no controle de fungos do solo e, conseqüentemente, das doenças de órgãos subterrâneos das plantas.

O biocida metham sodium (Vapam) foi mais eficiente no controle de *Rhizoctonia solani* e *Pythium spp.* quando aplicado através de irrigação por aspersão convencional do que quando injetado ao solo pelo processo convencional de fumigação. Promoveu também o aumento do estande e controlou doenças radiculares das culturas de nabo, mostarda, espinafre, feijão, quiabo, pepino, tomate e pimentão (Sumner e Phatak 1988). Em lâmina d'água de 25 mm, esse biocida matou 100% dos esclerócios de *Sclerotinia minor* em cultura de alface (Adams et al. 1983) e controlou eficientemente a podridão branca (*Sclerotium cepivorum*) em cebola (Adams e Johnston 1983). Também aplicado via pivô central, em cultura de batata, eliminou 85% dos microsclerócios de *Verticillium dahliae* presentes no solo (Qualls 1982).

Em microparcelas de amendoim, as aplicações de clorotalonil e diniconazole em água de irrigação promoveram a redução nas populações de *Rhizoctonia solani* AG-4 presentes no solo (Sumner e Littrell 1989).

A podridão da vagem do amendoim, incitada por *Pythium*, foi eficientemente controlada por matham sodium (Vapam), aplicado em aspersão convencional, em lâmina d'água adequada para incorporar o fungicida a uma profundidade abaixo da geocarposfera (Krikun e Frank 1982). Também em amendoim, a aplicação de clorotalonil através de água de irrigação reduziu a podridão da vagem, em solo infestado com *Sclerotium rolsii* (Sumner e Littrell 1989).

9.8. EFICIÊNCIA DA NEMATIGAÇÃO

Em culturas anuais, as perdas na produção causadas por nematóides são estimadas em cerca de 10%. O nematicida fenamiphos, aplicado via aspersão convencional, foi eficiente para o controle de *Meloidogyne incognita*, nas culturas de abóbora e de pepino (Johnson et al. 1982) e em feijoeiro controlou essa mesma espécie de nematóide, quando aplicado na dose de 6,7 kg i.a. /ha, através de sistema fixo de aspersão ou de pivô central com 28 mm de lâmina d'água (Smittle e Johnson 1982). As produções de tomate aumentaram em 50% e 33%, quando fenamiphos e carbofuran, respectivamente, foram aplicados via aspersão convencional (Johnson 1978).

Nas culturas de abóbora, ervilha e milho, os nematicidas fenamiphos, ethoprop e carbofuran controlaram eficientemente *Meloidogyne incognita* e *Macroposthonia ornata*, quando aplicados através de sistema de irrigação por aspersão (Johnson et al. 1981). Os resultados com a cultura do milho estão apresentados na Tabela 9.4.

As aplicações de metham sodium via pivô central, com lâmina d'água de 25mm, controlaram *Meloidogyne hapla* e *Meloidogyne chitwoodi* nas culturas de alfafa e de batata (Santo 1982; Santo e Qualls 1984).

Reduções significativas nos índices de galhas, incitadas por *Meloidogyne incognita*, em tomateiro, e incremento na produção de frutos foram obtidos com avermectin B1, avermectin B2, aldoxycarb, carbosulfan, carbofuran e oxamyl, aplicados em irrigação por gotejamento (Garabedian e Van Gundy 1983, 1985). Resultados semelhantes foram obtidos com a aplicação de matham sodium (Roberts e Matthews 1987).

As formulações líquidas de fenamiphos e oxamyl (Vydate), aplicadas via irrigação por gotejamento, controlaram *Rotylenchulus reniformis* em abacaxi, com eficiência superior àquela promovida pelas formulações granuladas incorporadas ao solo (ApT, 1981; 1987). Adicionalmente, avermectin B1, aplicado via gotejamento, em abacaxi, também controlou *Rotylenchulus reniformis* (Schenck e Apt 1987).

TABELA 9.4. Densidade populacional de *Macroposthonia ornata* e *Meloidogyne incognita* e índices de galhas em milho, influenciadas por nematicidas e método de aplicação.

Tratamento ¹	Método de aplicação	Número de nematóides por 150cm ³ de solo						Índices de galhas ²	
		Antes do tratamento		60 dias após o plantio		Na colheita		30 DAP	Colheita
		<i>M. ornata</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. ornata</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. ornata</i>	<i>M. incognita</i>		
Testemunha	-	23	18	90	951	58	960	2,18	3,73
Fenamiphos	IR ³	20	25	8	121	2	48	1,03	1,38
Fenamiphos	G	15	10	2	76	2	18	1,05	1,28
Ethoprop	IR	15	40	37	756	94	677	1,48	2,68
Ethoprop	G	13	25	76	556	66	219	1,15	2,25
Carbofuran	IR	15	10	7	304	10	315	1,10	2,35

¹Nematicidas aplicados a 6,7 kg i.a./ha

²Escala de 1 a 5 (1= nenhuma galha; 2= 1 a 25%, 3= 26 a 50%, 4= 51 a 75% e 5=76 a 100% de raízes com galhas)

DAP - Dias após o plantio.

³IR-injetado via sistema de irrigação de aspersão convencional; G-grânulos incorporados a 15 cm de profundidade

Fonte: Johnson et al. (1981).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P.B.; JOHNSTON, S.A. Factors affecting efficacy of metham applied through sprinkler irrigation for control of *Allium* white rot. **Plant Disease**, v.67, p.978 - 980, 1983.
- ADAMS, P.B.; JOHNSTON, S.A.; KRIKUN, J.; CARPENTER, H.E. Application of metham sodium by sprinkler irrigation to control lettuce drop caused by *Sclerotinia minor*. **Plant Disease**, v.67, p.24 - 26, 1983.
- APT, W.J. The application of phenamiphos and oxamyl by drip irrigation for the control of the reniform nematode on pineapple in Hawaii. **Journal Nematology**, v.13, p.430, 1981.
- APT, W.J. Nematogation via drip irrigation. **Journal Nematology**, v.19, p.510, 1987.
- BACKMAN, P.A. Application of fungicides to peanuts through the irrigation system. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMIGATION, 2, Tifton, GE, 1982. **Proceedings...** Tifton: University of Georgia. p.58 - 60, 1982.
- BRENNEMAN, T.B; SUMNER, D.R. Application of ethyltrianol via chemigation and ground sprays for peanut disease control. **Phytopathology**, v.78, p.1561 - 1562, 1988.
- BRENNEMAN, T.B; SUMNER, D.R. Effect of chemigated and conventionally sprayed tebuconazole and tractor traffic on peanut diseases and pod yields. **Plant Disease**, v.73, p.843 - 846, 1989.
- BRENNEMAN, T.B; SUMNER, D.R. Effects of tractor traffic and chlorothalonil applied via ground sprays or center pivot irrigation systems on peanut diseases and pod yields. **Plant Disease**, v.74, p.277 - 279, 1990.
- BRENNEMAN, T.B.; SUMNER, H.R.; HARRISON, G.W. Deposition and retention of chlorothalonil applied to peanut foliage: Effects of application methods, fungicide formulations and oil additives. **Peanut Science**, v.17, p.80 - 84, 1990
- COSTA, E.F da; BRITO, R.A.L. **Aplicador portátil de produtos químicos via água de irrigação**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1988, 19p (EMBRAPA-CNPMS Circular Técnica, 13).
- CSINOS, A.S.; JOHNSON, A.W.; GOLDEN, A.M. Metalaxyl and fenamiphos through irrigation water to control black shank / root-knot complex on tobacco. **Plant Disease**, v.70, p.210 - 213, 1986.

- CULBREATH, A.K.; BRENNEMAN, T.B. Combining center pivot irrigation applications of chlorothalonil with a moderately resistant cultivar for control of leaf spot in peanut. **Plant Disease**, v.76, p.29 - 32, 1982.
- EASTON, G.D.; NAGLE, M.E. Lack of economic benefits by fungicides applied through center-pivot irrigation systems for control of *Alternaria solani* on potato. **Plant Disease**, v.69, p.152 - 153, 1985.
- FOSTER, R.L. Delayed application of Topsin M fungicide via center-pivot sprinkler for white mold control in dry beans, 1982. **Fungicide e Nematicide Tests**, v.38, n.90 (Abst.), 1983.
- FOSTER, R.L. Delayed applications of Topsin M fungicide through a center-pivot sprinkler for white mold control in dry beans, 1983. **Fungicide e Nematicide Tests**, v.39, n.130 (Abst.), 1984.
- GARABADIAN, S.; VAN GUNDY, S.D. Use of avermectins for the control of *Meloidogyne incognita* on tomatoes. **Journal Nematology**, v.15, p.503 - 510, 1983.
- GARABENDIAN, S.; VAN GUNDY, S.D. Effects of nonfumigants nematicides applied through low-pressure drip irrigation on control of *Meloidogyne incognita* on tomatoes. **Plant Disease**, v.69, p.138 - 140, 1985.
- JOHNSON, A.W. Effect of nematicides applied through overhead irrigation on control of root-knot nematodes on tomato transplants. **Plant Disease Reporter**, v.62, p.48-51, 1978.
- JOHNSON, A.W. Application of nematicides through an overhead sprinkler irrigation system for control of nematodes on crops. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMIGATION, 2, Tifton, GA, 1982. **Proceedings...** Tifton: University of Georgia, 1982. p.69-73.
- JOHNSON, S.A. Current status of fungigation. In: NATIONAL SYMPOSIUM. CHEMIGATION, 3, Tifton, GA, 1985. **Proceedings...** Tifton: University of Georgia, 1985. p.78-83.
- JOHNSON, A.W.; ROHDE, W.A.; WRIGHT, W.C. Soil distribution of fenamiphos applied by overhead sprinkler irrigation to control *Meloidogyne incognita* on vegetables. **Plant Disease**, v.66, p.489 - 491, 1982.
- JOHNSON, A.W.; YOUNG, J.R.; MULLINIX, B.G. Applying nematicides through an overhead sprinkler irrigation system for control of nematodes. **Journal Nematology**, v.13, p.154 - 159, 1981.
- JOHNSON, A.W.; YOUNG, J.R.; THREADGILL, E.D.; DOELER, C.C.; SUMNER, D.R. Chemigation for crop production management. **Plant Disease**, v.70, p.998 - 1004, 1986.

- KENG, J.C.W.; GUILK, V. Application of chemicals through a trickle system for soilborne pest control. 1 - Derivation of basic physical theory for practical use. **Canadian Agricultural Engineering**, v.27, p.31 - 33, 1984.
- KENG, J.C.W.; VRAIN, T.C.; FREEMAN, J.A. Applications of chemicals through a trickle system for soil-borne pest control. 2 - The design of a prototype system and test results. **Canadian Agricultural Engineering**, v.27, p.35 - 37, 1985.
- KRIKUN, J.; FRANK, Z.R. Metham sodium applied by sprinkler irrigation to control pod rot and *Verticillium* of peanut. **Plant Disease**, v.66, p.128 - 130, 1982.
- LITTRELL, R.H. Influence of chlorothalonil applied in irrigation water on yield and foliage residue. **Phytopathology**, v.74, p.642, 1987.
- LITTRELL, R.H.; ROHDE, W.A.; HARRISON, G.W. Comparison of chlorotalonil applied in overhead sprinkler irrigation and conventional boom sprayer for control of peanut leaf spot diseases. **Phytopathology**, v.74, p.827, 1984.
- MINAMI, K.; MORAES, M.L. Controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e podridões de frutos em tomate rasteiro via pivô central e seu efeito na produção. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p.175 - 176, 1992.
- OLIVEIRA, S.H.F.; OLIVEIRA, R.A.; RECCO, C.A.V.; SUGAHARA, E. Avaliação comparativa da fungigação e aplicação convencional de fungicidas para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.19, p.45, 1993.
- OLIVEIRA, S.H.F.; RECCO, C.A.V.; OLIVEIRA, D.A. Eficiência comparativa da fungigação e aplicação convencional de fungicidas no controle de oídio e mancha de *Alternaria* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p.67 - 70, 1992a.
- OLIVEIRA, S.H.F.; RECCO, C.A.V.; OLIVERIA, D.A. Efeito comparativo da aplicação de fungicidas por pivô central e método convencional para controle de doenças e produtividade do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p.20, 1992b.
- PINTO, N.F.J.A.; COSTA, E.F. da. Aplicação de fungicida via água de irrigação por aspersão. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1985-1987, Sete Lagoas, p. 134, 1986.
- PINTO, N.F.J.A.; COSTA, E.F. da. Efeito de lâminas de água na aplicação de fungicidas via aspersão convencional para o controle da brusone (*Pyricularia oryzae*) em arroz. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p.185, 1992.

- PINTO, N.F.J.A.; COSTA, E.F. da.; RIBEIRO, E.A. Aplicação de fungicidas via água de irrigação por aspersão para o controle da brusone (*Pyricularia oryzae*) em arroz. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1988-1991**, Sete Lagoas, p. 46 - 47, 1992a.
- PINTO, N.F.J.A.; COSTA, E.F. da.; RIBEIRO, E.A. Aplicação de fungicidas via água de irrigação por aspersão para o controle de ferrugem (*Uromyces phaseoli var. typica*) em feijoeiro. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1988-1991**, Sete Lagoas, p. 47 - 48, 1992b.
- POTTER, H.S. Fungigation for control of foliar and fruit disease of tomato, 1977. **Fungicide e Nematicide Tests**, v.35, p.95, 1980
- POTTER, H.S. Control of belly rot of cucumber by fungigation, 1979, 1980. **Fungicide e Nematicide Tests**, v.36, p.61, 1981.
- POTTER, H.S.; CRAWFORD, R.A. Fungigation for control of early blight, Septoria leaf spot, bacterial leaf spot and anthracnose of tomato, 1983. **Fungicide e Nematicide Tests**, v.40, p.88, 1985.
- QUALLS, M. Disease control in Irish potatoes. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMIGATION, 2, Tifton, GA, 1982. **Proceedings...** Tifton: University of Georgia, 1982. p.61 - 63.
- RECCO, C.A.V.; OLIVEIRA, S.H.F. Observações sobre aplicação de fungicidas via pivô central versus trator, na cultura do feijão. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS E DOENÇAS DO FEIJOEIRO, 4, Campinas, SP, 1991. **Anais...** p.10.
- REESE, L.E.; POTTER, H.S.; CRAWFORD, R.A. Fungigation for control of early blight of potato 1984. **Fungicide e Nematicide Tests**, v.40, p.80-81, 1985a.
- REESE, L.E.; POTTER, H.S.; CRAWFORD, R.A. Fungigation for control of early blight and anthracnose of tomato, 1984. **Fungicide e Nematicide Tests**, v.40, p.89-90, 1985b.
- ROBERTS, P.A.; MATTHEWS, W.C. Metham-sodium applied through drip-irrigation for root-knot nematode and pathogen control on tomato. **Journal Nematology**, v.19, p.553, 1987.
- SANTO, G.S. Nemigation on Irish potato and grapes. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMIZATION, 2, Tifton, GA, 1982. **Proceedings...** Tifton: University of Georgia, 1982. p.64 - 68.
- SANTO, G.S.; QUALLS, M. Control of Meloidogyne spp. on russet burbank potato by applying metham sodium through center pivot irrigation systms. **Journal Nematology**, v.16, p.159 - 161, 1984.

- SARTORATO, A.; RAVA, C.A. Eficiência da fungigação no controle do oídio (*Erysiphe poligoni*) do feijoeiro comum. **Summa Phytopathologica**, v.19, p.30, 1993.
- SCHENCK, S.; APT, W. Application of avermectin B1 through drip irrigation for control of *Rotylenchullus reniformis* on pineapple. **Journal Nematology**, v.19, p.556, 1987.
- SCHENEIDER, R.C.; GREEN, R.E.; APT, W.J.; BARTHOLOMEW, D.P.; CASWELL, E.P. Movement and persistence of fenamiphos in soil with drip irrigation. **Journal Nematology**, v.20, p.659 - 660, 1988.
- SILBERNAGEL, M.J.; MILLS, L.J. Genetic and cultural control of *Fusarium* root rot in bush snap beans. **Plant Disease**, v.74, p.61 - 66, 1990.
- SMITTLE, D.A.; JOHNSON, A.W. Effects of management practices on *Meloidogyne incognita* and snap bean yield. **Journal Nematology**, v.14, p.63 - 68, 1982.
- SOLEL, Z.; SANDLER, D.; DINNOOR, A. Mobility and persistence of carbendazim and tiabendazole applied to soil via drip irrigation. **Phytopathology**, v.69, p.1273 - 1277, 1979.
- SUMNER, D.R.; LITTRELL, R.H. Effects of chemigation with chlorothalonil and diniconazole on soil fungi and pod, peg, and stem diseases of peanut. **Plant Disease**, v.73, p.642 - 646, 1989.
- SUMNER, D.R.; Phatak, S.C. Efficacy of metham-sodium applied through overhead sprinkler irrigation for control of soilborne fungi and root diseases of vegetables. **Plant Disease**, v.72, p.160-166, 1988.
- THREADGILL, E.D. Chemigation Via Sprinkler Irrigation: Current status and future development. **Applied Engineering Agriculture**, v.1, p.16-23, 1985.
- WYMAN, J.A.; WALGENBACH, J.F.; STEVENSON, W.R.; BINNING, L.K. Comparison of aircraft, ground rig and center pivot irrigation systems for application of pesticides to potatoes. **American Potato Journal**, v.63, p.297-314, 1986.