

Efeitos de Nematicidas Fumigantes e Não Fumigantes no Controle de *Meloidogyne* spp. em Batata e Cenoura

João M. Charchar, Jairo V. Vieira, Valter R. Oliveira & Antônio W. Moita

Embrapa Hortalícias, C. Postal 218, 70359-970, Brasília (DF), Brasil.

Autor para correspondência: charchar@cnph.embrapa.br

Recebido para publicação em 27/12/2006. Aceito em 21/03/2007.

Resumo – Charchar, J.M., J.V. Vieira; V.R. Oliveira & A.W. Moita 2007. Efeitos de nematicidas fumigantes e não fumigantes no controle de *Meloidogyne* spp. em batata e cenoura.

Quatro nematicidas fumigantes (brometo de metila, metam sódio, dicloropropeno-cloropicrina e dazomet) e três não fumigantes (aldicarb, carbofuram e fensulfotiom) foram aplicados em áreas infestadas com a população mista de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*, na época chuvosa no Distrito Federal. Em seguida, foram plantadas quatro cultivares de batata (Achat, Bintje, Delta-S e Desiree) e quatro cultivares de cenoura (Alvorada, Brasília, Esplanada e Nova Kuroda), avaliando-se a eficiência dos produtos químicos com base nos valores do fator de reprodução dos nematóides (FR), produtividade de tubérculos de batata ou de raízes de cenoura, e da percentagem de tubérculos ou de raízes infectadas pelos nematóides. Os produtos fumigantes brometo de metila, metam sódio e dicloropropeno cloropicrina controlaram eficazmente os nematóides nas quatro cultivares de batata e de cenoura, resultando em valores mais baixos de FR e em ausência de tubérculos e raízes comerciais com infecção pelos nematóides. O fumigante dazomet e os produtos não fumigantes controlaram parcialmente os nematóides, já que proporcionaram valores de FR e de infecção por nematóides intermediários entre os obtidos com os demais fumigantes e a testemunha (sem aplicação de nematicida).

Palavras-chaves: *Solanum tuberosum*, *Daucus carota*, nematóides de galhas, controle químico.

Summary – Charchar, J.M., J.V. Vieira, V.R. Oliveira & A.W. Moita. 2007. Effects of fumigant and nonfumigant nematicides to control *Meloidogyne* spp. on potato and carrot.

Four fumigant (methyl bromide, metham sodium, dicloropropen-cloropicrin and dazomet) and three nonfumigant (aldicarb, carbofuran and fensulfotion) nematicides were applied in areas infested with a mixture population of *Meloidogyne incognita* race 1 and *M. javanica*, in the rainy season in the Federal District, Brazil. Following the nematicide application, four potato cultivars (Achat, Bintje, Delta-S and Desiree) and four carrot cultivars (Alvorada, Brasília, Esplanada and Nova Kuroda) were planted on these areas for evaluation of the chemical product efficiencies based on nematodes reproduction factor (FR), yields of commercial potato tubers or carrot roots, and the percentages of commercial tuber or roots with infection by the nematodes. The fumigant nematicides methyl bromide, metham sodium and dicloropropen-cloropicrin controlled efficiently the nematodes on all potato and carrot varieties, considering that the reproduction factor (FR) of the nematodes were low, and there was no nematode infection on commercial potato tubers or carrot roots. The fumigant dazomet and the nonfumigant products controlled only partially the nematodes, since the values of nematodes FR and the percentages of commercial potato tubers or carrot roots infected by the nematodes were intermediate between the values obtained with the other fumigant nematicides and the control plot without nematicide application.

Keywords: *Solanum tuberosum*, *Daucus carota*, root-knot nematodes, chemical control.

Introdução

A ocorrência simultânea de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood na mesma área é comum em solos de cerrado no Centro-Oeste do Brasil, causando prejuízos de até 100 % na produtividade das culturas de batata e de cenoura, quando medidas eficazes de controle não são utilizadas preventivamente (Charchar, 1981; Charchar & Vieira, 1994; Charchar, 1995; 1997; Charchar & Moita, 1997).

As infecções por espécies de *Meloidogyne* resultam em deformações pela presença de galhas de diversas formas, isoladas ou coalescentes, nas superfícies dos tubérculos de batata e de raízes comerciais de cenoura, depreciando-os qualitativamente para a comercialização e consumo (Charchar & Vieira, 1994; Charchar & Moita, 1997).

Como forma de reduzir os efeitos nocivos das espécies de *Meloidogyne* nessas hortaliças, normalmente utilizam-se a rotação de culturas (Charchar, 1981) e o controle químico (Charchar, 1981; Zem *et al.*, 1982; Charchar *et al.*, 2003). A rotação é feita com leguminosas antagônicas (crotalárias e mucunas) e com gramíneas (milho e sorgo). A rotação de culturas nem sempre é eficiente, visto que inúmeras plantas nativas do cerrado são hospedeiras das espécies de *Meloidogyne* (Charchar, 1995).

No controle químico, aplicam-se os carbamatos aldicarb na batata e o carbofuran na batata e cenoura (Charchar *et al.*, 2003). Embora eficientes, os nematicidas carbamatos apresentam desvantagens por serem altamente tóxicos e possuírem propriedades para se acumular, como resíduos, nos tubérculos ou raízes comerciais (Charchar, 1995; Charchar *et al.*, 2003). Os fumigantes de solo apresentam melhor eficiência no controle de *Meloidogyne* spp., quando comparados aos carbamatos. Os fumigantes, em relação aos carbamatos, não se acumulam, como resíduos, nos tubérculos e raízes, pois, em função da ação e volatilização dos mesmos serem mais rápidas, os riscos de poluição dos ambientes cultivados são reduzidos. Entretanto, os fumigantes são de uso restrito pela falta de equipamentos adequados para a aplicação em grandes áreas de produção (Charchar, 1981; 1995; Charchar *et al.*, 2000; 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de

nematicidas fumigantes e não fumigantes de solo no controle de uma população mista de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica* em áreas cultivadas com batata e cenoura.

Material e Métodos

Foram conduzidos, separadamente, dois experimentos, um envolvendo a cultura da batata e outro a de cenoura, em áreas contíguas no campo experimental da Embrapa Hortalícias, Brasília (DF), na época chuvosa (novembro de 2004 a março de 2005). O solo das duas áreas foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro (LVE), com 13 % de areia, 18 % de silte, 69 % de argila e pH 5,7.

Para garantir uma infestação uniforme das duas áreas experimentais com uma população mista de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*, as áreas foram cultivadas previamente com plantas de quiabeiro 'Santa Cruz 47' suscetível aos nematóides, no espaçamento de 0,50 x 0,50 m, por 120 dias. Plantas de quiabeiro aos 30 dias após a emergência, foram inoculadas com 6.000 ovos e juvenis do segundo estádio (J2) da mistura, em partes iguais, das duas espécies de nematóides. Após a eliminação do quiabeiro das áreas, foram instaladas parcelas medindo 2,8 m² (0,8 x 3,5 m) e de 2,0 m² (1,0 x 2,0 m) nos experimentos com batata e cenoura, respectivamente. As parcelas de batata foram instaladas em linhas de sulcos distanciadas em 0,80 m, e as de cenoura sobre canteiros. A distância entre parcelas nos dois experimentos foi de 0,50 m. A parcela de batata permitiu o cultivo de 10 plantas em fila única, enquanto na de cenoura foram cultivadas 400 plantas distribuídas em quatro fileiras longitudinais.

Os tratamentos no experimento com batata, dispostos em blocos ao acaso em arranjo fatorial 7 x 4 e quatro repetições, constaram de quatro nematicidas fumigantes e três não fumigantes aplicados em kilograma (kg) ou litro (l) do produto comercial (pc) por hectare (ha) e quatro cultivares. Os nematicidas fumigantes utilizados foram brometo de metila (450 kg pc/ ha), metam sódio (Bunema, 1.000 l pc/ ha), dicloropropeno cloropicrina (Telone-C17, 80 l pc/ ha) e dazomet (Basamid, 100 kg pc/ ha). Os não fumigantes foram aldicarb (Temik 100G, 40 kg pc/ ha), carbofuran (Furadan 50G, 80 kg pc/ ha) e fensulfotiom (Terracur 50G, 80 kg pc/ ha). As

cultivares de batata utilizadas foram Achat, Bintje, Delta-S e Desiree.

No experimento com cenoura, dispostos em blocos ao acaso em arranjo fatorial 5 x 4 e quatro repetições, os tratamentos constaram dos mesmos quatro nematicidas fumigantes e doses descritos no experimento anterior, com a inclusão do não fumigante carbofuram (Ralzer 50G, 80 kg pc/ha). As cultivares de cenoura utilizadas foram Alvorada, Brasília, Esplanada e Nova Kuroda.

Tratamentos testemunhas (sem nematicida) foram usados em ambos os experimentos, para comparação. A cultivar de batata Achat e as cultivares de cenoura Alvorada, Brasília e Esplanada apresentam resistência moderada, enquanto que Bintje, Delta-S e Desiree (batata) e Nova Kuroda (cenoura) são suscetíveis aos nematóides (Charchar & Vieira, 1994; Charchar & Moita, 1997; Charchar *et al.* 2000).

Ambos os produtos, fumigantes e não fumigantes, foram aplicados nos sulcos de plantio no experimento com batata e sobre os canteiros no experimento com cenoura. Os fumigantes metam sódio e o dicloropropeno cloropicrina foram diluídos em 20 litros de água e regados e o fumigante dazomet foi incorporado ao solo, dentro dos sulcos ou sobre os canteiros. Após a aplicação dos fumigantes, procedeu-se à cobertura de sulcos e canteiros com plástico preto para retenção do gás tóxico aos nematóides. O brometo de metila foi injetado através de tubo, sob o plástico preto pré instalado nas parcelas. O plástico foi retirado das parcelas cinco dias após a aplicação dos fumigantes. Os produtos não fumigantes foram incorporados ao solo, dentro dos sulcos e nos canteiros, no momento do plantio e do semeio, respectivamente, das cultivares de batata e cenoura. A adubação em ambos os experimentos consistiu da aplicação de 300 g de NPK (10-10-10) por metro de sulco ou por metro quadrado de canteiro, no momento do plantio e cobertura com 100 g de sulfato de amônio por m de sulco ou m² de canteiro, aos 30 dias após o plantio ou semeadura, por ocasião da amontoa (batata) ou desbaste (cenoura). A irrigação foi por aspersão. A temperatura média do solo, monitorada com o auxílio de termógrafo automático, com dois sensores de temperatura enterrados a 20 cm de profundidade, com distância de 10 m em cada experimento, ficaram entre

22 e 31°C, nos dois experimentos.

Para determinação das populações inicial (Pi) e final (Pf) da população mista de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*, foram utilizadas amostras de solo com 2 kg, retiradas em cinco pontos distintos de cada parcela e a 20 cm de profundidade, na implantação e na colheita das culturas, respectivamente. As Pi e Pf foram determinadas pelas contagens do número de juvenis de segundo estádio (J2) em 200 ml de solo. Os J2 foram extraídos do solo utilizando os processos combinados do peneiramento (Flegg & Hooper, 1970) e da centrifugação (Jenkins, 1964). Os fatores de reprodução (FR) dos nematóides por parcela de batata ou de cenoura foram obtidos pela relação Pf/Pi.

Com base na intensidade de galhas, os tubérculos e raízes comerciais de batata e cenoura foram separadas em três classes distintas: 1) tubérculos ou raízes comerciais sem galhas, 2) tubérculos ou raízes comerciais com galhas e 3) tubérculos ou raízes refugos (tubérculo comercial de batata, com no mínimo 4,5 cm de diâmetro, e raiz comercial de cenoura, com no mínimo 12 cm de comprimento).

A produção total, em toneladas/ha, foi determinada pela somatória das massas de tubérculos ou de raízes comerciais, com galhas e sem galhas. As percentagens de tubérculos ou de raízes comerciais com infecção por nematóides (com galhas) foi calculada pela divisão dos valores das massas de tubérculos ou de raízes comerciais com galhas pela produção total de tubérculos ou de raízes comerciais, multiplicado por 100.

Resultados e Discussão

Experimento com batata. Foram constatados efeitos significativos ($P \leq 0,05$) de nematicida sobre os fatores de reprodução dos nematóides, de nematicida e cultivar sobre a produtividade de tubérculos e da interação nematicida *versus* cultivar sobre a percentagem de tubérculos infectados pelos nematóides (Tabela 1).

Embora todos os nematicidas tenham reduzido os valores médios de FR, apenas os fumigantes diferiram estatisticamente ($P \leq 0,05$) da testemunha (sem nematicida). Nos tratamentos com os fumigantes, as médias de FR dos nematóides, com as quatro cultivares de batata (Achat, Bintje, Delta-S e Desiree) foram zero

Tabela 1 - Efeito de produtos químicos fumigantes e não fumigantes sobre o fator de reprodução , a infecção de *Meloidogyne* spp. e a produtividade de cultivares de batata, na época chuvosa em Brasília (DF).

Produtos químicos	Dose ¹ (kg ou l pc/ha)	Cultivares de batata*				Média
		Achat	Bintje	Delta-S	Desiree	
Fator de reprodução dos nematóides (FR=Pf/Pi)²						
brometo de metila	450	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 B
metam sódio (Bunema)	1.000	9,0	7,0	9,0	3,0	7,0 B
dicloropropeno cloropicrin (Telone-C17)	80	12,0	11,0	17,0	10,0	12,5 B
dazomet (Basamid)	100	27,0	25,0	31,0	22,0	26,3 B
aldicarb (Temik 100G)	40	49,0	33,0	45,0	29,0	39,0 AB
carbofuram (Furadan 50G)	80	43,0	45,0	49,0	43,0	45,0 AB
fensulfotiom (Terracur 50G)	80	41,0	52,0	43,0	40,0	44,0 AB
testemunha	Sem aplicação	85,0	123,0	89,0	121,0	104,5 A
Média		33,3	37,0	35,8	33,5	-
C.V. (%)					76,0	
Infecção de tubérculos comerciais (%)						
brometo de metila	450	0,0 a B	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0
metam sódio (Bunema)	1.000	0,0 a B	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0
dicloropropeno cloropicrin (Telone-C17)	80	0,0 a B	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0
dazomet (Basamid)	100	12,0 a AB	15,0 a BC	13,3 a BC	22,0 a B	15,6
aldicarb (Temik 100G)	40	18,0 a AB	21,0 a B	20,4 a B	32,0 a B	22,9
carbofuram (Furadan 50G)	80	17,5 b AB	23,0 ab B	27,6 ab B	39,0 a B	26,8
fensulfotiom (Terracur 50G)	80	17,5 a AB	22,0 a B	28,0 a B	28,0 a B	23,9
testemunha	Sem aplicação	32,0 b A	97,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	82,3
Média		12,1	22,3	23,7	27,6	-
C.V. (%)					47,5	
Produtividade (t/ ha)						
brometo de metila	450	15,8	14,8	15,9	9,0	13,9 A
metam sódio (Bunema)	1.000	13,9	16,2	16,2	7,9	13,6 A
dicloropropeno cloropicrin (Telone-C17)	80	11,9	14,4	13,7	8,0	12,0 AB
dazomet (Basamid)	100	6,1	7,4	8,7	6,0	7,1 AB
aldicarb (Temik 100G)	40	4,1	8,6	5,6	5,9	6,1 AB
carbofuram (Furadan 50G)	80	6,6	4,8	6,1	6,1	5,9 AB
fensulfotiom (Terracur 50G)	80	7,2	6,6	7,0	5,0	6,5 AB
testemunha	Sem aplicação	1,5	3,4	3,0	1,5	2,4 B
Média		8,4 a	9,5 a	9,5 a	6,2 a	-
C.V. (%)					47,5	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Análise de variância realizada com os dados de percentagem de infecção de tubérculos por nematóides transformados para arcosen [raiz (% infecção/100)].

¹Dose: kg ou l pc/ ha = kilograma (kg) ou litro (l) do produto comercial (pc) por hectare (ha).

²(FR=Pf/Pi): fator de reprodução dos nematóides determinado pela razão entre população final (Pf) obtida após os cultivos das batatas e população inicial (Pi) dos nematóides, obtida antes do cultivo das batatas, por parcela.

(brometo de metila), 7,0 (metam sódio), 12,5 (dicloropropeno cloropicrina) e 26,3 (dazomet). Nos tratamentos com os não fumigantes, os FR médios foram 39,0 (aldicarb), 45,0 (carbofuram) e 44,0 (fensulfotiom). Na testemunha (sem nematicida), o valor médio do FR, com as quatro cultivares de cenoura, foi de 104,5 (Tabela 1).

Os FR dos nematóides nas parcelas tratadas com brometo de metila tiveram valores de zero para todas

as cultivares. Os FR nos tratamentos com os produtos não fumigantes, nas quatro cultivares de batata variaram de 29,0 ('Desiree'/ aldicarb) a 52,0 ('Bintje'/ fensulfotiom) (Tabela 1), indicando a baixa eficiência desses produtos no controle dos nematóides no campo, na época chuvosa. Os FR na testemunha (sem nematicida) foram muito altos, variando de 85,0 ('Achat') a 123,0 ('Bintje'), demonstrando que o controle preventivo dos nematóides torna-se

imprescindível nos cultivos de batata, na época chuvosa (Tabela 1).

As produtividades médias de tubérculos comerciais foram, em geral, reflexo da eficiência dos nematicidas, medida pelo fator de reprodução dos nematóides e percentagem de tubérculos infectados (Tabela 1). As produtividades das cultivares de batata foram superiores nas parcelas tratadas com os fumigantes brometo de metila e metam sódio, variando de 7,9 a 16,2 t/ ha, atingindo níveis que foram acima da produção média nacional de 10 a 12 t/ha, e diferindo estatisticamente da testemunha (sem nematicida) com produtividades entre 1,5 a 3,4 t/ ha (Tabela 1).

Em relação à eficiência para reduzir a incidência de galhas nos tubérculos, que os depreciam qualitativamente para comercialização e consumo, os tratamentos com nematicidas dividiram-se em três grupos: um grupo composto pelo fumigante brometo de metila, metam sódio e dicloropropeno cloropicrina, que resultaram em ausência (0 %) de tubérculos com galhas nas quatro cultivares avaliadas; um grupo composto pelo fumigante dazomet e os não fumigantes aldicarb, carbofuran e fensulfotiom, que resultaram em médias de tubérculos infectados variando de 12 a 39 %; e um terceiro grupo composto pela testemunha, cujas médias de infecção variaram de 32,0 % ('Achat'), 97,0 % (Bintje) e 100 % ('Delta-S' e 'Desiree') (Tabela 1).

Experimento com cenoura. Houve efeitos significativos ($P \leq 0,05$) de nematicida e cultivar sobre os fatores de reprodução dos nematóides e da interação nematicida *versus* cultivar sobre a produtividade e a percentagem de raízes infectadas pelos nematóides (Tabela 2). Apenas na cultivar Nova Kuroda, foram observadas diferenças significativas (teste Tukey, $P \leq 0,05$) com relação a produtividade de raízes comerciais entre os tratamentos (Tabela 2). Entretanto, os tratamentos com nematicidas não diferiam entre si, mas diferiram estatisticamente em relação à testemunha (sem nematicida).

Para as demais cultivares, embora as médias de produtividade tenham sido maiores nas parcelas tratadas com brometo de metila, metam sódio e dicloropropeno cloropicrina, não houve diferença significativa em relação às parcelas tratadas com

dazomet nem em relação à testemunha (sem nematicida). Provavelmente, a resistência moderada das cultivares do grupo Brasília ('Alvorada', 'Brasília' e 'Esplanada') aos nematóides foi fundamental para que não houvesse redução significativa em produtividade nas parcelas testemunha (sem nematicida) (Tabela 2).

Os nematicidas fumigantes apresentaram maior eficiência no controle dos nematóides (baixos FR e infecção de raízes), diferindo estatisticamente da testemunha, o que não ocorreu com carbofuran (não fumigante) (Tabela 2).

Em relação aos efeitos dos produtos químicos sobre a incidência de galhas nas raízes, os resultados permitiram separar os tratamentos em três grupos: um grupo composto pelos fumigantes brometo de metila, metam sódio e dicloropropeno cloropicrina, cujo controle de nematóides resultou em ausência (0 %) de raízes com galhas nas quatro cultivares avaliadas; um grupo composto pelo fumigante dazomet e o não fumigante carbofuran, que resultaram em médias de raízes infectadas entre 9,1 e 20,0 %; e um grupo formado pela testemunha, cujas médias de infecção em raízes comerciais foram de 30,5 % ('Alvorada'), 38,2 % ('Brasília'), 31,5 % ('Esplanada') e 100% ('Nova Kuroda') (Tabela 2).

Considerações sobre os experimentos de batata e cenoura. Nas análises de correlação, observaram-se os FR foram negativas e altamente correlacionados com as produtividades de tubérculos ($r = -0,9$) e de raízes comerciais ($r = -1$), e positiva e altamente correlacionados com as percentagens de infecção de tubérculos ($r = 1$) e de raízes ($r = 0,95$). As produtividades de tubérculos e de raízes comerciais foram negativas e altamente correlacionadas com as percentagens de infecção dos nematóides ($r = -0,86$ e $-0,97$), respectivamente.

As percentagens de infecção observadas na cultivar Achat de batata (32,0 %) e nas cultivares de cenoura do grupo Brasília (Alvorada, Brasília e Esplanada), no máximo de 38,2 %, confirmaram que estes materiais apresentam resistência moderada às duas espécies de *Meloidogyne*. Os nematicidas controlaram os nematóides nos tubérculos em mais de 43 % em 'Achat' e em mais de 56 % nas raízes das três cultivares de cenoura, visto

Tabela 2 - Efeito de produtos químicos fumigantes e não fumigantes sobre o fator de reprodução, a infecção de *Meloidogyne* spp. e a produtividade de cultivares de cenoura, na época chuvosa em Brasília (DF).

Produtos químicos	Dose ¹ (kg ou l pc/ha)	Cultivares de cenoura*				Média
		Alvorada	Brasília	Esplanada	Nova Kuroda	
Fator de reprodução dos nematóides (FR=Pf/Pi) ²						
brometo de metila	450	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 C
metam sódio (Bunema)	1.000	4,0	2,0	5,0	2,0	3,3 C
dicloropropeno cloropicrin (Telone-C17)	80	4,0	3,0	4,0	1,0	3,0 C
dazomet (Basamid)	100	9,0	7,0	11,0	14,0	10,3 BC
carbofuram (Ralzer 50G)	80	17,0	11,0	18,0	23,0	17,3 AB
testemunha	Sem aplicação	22,0	20,0	33,0	35,0	27,5 A
Média		9,3 a	7,2 a	11,8 a	12,5 a	-
C.V. (%)		49,1				
Infecção de tubérculos comerciais (%)						
brometo de metila	450	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0
metam sódio (Bunema)	1000	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0
dicloropropeno cloropicrin (Telone-C17)	80	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a C	0,0
dazomet (Basamid)	100	12,0 a B	9,1 a B	10,8 a B	13,0 a B	11,2
carbofuram (Ralzer 50G)	80	11,8 a B	16,7 a B	12,4 a AB	20,0 a B	15,2
testemunha	Sem aplicação	30,5 b A	38,2 b A	31,5 b A	100,0 a A	50,1
Média		9,1	10,7	9,1	22,2	-
C.V. (%)		21,4				
Produtividade (t/ ha)						
brometo de metila	450	32,0 a A	25,0 a A	30,0 a A	24,0 a A	27,8
metam sódio (Bunema)	1.000	29,0 a A	24,5 a A	27,5 a A	22,0 a A	25,8
dicloropropeno cloropicrin (Telone-C17)	80	25,0 a A	24,8 a A	29,3 a A	24,7 a A	26,0
dazomet (Basamid)	100	23,7 a A	23,3 a A	25,0 a A	16,4 a A	22,1
carbofuram (Ralzer 50G)	80	21,0 a A	20,0 a A	24,0 a A	13,2 a A	19,6
testemunha	Sem aplicação	19,0 a A	11,0 a A	19,7 a A	3,0 a B	13,2
Média		25,0	21,4	25,9	17,2	-
C.V. (%)		40,2				

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Análise de variância realizada com os dados de percentagem de infecção de tubérculos por nematóides transformados para arcosen [raiz (% infecção / 100)].

¹Dose: kg ou l pc/ha = kilograma (kg) ou litro (l) do produto comercial (pc) por hectare (ha).

²(FR=Pf/Pi): fator de reprodução dos nematóides determinado pela razão entre população final (Pf) obtida após os cultivos das cenouras e população inicial (Pi) dos nematóides, obtida antes do cultivo das cenouras, por parcela.

que os FR dos nematóides diminuíram em mais de 50 % em batata 'Achat' e atingiu o máximo de 45,5 % nas cultivares de cenouras, comparado aos tratamentos testemunhas (sem nematicida), na época chuvosa (Tabelas 1 e 2).

Os químicos mais eficientes no controle da população mista de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica* em batata e cenoura foram os fumigantes líquido e gasosos (brometo de metila, metam sódio e dicloropropeno cloropicrina), provavelmente por serem de ação mais rápida sobre os nematóides, comparado com os produtos granulados dazomet (fumigante) e aldicarb, carbofuram e fensulfotiom (não fumigantes). Os produtos fumigantes líquido-gasosos proporcionaram

menores FR, maiores produtividades e prevenirão totalmente a infecção nos tubérculos de batata e nas raízes de cenoura (Tabelas 1 e 2).

O brometo de metila tem seu limite de uso na agricultura até 2010, por propriedade prejudiciais à camada de ozônio e restrição de uso pelo governo federal do Brasil, enquanto o dicloropropeno cloropicrina (Telone-C17) não está disponível no mercado brasileiro. Porém, o metam sódio (Bunema) está disponível para venda no Brasil, e pode se tornar como alternativa em substituição ao brometo de metila, nos trabalhos que envolvem o controle de nematóides e outros patógenos de solo.

A eficiência dos fumigantes de solo no controle

de *Meloidogyne* spp. na cultura de batata já havia sido comprovada em vários países (Weingartner & Shumaker, 1983; 1988). No Brasil, são poucos os relatos de uso dos fumigantes nas culturas de batata e cenoura. Os carbamatos aldicarb e carbofuram (não fumigantes) são utilizados extensivamente no país (Zem *et al.*, 1982; Charchar *et al.*, 2003), por terem registros de uso para as duas culturas e pela facilidade de aplicação no solo, não exigindo equipamentos especializados de manuseio. Os fumigantes necessitam de equipamentos especializados que ainda são indisponíveis no país.

Os produtores optam pelos cultivos de batata e cenoura na época de inverno seco e frio, para escapar da infecção por *Meloidogyne* spp., pois a ocorrência de baixas temperatura e umidade do solo, aliada as infestações baixas pelos nematóides nesta época, permitem a produção de tubérculos e raízes comerciais de melhor qualidade. Entretanto, na época chuvosa, quando a temperatura e a umidade do solo são mais elevadas, as infestações por nematóides aumentam drasticamente, obrigando os produtores a utilizarem produtos químicos para o controle das espécies de *Meloidogyne* em ambas as culturas (Charchar, 1995; Charchar, 2003).

A utilização dos carbamatos aldicarb e carbofuram tornou-se prática comum entre produtores, principalmente na época chuvosa, quando até duas aplicações dos produtos são necessárias. Na batata, muitos produtores usam uma dose de aldicarb no plantio e outra aos 40 dias após, por ocasião da amontoa, com o propósito de proteger os tubérculos da infecção por nematóides e obter melhores preços na comercialização (Charchar *et al.*, 2003).

Porém, o problema na utilização de carbamatos é que estes apresentam propriedades para se acumularem como resíduos, nos tubérculos de consumo. A dose de 1,5kg/ ha de aldicarb, aplicada na fase de amontoa das batatas 'Achat' e 'Baronesa', resultou no acúmulo de até 0,24 ppm de aldicarb (nível máximo permitido de 0,05 ppm) em tubérculos precoces colhidos aos 70 dias após à aplicação do produto (Charchar *et al.*, 2003).

O fensulfotiom apresentou efeito semelhante ao aldicarb e carbofuram no controle dos nematóides em batata. Entretanto, não deve ser utilizado, por não

existir registro desse produto para as culturas no Brasil, sendo incluído no experimento tão somente para fins comparativos.

Os fumigantes metam sódio e dazomet, embora que não citados na literatura são os mais utilizados nos grandes centros de produção do país, onde os resultados obtidos com o uso do metam sódio foram comercialmente superiores, em relação ao fumigante dazomet e aos não fumigantes carbamatos (aldicarb e carbofuram), nas culturas de batata e cenoura.

A batata 'Achat' e as cenouras 'Alvorada' e 'Brasília' contribuem atualmente com 20, 10 e 70 %, respectivamente, da produção nacional comercializada no Brasil. Considerando que essas cultivares apresentam graus de resistência moderada entre 60 e 70 % às espécies de *Meloidogyne*, se poderia esperar uma economia de 30 a 40 % no custo de aquisição dos agrotóxicos, já que doses menores dos produtos poderiam ser utilizadas para reduzir custo de produção, bem como proporcionar menor poluição do ambiente cultivado.

Com os resultados obtidos conclui-se e recomenda-se: 1) pelo uso de fumigantes líquido ou gasosos, por proporcionarem menor FR dos nematóides, maior produtividade e prevenir totalmente a infecção de nematóides em tubérculos de batata e em raízes de cenoura; 2) pelo uso de cultivares resistentes de batata e de cenoura para reduzir perdas significativas em produtividade pela infecção de nematóides, bem como reduzir o custo de produção; e 3) pelo uso do fumigante metam sódio com mais freqüência para reduzir acúmulo residual tóxico em tubérculos e raízes comerciais, bem como reduzir a poluição ambiental.

Literatura citada

- CHARCHAR, J.M. 1981. Nematóides de importância para a cultura da batata. Informe Agropecuário, 7: 50-54.
- CHARCHAR, J.M. 1995. *Meloidogyne* em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, XXVII, Rio Quente. Resumos, p.149-153.
- CHARCHAR, J.M. 1997. Nematóides fitoparasitas associados à cultura da batata nas principais regiões de produção do Brasil. Nematologia Brasileira, 21 (2): 49-60.

- CHARCHAR, J.M. & A.W. MOITA. 1997. Reação de cultivares de batata a uma infestação mista de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*. Nematologia Brasileira, 21 (1): 39-48.
- CHARCHAR, J.M., J. PACCINI NETO & F.A.S. ARAGÃO. 2003. Controle químico de *Meloidogyne* spp. em batata. Nematologia Brasileira, 27 (1): 35-40.
- CHARCHAR, J.M. & J.V. VIEIRA. 1994. Seleção de cenoura com resistência a nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.). Horticultura Brasileira, 12 (2): 144-148.
- CHARCHAR, J.M., J.V. VIEIRA; & C.E. FACION. 2000. Controle de nematóides das galhas em cenoura através de rotação. Fitopatologia Brasileira, 25: 335.
- FLEGG, J.J. & D.J. HOOPER, 1970. Extraction of free-living stages from soil. In: SOUTHEY, J.F. (ed). Laboratory Methods for Working with Plant and Soil Nematodes. Her Majesty's Stationery Office, London.
- JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematode from soil. Plant Disease Reporter, 48: 62.
- WEINGARTNER, D.P. & J.R. SHUMAKER. 1983. Nematicides options for northeast Florida potato growers. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 96: 122-127.
- WEINGARTNER, D.F. & J.R. SHUMAKER. 1988. In-row injection of metham-sodium and other soil fumigants for control of nematodes and soil-borne diseases. America Potato Journal, 65: 504.
- ZEM, A.C., J.I. ZANNON & L.G.E. LORDELLO, 1982. Doses e épocas de aplicação do nematicida carbofuram no controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, V, Londrina. Trabalhos Apresentados, p. 233-245.