

Experimentos com os nematicidas D. D.,
E. D. B. e brometo de metilo no combate
aos nematódeos causadores de galhas em
raízes de plantas (*Meloidogyne* spp.)

LUIZ GONZAGA E. LORDELLO

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

ÍNDICE

Introdução	168
Material e métodos ..	169
Ação do D. D. ..	170
Ação do E. D. B.	172
Ação do M. B. ..	172
Resumo e Conclusões	173
Summary ..	175
Literatura citada	176

INTRODUÇÃO

Existe um certo número de fatores que, segundo diversos nematologistas, condicionam a eficácia das operações de tratamento do solo por fumigantes, visando o combate a nematódeos parasitos de raízes e de outros órgãos subterrâneos. Estão aqui: a) temperatura do solo; b) umidade; c) propriedades físicas; d) riqueza em matéria orgânica; e, e) presença de restos de culturas anteriores ainda não decompostos.

O último dos fatores alistados constituiu o objeto das investigações relatadas neste trabalho.

STEINER (1951), ao tratar do assunto em uma das aulas proferidas no Instituto Agronômico, em Campinas, afirmou que os fumigantes podem não penetrar suficientemente nas raízes para destruir todos os nematódeos endoparasitos, devendo-se ou aguardar o seu apodrecimento ou proceder à sua extirpação do solo antes da operação. Em 1954, DIETER, discorrendo sobre o mesmo problema, escreveu o seguinte: "Another factor is that undecomposed roots may protect the nematodes inside them from the fumigant".

Com respeito à cloropicrina, faz já muitos anos que os pesquisadores vêm prescrevendo o seu emprêgo, no contrôle dos nematódeos das galhas, somente depois das raízes de culturas anteriores se apresentarem decompostas de maneira mais ou menos completa. GODFREY, OLIVEIRA & HOSHINO (1934) foram possivelmente os primeiros a recomendar tal procedimento. Estes autores estabeleceram um período de apodrecimento de 2 a 4 semanas entre a remoção da cultura anterior e o tratamento do solo. Em 1943, TAYLOR verificou que dosagens mais altas do mesmo ingrediente eram necessárias quando raízes frescas estavam presentes no solo.

Em 1947, STARK & LEAR experimentaram misturas contendo o brometo de metilo e o D.D. (dicloropropano + dicloropropeno), dentre os nematicidas que nos interessam no momento, obtendo bons resultados no combate aos nematódeos das galhas, apesar da presença no solo de raízes em diferentes fases de desintegração. Estes autores organizaram alguns experimentos, nos quais as galhas incorporadas ao solo passaram por vários períodos de decomposição antes de se proceder ao tratamento.

Com o advento dos nematicidas à base de dibrometo de etileno, LEAR (1951) tratou de experimentá-los sob o mesmo

ponto de vista anterior, obtendo resultados satisfatórios, os quais lhe permitiram adicionar o novo ingrediente à lista dos fumigantes que possuem poder de penetração em raízes não decompostas.

CICCARONE, em 1951, trabalhando na Itália, obteve bons resultados tratando pelo D.D. glebas onde havia sido efetuado cultivo de cenoura, estando o solo rico de raízes frescas e outros restos não decompostos bastante infeccionados.

Os experimentos que realizámos trouxeram resultados semelhantes aos de CICCARONE (1951) e, principalmente, aos STARK & LEAR (1947) e LEAR (1951), contribuindo para diminuir grandemente a importância da presença de raízes e outros órgãos não decompostos como fator que influi sobre o êxito das operações de fumigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em vasos, em casa de vegetação, onde os vasos eram colocados sobre banquetas limpas, não havendo possibilidade de contaminação. Raízes de tomateiro altamente atacadas foram cortadas em pedaços e misturadas com solo esterilizado.

No quinto dia, a contar da data da mistura, do solo artificialmente infestado foi retirada a quantidade necessária para encher 12 vasos de tamanho médio. Esta primeira amostra foi dividida em três partes, cada uma correspondendo, portanto, a 4 vasos. O tratamento de cada uma das parcelas pelos nematicidas estudados foi feito em caixa de madeira provida de tampa que permitia perfeito fechamento.

Assim, uma das parcelas foi tratada pelo D.D., outra pelo E.D.B. e, finalmente, a terceira tratada por uma mistura contendo 24% de brometo de metilo e 76% de xileno, tudo nas doses usuais.

Como a quantidade de solo a ser tratada não enchia completamente a caixa empregada na fumigação, em desobediência, portanto, ao que se prescreve para o tratamento de terra para vasos, contornou-se a situação pelo uso de coberturas sobre o solo, constituídas de folhas de papel comum, logo depois da introdução do líquido nematicida, seguindo-se com rega rápida (*water sealing*).

Três dias depois do tratamento, as caixas foram abertas, despreendendo-se forte cheiro do fumigante, e o solo transferido para os vasos, os quais, 15 dias mais tarde, receberam, cada um, uma muda de tomateiro de sementeiras conduzidas em substrato esterilizado.

No 10º dia, sempre a contar da data da preparação do solo mais galhas, nova amostra correspondente a mais 12 vasos foi dividida em três partes e cada parte tratada em caixa fechada por um dos nematicidas, segundo as mesmas técnicas descritas. No 20º e no 30º dias foram retiradas as amostras finais do experimento.

Como se vê, obtiveram-se 4 séries de vasos para cada fumigante, cujos solos foram tratados, respectivamente, 5, 10, 20 e 30 dias após a incorporação das raízes infeccionadas.

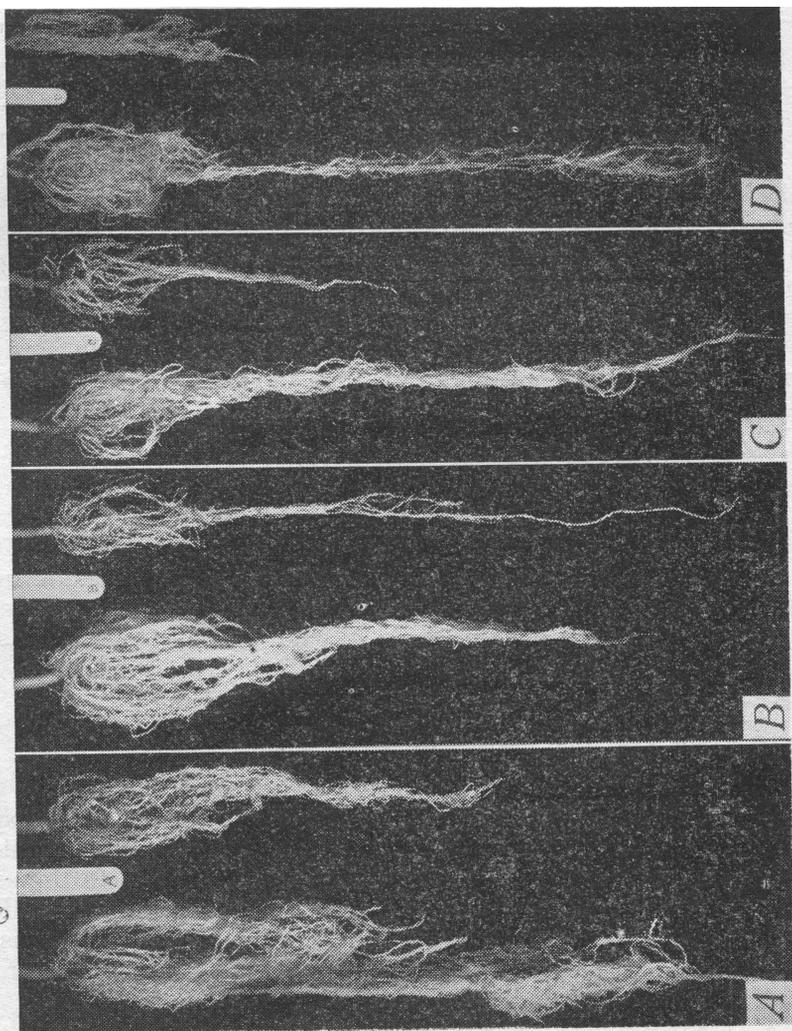
Pretendia-se estudar a ação dos nematicidas depois de diferentes períodos de decomposição das raízes infeccionadas incorporadas ao solo. Para todos os casos foram mantidas testemunhas.

A temperatura durante todo o correr dos ensaios manteve-se favorável ao desenvolvimento tanto dos nematódeos como das plantas hospedeiras. Estas, bem como a mistura solo mais galhas, receberam as regas usuais.

Cêrca de dois meses depois do plantio, as raízes das plantas foram lavadas em água corrente e cuidadosamente examinadas para a constatação de galhas e nematódeos vivos. Os resultados obtidos são dados a seguir. A planta teste escolhida (tomateiro) justifica-se por ser parasitada por tôdas as espécies de ocorrência comum, que então constituíam o gênero *Meloidogyne* (princípio de 1955).

AÇÃO DO D. D.

Como se sabe, o D.D. é uma mistura de dicloropropeno e dicloropropano produzida pela Shell Development Co., dos Estados Unidos da América do Norte. O início de seu uso como nematicida data de 1943 (seg. TAYLOR, 1951), marcando uma nova época no capítulo do contrôle químico aos nematódeos parasitos de plantas.



EXPERIMENTOS COM NEMATICIDAS

A — Tomateiros cultivados em vasos contendo solo artificialmente infestado por nematódeos do genero *Meloidogyne*, mediante incorporação de raízes com "galhas". A planta da esquerda cresceu em solo tratado por E. D. B. 5 dias após a incorporação dos restos infestados, e a planta da direita em solo não tratado.

B — Idem, tendo sido usado, como nematicida, o D.D. e o tratamento do solo mais galhas efetuado 10 dias após a data da mistura. A planta da direita é testemunha, ou seja, cultivada em substrato não fumigado.

C — Idem, tratamento pelo D.D. realizado 5 dias depois da incorporação de galhas ao solo. Planta da direita : testemunha.

D — Idem, fumigação pelo D.D. no 20.o dia a contar da data da mistura solo mais galhas. Planta da direita : testemunha.

Nos experimentos presentes, o D.D. não produziu controle total dos nematódeos, mesmo na amostra tratada 30 dias após a incorporação das galhas. Realmente, o exame das plantas crescidas em solo tratado revelou a existência de pequenas galhas no sistema radicular, de cujo interior foram retiradas fêmeas maduras vivas. Tratava-se, contudo, em qualquer dos casos (5, 10, 20 e 30 dias), de infecção muito leve em comparação com as testemunhas, cujas raízes se mostravam reduzidas pela ação do parasito. De todos os tratamentos, aquele realizado 30 dias depois da incorporação foi o que exibiu galhas de menor diâmetro e em número menor, havendo êxito quase completo.

Concluimos que o D.D., mesmo após um período de decomposição de 30 dias dos restos infeccionados incorporados ao solo, não penetrou as galhas de modo a eliminar totalmente os nematódeos, mas realizou controle perfeitamente satisfatório do ponto de vista prático, mostrando as plantas crescidas no solo tratado raízes sadias, mais longas, e desenvolvimento geral altamente satisfatório em comparação com as testemunhas.

AÇÃO DO E. D. B.

O E.D.B. tem por princípio ativo o dibrometo de etileno e seu uso comercial data de 1946 (seg. TAYLOR, 1951). Nos experimentos presentes, o E.D.B. comportou-se de maneira muito semelhante ao D.D. Realmente, tudo o que ficou dito linhas atrás pode ser repetido aqui. Em todos os tratamentos, as raízes deixavam ver galhas muito pequenas e pouco numerosas, sendo que no tratamento do 30.º dia as galhas eram ainda em menor número.

AÇÃO DO M. B.

Também a ação do brometo de metilo foi bastante semelhante à dos ingredientes anteriores. É interessante lembrar que o M.B. atuou favoravelmente como fumigante de solo, destruindo os nematódeos no interior das galhas de uma maneira incompleta mas, ao que parece, satisfatória sob o ponto de vista prático. Entretanto, no tratamento de certas plantas e órgãos vivos mesmo em câmara a vácuo, êle se mostra completamente ineficaz. É o que verificaram CHRISTIE & COBB (1940) tratando plantas de crisântemo atacadas por *Aphelenchoides ritze-*

ma-bosi, TAYLOR & McBETH (1940) com tomateiros atacados por *Meloidogyne* sp., e BOOCK & LORDELLO (1952) com tubérculos de batatinha atacados por *Meloidogyne incognita*.

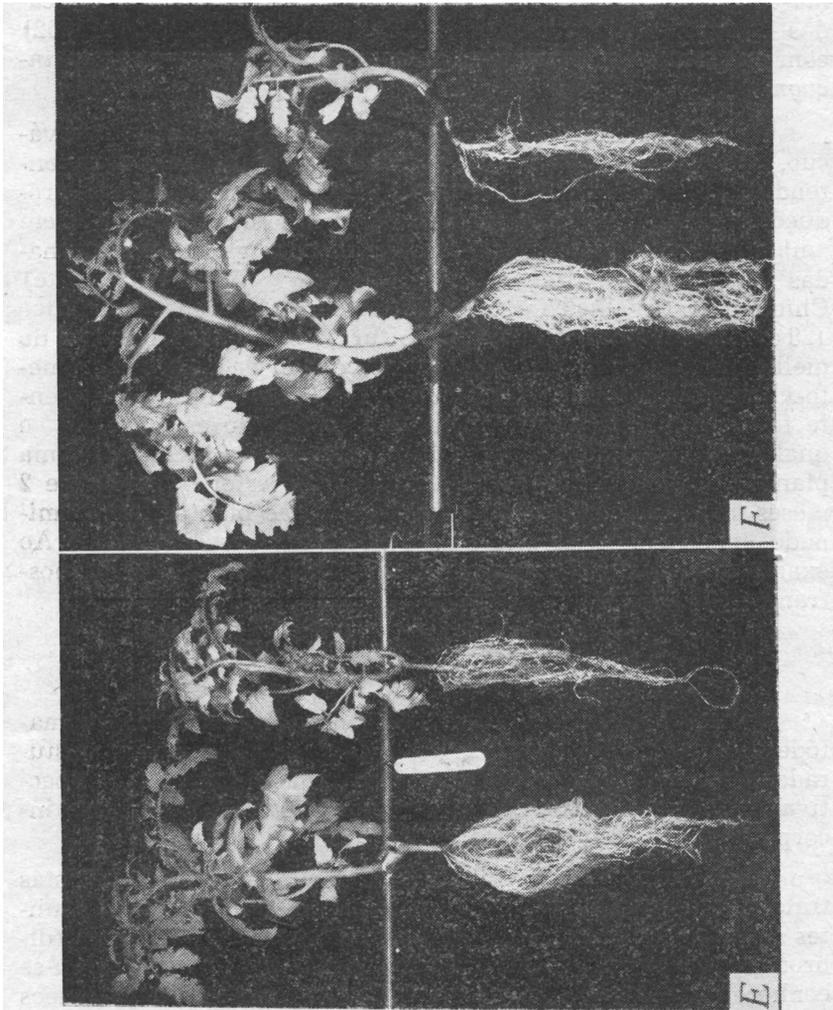
Os últimos autores fizeram o tratamento em câmara a vácuo, tendo os tubérculos tratados sido plantados em vasos contendo solo esterilizado pelo calor, dando em todos os casos produções desfiguradas. Com igual finalidade, decidimos tratar em ambiente fechado raízes de algodoeiro com galhas determinadas pela espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. As galhas foram colocadas em recipiente metálico (28 cm de diâmetro e 32 cm de altura), o qual foi fechado do melhor modo possível depois da introdução da mistura brometo-xileno (24 e 76%, respectivamente). Após 5 dias, o recipiente foi aberto e as galhas misturadas com solo esterilizado, o qual foi distribuído por 6 vasos, cada um deles recebendo uma planta de tomateiro crescida em substrato estéril. Depois de 2 meses de vegetação, o sistema radicular das plantas foi examinado, tendo em todas elas sido constatada infecção inicial. Ao exame microscópico, foram obtidas fêmeas e larvas vivas, mostrando que o tratamento resultou ineficaz.

RESUMO E CONCLUSÕES

Raízes de tomateiro altamente infeccionadas pelos nematódeos causadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) foram misturadas com solo. Da mistura foram retiradas 4 amostras, respectivamente, no 5.o, 10.o, 20.o e 30.o dias a contar da data da incorporação.

Cada amostra foi dividida em 3 partes e cada uma destas tratada, em recipiente fechado, por um dos nematicidas seguintes: D.D. (dicloropropano mais dicloropropeno), E.D.B. (dibrometo de etileno) e M.B. (brometo de metilo). Procurou-se conhecer a atuação dos três ingredientes sobre os nematódeos presentes no interior das galhas, após os períodos de decomposição de 5, 10, 20 e 30 dias.

O solo fumigado foi transferido para vasos, cada um deles recebendo uma muda de tomateiro livre de nematódeos. Cerca de dois meses a contar da data do plantio, as raízes dos tomateiros foram lavadas em água corrente e cuidadosamente examinadas para a verificação de galhas e nematódeos vivos. Os três nematicidas comportaram-se de maneira semelhante, permitindo concluir o seguinte:



EXPERIMENTOS COM NEMATICIDAS

E — Tomateiros cultivados em vasos contendo solo infestado por adição de raízes frescas, ricas em galhas causadas por nematódeos do gênero *Meloidogyne*. A planta da esquerda cresceu em solo tratado pelo E.D.B. 20 dias depois da data da mistura com os restos infestados. A planta da direita foi cultivada em substrato sem tratamento (testemunha).

F — Idem, tendo sido usado o D.D. e o tratamento realizado depois de um período de apodrecimento de 30 dias das raízes infestadas adicionadas ao solo. Planta da direita: testemunha.

a) nenhum apresentou capacidade de penetração nas galhas de molde a destruir todos os nematódeos presentes, pois, para todos os fumigantes foi constatada a presença de galhas nas raízes das plantas que cresceram no solo tratado. O exame microscópico revelou que ovos e fêmeas maduras vivas se achavam embutidos nos tecidos.

b) Galhas de menor diâmetro e menos numerosas foram verificadas no tratamento efetuado 30 dias depois da incorporação ou, em outras palavras, depois de um período de decomposição dos restos infeccionados de 30 dias.

c) Embora os fumigantes não tivessem realizado destruição total dos nematódeos protegidos no interior das galhas, ofereceram controle plenamente satisfatório sob o ponto de vista prático. Realmente, as plantas crescidas em solo tratado mostraram desenvolvimento muito superior e sistema radicular muito mais rico, em oposição às plantas testemunhas. Confirmam-se, assim, as observações de STARK & LEAR (1947), LEAR (1951) e CICCARONE (1951).

d) Os resultados obtidos colaboram para diminuir sensivelmente a importância da presença no solo de restos de culturas anteriores não decompostos como fator que influi sobre a eficácia das operações de fumigação com os nematicidas experimentados. Para raízes altamente lenhosas e de certo diâmetro, contudo, o exposto pode não valer, carecendo de investigações.

SUMMARY

Tomato roots heavily disfigured by root-knot nematodes were thoroughly mixed with soil. At various time intervals, samples were taken from the mixture and treated in closed containers by each of the follo wing nematicides: D.D., E.D.B. and M.B. The efficacy of the treatment was tested by setting indicator plants in the treated soil and by examining their roots for the presence of galls two months later. In other words, the ability of the three nematicides to penetrate nematode galls after various periods of rotting, which varied from 5 to 30 days was studied.

The main conclusions drawn are as follows: a) no nematicide among the three listed above showed the ability for complete destruction of the nematodes protected inside the roots, for a number of small galls developed on the root sys-

tem of the indicator plant in all treatments; b) smaller and less numerous galls were present on the roots of the indicator plants grown in soil treated after a rotting period of 30 days; c) however, the control obtained seems to be quite satisfactory economically, since the check plants grew poorly and have developed a very unhealthy root system. This is in accordance with STARK & LEAR (1947), LEAR (1951) and CICCARONE's (1951) statements.

The results of the present experiments show again that awaiting for the rotting of galls of the root-knot nematodes is not indispensable for an economically convenient soil fumigation. Fields in which many fleshy infected roots from previous crops have been buried can be economically fumigated immediately, without any loss of time.

Notwithstanding, when thick woody roots are present in the soil, the above statements may not hold true. This should constitute a new problem calling for further experiments.

Another essay dealing with methyl bromide alone, consisted in treating cotton roots heavily disfigured by *Meloidogyne incognita* in a container (diameter = 28cm, height = 32 cm), which remained closed for five days. After the treatment, the roots were mixed with soil, in which tomato seedlings were planted. After a growing period of two months, the roots of the tomato plants were washed in running water and examined for the presence of galls. As an early infection was present in the root system of all plants, the inefficacy of the treatment has been proved.

LITERATURA CITADA

- BOOCK, O. J. & L. G. E. LORDELLO, 1952 — Tratamento dos tubérculos-semente de batatinha com brometo de metilo no combate aos nematóides das galhas. *Bragantia* 12: 363-364.
- CHRISTIE, J. R. & G. S. COBB, 1940 — The inefficacy of methyl bromide fumigation against the chrysanthemum foliar nematode. *Proc. Helminth. Soc. Washington* 7: 62.
- CICCARONE, A., 1950 — Risultati di fumigazione nematocida in terreno ricco di organi vegetali carnosì, vivi e presentanti galle non decadute di *Heterodera marioni* (Cornu) Goodey. *Boll. Stazione Pat. Veg.* 8, série III: 181-186.

- DIETER, C. E., 1954 — Factors affecting results with soil fumigants. *Plant Dis. Reprtr., suppl.* 227 : 98-101.
- GODFREY, G. H., J. OLIVEIRA & H. M. HOSHINO, 1934 — Increased efficiency of chloropicrin for nematode control with better confinement of gas. *Phytopathology* 24: 1332-1346.
- LEAR, B., 1951 — Use of methyl bromide and other volatile chemicals for soil fumigation. Cornell University, Agric. Exp. Station, Memoir 303, 48 pp.
- STARK, F. L., JR. & B. LEAR, 1947 — Miscellaneous greenhouse testes with various soil fumigants for the control of fungi and nematodes. *Phytopathology* 37 : 698-711.
- STEINER, G., 1951 — Curso de nematologia geral de plantas. Instituto Agronômico, Campinas, 20 pp. (mimeografado).
- TAYLOR, A. L., 1943 — Soil fumigation with chloropicrin for control of the root-knot nematode, *Heterodera marioni*. *Phytopathology* 33 : 1166-1175.
- TAYLOR, A. L., 1951 — Chemical treatment of the soil por nematode control. *Advances in Agronomy* 3: 243-264.
- TAYLOR, A. L. & C. W. McBETH, 1940 — Preliminary testes of methyl bromide as a nematocide. *Proc. Helminth. Soc. Washington* 7 : 94-96.

