

INFLUÊNCIA DE ALGUNS FATORES NA FUMIGAÇÃO DO SOLO

J. C. CARVALHO

Instituto Adolfo Lutz — S. Paulo

INTRODUÇÃO E HISTÓRICO

Desde que se tornou evidente o caracter parasitário de numerosos nematóides que vivem no solo, começaram os pesquisadores a estudar os meios de defesa contra tais inimigos. O problema apresentou-se complexo, pelo fato de serem muitos os habitantes do solo e alguns indispensáveis pelos benefícios que trazem a êle. Com efeito, o solo é um complexo de organismos vivos, no qual estão presentes as bactérias, os fungos, os nematóides, as minhocas e até formas de inseto de maior porte. As bactérias nitrificadoras, por exemplo, são organismos indispensáveis ao solo; as minhocas são fornecedoras de nitrogênio e os furos que fazem para a sua locomoção, facilitam o arejamento e penetração das águas para as camadas mais profundas do solo.

Outros, como os nematóides não parasitas, vivem de restos vegetais, colaborando assim direta ou indiretamente na transformação da matéria orgânica em humus. Êles são parte dessas forças vivas que mantêm em equilíbrio os seres na natureza e por isso não devem ser destruídos. O problema, como é claro, é eliminar os parasitas sem matar os organismos que trazem benefícios ao solo, seja abrindo caminho para as bactérias e fungos, seja concorrendo para o apodrecimento dos restos vegetais ou seja por substâncias eliminadas pelas suas glândulas que vão atuar no meio, alterando o pH do solo e favorecendo o desenvolvimento de outros organismos.

Entre nós não há ainda uma compreensão exata da necessidade de combater êsses parasitas do solo. Para a maioria dos

lavradores ainda perdura a mentalidade do século passado; ainda acreditam no conceito do solo "cansado", solo "doente" como eram conhecidos na velha Europa os solos improdutivos. Não acompanharam a evolução da ciência e por isso não acreditam que de há muito o conceito de solo "cansado", já desapareceu, pois os pesquisadores europeus e americanos já provaram sobejamente que a improdutividade do solo se deve em grande parte à ocorrência de multidões de nematóides parasitas que fazem profunda sangria na economia das plantas. Na Alemanha, na Holanda, na Inglaterra os solos improdutivos já foram estudados intensivamente e neles foram encontrados muitos parasitas. Na Alemanha a produção de beterraba diminuiu de ano para ano devido a *Heterodera schachtii*; na Holanda e Inglaterra os campos de batatinha produziam menos, apesar de bem adubados e isso devido ao ataque cerrado de *Heterodera rostochiensis*.

Conhecida a causa de tantos prejuízos à agricultura e que de certo modo afetava a economia do próprio país, não havia outra alternativa senão combater êsses parasitas. O bissulfureto de carbono, já empregado na França no combate à *Phylloxera*, foi o primeiro produto químico a ser usado como fumigante do solo. KUEHN (1881) e BESSEY (1911) foram os primeiros a utilizá-lo no combate aos nematóides e foi considerado como o mais eficiente produto químico para a destruição dêsses parasitas. Alguns anos depois, o calor foi empregado contra êles, e para êsse fim usaram máquinas a vapor. Mas devido ao alto custo dêsse processo de tratamento e também do bissulfureto de carbono, outras soluções para o problema foram procuradas. O método de rotação de culturas foi experimentado e ante os resultados colhidos, foi aconselhado e amplamente usado. Mas também êste método devia ser abandonado, pois implicava perda de tempo; o solo cultivado por um ou dois anos com plantas não hospedeiras do parasita e às vezes de pouco ou nenhum valor econômico, representava grande perda. Tornou-se assim um tratamento caro e de eficiência discutível à luz da ciência, pois muitas espécies parasitas, melhor conhecidas hoje, facilmente adaptam-se a novos hospedeiros. Algumas espécies de *Meloidogyne* estão neste caso e a mudança de uma cultura para outra pode não dar resultado almejado e a população do parasita permanece estacionária ou ligeiramente alterada para mais ou para menos.

Nessa luta para obter o fumigante ideal, os pesquisadores experimentaram novos produtos químicos, obtendo resultados

apreciáveis com cloropicrina, brometo de metila. O alto custo destes produtos químicos e a necessidade de cobertura do solo, depois de fumigado, são barreiras para o seu amplo emprêgo. CARTER (1943) experimentou com êxito a mistura de dicloropropeno e dicloropropano (DD), obtido da Shell Development Company, nos abacaxisais do Hawaii. O DD revelou-se bom nematocida e como o seu preço é mais baixo do que o dos outros fumigantes e dispensa cobertura do solo, foi logo preferido e empregado largamente nos Estados Unidos. Outro fumigante, o dibrometo de etilêno (EDB), também, mais barato, foi lançado no mercado pela Dow Chemical Company com bons resultados. Há ainda outras combinações em uso e entre elas o clorobromopropeno, que tem dado bons resultados como nematocida.

Entre nós, apesar de já termos verificado que as nossas culturas de algodoeiro, batatinha, figueira, videira e outras, são muito atacadas por inúmeros nematóides, o tratamento químico do solo está apenas no princípio. Praticamente nada se fêz. O nosso objetivo é relatar um dos primeiros tratamentos em maior escala, realizado em o nosso meio e levado a efeito pelos engenheiros agrônomos da Shell em uma plantação de batatinha de Ibiúna. (*) De grande interêsse são os resultados colhidos nesse trabalho, pois dêles poderemos colher dados que nos mostrarão como deverão ser feitas no futuro tais aplicações.

MATERIAL E MÉTODO

Uma área de terra cultivada anualmente com batatinha e infestada de nematóides foi escolhida para a fumigação com DD. A aplicação se fêz com um injetor INSCO, motorizado, sob pressão, modelo C, com seis injetores distanciados 30 cm um do outro, adaptados a um cultivador de enxadas. O DD foi pôsto nos sulcos a uma profundidade de 10 a 12 polegadas e imediatamente coberto de terra por uma grade ligada ao corpo do trator. Empregou-se nessa experiência uma dosagem correspondente a 300 lts por alqueire.

(*) Eng. Agr. L. F. Fontes, W. Petenucci e M. Peviani.

RESULTADOS

Trinta dias após o tratamento foram colhidas amostras de solo tratado e não tratado para serem examinadas e do seu resultado, verificar o grau de mortalidade do fumigante. Uma inspeção superficial do solo tratado, mostrou que a brotação dos tubérculos, restos da cultura anterior e deixados no solo, não sofreu danos com o fumigante. O fato vem comprovar as observações de alguns pesquisadores que verificaram que o DD em moderadas concentrações no ar, não danifica as plantas. Os resultados do exame do solo para comprovar a eficiência do tratamento são dados no quadro abaixo.

TABELA I

Exame de amostras de solo

200 cc		200 cc	
Solo tratado com DD (Treated soil with DD)		Solo não tratado (Untreated soil)	
Nematóide espiralado = 13 f (<i>Rotylenchus</i> e <i>Helicotylenchus</i>)		Nematóide espiralado = 2 f (<i>Rotylenchus</i> e <i>Helicotylenchus</i>)	
Rhabditis = 3 f	1 1	<i>Tylenchus</i> = 1 f	2 1
Cephalobidae = 1 f	3 1	Cephalobidae =	6 1
Prismatolaimus = 1 f	1 1	Meloidogyne	3 1
Alaimus =	1 1	Dorylaimus =	1 1
Mononchus =	1 1	Aphelenchus =	1 1
f = fêmea f = female l = larva l = larva			

Como podemos ver no quadro acima, o solo tratado mostra maior incidência de parasitas do que o solo não tratado. É extranhável mesmo a quantidade de nematóides espiralados existentes no solo fumigado. Além desses parasitas, outras espécies não parasitas foram encontradas como se vê no quadro. No so-

lo não tratado, poucos nematóides espiralados foram vistos, mas outros parasitas, tais como *Tylenchus*, *Meloidogyne* e *Aphelenchus* foram observados.

DISCUSSÃO

O fato de ser encontrado maior número de nematóides espiralados em solo fumigado, não significa que êstes organismos sejam mais resistentes aos gases letárgicos do que os outros, pois todos os nematóides, parasitas ou não, não resistem aos gases do DD. Ao que parece a quantidade de fumigante empregada foi baixa, mas não deve ter sido somente isso a causa da pequena mortalidade verificada, outros fatores devem ter interferido, prejudicando o êxito da experiência. Como é sabido, alguns fatores são importantes na difusão dos gases e entre êles, devemos salientar as qualidades físicas do solo. Os solos leves facilitam grandemente a difusão dos gases, enquanto os compactos muito a dificultam. Tanto é considerado êsse fator, que as experiências levadas a efeito nos Estados Unidos, determinaram para os tipos compactos, uma dosagem do fumigante até 100% maior do que aquela empregada para os solos leves. O solo tratado na experiência relatada, não é tipo compacto, mas também não é o tipo chamado de leve, é um solo meio compacto. Para os solos leves um mínimo de 420 lts (20 galões por acre) de fumigante por alqueire é recomendado e na experiência em questão nem êsse mínimo foi atingido. Considerando também o tipo de solo, podemos confirmar que a quantidade de fumigante foi insuficiente para uma mortalidade maior.

Outro fator importante para obtenção de resultados apreciáveis é a profundidade em que é pôsto o fumigante. No ensaio levado a efeito em Ibiúna, o fumigante foi pôsto à profundidade de 10 e 12 polegadas. Parece-nos que foi excessiva essa profundidade, pois as experiências com o DD têm revelado que o fumigante não deve ser pôsto muito profundo. Há recomendações para ser pôsto a 3 e 4 polegadas de profundidade; na Flórida há casos de emprêgo a uma profundidade de 6 a 8 polegadas. Os gases tendem a se difundir em todas as direções do ponto de aplicação, dando a idéia de um volume mais ou menos esférico. Se o fumigante for colocado muito profundo a extremidade dessa suposta esfera não alcançará as áreas superiores, que ficarão não fumigadas. Se ao contrário for colocado

a pouca profundidade, os gases não atingirão os parasitas localizados mais profundamente no solo.

A umidade do solo tem influência importante para obtenção de boas fumigações. O solo muito sêco ou muito umido não são favoráveis para uma fumigação. Um certo grau de umidade, 10 a 12%, é indispensável para uma boa difusão dos gases. A temperatura também influi grandemente na obtenção de bons resultados; as temperaturas muito altas ou muito baixas interferem negativamente nas fumigações. As experiências mostraram bons resultados em temperaturas entre 16 e 28° C. Infelizmente não pudemos obter os dados referentes à temperatura e à umidade na experiência feita em Ibiúna e assim saber se êsses fatores interferiram nos resultados. Os nossos solos são severamente castigados pelos raios solares no verão, mas no inverno a elevação da temperatura é mínima. Um solo sêco e uma temperatura elevada favorecem a evaporação do fumigante e os gases se perdem rapidamente antes de matarem os nematóides. Acreditam os pesquisadores que os gases letárgicos precisam permanecer no solo de 7 a 10 dias para obtenção de bons resultados.

Essa experiência veio nos mostrar que muita coisa precisamos aprender ainda antes que sejamos bem sucedidos nas fumigações do solo. Conhecimento dos parasitas existentes, condições físicas do solo, grau de umidade e temperatura, são fatores que não devem ser esquecidos para bom êxito das fumigações.

SUMMARY

Despite the soil-biotic complex has been known for a long time, the cause of poor crop yields were only recently understood. A large variety of soil-inhabiting nematodes feed on living plants as parasites, diverting some of the nutrients from their economy. Some crops are severely injured while others are slightly injured. With the increase of the parasitic nematode population plants will be severely injured and their crops will be poor. In the past, growers thought that the decrease of crop yields was due to the soil, which was known as "sick soil" or

“tired soil”. In some cases mineral elements are missing in the soil, but the decrease of crops is frequently caused by millions of parasitic nematodes. In Germany, the beet crops decreased every year due to the attack of *Heterodera schachtii*. In Great Britain and Holland potato crops decreased due to the attack of *Heterodera rostochiensis*.

The early chemical used to control these soil-inhabiting nematodes was carbon bisulfide, following methods developed in France to control *Phylloxera*. Chloropicrin has been used as soil fumigant since 1919. It gives a good control. Methyl bromide has been reported as a good fumigant, insecticide and fungicide. Both of them need soil cover, and because of it the treatment become very expensive. CARTER (1943) reported that mixture of dichloropropene and dichloropropane (DD) obtained from the Shell Development Company was a good nematocide and much cheaper than the others.

We have few notices about the use of fumigants in Brazil. We are referring to a treatment with DD fumigant in the State of São Paulo.

A plot of six acres, where potatoes had been grown, was chosen for the trial. The method of application of the nematocide was that called “solid” fumigation. The application of the fumigant was made by an applicator mounted on tractor with six shanks spaced 12 inches from each one, which open narrow furrows in the soil. The fumigant is delivered through tubes attached to the rear of the shanks. It was used at a rate of 15 gallons per acre and at 10 and 12 inches below the surface.

The results of the examination of the treated and untreated soil plots are shown in Table 1. Apparently no differences are noted between the fumigated and unfumigated soil. However, the spiral nematodes are most numerous in the former. Some important factors like the proper rate of fumigant, depth of application and type of soil are discussed.

It is believed that the low rate of application of the fumigant and the deeper furrow application are the cause of a poor nematode mortality.

BIBLIOGRAFIA

- CARTER, W., 1943 — A promising new soil fumigant and disinfectant. *Science* 97: 383-384.
- McCLELLAN, W. D., J. R. CHRISTIE & N. L. HORN, 1949 — Efficacy of soil fumigants as affected by soil temperature and moisture. *Phytopathology* 39 (4): 272-283.
- PERRY, V. G., 1952 — Soil fumigation for the control of plant parasitic nematodes. *Proc. Soil Sci. Soc. Fla.* 12: 40-47.
- TAYLOR, A. L., 1951 — Chemical treatment of the soil for nematode control. *Advances in Agronomy* 3: 43-64.