

1ª *Reunião Brasileira*

BRAZILIAN MEETING ON ALTERNATIVES

Sobre Alternativas ao

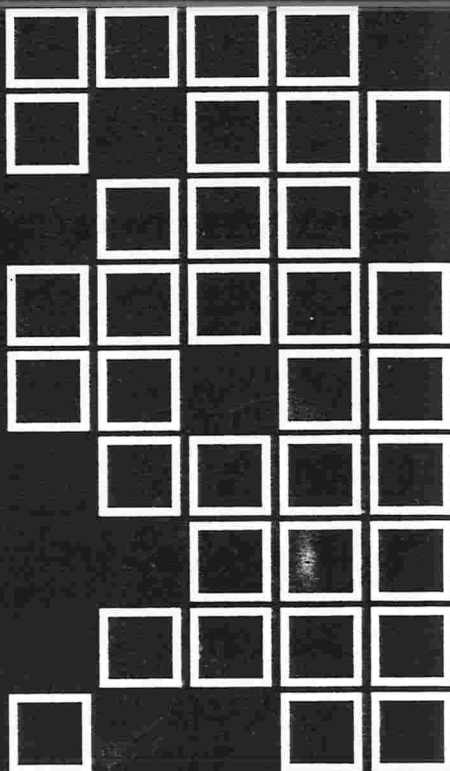
U₂ METHYL BROMIDE IN

U₂ Cometo de Metila

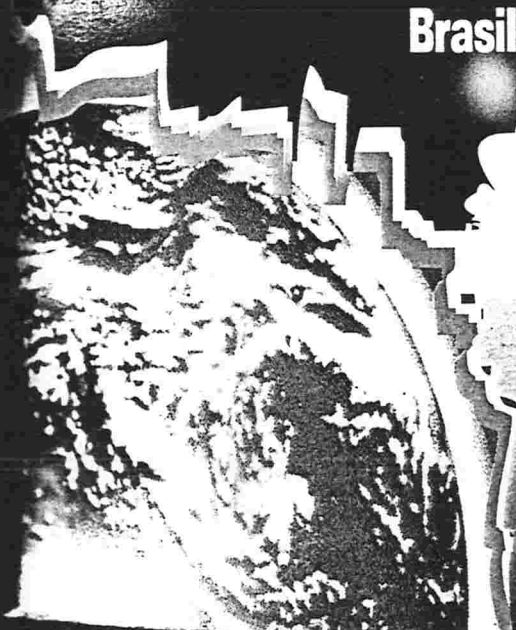
AGRICULTURAL SYSTEMS

1 Agricultura

**Florianópolis
Santa Catarina
Brasil**



21 a 23 de outubro de 1996
October 21-23, 1996



**1ª REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE ALTERNATIVAS AO
BROMETO DE METILA NA AGRICULTURA**

NASSER

**1st BRAZILIAN MEETING ON ALTERNATIVES TO
METHYL BROMIDE IN AGRICULTURE**

NASSER

Coordenador/Coordinator
Juarez José Vanni Müller

Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
1997

EPAGRI/AR/EEI
Caixa Postal 277
Fone (047) 346 5244
Fax (047) 346 5255
88301-970 Itajaí, SC

EPAGRI/AR/EEI
P.O. Box 277
Phone + 55 47 346 5244
Fax + 55 47 346 5255
99301-970 Itajaí, SC, Brazil

Digitadora/Typist: Lucemar Winter
Documentalista/Documentalist: Maria do Carmo Marcelino Galatto
Tradutoras/Translators: Eliana Limongi
Nicoleta Theodoro Nicolacópulos Sabetzki

Primeira edição/First edition: February, 1997

Tiragem/Number printed: 1.000

Impressão/Printing: EPAGRI

Referência bibliográfica

REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE ALTERNATIVAS AO BROMETO DE METILA NA AGRICULTURA, 1., 1997, Florianópolis. Palestras...Florianópolis: EPAGRI, 1997. 334p. Editado por Juarez José Vanni Müller.

1. Agricultura alternativa. 2. Brometo de metila. I. Müller, J.J.V., ed. II. Título.

Bibliography

BRAZILIAN MEETING ON ALTERNATIVES TO METHYL BROMIDE IN AGRICULTURE, 1., 1997, Florianópolis. Lectures...Florianópolis: EPAGRI, 1997. 334p. Edited by Juarez José Vanni Müller.

1. Alternative agriculture. 2. Methyl bromide. I. Müller, J.J.V., ed. II. Title.

MANEJO DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NO CONTROLE DE FUNGOS DE SOLO

CAFÉ FILHO, A. C., Departamento de Fitopatologia, Universidade de Brasília, 70910-900 Brasília, DF, Brasil. E-mail: cafefilh@guarany.cpd.unb.br e NASSER, L. C. B., Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados/EMBRAPA, 73301-970 Planaltina, DF, Brasil.

50729
~~50729~~

INTRODUÇÃO

Após quatro décadas dos trabalhos de Wilhelm sobre controle de **Verticillium** em morango com brometo de metila (MB) e cloropicrina (e.g. Wilhelm et al., 1961) e do consequente impacto dos mesmos sobre o controle de patógenos de solo, o emprego de MB é parte integrante do sistema de produção tanto em morango quanto em muitas outras culturas. Brometo de metila é aplicado rotineira e repetidamente no sistema de produção de mudas de hortaliças, ornamentais, fumo e essências florestais, em quarentena e desinfestação de frutos frescos para exportação nas principais regiões agrícolas do mundo, incluindo o Brasil. O produto é empregado extensivamente no solo contra insetos, sementes de plantas invasoras, nematoides, bactérias, e, no que concerne este artigo, fungos. Este trabalho objetiva abordar as particularidades dos fungos de solo frente aos demais organismos, destacando seu papel dentro da complexa microbiota do solo e algumas alternativas ao uso do MB para controle dos mesmos.

Fungos Fitopatogênicos como Habitantes da Microbiota do Solo

O número de propágulos de fungos e outros microorganismos por grama/solo, atinge a ordem dos milhões. Entretanto, esta abundância dos microorganismos nos solos geralmente não é levada em consideração no cotidiano do manejo dos patógenos de solo.

Outra questão frequentemente desconsiderada, são as interações dinâmicas dos organismos entre si e com os patógenos de solo. Certamente, a enorme simplificação do complexo ecossistema do solo, advinda do uso de um fumigante de amplo espectro de ação como MB, foi um dos fatores que favoreceram a expansão de uso deste fumigante.

As doenças causadas por patógenos de solo (dos quais a maioria pertence ao reino Fungi) apresentam algumas características comuns, entre elas a de serem frequentemente de difícil diagnóstico. Outra característica são as doenças de etiologia complexa, com mais de um agente causal em ação sinérgica ou aditiva. Essas questões tampouco tem sido consideradas quando se usa MB no sistema de produção, devido à atuação não seletiva do fumigante.

Antes de prosseguir, é importante definir o escopo do que está sendo referido neste trabalho como 'fungos de solo'. O termo, neste trabalho, exclui aqueles organismos cuja passagem pelo solo seja mais casual (como *Venturia inaequalis*, agente da sarna da macieira por exemplo). Por outro lado, inclui os fungos que embora provoquem os sintomas principalmente na parte aérea, tem uma importante fase do ciclo de vida no solo, como *Sclerotinia sclerotiorum*.

Entre os patologistas de solo é comum a distinção entre 'fungos habitantes' vs. 'fungos invasores' do solo. Os primeiros vivem e persistem no solo, incluindo organismos saprófitos obrigados e alguns parasitas facultativos. Entre eles encontramos membros dos gêneros *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* e alguns membros de *Phytophthora* como *P. cinnamomi*. Os invasores do solo tem uma existência mais transitória no solo restringindo-se em geral aos tecidos de plantas mortas e restos de culturas. Excluem os saprófitos obrigados, mas incluem alguns parasitas facultativos e os parasitas obrigatórios. Cito como exemplos, *Botrytis cinerea* e *Phytophthora capsici*. Patógenos de ampla gama de hospedeiros, geralmente necrotóxicos, como *Rhizoctonia solani* estão no primeiro grupo, enquanto outros, mais seletivos, como *P. capsici*, estão no segundo grupo.

Métodos de controle eficazes para um grupo de fungos do solo podem não ser para outros grupos. Por isso é de fundamental importância o conhecimento da epidemiologia das doenças para o manejo dos patógenos de solo, incluindo o conhecimento dos mecanismos através dos quais os fungos sobrevivem na ausência do hospedeiro e fornecem inóculo primário para o próximo ciclo de doença. Alguns modelos epidemiológicos desenvolvidos em condições temperadas podem não ter aplicação direta nas condições prevalentes no Brasil (Bergamin Fo. & Amorin, 1996) e estudos complementares podem ser necessários.

Por fim é importante lembrar que a maioria dos eventos importantes para as doenças de solo (com a possível exceção da sobrevivência dos propágulos) se dá na rizosfera e não no solo como um todo. Com efeito a importância da zona de influência das raízes já tinha sido observada a quase 100 anos atrás, quando o termo rizosfera foi usado pela primeira vez por Hiltner (1907) para distinguir o espaço tridimensional onde as raízes absorvem nutrientes, exudam compostos, modificam pH, etc. A atividade microbiana, patogênica ou não, é muito maior na rizosfera que no restante do solo. Por exemplo, a razão entre a população de bactérias (UFC) na rizosfera:solo é entre 10:1 a 20:1, podendo chegar a 60:1 em algumas situações.

Propostas alternativas de controle de patógenos de solo terão maior chance de sucesso levando em consideração a complexidade do ecossistema do solo, do espaço da rizosfera, a dinâmica de população do patógeno e da epidemiologia das doenças, do nicho ecológico do fungo e do tipo de patogênese incitada pelo mesmo.

Potencial de Inóculo de Fungos de Solo

O potencial de inóculo, definido não simplesmente como quantidade de inóculo, mas como a "energia disponível para infecção na superfície do órgão a ser infectado" é um conceito útil e bastante usado entre os patologistas de solo (e.g. Schippers & Gams, 1979). O potencial de inóculo pode ser reduzido com tempo no solo ou mesmo pode aumentar com absorção de nutrientes pelos propágulos

fúngicos. A utilidade do termo é a inclusão de diversas variáveis de importância epidemiológica como densidade de inóculo, tamanho e viabilidade (vigor) do propágulo, características herdáveis (incluindo agressividade e virulência), fontes endógenas e exógenas de energia e demais fatores do ambiente biótico e abiótico do solo. A vantagem de se pensar em 'potencial de inóculo' e não somente em 'densidade de propágulos' é a ampliação conceitual das alternativas de manejo. Com isso, não somente técnicas inovadoras podem ser propostas, como também podem ser evitadas supersimplificações e generalizações que levam a resultados inconsistentes. Por exemplo, adição de matéria orgânica aumentará ou reduzirá a intensidade das doenças causadas pelos patógenos de solo? A resposta provavelmente deve levar em consideração o patossistema específico e as características ambientais que o cercam. A colonização de material vegetal fresco ou matéria orgânica pode aumentar o potencial de inóculo de alguns patógenos como *R. solani* ou *S. sclerotiorum*. Entretanto, adição de composto orgânico com alto grau de maturação parece ter efeitos supressivos a esses patógenos (Chung et al., 1988).

Grupos de Doenças Causadas por Fungos de Solo

Para a definição das estratégias de controle dos fungos de solo é necessário delimitar quais as situações onde os mesmos são mais importantes. Identificam-se seis áreas onde os mesmos são fatores limitantes da produção agrícola:

I - Como patógenos de sementeiras e plântulas, causando o sintoma de "damping-off" são importantes em hortaliças, ornamentais, fumo, fruteiras e eucalipto. A própria condição de cultivo dessas plantas, o estresse da superpopulação de seedlings e o ambiente dos viveiros aumentam a susceptibilidade do hospedeiro. Por outro lado, existem inúmeras possibilidades de modificação do ambiente e das técnicas fitossanitárias como por exemplo recomendam Ferreira & Muchovej (1991) para eucalipto. Entre os fungos mais importantes para plântulas no Brasil estão *Pythium ultimum*, *anidermatum*, *P. debarianum*, *Cylindrocladium* spp. (essências florestais), *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp e *Fusarium* spp.

II - Como causadores de apodrecimento de colo, raízes e frutos rasteiros, sendo os principais *Phytophthora* spp, *Pythium* spp., *Sclerotium*, *Sclerotinia* e *Fusarium* spp.

III - Como causador de podridão de raízes, colo e queima de ramas e folhas, de várias culturas entre elas beterraba, feijoeiro, etc., encontra-se *Rhizoctonia solani*.

IV - Como causador da podridão escura de raízes de várias culturas (soja, ervilha, batata) especialmente no ecossistema cerrado, *Cylindrocladium clavatum*.

V - Como atores em relações sinérgicas com outros organismos em quebra de resistência de materiais melhorados contra fungos agentes causais de marchas vasculares: *Verticillium* X *Pratylenchus* (tomate, beringela); *F. oxysporum* X *Meloidogyne* (tomate, algodão).

VI - Em interações com condições do meio biótico e abiótico do solo resultando em aumento da intensidade das doenças de solo. Por exemplo, além de patógeno per se, *Fusarium* é um agravante comum para podridões causadas por *Rhizoctonia* (e.g. Tomita et al., 1996). Também causa infecções mistas com *Phytophthora* e *Pythium*. Fatores do meio abiótico do solo que são importantes incluem textura do solo, uso de herbicidas (e.g. Tomita et al., 1996), grau de compactação, pH, umidade, temperatura. Várias dessas características são manipuláveis, abrindo muitas possibilidades de investigação de manejo (Ferraz et al., 1996).

Por fim, o uso intensivo do solo, tendência que vem se afirmando rapidamente no país, com a fixação de sistemas de irrigação tipo pivô e o avanço da plasticultura, tem sido acompanhado pelo aumento dos relatos de infestação de solo. Em ambos os casos, também são várias as possibilidades de controle através da manipulação do ambiente (e.g. Hausbeck et al., 1996).

Alternativas de Controle de Patógenos de Solo sem o Uso de Brometo de Metila

Certamente o manejo de muitas doenças de solo pode ser feito sem tratamento de solo por fumigação com MB ou outros químicos. De qualquer maneira o tratamento químico pode (e deve) ser usado integradamente com outras medidas de controle de modo a otimizar o investimento. Novas técnicas de controle precisarão ser cientificamente testadas até que recomendações possam ser feitas com segurança. Por outro lado, muitas técnicas que caíram em desuso com o advento da fumigação, como a rotação de culturas, deverão voltar a ser mais utilizadas com uma menor necessidade de validação experimental.

Embora as linhas de pesquisa para substituição do brometo de metila sejam específicas para cada patossistema, é possível apontar exemplos onde existem alguns resultados positivos com o controle de fungos de solo, como sugestão de campos de trabalho a explorar:

I - Manejo da irrigação por sulco (Café Filho et al., 1995), em combinação com outros fatores como resistência varietal (Café Filho & Duniway, 1995) para controle de **Phytophthora** em hortaliças. Manejo da irrigação por gotejamento (Café Filho & Duniway, 1996) ou por aspersão (Café Filho & Câmara, 1995).

II - Controle da umidade do solo para suprimir a germinação carpogênica em **Sclerotinia sclerotiorum** (Ferraz et al., 1996).

III - Incorporação de diversos aditivos ao solo, como matéria orgânica para aumento da atividade microbiológica do solo suprimindo **Phytophthora cinnamoni** (Ashburner system) ou palhada, suprimindo **S. sclerotiorum** (Ferraz et al., 1996).

IV - Introdução de antagonistas, como em **Pseudomonas fluorescentes vs. Gaeumannomyces** (Cook & Baker, 1983) ou peletização de sementes com antagonistas, incluindo o gênero **Pythium** (Ribeiro & Butler, 1992).

V - Manipulação de outros fatores físicos do solo como pH (vs. **Plasmodiophora brassicae**, **Streptomyces scabies**), efeito de adubação com macro e micronutrientes, etc.

VI - Uso de vapor aerado como tratamento de solo de canteiros (no lugar de fumigação), a temperaturas sub-letais que precisam ser definidas para cada situação.

VII - Eficiência da solarização (cobertura de polietileno por longos períodos) com ou sem o concurso de outros fumigantes (Hartz et al., 1993), ou da adição de antagonistas, como **Trichoderma** spp.

É importante ressaltar que esta lista inclui apenas alguns exemplos promissores e não pretende ser exaustiva. Os exemplos acima podem ainda ser combinados entre si e com práticas tradicionais como adubação verde e rotação de culturas, resultando em um universo de possibilidades de grande potencial de sucesso. Concluindo, o desenvolvimento de alternativas técnicas deverá ser feito dentro da filosofia de antes *reduzir o potencial de inóculo*, do que *destruir a população de microorganismos daninhos*, procurando-se não afetar demasiadamente os organismos neutros ou benéficos. E incluir qualquer nova proposta em um contexto de manejo integrado de pragas e doenças. De qualquer maneira, a mudança de mentalidade necessária para se mover do uso de biocidas de amplo espectro como MB, que asseguram múltiplos resultados positivos, para um manejo das populações de microorganismos de solo é considerável. É possível prever que as novas recomendações de controle serão mais elaboradas, exigindo grande empenho da pesquisa, treinamento das equipes de extensão e envolvimento dos produtores.

REFERÊNCIAS

Vide páginas 251 e 252

VII - Test the efficiency of solarization (polyethylene tarping for extended periods) in addition or not to fumigants other than MB (Hartz et al., 1993), or to the addition of antagonists, such as *Trichoderma* spp.

It is important to stress that this list includes just some promising examples and that it does not intend to be complete. The lines above could also be combined among them and with other traditional practices, such as crop rotation and use of green manure resulting in an universe of possibilities of large potential of success. In conclusion, the development of technical alternatives should be made in a philosophy of *reducing inoculum potential* (as opposed to *destroying the population of the harmful organisms*), avoiding excessively affecting the neutral or beneficial organisms. Also, it would be important to devise new recommendations as part of an integrated pest and disease management procedure. In any way, the change in the mentality necessary to move from the use of large spectrum biocides, such as MB, that assure multiple positive results, to a stage of management of populations of microorganisms is very large. It is possible to forecast that the new control techniques will be much more elaborated than simple soil fumigation, and they will demand significant effort of research, training of extension personnel and engagement of growers.

REFERENCES

- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIN, L. 1996. *Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle*. Ed. Agronômica Ceres Ltda. São Paulo, SP.
- CAFÉ FO., A.C.; CÂMARA, M.P.S. 1995. Turnos de rega por aspersão e desenvolvimento da murcha de *Phytophthora* em abóbora moranga. *Fitopatologia Brasileira* 20: 335.(Resumo).
- CAFÉ FO., A.C.; DUNIVAY, J.M.; DAVIS, R.M., 1995. Effects of the frequency of furrow irrigation on root and fruit rots of squash by *Phytophthora capsici*. *Plant Disease* 79: 39-44.
- CAFÉ FO., A.C.; DUNIWAY, J.M. 1995. Effects of furrow irrigation schedules and host genotype on *Phytophthora* root rot of pepper. *Plant Disease* 79: 45-48.
- CAFÉ FO., A.C.; DUNIWAY, J.M. 1996. Location of drip irrigation emitters and position of inoculum on roots as variables in *Phytophthora* rot of pepper. *Phytopathology* 86: (no prelo).
- CHUNG, Y.R.; HOITINK, H.A.H.; LIPPS, P.E. 1988. Interactions between organic matter decomposition levels and soilborne disease severity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 24: 183-193.
- COOK, R.J.; BAKER, K.F. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. APS Press. St. Paul.
- FERRAZ, L. L.; CAFÉ FO., A.C.; NASSER, L.C.B.; AZEVEDO, J. 1996. Matéria orgânica, cobertura morta e outros fatores físicos que influenciam na formação de apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos de cerrado. In: R.C. Pereira & L.C.B. Nasser (Eds.). *Anais do VIII Simpósio Sobre o Cerrado*. Brasília, 1996. pp. 297-301.

- FERREIRA, F.A.; MUCHOVEJ, J.J. 1991. Diseases of forest nurseries in Brazil. In: J.R. Sutherland & S.G. Glover (Eds.). *Proceedings of the first meeting of IUFRO (Diseases and Insects in Forest Nurseries)*. pp.17-23.
- HARTZ, T.K.; DEVAY, J.E.; ELMORE, C.L. 1993. Solarization is an effective soil disinfestation technique for strawberry production. *HortScience* 28: 104-106.
- HAUSBECK, M.K.; PENNYPACKER, S.P.; STEVENSON, R.E. 1996. The use of forced heated air to manage *Botrytis* stem blight of geranium stock plants in a commercial greenhouse. *Plant Disease* 80:940- 943.
- RIBEIRO, W.R.C.; BUTLER, E.E. 1992. Potencial de *Pythium periplocum* como agente de controle biológico. *Fitopatologia Brasileira* 17: 160. (Resumo).
- SCHIPPERS, B.; GAMS, W. 1979. *Soil-Borne Plant Pathogens*. Academic Press. San Francisco
- TOMITA, C.K, CAETANO, J.O.; AFÉ FO., A.C. 1996. Dano associado ao gênero *Fusarium* como patógeno radicular das culturas de feijão e soja nos cerrados. In: R.C. Pereira & L.C.B. Nasser (Eds.). *Anais do VIII Simpósio Sobre o Cerrado*. Brasília, 1996. pp. 263-267.
- WILHELM, S., STORKAM, R.C.; SAGAN, J.E. 1961. Verticillium wilt of strawberry controled by fumigation of soil with chloropicrin and chloropicrin-methyl bromide mixtures. *Phytopathology* 51: 744- 748.