IV REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

(4 th Brazilian meeting on biological control of plant diseases)

ANAIS

(Proceedings)

Promoção : Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

as, SP, Brasil - 08 a 10 de Outubro de 1991

EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE DEFESA DA AGRICULTURA
LABORATÓRIO DE FITOPATOLOGIA

ANAIS DA IV REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

COORDENAÇÃO
WAGNER BETTIOL

CAMPINAS
SÃO PAULO - BRASIL
08 a 10 de outubro de 1991.

COORDENAÇÃO/ORGANIZATION:

WAGNER BETTIOL

COMISSÃO ORGANIZADORA/ORGANIZING COMMITEE

- Wagner Bettiol
- Raquel Ghini
- Pedro José Valarini
- Itamar Soares de Melo
- Celso Silvio Steula Júnior
- Elieth Euzébio da Silva
- Fernanda Luchiari
- Ana Maria Casssiolato
- Eliana de Souza Lima
- Maria Teresinha Siscaro
- Marilza Aparecida Stefanuto
- Valmir Alves
- Rosicler Martins
- Mara Denise Luck Mendes
- Sueli Gomes Dominicale
- Sandra Rosângela da Silva
- José Abrahão Haddad Galvão
- Eduardo Lazzaretti
- Maria Amélia de Toledo Leme
- Laura Umbelina Santi
- Yara Cassiolato Varela
- Antonio Alves dos Santos
- Valmi Andrade Pires

CONFERENCISTAS:

- Hasime Tokeshi
- Edson Luiz Furtado
- Altino Aldo Ortolani
- Paulo Gonçalves
- Nilton T. V. Junqueira
- Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza
- Albino Grigoletti Júnior
- Erlei Melo Reis
- Jaacov katan
- Harry A.J. Hoitink
- Martin Homechin

DEBATEDORES:

- José Otávio Machado Menter
- Jaime Vasquez
- Rosa Maria G. Cardoso
- Nilton Luiz de Souza
- Nelson Gimenez Fernandes
- Celso Galdêncio
- Hasime Tokeshi

AGRADECIMENTOS:

Os promotores da IV Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas agradecem a colaboração recebida das seguintes instituições e empresas:

- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura
- Coordenadoria de Assistência Técnca Integral
- Grupo Paulista de Fitopatologia
- Hoechst de Brasil Química e Farmacêutica S.A.
- Rohm and Haas Brasil Ltda
- Ciba-Geigy Química S.A.
- Bayer do Brasil S.A.
- Du Pont do Brasil S.A.
- Nestlé Ind. e Com. Ltda.
- Citrosuco
- Cerâmica São Joaquim
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
- TLM Turismo LTDA.
- Associação Nacional de Defensivos Agrícolas - ANDEF
- Alem mar

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento do conhecimento na área de controle biológico de patógenos de plantas e sua integração com outros métodos permitirá um aumento da eficiência do tratamento fitossanitário, minimizando os impactos desfavoráveis sobre o ambiente, resultantes do uso indevido de certas formas de controle ou práticas agrícolas.

A EMBRAPA/CNPDA está orzanizando a IV Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas, com o objetivo de divulgar e discutir os recentes avanços no controle biológico e sua integração com outras modalidades de controle e práticas culturais.

O crescente número de trabalhos científicos apresentados em plenário, desde a realização da primeira reunião, revela o envolvimento de diferentes instituições de pesquisa empenhadas em viabilizar métodos alternativos de controle de doenças. Somente o esforço integrado desses pesquisadores e a troca de informações, através de reuniões como a presente, permitirão atingir a finalidade desses projetos de pesquisa, que se resume na adoção da técnica por parte dos agricultores.

A comissão organizadora agradece a colaboração e apoio recebido de diversas entidades para a realização do presente evento.

Wagner Bettiol
Coordenador

PROGRAMA/PROGRAMME

08/Outubro/1991 - Terça-feira/**Tuesday, October, 08**

08:00-10:00h - INSCRIÇÕES/**Registration**
10:00-10:30h - ABERTURA/**Oppening Session**

. Jacó Bittar (Prefeito de Campinas)
. José Antonio Barroz Munhoz (Secretário de Agricultura do Estado de São Paulo)
. Murilo Xavier Flores (Presidente da EMBRAPA)
. Tânia Munhoz (Presidente IBAMA)
. Clayton Campanhola (Chefe CNPDA/EMBRAPA)
. Vitor André de Argolo Ferrão Neto (Coordenador CATI)
. Ondino Cleante Bataglia (Diretor IAC)
. Ivanete Kotait (Diretora Instituto Biológico)
. João Lúcio de Azevedo (Diretor ESALQ)
. Nelson Gimenes Fernandes (Diretor UNESP/Jaboticabal)
. Flávio Abranthes Pinheiro (Diretor UNESP/Botucatu)
. Flávio Fava de Moraes (Presidente FAPESP)
. Tarcísio Cleto Chiavegatto (Prefeito de Jaguariúna)

PALESTRA DE ABERTURA/OPPENING SESSION

PRESIDENTE/Chairman: DR. ITAMAR SOARES DE MELO
EMBRAPA/CNPDA, Jaguariúna, SP

10:30-12:00 h - CONFERÊNCIA/**Conference**: MANEJO DA MICROFLORA EPÍFITA NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

Management of Epiphyte Microflora in Control of Plant Diseases
DR. HASIME TOKESHI, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

14:00-18:00 h - SESSÃO I/**Session I**
Mesa Redonda:
CONTROLE DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA
Control of South American Leaf Blight of Hevea brasiliensis

PRESIDENTE/**Chairman:**
DR. EDSON LUIZ FURTADO, Instituto Biológico, Campinas, SP
SECRETÁRIO/**Secretary:** DR. CLÓVIS S.T. PIZA, CATI, Campinas, SP

14:00-14:30 h - ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO
Agroecological Zonning
DR. ALTINO ALDO ORTOLANI, IAC, Campinas, SP

14:30-15:00 h - MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO A RESISTÊNCIA
Breeding Plants for Disease Resistance
DR. PAULO GONÇALVES, EMBRAPA/IAC, Campinas, SP

15:00-15:30 h - INTERVALO/**Coffee Break**

15:30-16:00 h - CONTROLE BIOLÓGICO
Biological Control
DR. NILTON T.V. JUNQUEIRA, EMBRAPA/CPAC, Brasília, DF

16:00-16:45 h - MANEJO INTEGRADO
Integrated Management
DR. EDSON LUIZ FURTADO, Instituto Biológico, Campinas, SP

16:45-18:00 h - DEBATE/**Discussion**
DEBATEDORES
DR. JOSÉ OTÁVIO MACHADO MENTEN, ESALQ/USP, Piracicaba, SP
ENGº AGRº JAIME VASQUEZ, CATI, São Paulo, SP
DRª ROSA MARIA G. CARDOSO, Instituto Biológico, São Paulo, SP

09/Outubro/1991 - Quarta-feira/**Wednesday, October, 09**

08:00-10:00 h - SESSÃO II/**Session II**
PRESIDENTE/**Chairman:**
DRª RAQUEL GHINI, EMBRAPA/CNPDA, Jaguariúna, SP
SECRETÁRIO/**Secretary**
DR. CELSO GARCIA AUER, EMBRAPA/CNPF, Curitiba, PR
APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS - Comunicação Oral
PRESENTATION OF PAPERS - Oral Comunication

08:00 - Seleção de microrganismos antagônicos à ferrugem do feijoeiro (Uromyces phaseoli). CENTURION, M.A.P.C. & KIMATI, H. (resumo nº 1).

08:10 - Mecanismos de controle biológico de microrganismos antagônicos à ferrugem do feijoeiro (Uromyces phaseoli). CENTURION, M.A.P.C. & KIMATI, H. (resumo nº 2).

08:20 - Germinabilidade de urediniosporos de Uromyces appendiculatus var. appendiculatus produzidos em folhas de feijoeiro onde se pulverizou Bacillus subtilis. MIZUBUTI, E.S.G.; MAFFIA, L.A.; ROMEIRO, R.S.; BATISTA, V.G. (resumo nº 3).

08:30 - Desenvolvimento de uma formulação pó molhável de Bacilus subtilis para controle de doenças de plantas. BRANDÃO, M.S.B.; BETTIOL, W.; SAITO, M. L. (resumo nº 7).

08:40 - Preservação da viabilidade e da efetividade do antagonista Agrobacterium radiobacter(KERR-84), agente de biocontrole da galha bacteriana. SILVA, L.C.C.N.; KIMURA, O.; MOTTA, S.D.; RIBEIRO, R. de L.D.; AKIBA, F. (resumo nº 28).

08:50 - Controle biológico de Agrobacterium tumefaciens pelo uso de actinomicetos. MARIANO, R.L.R.; SILVA, E.C.; ASSIS, S.M.P. (resumo nº 29).

09:00 - Ultraestrutura de interações entre bactérias e Colletotrichum graminicola no filoplano de sorgo. MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. & PADOVAN, I. (resumo nº 30).

09:10 - Controle biológico de Colletotrichum graminicola, agente causal da antracnose do sorgo, através de bactérias. MICHEREFF, S.J. & MARIANO, R.L.R. (resumo nº 31).

09:20 - Inibição do desenvolvimento de fungos aflatoxigênicos por amostras de Streptomyces spp. AGUIAR, L.A.B.; SENA, K.X.F.R.; ANDRADE, M.S.A.S. & SILVA, E.C. (resumo nº 32).

09:30 - Termoestabilidade de metabólitos produzidos por bactérias epifíticas no antagonismo a Curvularia eragrostidis "in vitro". MICHEREFF, S.J.; REIS, A. & MARIANO, R.L.R. (resumo nº 21).

09:40 - Variabilidade de Curvularia eragrostidis em relação a sensibilidade a bactérias epifíticas do inhame. MICHEREFF, S.J.; REIS, A. & MARIANO, R. L.R. (resumo nº 22).

09:50 - Controle biológico de Curvularia eragrostidis com bactérias e leveduras epifíticas, isoladas de plantas de inhame. I: Testes "in vitro". SILVEIRA, N.S.S.; MICHEREFF, S.J.; REIS,J.& MARIANO, R.L.R. (resumo nº 23).

10:00 - Avaliação de Bacillus subtilis e Bacillus thuringiensis no controle de Penicillium expansum em frutos de macieira após a colheita.KRETZSCHMAR, A.A.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. (resumo nº 55).

10:30:12:30 h - SESSÃO III/Session III
PRESIDENTE/Chairman
DR. JORGE ALBERTO M. REZENDE, IAC, Campinas, SP
SECRETÁRIO/Secretary
ENGº AGRº SAMI MICHEREFF, UFRPE, Recife, PE
APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS-Comunicação Oral
PRESENTATION OF PAPERS-Oral Communication

10:30 - Seleção de isolados de Trichoderma viride com relação ao potencial de antibiose a fitopatógenos habitantes do solo. SILVEIRA, N.S.S.; MICHEREFF, S.J. & MENEZES, M. (resumo nº 8).

10:40 - Influência de metabólitos não-voláteis produzidos por Trichoderma spp. no antagonismo a Colletotrichum graminicola "in vitro". MICHEREFF, S. J. & MENEZES, M. (resumo nº 9).

10:50 - Aspectos ultraestruturais das interações entre Trichoderma spp. e colletotrichum graminicola no filoplano de plantas.de sorgo. MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R.; PADOVAN, I. & MENEZES, M. (resumo nº10).

11:00 - Efeito antagônico "in vitro" de isolados de Trichoderma spp. sobre raças de Collectotrichum lindemuthianum. BARROS, S.T.; OLIVEIRA, N.T.; BASTOS, S.T.G.; AGUIAR,. L.A.B. & MARIANO, R.L.R. (resumo nº 13).

11:10 - Controle integrado de Botrytis cinerea na cultura do morango. GHINI, R. (resumo nº 14).

11:20 - Controle biológico de Rosellinia sp. com Trichoderma viride em macieira. BLEICHER, J. (resumo nº 15).

11:30 - Efeito de inseticidas sobre o crescimento mecelial de Trichoderma spp "in vitro". REIS, A.; DIAS, R.C.S.; MENEZES, M. (resumo nº 16).

11:40 - Viabilidade de propágulos do fungo Trichoderma sp. e de bacteria do gênero Pseudomonas sp. grupo fluorescente, em sementes de tomateiro (Lycopersicum sculentum) estocadas em diferentes condições. PORFÍRIO, Z. & HOMECHIN, M. (resumo nº 17).

11:50 - Controle Biológico de Rhizotocnia solani por Trichoderma spp. em algodão (Gossypium hirsutum L.r. latifolium Hutch). LARANJEIRA, D. & MENEZES, M. (resumo nº 18).

12:00 - Formulação de Trichoderma harzianum a base de polímero natural. BRANDÃO, M.S.B. & MELO, I.S. (resumo nº 19).

12:10 - Controle integrado de Sclerotinia sclerotiorum com benomyl e Trichoderma harzianum resistente aos benzimidazóis. MELO, I.S.; SILVA, A.C.F. da & CASSIOLATO, A.M. (resumo 51).

12:20 - Proteção dos cortes de poda de macieira da infecção por Botryosphaeria obtusa com organismos antagônicos. VANLDEBENITO-SANHUEZA, R.M. (resumo nº 53).

12:30 - Proteção dos cortes de poda de ramos de macieira da infecção por Botryosphaeria dothidea com organismos antagônicos. VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. & KRETZSCHMAR, A.A. (resumo nº 54).

14:00-17:30 h - SESSÃO IV/**Session IV**
PRESIDENTE/**Chairman**
DR. MODESTO BARRETO, UNESP, Jaboticabal, SP
SECRETÁRIO/**Secretary:**
DRª MARIA ANGÉLICA PIZZINATO, IAC, Campinas, SP

CONFERÊNCIAS/Conferences:

14:00-15:00 h - CONTROLE BIOLÓGICO DE PATÓGENOS DO SOLO DE PLANTAS CULTIVADAS EM ESTUFAS
Biological Control of Soil-born Plant Pathogens in Greenhouse Conditions
DRª ROSA MARIA VALDEBENITO-SANHUEZA, EMBRAPA/CNPFT, Vacaria, RS

15:00-16:00 h - CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS VASCULARES
Biological Control of Vascular Diseases
DR. ALBINO GRIGOLETTI JÚNIOR, EMBRAPA/CNPUV, Bento Gonçalves, RS

16:00-16:20 h - INTERVALO/**Coffee Break**

16:20-18:00 h - SESSÃO IV A
PRESIDENTE/**Chairman**
MARIETE S.B. BRANDÃO
SECRETÁRIO/**Secretary:**

APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS-Comunicação Oral
PRESENTATION OF PAPERS-Oral Comunication
FERNANDO MAURO PEREIRA SOARES

16:20 - Efeito da solarização do solo na incidência da podridão branca da cebola, causada por Sclerotium cepivorum. NUNES, M.E.T. & KIMATI, H. (resumo nº 36).

16:30 - Efeito da solarização do solo e do tratamento com brometo de metila sobre a micoflora. VENÂNCIO, W.S. & SOUZA, N.L. de. (resumo nº 37).

16:40 - Recuperação de Rhizoctonia solani de solo natural artificialmente infestado e incorporado com materiais orgânicos secos. SANNAZZARO, A.M. & SOUZA, N.L. de. (resumo nº 33).

16:50 - Efeito de composto de lixo urbano e e.m. (microrganismos eficientes) no controle de fusariose e no desenvolvimento vegetativo de pepino. MELLONI, R.; DUARTE, K.M.R. & CARDOSO, E.J.B.N. (resumo nº 34).

17:00 - Comprovação "in vitro" da ação inibidora do biofertilizante "vairo", produzido a partir da fermentação anaeróbica de esterco bovino, sobre a germinação de conídios de diversos gêneros de fungos fitopatogênicos. CASTRO, C.M. de; SANTOS, A.C.V. dos & AKIBA, F. (resumo nº 35).

17:10 - Comparação de métodos de controle de Fusarium solani f. sp. phaseoli. em condições de casa de vegetação. GHINI, R.; MELO, I.S.; SILVA, E. E. & LUCHIARI, F. (resumo nº 38).

17:20 - Eficiência da bactéria Pasteuria penetrans no controle do nematóide Meloidogyne javanica. SHARMA, R.D. (resumo nº 43).

17:30 - Ocorrência de fungos parasitas de fitonematóides nos solos de cerrados do Distrito Federal. MITSUI, Y. & SHARMA, R.D. (resumo nº 44).

17:40 - Métodos para seleção de antagônicos a Penicillium expansum afetando maçãs, em condições de laboratório. VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. & BORSÓI, M. (resumo nº 52).

17:50 - Interações entre raças de Colletotrichum graminicola e espécies de Trichoderma "in vitro". MICHEREFF, S.J. & MENEZES, M. (resumo nº 11).

18:00 - Controle biológico de Colletotrichum graminicola, agente causal da antracnose do sorgo, através de Trichoderma spp. MICHEREFF, S.J. & MENEZES, M. (resumo nº 12).

20:00 h - SESSÃO V/**Session V**-JANTAR/**Dinner**

10/Outubro/1991 - Quinta-feira/**Thursday, October, 10**

08:00-11:00 h - SESSÃO VI/**Session VI**
PRESIDENTE/Chairman:
DRª SILVIA GUZZO, Instituto Biológico, São paulo, SP
SERETÁRIO/Secretary:
DRª MARIA EDNA T. NUNES, UNESP, Ilha Solteira, SP
APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS-Comunicação Oral
PRESENTATION OF PAPERS-Oral Communication

08:00 - Controle biológico "in vitro" da ferrugem do café por isolados bacterianos do gênero Bacillus. MARSIGLIO, A.F. & MORAES, W.B.C. (resumo nº 4).

08:10 - Proteção de plantas de café contra a ferrugem pelo tratamento com quatro isolados de Bacillus sp. MARSIGLIO, A.F. & MORAES, W.B.C. (resumo nº 5).

08:20 - Premunização com estirpes fracas e outros mecanismos de controle biológico do enrolamento da folha da batata. SOUZA-DIAS, J.A.C. de; MIRANDA Fº, H.S.; SOUZA, Z. da SILVA COSTA, A.S. (resumo nº 45).

08:30 - Utilização de exopolissacarídeos de Xanthomonas campestris pv. manihotis Xanthomonas campestris pv. campetris e goma xantana comercial como indutores de resistência à ferrugem do cafeeiro. GUZZO, S.D.; BACH., E.E. & MORAES, W.B.C. (resumo nº 46).

08:40 - Potencial de Saccharomyces cerevisae e Metarhizium anisopliae no controle da helmintosporiose em milho pipoca (Zea mays) e da antracnose em sorgo (Sorghum bicolor). STANGARLIN, J.R.; LOPEZ, A.M.Q. & PASCHOLATI, S.F. (resumo nº 47).

08:50 - Controle da ferrugem (Hemileia vastatrix)do cafeeiro com Verticillium lecanii. BETTIOL, W.; GHINI, R.; MENDES, M.D.L. & GALVÃO, J.A.H. (resumo nº 6).

09:00 - Métodos para seleção "in vitro" de microrganismos antagônicos a Curvularia eragrostidis. REIS, A.; MICHEREFF, S.J.; SILVEIRA, N.S.S. & MARIANO, R.L.R. (resumo nº 20).

09:10 - Biocontrole "in vitro" de Bipolaris sorokiniana. SANTOS, I. dos. MATSUMURA, A.T.S. & LUZ, W.C. da. (resumo nº 24).

09:20 - Controle microbiano da giberela do trigo em campo. PERONDI, N.L.; THOMAS, R. & LUZ, W.C. da. (resumo nº 25).

09:30 - Seleção de agentes de controle biológico à podridão do colo (Sclerotium rolfsii) em feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris). FALEIRO, V. de O. & CARDOSO, J.E. (resumo nº 26).

09:40 - Avaliação simultânea de agentes microbiológicos para controle de podridões de plântulas do feijoeiro-comum. CARDOSO, J.E. & FALEIRO, V. de O. (resumo nº 27).

09:50 - Controle de *Rhizoctonia solani* isolado de feijoeiro da região do cerrado, patogênico ao tomateiro (*Lycopersicum sculentum*), pelo emprego de microrganismos antagônicos. PORFÍRIO, Z. & HOMECHIN, M. (resumo nº 39).

10:00 - Efeito do tratamento de sementes de tomateiro (*Lycopersicum sculentum*), com microrganismos sobre: emergência, tombamento e desenvolvimento do sistema radicular em solo. PORFÍRIO, Z. & HOMECHIN, M. (resumo nº 40).

10:10 - Controle do mal-do-pé do trigo com agentes microbianos no campo. LUZ, W.C. da. (resumo nº 41).

10:20 - Tratamento de sementes de tomate com rizobactéria visando o controle de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. VALARINI, P.J. & MELO, I.S. (resumo nº 42).

10:30 - Isolamento e cultivo de *Ampelomyces quisqualis*, hiperparasita do *Oidium* sp. do quiabeiro. SANTOS, A. & FERNANDES, M.C.A. (resumo nº 48).

10:40 - Controle biológico de *Oidium* sp. do quiabeiro por *Ampelomyces quisqualis* em campo. FERNANDES, M.C.A.; SANTOS, A.; ALMEIDA, D.L. GUERRA, J.G.M. & PAULA, M. (resumo nº 49).

10:50 - Controle biológico de doenças fúngicas de arroz irrigado. RIBEIRO, A. S. & BRANCÃO, N. (resumo 50).

13:00-17:30 h - SESSÃO VII/**Session VII**
Mesa Redonda:
MANEJO INTEGRADO DE PATÓGENOS CAUSADORES DE PODRIDÕES DE RAÍZES
Integrated Management of Root Pathogens

PRESIDENTE/Chairman:
DR. ERLEI MELO REIS, EMBRAPA/CNPT, Passo Fundo, RS
SECRETÁRIO/Secretary:
DRª SUELI DOS SANTOS FREITAS, IAC, Campinas, SP

13:00-13:45 h - SOLARIZAÇÃO DO SOLO E SEUS EFEITOS NO CONTROLE BIOLÓGICO
Soil Solarization and its Effects on Biological Control
DR. JAACOV KATAN, The Hebrew University of Jerusalem, Israel

13:45-14:30 h - INTERAÇÃO ENTRE O NÍVEL DE DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E O POTENCIAL DE INÓCULO DE FITOPATÓGENOS DO SOLO.
Interactions between organic Matter Decomposition Level and the Inoculum Potential of Soil-borne Pathogens
DR. HARRY A.J. HOITINK
Ohio Agricultural Research and Development Center, Madison, USA

14:30-15:00 h - INTERVALO/**Coffee Break**

15:00-15:30 h - MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES
Microbiolization of Seeds
DR. MARTIN HOMECHIN, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

15:30-16:00 h - ROTAÇÃO DE CULTURA E SUA INFLUÊNCIA NO CONTROLE BIOLÓGICO
Crop Rotation and its Effects on Biological Control
DR. ERLEI MELO REIS, EMBRAPA/CNPT, Passo Fundo, RS

16:00-17:30 h - DEBATE/**Discussion**
Debatedores:
DR. NILTON LUIZ DE SOUZA, UNESP, Botucatu, SP
DR. NELSON GIMENES FERNANDES, UNESP, Jaboticabal, SP
DR. CELSO GALDÊNCIO, EMBRAPA/CNPSo, Londrina, PR
DR. HASIME TOKESHI, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

17:30 h - ENCERRAMENTO/**Meeting End**

11/Outubro/1991 - Quinta-feira/**Thursday October, 11**

09:00 h - VISITA AO CNPDA/EMBRAPA

ÍNDICE

RESUMO DOS TRABALHOS

ABSTRACTS OF PAPERS

01 SELEÇÃO DE MICRORGANISMOS ANTAGÔNICOS À FERRUGEM DO FEIJOEIRO (*Uromyces phaseoli*) (SELECTION OF ANTAGONISTIC MICROORGANISMS TO BEAN RUST (*Uromyces phaseoli*)). CENTURION, M.A.P.C.[1] & KIMATI, H.[2]. [1]UNESP/FCAV, Rodovia Carlos Tonanni, Km 5, Jaboticabal, S.P., [2]USP/ESALQ, Caixa Postal 9, Piracicaba, S.P.

Foram avaliados 249 isolados de microrganismos obtidos do solo e do filoplano do feijoeiro e do arroz para o controle da ferrugem do feijoeiro. A seleção de microrganismos antagônicos foi efetuada em folhas destacadas de feijoeiro. Dentre os fungos, actinomicetos e bactérias testados, destacaram-se as bactérias *Arthrobacter* sp, isolado B_{138}, *Lacillus* sp, isolado B_{206}, e *Bacillus subtilis*, isolado W_{401}. Estes isolados apresentaram-se eficientes quando aplicados em suspensões concentradas de células em solução aquosa de Tween 20, 0,01% (T= 5 a 20), reduzindo em cerca de 95% o número de pústulas de ferrugem do feijoeiro. Suspensões com menores concentrações de células ainda proporcionaram uma redução superior a 80% no número de pústulas de ferrugem nas folhas pulverizadas com *B. subtilis* e *Bacillus* sp e de cerca de 70%, nas folhas pulverizadas com *Arthrobacter* sp. Nos testes efetuados em casa-de-vegetação, para se avaliar o poder residual dos antagonistas selecionados, verificou-se que *B. subtilis* e *Arthrobacter* sp, em suspensões concentradas de células em solução aquosa de Tween 20, 0,01%, apresentaram-se eficientes na redução do número de pústulas de ferrugem por um período de tempo maior do que o isolado de *Bacillus* sp.

02 MECANISMOS DE CONTROLE BIOLÓGICO DE MICRORGANISMOS ANTAGÔNICOS À FERRUGEM DO FEIJOEIRO (*Uromyces phaseoli*) (MECHANISMS OF BIOLOGICAL CONTROL OF ANTAGONISTIC MICROORGANISMS TO BEAN RUST (*Uromyces phaseoli*)). CENTURION, M.A.P.C.[1] & KIMATI, H.[2]. [1]UNESP/FCAV, Rodovia Carlos Tonanni, Km 5, Jaboticabal, S.P.; [2]USP/ESALQ, Caixa Postal 9, Piracicaba, S.P.

A aplicação da cultura líquida de *Bacillus subtilis* e *Bacillus* sp, da mesma forma que a suspensão em solução aquosa de Tween 20, 0,01%, reduziu em mais de 95% o número de pústulas de ferrugem em folhas destacadas do feijoeiro. *Arthrobacter* sp aplicado em meio líquido foi menos eficiente do que *B. subtilis* e *Bacillus* sp, reduzindo em cerca de 65% o número de pústulas de ferrugem. O isolado de *B. subtilis* libera para os meios de cultura líquidos, BD e NYO, substâncias termoestáveis com ação antagônica sobre *U. phaseoli*, uma vez que tanto a cultura líquida, como o filtrado e a cultura autoclavada reduziram em mais de 95% o número de pústulas de ferrugem do feijoeiro. *Bacillus* sp também libera substâncias antagônicas termoestáveis para o meio de cultura que inibem *U. phaseoli*, mas a maior eficiência foi observada quando se aplicou o antagonista vivo. A produção de substâncias antagônicas por *B. subtilis* foi influenciada pela concentração de NaCl presente no meio de cultura. *Arthrobacter* sp não atua através da antibiose. Testes com o objetivo de estudar o poder erradicante dos antagonistas, evidenciaram que *B. subtilis* e *Bacillus* sp em suspensões concentradas afetam parcialmente a viabilidade dos esporos de *U. phaseoli*.

03 GERMINABILIDADE DE UREDINIOSPOROS DE *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* PRODUZIDOS EM FOLHAS DE FEIJOEIRO ONDE SE PULVERIZOU *Bacillus subtilis*. (GERMINABILITY OF *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* UREDINIOSPORES PRODUCED ON BEAN LEAVES SPRAYED WITH *Bacillus subtilis*). MIZUBUTI, E.S.G.; MAFFIA, L.A.; ROMEIRO, R.S.; BATISTA, U.G.[1] (1-Departamento de Fitopatologia - U.F.V., 36.570 - Viçosa-MG).

Em condições de casa de vegetação, atomizaram-se suspensões de culturas de *Bacillus subtilis* (10^6 céls/ml) ou de células de *B. subtilis* liofilizadas (40,0 mg/ml de água destilada estéril) em folhas primárias de feijoeiro, a intervalos de 120, 96, 72, 48 ou de 24 horas antes da inoculação com *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* ($2,0 \times 10^4$ urediniosporos/ml). Doze dias após a inoculação, preparou-se uma suspensão com urediniosporos coletados das plantas tratadas. Uma gota de 10 μl dessa suspensão foi depositada sobre lâmina escavada, incubando-se em câmara úmida, por 24 horas. No geral, a formulação liofilizado propiciou maior redução na germinação dos urediniosporos. Observou-se, ainda, redução acentuada da germinação dos urediniosporos provenientes das plantas tratadas com ambas as formulações, quando aplicadas no intervalo de 24 horas antes da inoculação. Quando se inocularam urediniosporos provenientes de plantas tratadas com quaisquer das formulações, a freqüência de infecção foi menor que com os provenientes das plantas testemunhas. A medida que se aumentou o intervalo entre a aplicação de *B. subtilis* e a inoculação de *U. appendiculatus* var. *appendiculatus*, tanto a germinação dos urediniosporos quanto a freqüência de infecção obtida com esses esporos aumentaram.

04 CONTROLE BIOLÓGICO "IN VITRO" DA FERRUGEM DO CAFÉ POR ISOLADOS BACTERIANOS DO GÊNERO Bacillus (BIOLOGICAL CONTROL "IN VITRO" OF COFFEE LEAF RUST BY BACTERIAL ISOLATES OF GENUS Bacillus). MARSIGLIO, A.F.& MORAES, W.B.C. . Seção de Bioquímica Fitopatologica do Instituto Biológico de São Paulo. Caixa Postal : 7119. São Paulo.

Foram selecionados quatro isolados bacterianos, provenientes de diferentes materiais , que se mostraram antagonistas à Hemileia vastatrix "in vitro", quando utilizados na forma de suspensão celular, filtrado livre de células e suspensão de células lavadas. Suspensões celulares e suspensões de células lavadas dos quatro isolados determinam inibição da germinação dos urediniosporos entre 93,7 e 98,7%. Os filtrados livres de células inibem a germinação dos urediniosporos entre 81,5 e 91,3% com exceção do isolado GER8, cujo filtrado não apresentou inibição significativa (10,0%). Três dos isolados, RCB1, GER8 e CCC2 inibem diretamente a germinação dos urediniosporos, enquanto um deles, o SEN3, inibe o desenvolvimento do tubo germinativo do patógeno. Filtrados livres de células dos isolados citados, quando submetidos à tratamento térmico, perderam a capacidade inibitória, sugerindo a participação de um princípio ativo de natureza protéica no processo antagônico. OS isolados foram identificados como pertencentes ao gênero Bacillus, sendo o isolado SEN3 identificado como Bacillus mycoides.

05 PROTEÇÃO DE PLANTAS DE CAFÉ CONTRA A FERRUGEM PELO TRATAMENTO COM QUATRO ISOLADOS DE Bacillus sp (PROTECTION OF COFFEE PLANTS AGAINST COFFEE LEAF RUST BY TREATMENT WITH FOUR ISOLATES OF Bacillus sp). MARSIGLIO, A.F. & MORAES, W.B.C.. Seção de Bioquímica Fitopatológica do Instituto Biológico de São Paulo . Caixa Postal : 7119. São Paulo.

Quatro isolados bacterianos do gênero Bacillus sp que haviam se mostrado antagônicos ao patógeno Hemileia vastatrix "in vitro", foram testados quanto a sua capacidade em proteger plantas de café contra o fitopatógeno. Dois deles, CCC2 e RCB1, protegeram significativamente (85,5 e 93,3% respectivamente) as plantas de café em condições de casa de vegetação, quando utilizados na forma de suspensão celular (A640nm = 1,0) aplicada 4 horas antes da inoculação com o patógeno. Os outros dois isolados, SEN3 e GER8 , apresentaram pequena capacidade antagônica "in vivo". Filtrados livres de células dos referidos microrganismos não protegeram significativamente as plantas de café, com exceção do isolado CCC2, cujo filtrado apresentou proteção de 50,5%.

06 CONTROLE DA FERRUGEM (Hemileia vastatrix) DO CAFEEIRO COM Verticillium lecanii. (CONTROL OF COFFEE LEAF RUST (Hemileia vastatrix) WITH Verticillium lecanii. W. BETTIOL*; R. GHINI*, M.D.L. MENDES & J.A.H. GALVÃO. EMBRAPA/CNPDA, Caixa Postal 69, 13820 Jaguariúna, SP. (*Bolsistas do CNPq).

No município de Paraibuna, localizado no litoral do Estado de São Paulo foi estudado o efeito de Verticillium lecani (isolado do mesmo campo - para avaliar o efeito de sua aplicação massal), de oxicloreto de cobre (tratamento químico convencional - 3,5 kg/1000 plantas), e do benomyl (1 g/l - para avaliar a evolução da doença na ausência do parasita, pois inibe o crescimento micelial de V. lecanii) sobre o progresso da ferrugem do cafeeiro e de seu parasitismo por V. lecanii em comparação com plantas não pulverizadas.

O oxicloreto de cobre reduziu a % de folhas lesionadas e o número de lesões por folha lesionada. Também reduziu acentuadamente o número de lesões parasitadas por V. lecanii, que ocorre naturalmente na região e tem papel importante no controle da ferrugem. Não foi possível avaliar o progresso da doença na ausência do parasita porque este não foi eliminado completamente com a aplicação de benomyl. A aplicação de V. lecanii não aumentou o número de lesões de ferrugem parasitadas. Este fato pode ser devido ao alto potencial de inóculo do hiperparasita no campo experimental. Nas plantas controle 40% de lesões de H. vastatrix estavam parasitadas por V. lecanii, demonstrando a importância do antagonista no controle biológico natural. Com relação à produção não foi observada diferença entre os tratamentos, Esses dados evidenciam a capacidade de V. lecanii manter a ferrugem em níveis aceitaveis sob condições de umidade relativa mais elevada.

07 DESENVOLVIMENTO DE UMA FORMULAÇÃO PÓ MOLHÁVEL DE *Bacillus subtilis* PARA CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS. (DEVELOPMENT OF *Bacillus subtilis* IN A WETTABLE POWDER FORMULATION TO CONTROL PLANT DISEASES). BRANDÃO, M.S.B.; BETTIOL, W. e SAITO, M.L. EMBRAPA/CNPDA , C.P. 69, 13820, Jaguariúna, SP. (Projeto financiado pela FAPESP).

Células de *Bacillus subtilis* foram obtidas por fermentação em caldo de batata-dextrose , sob regime de agitação constante e escuro, com temperatura variando de 23 a 28 C. O rendimento da fermentação foi de $(3 \pm 1).10^8$ ufc/ml. Foi avaliada a compatibilidade da bactéria com diversos inertes (12 argilominerais, 3 óxidos e 2 inertes de origem vegetal) através de preparações de pós secos. Para isso, o caldo de bactéria foi misturado aos inertes na proporção de 1:1 (volume/massa), seguido de secagem, moagem e peneiramento das pastas obtidas. Foi observado que a bactéria manteve-se viável praticamente em todos os inertes testados, excluindo-se o carvão ativo . Após seleção de uma argila na qual a bactéria se manteve viável, foi avaliado o efeito de dispersantes , umectantes e da moagem na sua viabilidade, bem como nas propriedades físico-químicas dos pós obtidos através de planejamento fatorial do tipo 2^3 (que gerou 8 diferentes formulações pós de *B. subtilis*). O processamento da bactéria se constituiu de uma moagem a úmido de todos os componentes da formulação em moinho coloidal, seguindo-se a secagem da suspensão obtida em "spray-dryer". As amostras obtidas foram submetidas a ensaios de suspensibilidade utilizando-se a metodologia da ABNT e também testadas quanto à viabilidade das células. Os resultados demonstraram que as células mantiveram-se viáveis nas 8 formulações preparadas durante um mês de armazenamento sob condições ambientes. A suspensibilidade de 4 das formulações obtidas foi superior a 70 % (valor superior ao exigido para fins de registro de fungicidas no Brasil). Os testes de molhabilidade ainda estão em execução.

08 SELEÇÃO DE ISOLADOS DE Trichoderma viride COM RELAÇÃO AO POTENCIAL DE ANTIBIOSE A FITOPATÓGENOS HABITANTES DO SOLO (SELECTION OF Trichoderma viride ISOLATES WITH RELATION TO ITS ANTIBIOSIS POTENTIAL AGAINST SOIL BORNE PLANT PATHOGENS). SILVEIRA, N.S.S.[1]; MICHEREFF, S.J.[1] & MENEZES, M.[1]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A produção de inibidores fúngicos constitui importante mecanismo de ação apresentado por fungos do gênero Trichoderma. Visando selecionar agentes antagônicos a Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici, Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii , Macrophomina phaseolina e Sclerotinia sclerotiorum, foram testados isolados de T. viride (R1, R1a, R2, R2a, R13a) pela técnica do papel celofane, nos meios de batata-dextrose-agar (BDA) e milho-agar (MA). O isolado R1a proporcionou maior inibição do crescimento micelial dos fitopatógenos, com média de 71,18%, enquanto R2a e R13a apresentaram os menores índices (59,54 e 55%, respectivamente). No meio BDA os isolados testados inibiram totalmente R. solani, S. sclerotiorum e S. rolfsii, enquanto em MA os isolados apresentaram grande variação, destacando-se R1a, sendo que R. solani quase não foi inibida. Genericamente, F. oxysporum demonstrou menor sensibilidade a metabólitos produzidos por T. viride em ambos os meios. Os resultados evidenciaram que apesar do meio MA não favorecer o crescimento dos antagonistas, proporcionou a produção de metabólitos suficientes para inibir o crescimento da maioria dos fitopatógenos em diferentes níveis.

09 INFLUÊNCIA DE METABÓLITOS NÃO-VOLÁTEIS PRODUZIDOS POR Trichoderma SPP. NO ANTAGONISMO A Colletotrichum graminicola "IN VITRO" (INFLUENCE OF NON-VOLATILE METABOLITES PRODUCED BY Trichoderma SPP. AGAINST Colletotrichum graminicola, "IN VITRO"). MICHEREFF, S.J.[1] & MENEZES, M [1]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A produção de metabólitos não-voláteis constitui importante mecanismo de ação de Trichoderma spp., estando associado a capacidade de reduzir doenças de plantas causadas por fungos. A influência de metabólitos produzidos por T. viride (isolado TR2), T. aureoviride (T10), T. koningii (T15), T. harzianum (T25) e T. pseudokoningii (T26) no crescimento micelial de Colletotrichum graminicola, agente da antracnose do sorgo, foi avaliada "in vitro". Foi utilizado o método do papel celofane, com sobreposição de 1 a 5 dias e, posteriormente, avaliada a termoestabilidade dos metabólitos, com incubações de 1, 3, 5, 7, 10 e 15 dias em meio líquido, seguido de tratamento térmico a 120°C e 1 atm por 20 minutos. Com 5 dias de sobreposição do celofane, T25 inibiu o crescimento do patógeno em 100%, enquanto a inibição máxima no teste da termoestabilidade foi obtida por T15, com 63,33% a 15 dias de incubação. A produção de metabólitos por Trichoderma spp. aumentou com o tempo de incubação, havendo variação entre os isolados. A média de inibição do crescimento micelial de C. graminicola nos testes realizados destacou T26 como melhor antagonista.

10 ASPECTOS ULTRAESTRUTURAIS DAS INTERAÇÕES ENTRE Trichoderma SPP. E Colletotrichum graminicola NO FILOPLANO DE PLANTAS DE SORGO (ULTRASTRUCTURAL ASPECTS OF THE INTERACTIONS BETWEEN Trichoderma SPP. AND Colletotrichum graminicola ON THE SORGHUM PHYLLOPLANE). MICHEREFF, S. J.[1]; MARIANO, R.L.R.[1]; PADOVAN, I.[2] & MENEZES, M.[1]. [1]UFRPE - DEPA, 52071 Recife, PE; [2]UFPE - LIKA, 50720 Recife, PE.

Analisaram-se as interações antagonísticas entre espécies de Trichoderma (T. viride, T. koningii e T. harzianum) e Colletotrichum graminicola, agente causal da antracnose, na superfície foliar de plantas de sorgo, a nível ultraestrutural. Foram efetuadas coletas de folhas em três diferentes períodos (24, 48 e 72 horas) após a inoculação do patógeno e aplicação dos antagonistas, que foram realizadas concomitantemente. Fragmentos de folhas com aproximadamente 2mm foram fixados em glutaraldeído 2% e tetróxido de ósmio 1% e, processados para a microscopia eletrônica de varredura. Os resultados evidenciaram que com 24 horas C. graminicola já havia germinado, formado apressório e aderido a superfície da planta, com a ausência de crescimento micelial tanto nas testemunhas quanto nas plantas tratadas. Trichoderma spp. colonizou a superfície foliar acompanhando a topografia da mesma. Nenhuma interação física entre o fitopatógeno e os antagonistas foi constatada nos diferentes períodos analisados. Observou-se que o número de tubos germinativos formados por C. graminicola variou de 1 a 4 por conídio, evidenciando menor número nas amostras em que foram aplicados os antagonistas.

11 INTERAÇÕES ENTRE RAÇAS DE Colletotrichum graminicola E ESPÉCIES DE Trichoderma "IN VITRO" ("IN VITRO" INTERACTIONS AMONG Colletotrichum graminicola RACES AND Trichoderma SPECIES). MICHEREFF, S.J.[1] & MENEZES, M.[1]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A variabilidade apresentada por Colletotrichum graminicola constitui um sério problema para o controle da antracnose do sorgo. Interaçoes entre 4 raças de C. graminicola (A-0, C-15, E-28, H-14) e 5 espécies de Trichoderma (T. viride, T. aureoviride, T. koningii, T. harzianum, T. pseudokoningii) foram analisadas "in vitro" pelo método da cultura pareada. O antagonismo foi determinado através de: [1] capacidade de competição por espaço (relação entre os crescimentos do antagonista e do patógeno - A/P), [2] potencial de antibiose (tamanho da zona de inibição) e, [3] alterações morfológicas no patógeno a nível microscópico. Maior capacidade de competição por espaço e antibiose foi apresentada por T. harzianum, com relação A/P média de 1,76 e zona de inibição média de 1,31 mm. A raça E-28 demonstrou menor capacidade de competição por espaço em relação as demais, embora nenhuma zona de inibição tenha sido formada nas interações com antagonistas. Maior sensibilidade a antibiose foi apresentada pela raça A-0, pois em interação com T. harzianum foi formada uma zona de inibição de 2,25 mm. Alterações microscópicas, como vacuolação e fragmentação de hifas foram constatadas nas interações entre T. koningii e raça A-0.

12 CONTROLE BIOLÓGICO DE Colletotrichum graminicola, AGENTE CAUSAL DA ANTRACNOSE DO SORGO, ATRAVÉS DE Trichoderma SPP. (BIOLOGICAL CONTROL OF Colletotrichum graminicola CAUSAL AGENT OF THE SORGHUM ANTHRACNOSIS, BY USING Trichoderma SPP.). MICHEREFF, S.J.[1] & MENEZES, M.[1]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A antracnose do sorgo, causada por Colletotrichum gramincola, é uma das mais importantes doenças do sorgo nas condiçoes brasileiras. O antagonismo de Trichoderma viride (isolado TR2), T. aureoviride (T10), T. koningii (T15), T. harzianum (T25) e T. pseudokoningii (T26) contra C. graminicola foi avaliado através dos parâmetros: (1) tamanho da zona de inibição, pelo teste de culturas pareadas em meio agarizado e, (2) redução da severidade da doença em plantas de sorgo sob condições de casa-de-vegetação. "In vitro", T25 e TR2 demonstraram maior eficiência, com zonas de inibição de 5,75 e 5,50 mm. Sob condições de casa-de-vegetação, TR2, T15 e T25 foram aplicados em 5 diferentes períodos, sendo que a maior redução na severidade da doença foi obtida pela aplicação dos antagonistas 48 horas antes da inoculação do patógeno, quando T15 destacou-se, proporcionando índice de 17,89%. Correlação inversa entre os resultados obtidos "in vitro" e em casa-de-vegetação foi constatada.

13 EFEITO ANTAGÔNICO "IN VITRO" DE ISOLADOS DE Trichoderma spp. SOBRE RAÇAS DE Colletotrichum lindemuthianum ("IN VITRO" ANTAGONISTIC EFFECT OF Trichoderma spp. AGAINST Colletotrichum lindemuthianum). BARROS, S.T.[1]; OLIVEIRA, N.T.; BASTOS, S.T.G.; AGUIAR, L.A.B. & MARIANO, R.L.R.[2] [1]Depto. de Micologia-CCB-UFPE, C.Universitária, 50739, Recife,PE. [2]Fitossanidade-DEPA-UFRPE, Dois Irmãos, 52071, Recife, PE.

Com o objetivo de selecionar isolados de Trichoderma spp. com melhor desempenho antagônico sobre raças de Colletotrichum lindemuthianum "in vitro", foi utilizada a técnica de cultura sobre papel celofane, empregando-se o método de Dennis & Webster (1971). Os isolados de Trichoderma utilizados foram: T. harzianum (T25), T. koningii (T15), T. pseudokoningii (T26), T. aureoviride (T10) e T. viride (TR2) e para C. lindemuthianum, as raças 2C e 10A. As placas foram incubadas à temperatura de aproximadamente 25ºC. A avaliação foi realizada 7 dias após a deposição do disco de cultura de C. lindemuthianum, medindo-se o crescimento radial do fungo, em relação a cada isolado de Trichoderma. TR2, T25, T10 e T15 tiveram maior efeito antagônico em relação à testemunha, que não diferiu de T26. Observou-se também variação significativa entre as duas raças estudadas.

14 CONTROLE INTEGRADO DE Botrytis cinerea NA CULTURA DO MORANGO (INTEGRATED CONTROL OF Botrytis cinerea ON STRAWBERRY). GHINI, R. EMBRAPA/CNPDA, Caixa Postal 69, 13820 Jaguariúna - SP.

Isolados de Trichoderma antagônicos a Botrytis cinerea, causador do mofo cinzento em morangos foram obtidos pelo método de iscas, selecionados in vitro e in vivo. A partir dos isolados selecionados foram obtidas linhagens resistentes a iprodione e benomyl e caracterizadas quanto à adaptabilidade. Testes de sobrevivência das linhagens resistentes em folhas de morangueiro mostraram que após 37 dias da aplicação de 10^7 conídios/ml, aproximadamente, 400 conídios permaneceram viáveis em discos de folha de 0,4 cm de diâmetro. A resistência a iprodione e benomyl mostrou-se estável após 5 gerações na ausência do fungicida. Em ensaio realizado em condições de campo, a linhagem resistente a iprodione aplicada em mistura com o fungicida não apresentou controle satisfatório da doença.

15 CONTROLE BIOLÓGICO DE Rosellinia sp. COM Trichoderma viride EM MACIEIRA (BIOLOGICAL CONTROL OF Rosellinia sp. WITH Trichoderma viride IN APPLES). BLEICHER, J.[1] EMPASC/Estaçao Experimental de Caçador, Caixa Postal 591, 89.500 Caçador, SC.

Foram coletadas raízes e solo da rizosphera de plantas atacadas por Rosellinia sp. em toda região produtora de maçãs do Estado de Santa Catarina. Avaliou-se 14 isolados de Trichoderma viride "in vitro". Destes, somente dois isolados, o TFBH e TPRG2, apresentaram um antagonismo de grau médio. O isolado TFBH foi o que apresentou maior efeito de antagonismo. Em locais de replantio de mudas, para se evitar a morte de plantas por Rosellinia sp., o solo foi esterelizado com Brometo de Metila a 60 cc por m^2, durante o verao. Posteriormente foi introduzido o inóculo de Trichoderma viride, isolado TFBH, cultivado em meio de vermiculita mais farelo de arroz. No inverno, após a aplicação de Trichoderma viride, foi feito o replantio da muda de macieira.

16 EFEITO DE INSETICIDAS SOBRE O CRESCIMENTO MICELIAL DE TRICHODERMA SPP " IN VITRO " (EFFECT OF INSECTICIDES ON THE MICELIAL GROWTH OF TRICHODERMA SPP " IN VITRO "). REIS,A.[1]; DIAS,R.C.S.[2] ; MENEZES,M.[3] FITOSSANIDADE-DEPA-UFRPE,Dois Irmãos,52071,Recife-PE.

Num programa de manejo integrado o conhecimento do efeito de produtos químicos sobre microorganismos benéficos é de fundamental importância. Visando analisar o efeito dos inseticidas Diazinon,Deltamethrin e Abamectin-MSD , rotineiramente utilizados em curcubitaceas, nas concentrações de 0,06 %, , 0,001 % e 0,0011 % do princípio ativo sobre o crescimento micelial dos agentes de controle biológico de fitopatógenos Trichoderma viride (isolado TR2), T. koningii (T15) e T. harzianum (T25), foi realizado ensaio "in vitro" utilizando o meio BDA. A avaliaçao efetuada após 72 horas de incubação evidenciou que Diazinon apresenta forte efeito inibitório (75,14 %) considerando a a média dos isolados,enquanto Deltamethrin causou a menor inibição (26,11%). T25 apresentou maior sensibilidade comparado com os demais isolados. Os resultados evidenciaram a possibilidade da utilização do produto químico Deltamethrin,para o controle de pragas em curcubitaceas,integradamente com agentes biocontroladores de fitopatógenos destas culturas.

17 VIABILIDADE DE PROPÁGULOS DO FUNGO Trichoderma sp. E DE BACTÉRIA DO GÊNERO Pseudomonas sp. GRUPO FLUORESCENTE; EM SEMENTES DE TOMATEIRO (Lycopersicum sculentum) ESTOCADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES. (Viability and use of Trichoderma sp. and fluorescent group Pseudomonas applied to tomatoes seeds and stored in differents conditions). PORFIRIO, Z. & HOMECHIN, M. - CCB/UEL - Caixa Postal 6001, CEP 86051- Lohdrina, PR.

Para avaliar a sobrevivência do fungo Trichoderma sp. e da bactéria - Pseudomonas sp. grupo fluorescente aplicados em sementes de tomateiro e o efeito sobre a emergência das plântulas, procedeu-se o tratamento das mesmas com suspensão de esporos (3.10^7 UFC/ml) de Trichoderma sp. e de células bacterians (2.10^9 - UFC/ml). As sementes tratadas foram divididas em lotes de 100 unidades, acondicionadas em papel alumínio e armazenadas em refrigerador ($\pm$ 4ºC). Após 60, 90 e 120 dias foram semeadas em solo não tratado em casa de vegetação, papel de filtro e meios de cultura BDA e king B. Observou-se que: os microrganismos aplicados às sementes não interferiram na emergência das plantulas e que os mesmos permaneceram viáveis durante o período de armazenagem avaliado.

18 CONTROLE BIOLÓGICO DE Rhizoctonia solani por Trichoderma spp. EM ALGODÃO (Gossypium hirsutum L.r. latifolium Hutch). (BIOLOGICAL CONTROL OF Rhizoctonia solani BY Trichoderma spp. IN COTTON (Gossypium hirsutum L.r. latifolium HUTCH).

Laranjeira, D[1].; Menezes, M[2]. IPA-UEP, Itapirema, Cx. Postal 06, Km. 17, BR 101, Norte, 55900, Goiana - PE.

Ensaios com Trichoderma spp, visando o controle de R. solani em plântulas de algodão IAC-17, sob condições de casa-de-vegetação foram realizados. O fitopatógeno foi incubado tanto nas sementes como no solo (natural e esterilizado) na ocasião do plantio ou duas horas antes do plantio. Através do número de plantas sobreviventes, observou-se que as espécies de Trichoderma testadas apresentaram capacidade biocontroladora variável de acordo com o tipo de solo e o método de inoculação utilizado. T. harzianum (T25) foi o antagonista mais eficiente, seguido por T. viride (TR2) e T. koningii (T15). Estes demonstraram maior capacidade biocontroladora quando aplicado no solo, do que no tratamento das sementes de algodão.

19 FORMULAÇÃO DE *Trichoderma harzianum* A BASE DE POLÍMERO NATURAL. (*Trichoderma harzianum* FORMULATION USING A NATURAL POLYMER). BRANDÃO, M.S.B. & MELO, I.S.. EMBRAPA/CNPDA , C. P. 69, 13820, Jaguariúna, SP.

Trichoderma harzianum é um potencial antagonista para o controle de doenças de plantas. O objetivo deste trabalho é formular este fungo na forma de "pellets", conferindo-lhe estabilidade durante o armazenamento, eficácia durante o uso e facilidade de manuseio na aplicação. A preparação dos "pellets" consistiu em se misturar uma suspensão aquosa contendo esporos de *T. harzianum*, linhagem 2 B_{11}, resistente a benomyl, a uma solução contendo um polímero natural e um inerte . A suspensão obtida foi gotejada em uma solução contendo íons cálcio (II). Os "pellets" são obtidos pela geleificação do polímero natural, quando em contacto com a solução salina. Após um certo tempo, esses " pellets" foram separados da solução através de filtração, lavados e secos. Para otimizar este método foi empregado um planejamento fatorial fracionado do tipo 1/4 de 2^6 utilizando-se como variáveis: concentração do fungo, do polímero e do inerte; concentração e volume da solução salina e tempo de permanência dos "pellets" nesta solução. Foram obtidas 16 diferentes formulações, em três das quais a viabilidade dos esporos após três meses de armazenamento em temperatura ambiente, foi de, aproximadamente, 100 % quando os "pellets" foram plaqueados em meio batata-dextrose-agar com 100-500 ppm de benomyl e quando colocados em solo esterilizado.

20 MÉTODOS PARA SELEÇÃO "IN VITRO" DE MICROORGANISMOS ANTAGÔNICOS A Curvularia eragrostidis (METHODS FOR "IN VITRO" SELECTION OF MICROORGANISMS ANTAGONISTIC TO Curvularia eragrostidis). REIS, A.[1]; MICHEREFF, S.J.[2]; SILVEIRA, N.S.S.[2]; MARIANO, R.L.R.[2]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A seleção de microorganismos antagonistas é a base de qualquer programa de controle biológico. Visando definir um método, para seleção "in vitro", de isolados de bactérias e leveduras, oriundas do filoplano de plantas de inhame, com capacidade antagonística a Curvularia eragrostidis, agente causal da queima das folhas, foram avaliados nove métodos com combinaçoes patógeno/antagonista: A = disco/risca; B = disco/loop; C = disco/funil; D = suspensão/funil; E = disco / disco papel filtro; F = suspensão/disco papel filtro; G = disco/disco papel importado; H = suspensão/disco papel importado; I = suspensão/loop. Utilizou-se três isolados bacterianos com características culturais diferentes(B-109, B-113 e B-128), sendo observado parametros qualitativo (presença de zona de inibição) e quantitativo (porcentagem de inibição do crescimento micelial do fitopatógeno). Cinco métodos (A, B, C, E, G) permitiram a avaliação quantitativa, enquanto os demais apenas qualitativa. O isolado B-109 apresentou maior atividade antagonística a C. eragrostidis, com formação de extensa zona de inibição nos métodos qualitativos e média de 54,04% de inibição do crescimento nos quantitativos. O método A foi o mais prático, rápido e econômico na seleção de isolados bacterianos com capacidade antagonística ao fitopatógeno "in vitro".

21 TERMOESTABILIDADE DE METABÓLITOS PRODUZIDOS POR BACTÉRIAS EPIFÍTICAS NO ANTAGONISMO A Curvularia eragrostidis "IN VITRO" (TERMOSTABILITY OF METABOLITES PRODUCED BY EPIPHYTIC BACTERIA AGAINST Curvularia eragrostidis "IN VITRO"). MICHEREFF, S.J.[1]; REIS, A.[2] & MARIANO, R.L.R.[1]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A antibiose constitui importante mecanismo de interação antagonística de bactérias epifíticas com microorganismos, sendo fundamental que os metabólitos produzidos apresentem termoestabilidade. Dezoito isolados bacterianos, oriundos do filoplano de inhame, foram avaliados quanto a termoestabilidade dos metabólitos produzidos em diferentes períodos de incubação (1, 4, 7 e 10 dias) em meio líquido, através da influência no crescimento micelial de Curvularia eragrostidis, agente causal da queima das folhas. O tratamento térmico foi efetuado a 120° C e 1 atm, por 20 minutos. A termoestabilidade dos metabólitos aumentou com o período de incubação, sendo que aos 10 dias, dezessete isolados apresentaram mais de 95% de inibição do crescimento do fitopatógeno, destacando-se B-88 com 100%. Com 1 dia incubação, apenas quatro isolados bacterianos (B-14, B-71, B-81 e B-85) evidenciaram inibição do fitopatógeno inferior a 50%. Considerando a média dos diferentes períodos de incubação, maiores inibições foram proporcionadas por B-124 e B-169, com 91,23 e 91,28%, respectivamente, enquanto menor efeito inibitório foi apresentado por B-14, com 31,52%.

22 VARIABILIDADE DE Curvularia eragrostidis EM RELAÇÃO A SENSIBILIDADE A BACTÉRIAS EPIFÍTICAS DO INHAME (VARIABILITY OF Curvularia eragrostidis IN RELATION TO SENSIBILITY TO EPIPHYTIC BACTERIA, ISOLATED FROM YAM PLANTS). MICHEREFF, S.J.[1]; REIS, A.[2] & MARIANO, R.L.R.[2]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

Na implementação de medidas visando o controle de doenças de plantas, a variabilidade apresentada pelos fitopatógenos constiui um sério entrave. As interações entre cinco isolados de Curvularia eragrostidis (A1D, A3D, A4D, A5D, CMM), agente da queima das folhas do inhame, e cinco isolados bacterianos (B-26, B-36, B-65, B-82, B-124), oriundos do filoplano desta cultura, foram avaliadas "in vitro". A inibição do crescimento micelial do fitopatógeno foi avaliada pelo (1) método da cultura pareada e, (2) método do papel celofane. Pelo primeiro método, menor sensibilidade aos isolados bacterianos foi apresentada por A1D, com inibição de 43,24%, diferindo significativamente dos demais isolados de C. eragrostidis, enquanto maior efeito antagonístico foi apresentado por B-26, com 47,05% de inibição do fitopatógeno. Pelo segundo método, menor sensibilidade foi evidenciada por A3D, com 78,70% de inibição, porém sem diferir significativamente de A1D, enquanto maior efeito antagonístico foi demonstrado por B-36, com 88,84% de inibição do fitopatógeno, diferindo significativamente dos demais isolados bacterianos. Em cultura pareada, maior inibição do fitopatógeno ocorreu nas interações A4D x B-82 e A5D x B-26, ambas com 49,25%, enquanto no celofane maior inibição ocorreu na interação CMM x B-124, com 95,96%. Os resultados evidenciaram a variabilidade dos isolados de C. eragrostidis, principalmente no método do papel celofane.

23 CONTROLE BIOLÓGICO DE Curvularia eragrostidis COM BACTÉRIAS E LEVEDURAS EPIFÍTICAS, ISOLADAS DE PLANTAS DE INHAME. I: TESTES "IN VITRO" (BIOLOGICAL CONTROL OF Curvularia eragrostidis WITH EPIPHYTIC BACTERIA AND YEASTS, ISOLATED FROM YAM PLANTS. I: "IN VITRO" TESTS). SILVEIRA, N.S.S.[1]; MICHEREFF, S.J.[1]; REIS, A.[2] & MARIANO, R.L.R.[1]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A queima das folhas, causada por Curvularia eragrostidis, é uma doença de alta incidência e severidade em todas as regiões produtoras de inhame no Nordeste brasileiro. Visando estudar o controle biológico desta enfermidade, bactérias e leveduras, isoladas do filoplano de plantas de inhame e distribuidas em seis grupos (A, B, C, D, E, F) de acordo com características culturais, foram avaliadas "in vitro". A inibição do crescimento micelial foi avaliada pelo (1) método da cultura pareada, testando-se 163 isolados e, (2) método do papel celofane, no qual foram avaliados 81 isolados. Em cultura pareada, 40 isolados apresentaram antagonismo a C. eragrostidis, sendo 80% destes, pertencentes ao grupo A, destacando-se B-24 e B-65, com índices de 44,05 e 41,00% de inibição, respectivamente. Pelo teste do papel celofane, 18 isolados propiciaram inibição superior a 75%, destacando-se B-26 e B-82, pertencentes ao grupo A, com inibições de 93,41 e 88,63%, respectivamente.

24 BIOCONTROLE "IN VITRO" DE Bipolaris sorokiniana ("IN VITRO" BIOCONTROL OF Bipolaris sorokiniana). SANTOS, I. dos[1]; MATSUMURA, A.T.S.[1]; LUZ, W.C. da[2]. [1] UFRGS, Caixa Postal 765, 90000 - Porto Alegre, RS. [2] EMBRAPA-CNPT, Caixa Postal 569, 99001 - Passo Fundo, RS.

O antagonismo ao fungo Bipolaris sorokiniana, indutor da mancha marron, foi investigado, testando-se 100 microorganismos neutros, isolados de plantas de trigo. Os tratamentos instalados em placas de Petri com BDA (quatro repetições), constaram de círculos de 5 cm do antagonista em potencial contendo em seu interior um disco de 0,5 cm da colônia do patógeno. No tratamento testemunha permaneceu apenas o disco da colônia de B. sorokiniana. Medindo-se o crescimento radial do patógeno, constaram-se inibiçoes de 82 a 96 % com os seguintes isolados: 14/90.15.4A, 14/90.15.3C, 14/90.15.4B, 14/90.14.3B1, 14/90.14.1B e 14/90.17.4B, quando comparados com a testemunha.

25 CONTROLE MICROBIANO DA GIBERELA DO TRIGO EM CAMPO (Microbial Control of Wheat scab under field conditions). PERONDI, N.L.[1]; THOMAS, R.[1] & LUZ, W.C. da[2]. [1] Curso de microbiologia agrícola e ambiental, UFRGS, 90000 - Porto Alegre, RS; [2] EMBRAPA-CNPT, Caixa Postal 569, 99001 - Passo Fundo, RS.

Microorganismos antagonistas de Fusarium graminearum foram selecionados em laboratório e câmara de crescimento. Posteriormente, realizou-se um ensaio para a avaliação da eficiência dos antagonistas no controle biológico da giberela do trigo (Triticum aestivum), induzida por inoculação artificial daquele patógeno em condiçoes de campo. Os resultados mostraram que alguns destes microorganismos são eficientes no controle da doença. Os melhores isolados bacterianos foram 178/86.1 (Bacillus subtilis), 64/88.2, 66/88.2 e 63/88.4B (não identificados) e a levedura 58/88.2 (Sporobolomyces roseus) que diminuiram a incidência da doença, aumentando significativamente o rendimento do trigo de 16 a 31 % em relação a testemunha.

26 SELEÇÃO DE AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO À PODRIDÃO DO COLO (Sclerotium rolfsii) EM FEIJOEIRO COMUM (Phaseolus vulgaris). SELECTION OF BIOLOGICAL CONTROL AGENTS TO STEM OT (Sclerotium rolfsii) OF COMMON BEAN. FALEIRO, V. de O. & CARDOSO, J.E. EMBRAPA/CNPAF, Caixa Postal 179, Goiânia, GO.

Visando selecionar agentes de controle biológico (ACB) para o controle da podridão do colo, reuniram-se 96 isolados de fungos, bactérias e actinomicetos obtidos a partir de diversas fontes como: solo, rizosfera de milho, Brachiaria, arroz, caupi, feijoeiro, trigo, mucuna, gergelim e "gramas" diversas. Todos os microrganismos usados encontram-se armazenados na micoteca do CNPAF.

A metodologia utilizada na seleção desses ACB, baseou-se na capacidade de suprimir a progressão da doença em plântulas de feijão a partir de um ponto central de infestação do solo (Solo orgânico distrófico, pH 6,0 e textura franco arenoso) em bandejas plásticas (38x47 cm). Os ACB foram introduzidos isoladamente junto à semente, colonizados em arroz, em se tratando de fungos. No caso de bactérias e actinomicetos, as sementes foram imersas em suspensão de cada agente separadamente, durante 30 minutos.

Analisando-se a porcentagem de controle obtida, o isolado T 12 foi o mais eficiente com 66,14% de controle, seguido de T 14 (47,67%), T 3 (44,40%), C 2 (32,51%) e T 78 (33,00%).

27 AVALIAÇÃO SIMULTÂNEA DE AGENTES MICROBIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE PODRIDÕES DE PLÂNTULAS DO FEIJOEIRO-COMUM. (SIMULTANEOUS EVALUATIONS OF MICROBIOLOGICAL AGENTS TO CONTROL SEEDLING ROTS OF COMMON BEAN).

CARDOSO, J.E. & FALEIRO, V. de O. EMBRAPA/CNPAF, Caixa Postal 179, Goiania, GO.

Visando minimizar dispêndios de tempo, mão-de-obra e espaço, buscou-se uma metodologia que permita a seleção simultânea de agentes de controle biológico (ACB) para a podridão de Rhizoctonia (R. solani), podridão do colo (Sclerotium rolfsii), e podridão cinzenta (Macrophomina phaseolina) do feijoeiro em casa de vegetação. Treze ACB (7 fungos e 6 bactérias), previamente selecionados para controle de uma das três doenças, foram utilizados. A avaliação é procedida em bandejas plásticas ($12x38x47cm^3$) contendo 5 litros de solo. Subdividiu-se a área da bandeja em três grupos com três fileiras de 15cm espaçadas de 2,5cm, mantendo-se um intervalo de 5cm entre cada grupo. Arroz esterilizado e colonizado com cada fungo (patógeno ou ACB), isoladamente, foi usado como inóculo. Cada patógeno foi incorporado junto à semente (Cv. ouro) na fileira central de cada grupo, exceto M. phaseolina que foi incorporado em todas as três fileiras. Os fungos ACB foram introduzidos junto com as sementes. As bactérias foram introduzidas através da imersão das sementes em suspensão bacteriana por 30 min. A análise estatística entre ensaios revelou-se não significativa indicando que o método pode ser usado com relativa exatidão. Ademais, os resultados correlacionam-se quantitativamente e qualitativamente com resultados obtidos através de métodos rotineiros.

28 PRESERVAÇÃO DA VIABILIDADE E DA EFETIVIDADE DO ANTAGONISTA AGROBACTERIUM RADIOBACTER (KERR-84), AGENTE DE BIOCONTROLE DA GALHA BACTERIANA*. L.C.C.N. da SILVA [1,2]; O. KIMURA [1,3]; SIMONE D. MOTTA [1,2]; R.de L.D. RIBEIRO [1] & F. AKIBA [1,3] ([1]UFRRJ/Deptº de Biologia Vegetal, Ant. Rod. Rio-S.Paulo, Km 47, Seropédica-Itaguaí,RJ, 23851; [2] Estudante de Graduação, Bolsista da FAPERJ; [3]Área de Fitopatologia, Bolsistas do CNPq).

Preservation of viability and effectiveness of antagonist Agrobacterium radiobacter (Kerr-84) biocontrol agent of crown gall.

A produção massal do inóculo de um antagonista com vistas à sua utilização no controle biológico deve acima de tudo, preservar sua viabilidade e efetividade. Com esses objetivos, o isolado Kerr-84 de A. radiobacter foi inoculado em diferentes substratos (solo orgânico, solo argiloso, estercos de curral e de galinha e vermiculita), embalados em sacos de polietileno e polipropileno, previamente esterilizados por autoclavagem e tindalização. Esses tratamentos foram estocados em dois regimes de temperatura, a saber: freezer (± - 30ºC) e geladeira (± + 4ºC). Empregando-se o método de diluição seriada seguida da semeadura em placas de Petri com meio de cultura Agar nutritivo suplementado com manitol, fez-se o monitoriamento das populações do antagonista em intervalos de 28 dias ao longo da estocagem. Paralelamente à população do antagonista , realizou-se testes de efetividade do antagonista correlacionada à produção da bacteriocina. O conjunto de informações obtidas servirá como subsídio visando a produção do antagonista em escala comercial.

CONTROLE BIOLÓGICO DE Agrobacterium tumefaciens PELO USO DE ACTINOMICETOS (BIOLOGICAL CONTROL OF Agrobacterium tumefaciens with actinomycetes). MARIANO*, R.L.R.; SILVA, E.C. & ASSIS**S.M.P. U.F.R.PE, Depto. Agronomia, Área de Fitossanidade, Dois Irmãos, 52011, Recife, PE.

29

Com o objetivo de testar a eficiência de actinomicetos no controle da galha em coroa causada por Agrobacterium tumefaciens, plantas de coirana (Bryophyllum calycinum) foram cultivadas sob condições de casa-de-vegetação, tratadas por imersao em suspensão de 9 isolados de actinomicetos e inoculadas após 24 e 48 horas com o patógeno. Plantas testemunhas foram tratadas com água destilada e esterilizada. A avaliação foi realizada 15 dias após a inoculação observando-se os parâmetros: presença de galha, comprimento e largura das galhas, diâmetro do caule na região da galha, peso da galha e peso da planta. Nenhum dos antagonistas utilizados causou redução na incidência das galhas. No entanto, houve diferença significativa entre antagonistas com relação ao diâmetro do caule na região da galha, tendo os isolados 12112 e 13420 causado redução na dimensão da mesma. No geral, o melhor período para aplicação dos actinomicetos foi 24 horas antes da inoculação do patógeno. Observou-se a ação fitotóxica de 2 isolados, resultando em morte das plantas.

ULTRAESTRUTURA DE INTERAÇÕES ENTRE BACTÉRIAS E Colletotrichum graminicola NO FILOPLANO DE SORGO (ULTRASTRUCTURE OF INTERACTIONS BETWEEN BACTERIA AND Colletotrichum graminicola ON THE SORGHUM PHYLLOPLANE). MICHEREFF, S.J.[1]; MARIANO, R.L.R.[1] & PADOVAN, I.2. [1]UFRPE - DEPA, 52071 Recife, PE; [2]UFPE - LIKA, 50720 Recife, PE.

30

As interações antagonisticas entre bactérias (Pseudomonas fluorescens, P. marginalis e Bacillus subtilis) e o agente causal da antracnose (Colletotrichum graminicola) foram analisadas a nível ultraestrutural, no filoplano de plantas de sorgo. Folhas foram coletadas em três diferentes períodos (24, 48 e 72 horas) após a inoculação do patógeno e aplicação dos antagonistas, que foram realizadas simultaneamente. Fragmentos de folhas com 2 mm, aproximadamente, foram fixadas em glutaraldeído 2% e tetróxido de ósmio 1% e, processadas para a microscopia eletrônica de varredura. Os resultados evidenciaram que com 24 horas C. graminicola havia germinado, formado apressório e aderido a superfície foliar, sem contudo, desenvolver micélio externo, tanto nas testemunhas como nas plantas tratadas. P. fluorescens e P. marginalis colonizaram a superfície foliar localizando-se principalmente nas depressões da base de estômatos e pelos, enquanto B. subtilis apresentou distribuição mais uniforme na superfície da planta. Levanta-se a hipótese da interferência das bactérias no número de tubos germinativos formados por conídios de C. graminicola, uma vez que estes apresentaram menor número na presença dos antagonistas.

31 CONTROLE BIOLÓGICO DE Colletotrichum graminicola, AGENTE CAUSAL DA ANTRACNOSE DO SORGO, ATRAVÉS DE BACTÉRIAS (BIOLOGICAL CONTROL OF Colletotrichum graminicola, CAUSAL AGENT OF THE SORGHUM ANTHRACNOSIS, BY USING BACTERIA). MICHEREFF, S.J.[1] & MARIANO, R.L.R.[1]. Universidade Federal Rural de Pernambuco-DEPA, 52071 Recife, PE.

A antracnose do sorgo, causada por Colletotrichum graminicola, constitui uma enfermidade de ocorrência generalizada na cultura do sorgo, sendo considerada como limitante a esta. O antagonismo de Pseudomonas fluorescens (isolados P2, BJ22 e SDR2), P. marginalis (C21) e Bacillus subtilis (B16) foi avaliado através dos parâmetros: (1) inibição do crescimento micelial, nos testes de cultura pareada e celofane, em meio de batata-destrose-agar (BDA) e meio B de King(KMB) e, (2) redução da severidade da doença em plantas de sorgo sob condições de casa-de-vegetação. "In vitro", B16 e P2 demonstraram maior eficiência, sendo que no teste do celofane o primeiro inibiu 94,34% em BDA e o segundo 56,44% em KMB. Sob condições de casa-de-vegetação, P2, C21 e B16 foram aplicados em 5 diferentes períodos, sendo que os melhores resultados foram obtidos pela aplicação dos antagonistas simultaneamente com a inoculação do patógeno, quando C21 destacou-se, propiciando a redução de 21,94% na severidade da doença, entretanto, sem diferir significativamente das outras bactérias.

32 INIBIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE FUNGOS AFLATOXIGÊNICOS POR AMOSTRAS DE STREPTOMYCES SPP (DEVELOPMENT INIBITION OF AFLATOXIGENIC FUNGI BY STREPTOMYCES SPP SAMPLES). AGUIAR,L.A.B.; SENA,K.X.F.R.; ANDRADE,M.S.A.S. & SILVA,E.C. Departamento de Antibióticos,Centro de Ciências Biológicas-UFPE, CEP: 50.739.

Fungos do grupo Aspergillus flavus, principalmente A.flavus Link ex Fries e A.parasiticus Speare, sao contaminantes de grãos de cereais e alimentos manufaturados. Além de deteriorar o substrato são produtores de aflatoxinas, metabólitos altamente tóxicos e carcinogênicos. Pela dificuldade de se detoxificar os substratos por eles contaminados, várias alternativas de prevenção tem sido pesquisadas, entre elas o controle biológico. Streptomyces é um gênero de Actinomycetes que ocupa um lugar de destaque entre os microrganismos produtores de antibióticos. São encontrados em grande quantidade em solos. Os testes de antagonismo revelam ser os Streptomyces ativos para fungos filamentosos, leveduras e bactérias. Por esta razão foram testadas 65 linhagens de Streptomyces spp frente ao A. flavus (NRRL 5520) e A. parasiticus (NRRL 2999) ambas aflatoxigênicos. Estes testes foram realizados em disco e bloco de gelose, sendo que três linhagens de Streptomyces se destacaram, apresentando halos de inibição para A. flavus em media 28,6mm para disco e bloco de gelose e para A.parasiticus 27,6mm para disco e bloco de gelose respectivamente. Estes resultados se mostraram bastante satisfatórios embora in vitro sugerindo estudos posteriores para que se possa controlar estes fungos sem a utilização de agrotóxicos.

RECUPERAÇÃO DE Rhizoctonia solani DE SOLO NATURAL ARTIFICIALMENTE INFESTADO E INCORPORADO COM MATERIAIS ORGÂNICOS SECOS (RECOVERY OF Rhizoctonia solani FROM NATURAL ARTIFICIALY INFESTED SOIL AMENDED WITH ORGANIC DRY COMPOUND)*. SANNAZZARO, A.M.[1] & SOUZA, N.L. de[2]. [1]Lab. Reg., I.B., R. Epitácio Pessoa, 269, 18013, Sorocaba, SP; [2]FCA/UNESP, Cx.Postal 237, 18600 Botucatu, SP.

33

Farelos de mamona desengordurado e de plantas de milho incorporados em solo natural foram avaliados quanto à sobrevivência de R. solani em condições de casa-de-vegetação. Tanto os farelos (1,5 g/1 solo) como o inoculo (1 g substrato/1 solo) do fungo foram adicionados ao solo concomitantemente. A avaliação foi feita através da recuperação, após 4 dias no solo, de iscas de talo de feijão introduzidos aos 1º, 10º, 20º e 30º dias da instalação. A sobrevivência do fungo foi determinada pela observação de colônias desenvolvidas quando do plaqueamento das iscas em agar-água + oxitetraciclina.

Os experimentos revelaram que em solos infestados houve maior recuperação do fungo que em solos não infestados. Os solos tratados com farelo de milho mostraram nos dois últimos períodos (20º e 30º dias da instalação) um redução do número de iscas colonizadas quando comparado aos períodos iniciais. Todas as iscas recuperadas dos tratamentos com o farelo de mamona apresentaram-se colonizadas, não havendo diferença entre os 4 períodos, diferindo, entretanto, dos tratamentos sem o farelo.

EFEITO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO E E.M. (MICROORGANISMOS EFICIENTES) NO CONTROLE DE FUSARIOSE E NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE PEPINO (CONTROL OF FUSARIUM WILT IN CUCUMBER, USING COMPOST OR "EFFECTIVE MICROORGANISMS"). MELLONI,R.; DUARTE;K.M.R. & CARDOSO, E.J.B.N. ESALQ/USP, Deptº de Solos, Caixa Postal 9, 13400 Piracicaba, SP.

34

Realizou-se um experimento em casa de vegetação, em esquema fatorial 4x4, inteiramente casualizado e com 4 repetições. Os fatores foram: a) 4 doses crescentes de composto de lixo urbano (0, 25, 50 e 100 ton/ha); b) 4 diluições do produto comercial E.M. (microorganismos eficientes) sendo: sem aplicação e com 3 diluições crescentes 1:100, 1:500 e 1:1000, usando água de torneira como diluente. Os vasos de barro (3 litros) receberam o solo LVA série Paredão Vermelho, préviamente tratado com diferentes doses de composto, e seguiu-se a infestação com suspensão de propágulos de Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum a aproximadamente 9.10^6 esporos/vaso, obtidos a partir de meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), homogeneizado em liquidificador com água. Fez-se a semeadura diretamente nos vasos e, após 26 dias, realizou-se o desbaste para 2 plantas/vaso. As diluições do produto comercial E.M. foram aplicadas ao solo semanalmente. Na presença de composto de lixo urbano houve maior precocidade de germinação além de germinarem em média 38% das sementes, valor significativamente superior aos 9% que germinaram nos tratamentos testemunhas e nos vasos que receberam apenas E.M. Ao se constatarem sintomas de fusariose, as sementes e/ou plantas foram submetidas ao reisolamento do Fusarium em laboratório, onde se verificou uma maior incidência da doença nos tratamentos que não receberam composto.

COMPROVAÇÃO IN VITRO DA AÇÃO INIBIDORA DO BIOFERTILIZANTE "VAIRO", PRODUZIDO A PARTIR DA FERMENTAÇÃO ANAERÓBICA DE ESTERCO BOVINO, SOBRE A GERMINAÇÃO DE CONÍDI
35. OS DE DIVERSOS GÊNEROS DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS. CASTRO, C.M.de[1]; A.C.V.dos SANTOS[2] & F. AKIBA[3]. ([1,3]UFRRJ/Deptº de Biologia Vegetal, Ant. Rod.Rio-S.Paulo, Km 47, Seropédica-Itaguaí, Rj, 23851; [2]EMATER, Silva Jardim, RJ; [3]Bolsista do CNPq; [1]Bolsista de Iniciação Científica/CNPq). Inhibitory action of the biofertilizer "Vairo", obtainded from anaerobic fermentation of bovine manure, on spore germination of several plant pathogenic fungi.

O biofertilizante "Vairo" vem sendo utilizado nas mais diversas lavouras como complemento nutricional devido à presença de macro e micronutrientes em sua composição química. Por se tratar de um produto orgânico natural, oriundo da simples fermentação anaeróbica do esterco bovino, não agride o meio ambiente nem representa risco de intoxicações para animais ou humanos. Testes em placas de agar inoculadas com os fungos Colletotrichum gloeosporioides, Thielaviopsis paradoxa, Penicillium digitatum, Rhizopus sp., Fusarium sp. e Cladosporium sp. comprovaram a ampla e eficaz ação inibidora do produto sobre a germinação de conídios, ao redor de discos de papel de filtro impregnados com 50 a 200 ul do produto esterilizado através de radiações UV. Ensaios realizados com Thielaviopsis paradoxa, agente da "podridão abacaxi", em toletes de cana-de-açúcar inoculados, pelas extremidades cortadas, com 0,1 ml de suspensão contendo $\pm 10^6$ esporos/ml, após imersão no biofertilizante por 1 minuto, demonstraram sua alta eficiência protetória. Novos testes estão programados, incluindo outros gêneros de fungos e bactérias fitopatogênicas. Tentativas de separação de frações com atividade fungicida e sua análise química, constituirão também objeto de futuras investigações.

EFEITO DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO NA INCIDÊNCIA DA PODRIDÃO BRANCA DA CEBOLA, CAUSADA POR *Sclerotium cepivorum*. (EFFECT OF SOIL SOLARIZATION ON THE
36 INCIDENCE OF ONION WHITE ROT CAUSED BY *Sclerotuim cepivorum*). NUNES, M. E.T.[1] & KIMATI, H.[2]. [1]FEIS/UNESP, Av. Brasil 56, 15378 Ilha Solteira, SP; [2]ESALQ/USP, Caixa Postal 09, 13400 Piracicaba-SP

Visando avaliar a eficiência da solarização do solo sobre a incidência da podridão branca em cebola, foi realizado o presente trabalho, no município de São José do Rio Pardo, São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi o fatorial com 5 tratamentos (T_1 = testemunha, T_2 = cobertura do solo com plástico preto de 30μ de espessura por 15 dias; T_3 = cobertura do solo com plástico preto por 30 dias; T_4 = cobertura do solo com plástico transparente de 50μ de espessura por 15 dias e T_5 = cobertura do solo com plástico transparente por 30 dias. A solarização teve como efeito principal o atraso no início do desenvolvimento da doença, tendo havido também uma diminuição na porcentagem de plantas mortas pela ação de *S. cepivorum*. As % médias gerais de plantas mortas encontradas foram de 62,03; 54,57; 43,87; 36,16 e 27,14, respectivamente para os tratamentos T_1, T_2, T_3, T_4 e T_5.

37 EFEITO DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO E DO TRATAMENTO COM BROMETO DE METILA SOBRE A MICOFLORA.* (EFFECT OF SOIL SOLARIZATION AND METHYL BROMIDE TREATMENT ON THE MICOFLORA). VENÂNCIO, W.S.[1] & SOUZA, N.L. de[2]. [2]FCA /UNESP, Caixa Postal, 237, 18600 Botucatu, SP..

Foi instalado um ensaio sob condições de campo objetivando-se determinar qualitativa e quantitativamente a micoflora do solo, durante e após tratamento solarizado (S) com filme de polietileno transparente e após tratamento com brometo de metila (BM), tomando-se como referência parcelas não tratadas (testemunhas). As avaliaçoes foram feitas a partir de amostragem do solo nas faixas de 0-5, 10-15 e 20-25 cm de profundidade, realizadas semanalmente até o final do período de solarização (56 dias) e quinzenalmente após os tratamentos, até a obtenção de novo equilíbrio. As amostras foram secas ao ar, diluidas até 10^{-4}, plaqueadas em meio de Martin (fundente) e incubadas à 25°C. Após um período de 3 dias de incubação iniciou-se a avaliação quantitativa (nº de colônias) e no 8º dia a leitura qualitativa comparando-se características morfológicas das colônias com aquelas previamente isoladas e codificadas. No tratamento (BM) ocorreu esterilização do solo e após 14 dias observou-se uma recolonização acentuada com fungos de rápido crescimento, como Mucor, Penicillium e Trichoderma, enquanto que no tratamento (S) observou-se uma redução parcial e seletiva durante o tratamento que predominou, também, durante o período de recolonização. O maior diferencial de temperatura obtido entre (S) e (testemunha) foi de 16,5°C aos 53 dias da instalação do ensaio.

38 COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CONTROLE DE *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, EM CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO. (METHODS OF CONTROL OF *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*, IN GREEN HOUSE CONDITIONS). GHINI, R.; MELO, I.S.; SILVA, E.E.; LUCHIARI, F. EMBRAPA/CNPDA, C. Postal 69, 13820 Jaguariúna, SP.

O controle de *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* foi avaliado após a exposição do solo em coletor solar por 1 dia, tratamento com brometo de metila, incorporação da linhagem T. 2B2 de *Trichoderma harzianum* (4g/l de solo) e a associação dos tratamentos.

A recuperação do patógeno em meio seletivo, imediatamente após os tratamentos, foi de 1.10^6 ufc/g de solo não tratado e solo tratado com T. 2B2, sendo nula nos demais tratamentos. Após 15 dias, a incidência do patógeno foi de $1,36.10^5$ ufc/g de solo na testemunha; $9,5.10^4$ ufc/g de solo com T. 2B2; $1,60.10^4$ ufc/g de solo tratado com brometo de metila e nula no solo tratado com brometo de metila + T. 2B2 e no coletor solar, com ou sem a adição do antagonista.

39 CONTROLE DE Rhizoctonia solani ISOLADO DE FEIJOEIRO DA REGIÃO DO CERRADO, PATOGÊNICO AO TOMATEIRO (Lycopersicum sculentum), PELO EMPREGO DE MICRORGANISMOS ANTAGÔNICOS. (BIOCONTROL OF Rhizoctonia solani ISOLATED FROM BEANS PLANTS CULTIVATED IN BRAZILIAN SAVANA REGION AND PATHOGENIC TO TOMATOES BY USE ANTAGONISTIC MICROORGANISMS APPLIED TO SEEDS).

PORFÍRIO, Z. & HOMECHIN, M. CCB/UEL - Caixa Postal 6001, CEP 86051 Londrina, PR, Brasil.

Avaliou-se a patogenicidade do fungo R. solani, isolado de plantas de feijoeiro desenvolvidas em solo de cerrado, a plantas de tomateiro e a ação do fungo Trichoderma sp. e bactéria do gênero Pseudomonas sp. grupo fluorescente para controle do patógeno. Sementes de tomateiro cv. AGROCICA 33 foram tratadas pelo método de imersão, em suspensão de esporos (2 x 10^6 UFC/ml) de diferentes isolados de Trichoderma sp. e bactéria Pseudomonas sp. do grupo fluorescente (1 x 10^8 UFC/ml), obtidos da rizosfera de plantas de tomateiro e de couve flor infectadas com o patógeno. A semeadura foi realizada em saco plástico com solo constituído pela mistura solo, esterco curral curtido, areia (2:1:1) e infestado 72 horas antes com 2 x 10^3 propágulos/500g de R. solani, multiplicado em sementes de girassol e arroz. Verificou-se que: a) R. solani foi patogênica ao tomateiro com acentuado tombamento na pós emergência; b) os isolados de Trichoderma sp. e de Pseudomonas sp. exerceram ação positiva no controle do patógeno, inibindo a capacidade do mesmo para promover o apodrecimento, morte de sementes e tombamento de plântulas.

40 EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE TOMATEIRO (Lycopersicum sculentum), COM MICRORGANISMOS SOBRE: EMERGÊNCIA, TOMBAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR EM SOLO. (SEED TREATMENT USING MICROORGANISMS FOR DAMPING-OFF CONTROL IN CREASE EMERGENCE AND ROOT SYSTEM GROWTH).

PORFÍRIO, Z. & HOMECHIN, M. CCB/UEL - Caixa Postal 6001, CEP 86051 Londrina, PR, Brasil.

Sementes de tomateiro cv. AGROCICA 33, foram tratadas através de imersão em suspensão de esporos (3 x 10^6 UFC/ml) de Trichoderma sp. e de bactérias do gênero Pseudomonas sp. grupo fluorescente (1,5 x 10^8 UFC/ml), isolados de solo e, selecionados e multiplicados em meio de cultura. Posteriormente, foram semeadas em solo de área de cultivo com hortaliças durante vários anos, acondicionado em saco plástico preto e mantido em casa de vegetação. Os parâmetros avaliados foram: emergência ao 5, 7 e 10 dias; tombamento aos 5, 7, 10, 15, 20 e 30 dias; volume de raízes (cm^3) aos 30 dias. Foi observado um efeito positivo dos tratamentos para os parâmetros avaliados em relação as testemunhas não tratada e tratada com fungicida.

41 CONTROLE DO MAL-DO-PÉ DO TRIGO COM AGENTES MICROBIANOS NO CAMPO (FIELD BIOCONTROL OF TAKE-ALL OF WHEAT BY MICROBIAL AGENTS). LUZ, W.C. da[1]

[1] EMBRAPA-CNPTrigo, Caixa Postal 569, 99001 - Passo Fundo, RS.

O mal-do-pé do trigo (Triticum aestivum L.) induzido por Gaeumannomyces graminis f.sp. tritici é um fator limitante no cultivo deste cereal sob monocultura no Rio Grande do Sul. Uma tentativa para controle da enfermidade poderia ser proporcionada pelo controle microbiológico. Para isto nove microorganismos, incluindo bactérias e leveduras, foram testados como tratamento de sementes num experimento em 1990. Todos os antagonistas aplicados reduziram significativamente ($P < 0,05$) a incidência e severidade da doença medida pela percentagem de espigas brancas e a percentagem de sintomas nas raízes, respectivamente. Os tratamentos aumentaram o rendimento do trigo. Bacillus subtilis apresentou, significativamente, melhor controle que os outros antagonistas. Este microagente proporcionou aproximadamente 98 % de proteção contra a doença aumentando o rendimento de grãos em 105 %, em relação à testemunha não tratada.

42 TRATAMENTO DE SEMENTES DE TOMATE COM RIZOBACTÉRIAS VISANDO O CONTROLE DE Pseudomonas syringae pv. tomato. (SEED TREATMENT OF TOMATO WITH RHIZOBACTERIAS AIMING CONTROL OF Pseudomonas syringae pv. tomato). VALARINI, P.J.* & MELO, I.S. CNPDA/EMBRAPA, Caixa Postal 69, 13820-Jaguariúna, SP. (*Bolsista do CNPQ).

A partir de linhagens de rizobactérias previamente isoladas do rizoplano de feijoeiro e selecionadas contra Fusarium solani f.sp. phaseoli e Sclerotinia sclerotiorum e do solo e de sementes de tomate, foram instalados experimentos em laboratório e casa de vegetação para verificar o efeito antagônico desses microrganismos sobre Pseudomonas syringae pv. tomato (Pst), agente da mancha bacteriana pequena do tomateiro. Os resultados mostraram que 50% das rizobactérias foram promissoras para inibição de Pst. Quando as rizobactérias foram inoculadas simultaneamente com Pst nas sementes de tomate, não houve crescimento do patógeno, nem tampouco as mesmas inibiram a germinação das sementes. Em telado, através do tratamento de sementes, verificou-se que as linhagens selecionadas, in vitro. controlaram Pst e, apenas o actinomiceto Micromonospora sp. proporcionou promoção de crescimento de plantas de tomate. Em relação ao peso de matéria seca, as linhagens mais promissoras apresentaram peso de raiz e da parte aérea superior à testemunha (água) e ao controle (Pst). Por outro lado, as linhagens isoladas de sementes de tomateiro não foram eficientes no controle de Pst e na promoção de crescimento do tomateiro.

43 EFICIÊNCIA DA BACTÉRIA Pasteuria penetrans NO CONTROLE DO NEMATÓIDE Meloidogyne javanica (EFFICIENCY OF THE BACTERIA Pasteuria penetrans IN THE CONTROL OF NEMATODE Meloidogyne javanica). SHARMA, R.D. EMBRAPA/CPACerrados, Caixa Postal 70.0023, CEP 73.300 - Planaltina, DF.

Em casa de vegetação, a bactéria Pasteuria penetrans foi testada para controle do nematóide Meloidogyne javanica em grao-de-bico (Cicer arietinum). No primeiro experimento, dois níveis de nematóides (450 e 890 larvas/vaso/planta) foram inoculados na presença e ausência da bactéria. No segundo experimento, os níveis de nematóides foram: 275, 550, 825 e 1100 larvas/vaso/planta na presença e ausência da bactéria. Os números de esporos da bactéria/larva para o primeiro e segundo experimento foram aproximadamente 15 e 30 respectivamente. Os experimentos foram avaliados 60 dias após a inoculação. Os níveis de controle de nematóide para o primeiro e segundo experimento variaram de 79,93% a 82,53% e 28,27% a 88,18% respectivamente. As pesquisas sobre controle biológico do nematóide pela P. penetrans estão em andamento em condições de campo.

44 OCORRÊNCIA DE FUNGOS PARASITAS DE FITONEMATÓIDES NOS SOLOS DE CERRADOS DO DISTRITO FEDERAL (OCCURRENCE OF PLANT-PARASITIC NEMATODE TRAPPING FUNGI IN SAVANAH SOILS OF FEDERAL DISTRICT). Mitsui, Y.[1] & Sharma, R. D.[2]. HOKKAIDA NATIONAL EXPERIMENT STATION, SAPPORO, 061-01, JAPAN ; EMBRAPA/CPACerrados, Caixa Postal 70.0023, CEP 73.300, Planaltina-DF.

Cinco espécies de fungos predadores de nematóides fitoparasitos foram identificadas em solo da Rizosfera de: Plantas nativas, Soja, Feijão e Ervilha. As espécies identificadas foram: 1) Plantas nativas - Monacrosporium gephyropagum; 2) Soja - M. gephyropagum, Arthrobotrys oligospora e A. musiformis; 3) Feijão - M. gephyropagum, M. cytosporum, A. oligospora e A. musiformis (com adubação verde) e M. gephyropagum (sem adubaçao verde); 4) Ervilha - Dactylella sp. O baixo nível da populaçao dos nematóides, na área de feijoeiro com adubaçao verde, em relação a sem adubação verde, pode ser em parte, devido a presença de grande número de fungos parasitas. Estes fungos podem ser usados, no presente e no futuro, para controle de nematóides como parte de controle integrado. Efeitos de temperatura e pH no crescimento desses fungos são discutidos.

PREMUNIZAÇÃO COM ESTIRPES FRACAS E OUTROS MECANISMOS DE CONTROLE BIOLÓGICO DO ENROLAMENTO DA FOLHA DA BATATA. (PREIMMUNIZATION WITH MILD ISOLATES AND OTHER BIOLOGICAL MECHANISMS FOR THE CONTROL OF POTATO LEAFROLL).

45

SOUZA-DIAS[1,4], J.A.C. de; MIRANDA F°,H.S.; SOUZA[3],Z. da SILVA; COSTA[4], A. S. [4]Seção de Virologia-IAC, C.P. 28; 13001 Campinas-SP; [2]Seção de Raízes e Tubérculos-IAC; [3]EMPASC, São Joaquim-SC; [1]Bolsista CNPq.

Estirpes fracas do vírus do enrolamento da folha da batata (Solanum tuberosum L.) vêm sendo procuradas entre possíveis segregantes naturais presentes em plantas produtivas, após gerações sucessivas sem seleção. Estão sendo estudadas (1) Plantas (soqueiras) da Bintje com mais de 15 anos num cafezal de Socorro-SP; (2) Plantas da variedade "Taquaras", mantidas há mais de 30 anos na região cafeeira de Tejupá-SP; (3) Plantas da Aracy multiplicada há mais de 13 anos no Estado da Paraíba; (4) Plantas de "Duvira" mantidas há quase 20 anos por produtores da região de Sorocaba-SP: e (5) Plantas de 4 clones "crioulos" mantidos no Estado de Santa Catarina.

Os resultados apoiam a hipótese de proteção por estirpes fracas segregadas naturalmente. Foram também observados casos de ausência do vírus nos tubérculos em estudo, o que alerta para outras hipóteses que merecem elucidação e que podem estar relacionadas (1) ao ambiente, interferindo na cadeia epidemiológica da moléstia; (2) à própria planta, mutantes somáticos com tendência a escape, tolerância ou mecanismos de "auto-limpeza"; e (3) ao vírus, complexos extremamente fracos, de pouco poder replicativo ou invasivo.

Os testes poderão revelar mecanismos ainda não explorados no controle da degenerescência da batata-semente causada pelo PLRV.

46 UTILIZAÇÃO DE EXOPOLISSACARÍDEOS DE Xanthomonas campestris pv.manihotis Xanthomonas campestris pv.campestris E GOMA XANTANA COMERCIAL COMO INDUTORES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM DO CAFEEIRO (UTILIZATION OF EXOPOLYSACCHARIDES OF Xanthomonas campestris pv.manihotis, Xanthomonas campestris pv.campestris AND COMMERCIAL XANTHAN GUM AS INDUCERS OF RESISTANCE AGAINST COFFEE LEAF RUST). GUZZO,S.D., BACH,E.E. & MORAES,W.B.C. Seção de Bioquímica Fitopatológica, Instituto Biológico, C.P.7119, 01051 São Paulo SP.

Foi observado anteriormente que exopolissacarídeos (EPS) extraídos da capsula bacteriana de Xanthomonas campestris pv.manihotis (Xcm) induzem resistência sistêmica em cafeeiros suscetíveis (cv.Mundo Novo) a Hemileia vastatrix (Guzzo,S.D. et al. Summa Phytopathol. 17: 29,1991). Com o objetivo de determinar o período de duração da resposta da proteção induzida, o EPS de Xcm foi aplicado nos 2ºs, 3ºs e 4ºs pares de folhas na concentração de 100 Eq ug glucose/ml. Após diferentes intervalos de tempo em dias (2 a 16) e em semanas (1 a 5), as plantas tratadas foram inoculadas com uma suspensão do patógeno (2mg/ml). Verificou-se que a resistência induzida perdurou pelo menos por 5 semanas (69,2%). Verificou-se, também, que o EPS extraído do isolado NRRL B-1459 de X.campestris pv.campestris, produtor da goma xantana, induziu proteção da ordem de 83,2%, quando aplicado na concentração de 100 Eq ug glucose/ml, 72h antes da inoculação com o patógeno. Através de testes biológicos, observou-se que a goma xantana comercial foi igualmente efetiva em induzir proteção nas concentrações de 1, 0,5 e 0,25mg/ml, com índices de proteção de 92,1; 89,1 e 92,2%, respectivamente.

47 POTENCIAL DE Saccharomyces cerevisae E Metarhizium anisopliae NO CONTROLE DA HELMINTOSPORIOSE EM MILHO PIPOCA (Zea mays) E DA ANTRACNOSE EM SORGO (Sorghum bicolor). (POTENTIAL OF Saccharomyces cerevisae AND Metarhizium anisopliae ON THE CONTROL OF HELMINTHOSPORIOSE IN POPCORN (Zea mays) AND ANTHRACNOSE IN SORGHUM - (Sorghum bicolor). *STANGARLIN, J.R.;*LOPEZ, A.M.Q. & PASCHOLATI, S.F. ESALQ/USP Deptº de Fitopatologia, C.P. 09, CEP 13400, Piracicaba - SP.

Suspensões aquosas provenientes de S. cerevisae (Fermento Biológico Fresco - Fleischmann - 5 mg/ml) inibiram em 39% e 99% a germinação in vitro dos conídios de Helminthosporium turcicum e Colletotrichum graminicola, respectivamente, enquanto que o filtrado dessas suspensões inibiu a germinação em torno de 9% e 80%, na mesma ordem. Por sua vez, suspensoes de esporos de M. anisopliae inibiram a germinação dos conídios de C. graminicola em cerca de 54%, enquanto que para o filtrado das suspensoes, a redução da germinação foi em torno de 14%. Para H. turcicum, tanto a suspensão de M. anisopliae, - quanto o filtrado da mesma, não causaram nenhum efeito na germinação dos conídios. Em casa-de-vegetação, a incidencia da helmintosporiose em milho e da antracnose em sorgo - foi reduzida pelo tratamento em plantas com suspensoes de S. cerevisae e M. anisopliae. Em experimento preliminar, conduzido em condições de campo, suspensões aquosas de S. cerevisae, quando aspergidas sobre as folhas, dependendo da concentração e do intervalo de aplicação, conferiram proteção às plantas de sorgo contra C.graminicola. Em função desses resultados, procuramos discutir o potencial desses microrganismos no controle de doenças fungicas em tecidos de plantas.

ISOLAMENTO E CULTIVO DE Ampelomyces quisqualis, HIPERPARASITA DO Oidium sp. DO QUIABEIRO.(ISOLATION AND CULTIVATION OF
48 A. quisqualis, HYPERPARASITE ON OKRA POWDERY MILDEW). SANTOS, A.[1] & FERNANDES,M.C.A.[2]. [1]Bolsista da FAPERJ-Estudante da UFRRJ; [2]Est. Exp. de Itaguaí/PESAGRO-RIO, Ant. Rio-São Paulo km 47-Seropédica, Itaguaí,RJ. 23.851.

O isolamento de A. quisqualis foi realizado sobre colônias de Oidium sp. em folhas de quiabeiro. As folhas foram coletadas, desinfestadas com hipoclorito de sódio a 5% e lavadas com água estéril e por último com água estéril + estreptomicina(E). Os fragmentos foliares foram incubados em placas de Petri por 4 horas, em temperatura ambiente, sobre o meio de cultura de água-ágar + E(AAE) e logo após foram retirados do meio. Os picnídios do hiperparasita depositados no meio AAE, foram transferidos para o meio de extrato de folhas de quiabeiro + agar(FQ) e incubados à temperatura de 24°C,por 7 dias, em ausência de luz. Para o cultivo do hiperparasita foram testados os meios de cultura a base de: arroz(A), aveia(AV), carbonato de cálcio($CaCO_3$), folhas de cenoura(FC), folhas de quiabeiro(FQ), extrato de malte(EM), malte asparagina(MA), suco de legumes(V8) e Malte(M). A avaliação foi realizada, a intervalos de 7 dias durante 28 dias, medindo-se o crescimento micelial em cm e a esporulação do fungo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições. Os meios de cultura A, V8, EM e MA apresentaram-se como os mais adequados para o cultivo de A. quisqualis.

CONTROLE BIOLÓGICO DE Oidium sp. DO QUIABEIRO POR Ampelomyces quisqualis EM CAMPO.(BIOLOGICAL CONTROL OF
49 Oidium sp.OF OKRA FOR Ampelomyces quisqualis IN THE FIELD) FERNANDES, M.C.A.[1]; SANTOS, A.[2]; ALMEIDA, D.L. GUERRA,J.G.M. & PAULA, M.[3]. [1]Estação Experimental de Itaguaí/PESAGRO-RIO, Antiga Rio-São Paulo, km 47-Seropédica-Itaguaí,RJ - 23.851; [2]UFRRJ; [3]EMBRAPA/CNPBS.

O controle biológico do Oidium sp. do quiabeiro realizado por Ampelomyces quisqualis foi avaliado, em campo, sob dois sistemas de adubação:orgânica(c/ esterco de galinha) e mineral(c/ nitrato de cálcio), em 4 níveis de nitrogênio. O experimento foi implantado numa área aproximada de 2500m² e o delineamento experimental foi o de blocos casualizados c/ 3 repetições. Cada bloco foi constituído por 8 parcelas, sendo as quatro primeiras destinadas à adubação orgânica e as quatro restantes à adubação mineral. A avaliação foi realizada através da incidência natural de ambos os fungos nas folhas de quiabeiro, coletadas aos 40 e 120 dias do plantio e, também, através da produtividade de frutos. Observou-se que, sob condições de altíssima incidência, o Oidium sp. foi eficientemente controlado por A. quisqualis, e que não houve diferenças significativas entre sistemas de adubação na % de incidência dos fungos. A produtividade obtida sob a adubação orgânica, sem o emprego de fungicidas para o controle do Oidium sp., foi superior à média da região de Itaguaí,RJ onde tradicionalmente, se usam estes produtos.

50 CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS FÚNGICAS DE ARROZ IRRIGADO (BIOLOGICAL CONTROL OF PADDY RICE FUNGI DISEASES). RIBEIRO, A.S.[1,2] & BRANCÃO, N.[2] [1]Bolsista do CNPq; [2]EMBRAPA-CPATB, Caixa Postal 553, 96001, Pelotas, RS.

Com o objetivo de controlar biologicamente as principais doenças do arroz irrigado, foram realizados dois experimentos de campo (1989/90 e 1990/91), com a cultivar BR-IRGA 410, tratada com microorganismos aos 30, 50 e 70 dias após a emergência das plantas. Os resultados obtidos mostraram que os agentes biológicos atuaram de modo semelhante ou um pouco inferior ao fungicida padrão usado (Triciclazol), reduzindo a severidade dos sintomas de brusone (Pyricularia oryzae), escaldadura (Goerlachia oryzae), manchas de glumas (vários fungos e bactérias), queima de bainhas (Rhizoctonia solani) e podridão do colmo (Sclerotium oryzae). No segundo ano, somente, verificou-se que P. oryzae (NP-IB), não patogênica à cultivar; Gliocladium sp. e Bacillus sp. (Cepa 13.08) mostraram acréscimos significativos no rendimento de grãos, em relação à testemunha. Os demais tratamentos P. oryzae (NP II), Trichoderma sp. (Mc. 1 e Ar.3), Cladosporium sp. Nigrospora oryzae, Bacillus sp.(Cepa 20.88), Fusarium spp. (Tr.1) e o fungicida Triciclazol apresentaram produtividade intermediária, não diferindo significativamente da testemunha e, tão pouco dos acima referidos.

51 CONTROLE INTEGRADO DE Sclerotinia sclerotiorum COM BENOMYL E Trichoderma harzianum RESISTENTE AOS BENZIMIDAZÓIS. MELO, I.S. CNPDA/EMBRAPA, Caixa Postal 69, 13820 - Jaguariúna, SP; SILVA, A.C.F. da & CASSIOLATO, A.M., Pós-Graduação ESALQ/USP.

Sclerotinia sclerotiorum causa perdas enormes na cultura da alface. No Brasil, as perdas são causadas principalmente pelo inóculo, geralmente escleródios, produzidos dentro do campo. De um isolado selvagem de T. harzianum, antagônico ao S. sclerotiorum, foram obtidos mutantes por irradiação ultra-violeta resistentes aos fungicidas do grupo dos benzimidazóis; dos quais um mutante, CNPDA-2B2, foi utilizado nos testes tanto de laboratório quanto de casa-de-vegetação. Esta linhagem, quando comparada com a linhagem parental, colonizou e parasitou escleródios do patógeno, diminuindo a germinação dos mesmos. Em bioensaios, realizados com solo pasteurizado via coletor solar (temperaturas entre 70 - 80 °C por três dias) e infestado artificialmente com o patógeno, empregaram-se como método de controle doses reduzidas de benomyl (0,5 a 1 ppm do ingrediente ativo) associadas com Trichoderma aplicado ao solo numa proporção de 10 gramas de substrato colonizado/kg de solo. Os resultados mostraram que a combinação do fungicida e de Trichoderma assegurou um controle de 100% da doença por um período mais duradouro, visto que somente o fungicida controlou 90%, sendo este efêmero.

A linhagem CNPDA-2B2 além de apresentar atividade celulolítica, apresenta atividade lipolítica, cujos resultados serão discutidos.

52 MÉTODOS PARA SELEÇÃO DE ANTAGÔNICOS A Penicillium expansum AFETANDO MAÇÃS, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO. R.M. VALDEBENITO SANHUEZA & M. BORSÓI, EMBRAPA-CNPFT - C.P. 177. 95200, VACARIA/RS (Bolsistas do CNPq). (LABORARATORY SCREENING METHODS FOR SELECTION OF ANTAGONISTIC MICROORGANISM TO Penicillium expansum IN APPLES).

Penicillium expansum é o patógeno mais importante na frigorificação de maçãs no Brasil. A perda da eficiência do fungicida registrado e as perdas crescentes de frutos motivaram esta pesquisa. Os isolados avaliados foram obtidos da superfície dos frutos. Para isolamento, água de lavagem das maçãs foi plaqueada preferentemente em BDA e após de 24 a 48 h de estocagem a 24°C no escuro cada colônia foi caracterizada quanto à cor, tipo de crescimento e opacidade. As culturas selecionadas e cinco isolados de Bacillus subtilis foram avaliados quanto à inibição da esporulação de P. expansum utilizando-se plaqueagem alternada do desafiante e patógeno, ou quanto a detecção da inibição da germinação de conídios de P. expansum com plaqueagem paralela desafiante-patógeno. Outros métodos utilizados foram a inoculação de desafiante e patógeno em maçãs com ferimentos com intervalos de 4 h, em esquema protetor e curativo e a inoculação de desafiante em maçãs com ferimentos , 24 h antes do patógeno. Os resultados obtidos mostraram 66 a 68% de coincidência entre os testes "in vitro" e "in vivo" o que permite recomendar sua utilização junto a frutos com ferimentos para a seleção de antagônicos. Três isolados obtidos e um de B. subtilis controlaram P. expansum com eficiência igual ou superior ao tratamento com Tiabendazólio ou Hipoclorito de Sódio.

53 PROTEÇÃO DOS CORTES DE PODA DE MACIEIRA DA INFECÇÃO POR Botryosphaeria obtusa com organismos antagônicos. Rosa Maria Valdebenito Sanhueza[1] EMBRAPA/CNPFT - Campo Experimental de Vacaria. Caixa Postal 177; 95200-Vacaria-RS. (Protection of apple tree pruning wounds against Botryosphaeria obtusa infection with anatagonistic organisms).

Estudou-se o efeito antagônico a Botryosphaeria obtusa, de três isolados de Trichoderma viride (T12, T15 e T19), da coleção do CEV-CNPFT e de dois isolados bacterianos (B1 e B2) e de Gliocladium roseum obtidos de ramos de macieiras e pereiras afetados com cancros causados por B. obtusa. No teste desenvolvido em meio de cultura (BDA) o isolado de Trichoderma viride, T19, exerceu efeito fungicida, enquanto que os outros isolados apresentaram efeito fungistático ao desenvolvimento do patógeno. A inibição das colônias do patógeno variou de 46 a 74% após 6 e 12 dias de crescimento conjunto. A proteção de ferimentos de poda, em ramos destacados de macieiras (cv. Red Delicious), pelos isolados (bactérias e fungos) estudados mostrou que T19 não causou lesões nos ramos destacados inoculados e protegeu-os totalmente da ação da B. obtusa. Em condições de campo, ramos da cv: Fuji foram protegidos da infecção quando tratados com os isolados T15, T19 ou com a mistura desses dois isolados.

[1]Bolsistas do CNPq.

54 PROTEÇÃO DOS CORTES DE PODA DE RAMOS DE MACIEIRA DA INFECÇÃO POR Botryosphaeria dothidea COM ORGANISMOS ANTAGÔNICOS. (PROTECTION OF APPLE TREE PRUNING WOUNDS AGAINST Botryosphaeria dothidea INFECTION WITH ANTAGONISTIC ORGANISMS). VALDEBENITO-SANHUEZA[1*], R.M.; KRETZSCHMAR[1*], A. A.. [1]EMBRAPA-CNPFT, C.P. 177, 95200, VACARIA,RS. *Bolsistas do CNPq.

Quatro isolados de Trichoderma viride e um de Gliocladium roseum foram avaliados quanto ao efeito antagonico à B.dothidea em meio de cultura (BDA) e à proteção da infecção pelo antagônico em ramos destacados de macieiras (cv Gala). O inóculo utilizado constou de discos com meio de cultura colonizado ou da suspensão de esporos dos desafiantes e patógeno. Após o tratamento do ferimento do ramos com o desafiante, o setor foi protegido e após 24h descoberto e tratado com o patógeno. As cultivares Gala e Fuji na primavera e inverno, respectivamente. Foram tratadas em condições de campo com suspensões de conídios dos isolados T15 e/ou T19 utilizando-se igual metodologia que em ramos destacados. Os resultados obtidos em meio de cultura mostraram que os isolados de T.viride inibiram o patógeno, exerceram efeito fungicida e produziram substâncias difusíveis inibitórias à B.dothidea. Todos os desafiantes testados protegeram os ramos destacados. O isolado T15 protegeu os ramos de macieira no teste de primavera e a mistura dos isolados T15 e T19 foi mais eficiente na aplicação de inverno.

55 AVALIAÇÃO DE Bacillus subtilis e Bacillus thuringiensis NO CONTROLE DE Penicillium expansum EM FRUTOS DE MACIEIRA APÓS A COLHEITA. (EVALUATION OF Bacillus subtilis AND Bacillus thuringiensis IN POSTHARVEST CONTROL OF Penicillium expansum ON APPLES). KRETZSCHMAR[1*], A.A.; VALDEBENITO-SANHUEZA[1*], R.M.. [1]EMBRAPA-CNPFT, Campo Experimental de Vacaria, Caixa Postal 177, Vacaria, RS. *BOLSISTAS DO CNPq.

A utilização dos microorganismos B.subtilis e B.thuringiensis no controle do fungo Penicillium expansum, causador do mofo-azul em maçãs, foi testada. Foram utilizados frutos da cultivar Fuji, em temperatura ambiente e câmara fria. Os tratamentos constaram de inoculação de frutos feridos com suspensão de esporos do patógeno, previamente protegidos com suspensões dos antagonistas, e tratamento de frutos feridos com mistura de suspensões do patógeno e antagonista, nas concentrações de 10^2 esp/ml de P.expansum, 2% de Produto Comercial de B.thuringiensis e 9 x 10^{10} cel/ml de B.subtilis.

Os frutos foram avaliados após 7 dias, realizando-se contagem de ferimentos atacados e medição do diâmetro das lesões. O melhor controle foi obtido em pré-inoculação de frutos com suspensão de antagonistas, tanto em câmara fria como em temperatura ambiente.

ÍNDICE DE RESUMOS DOS TRABALHOS APRESENTADOS

* trabalhos em que o autor figura como o principal

T

V

CONFERÊNCIAS

CONFERENCES

MANEJO DA MICROFLORA EPIFITA NO CONTRÔLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

HASIME TOKESHI

RESUMO

As plantas evoluiram em condições edafoclimáticas relativamente constantes em associação com uma microflora epifita e da rizosfera bastante específica.

A evolução simultânea e associativa constante gerou uma interdependência entre a planta e a microflora como as microrrizas, fixação de nitrogênio do ar por simbiose ou associação na parte aérea e rizosfera.

Esta complexa relação de interdependência é mantida pelos lixiviados de minerais e compostos orgânicos excretados pelo vegetal que por sua vez recebe dos microrganismos simbiontes e associados, sais minerais, auxinas giberelinas, citoquininas, vitaminas e aminoácidos. O crescimento destes microrganismos origina a proteção contra patógenos por antibiose, antagonismo, parasitismo e competição por nutrientes lixiviados da planta.

Durante a domesticação das plantas em condições edafoclimáticas diferentes a microflora em simbiose e interdependente foi desequilibrada ou perdida gerando as condições para ocorrência de doenças.

As técnicas agronômicas modernas e defensivos agrícolas acelelaram a ocorrência de desequilíbrio e doenças.

O restabelecimento do equilíbrio biológico da microflora epifita e da rizosfera existentes nos centros de origens das espécies cultivadas leva ao controle de doenças e pragas.

1. INTRODUÇÃO

O controle biológico de doenças em plantas é um fenômeno extremamente corriqueiro nos centros de origem das plantas cultivadas.

O exame do problema nesses centros indica que a microflora epífita favorecida pelos exsudatos das plantas e adaptada às condições edafoclimáticas locais estabelece uma relação simbiótica mutualística com a planta gerando uma interdependência.

A interdependência da planta com a microflora epífita e da rizosfera faz com que as suas necessidades nutricionais sejam as mesmas.

Os estudos da fixação associativa de nitrogênio em gramíneas mostram que os conceitos de elementos essenciais à planta não podem ser isolados das necessidades da microflora associativa se quizermos manter as condições ótimas de produção e controle biológico de doenças e pragas TOKESHI (1988).

Se admitirmos que a doença nas plantas pode ser conceituada como um desequilíbrio na microflora benéfica associada à planta, crescendo em condições edafoclimáticas diferentes daquelas dos centros de origem fica mais fácil verificar que o manejo da microflora epífita e da rizosfera nada mais é que procurar oferecer às plantas condições próximas aos dos centros de origem ou aquelas em que a planta foi selecionada pelo homem (evolução acelerada).

A domesticação das plantas causou desequilíbrio na microflora benéfica associada à planta e com isso surgiram em grande parte as epidemias de doenças que conhecemos na atualidade. Procuraremos demonstrar o exposto nos exemplos encontrados na literatura e na produção de cana-de-açúcar.

2. EVOLUÇÃO DAS PLANTAS CULTIVADAS

As plantas cultivadas evoluíram nas condições edafoclimáticas dos centros de origem e desenvolveram processos fisiológicos que permitiram tirar vantagens das condições de solo e clima e microrganismos predominantes.

Como consequência deste fato observamos que as espécies de plantas tropicais ou de clima temperado que são originárias de regiões de clima semiárido e solos ricos em sais minerais são plantas mais exigentes, necessitando de teores de cálcio, potássio, boro, zinco e cobre em níveis muitas vezes superiores aos níveis exigidos pelas espécies de clima tropical úmido e solos pobres TUCKEY JR. (1970), ROBINSON (1976).

As plantas originárias de solos ricos desenvolveram um sistema fisiológico que exigem altos teores de nutrientes e as perdas destes por lixiviação nas folhas são extremamente elevados. Os trabalhos com elementos radioativos desenvolvidos por TUKEY (1958, 1971) confirmaram os dados obtidos por vários autores a mais de 150 anos. Na Tabela 1 verificamos que as folhas de macieira podem lixiviar 80% do potássio em 24 horas de chuvas. Isto ocorre porque estas plantas evoluiram em solos ricos em cálcio, potássio e boro, e por isso a lixiviação não constitui problema e em muitos casos ajuda a sobrevivência da planta pela eliminação dos excessos de sais minerais.

A lixiviação de compostos orgânicos também é comum em todas as plantas cultivadas independente das condições edafoclimáticas dos centros de origens. Esta lixiviação de produtos da fotossíntese já foi observada há muitos anos como podemos verificar na Tabela 2. Os dados atuais indicam que em média 10% (DOBEREINER (1979); HIGA (1991); LI e LIO (1986) dos produtos da fotossíntese e seus derivados são lixiviados pelas folhas, frutos, caule e raízes.

Tabela 1 - Estimativas de lixiviação de nutrientes inorgânicos nas plantas

Autor	Planta	Elemento	Quantidade
ARENS (1934)	Beterraba	Cinzas	62 kg/ha equivalente
	24 horas/chuva		31 kg/ha H_3PO_4
			5 kg/ha CaO
DALBO (1956)	Maçã	Potássio	20 a 30 kg/ha
	ha/ano	Cálcio	10,5 kg/ha
		Sódio	9 kg/ha
WALLACE (1930)	Maçã	Cálcio	50% folha
	24 horas	Potássio	80% folha

FONTE: TUKEY (1971).

A evolução paralela das plantas e microflora nas mesmas condições efafoclimáticas e a lixiviação de nutrientes minerais e orgânicos pelas folhas e raízes criaram na filosfera e rizosfera um ambiente rico e favorável ao crescimento de uma microflora e microfauna benéfica à planta.

A evolução paralela das plantas e microrganismos originaram uma interdependência intensa entre planta e diferentes espécies epifitas ou da rizosfera a nível de variedade.

Tabela 2 - Lixiviação de compostos orgânicos pelas plantas

Autores	Planta	Composto orgânico	Quantidade
DALBRO (1956)	Macieira	Carboidratos	800 kg/ha/ano
TUKEY et al.(1958)	*Phaseolus*	Carboidratos	6% peso folha/24 h.
BLAKEMAN (1970)	Fumo	Carboidratos	115-244 mg/l
			Orvalho
		Aminoácidos	25-80 mg/l
			Orvalho
PURNELL (1970)	*Brassica*	Glucose	0,250 mg/cm^2
	Napus	Frutose	0,054 mg/cm^2
	24/horas	Outros açúcares	0,016 mg/cm^2
		Ác. Total	0,321 mg/cm^2

TUCKEY (1971)

O nível de interdependência abrange as micorrizas, bactérias fixadoras de nitrogênio por simbiose ou fixação associativa. O fenômemo é praticamente genérico abrangendo todas as plantas cultivadas ou selvagens e na Tabela 3 apresentamos algumas famílias e gêneros onde a associação foi comprovada KLINCARE et alii (1971), LI e LIU (1986), RUSCHEL (1979).

A lixiviação de nutrientes pela planta tem da mesma forma estimulado o crescimento de organismos saprófitas e epífitas que podem conferir resistência a doenças causadas por fungos e bactérias. Na Figura 1 adaptada de BLAKEMAN (1971) apresentamos um esquema pelo qual as bactérias, leveduras e fungos saprófitas crescendo sobre as folhas produzem metabólitos ou consomem osexsudatos da planta e impedem o desenvolvimento dos patógenos por competição ou antagonismo.

Tabela 3 - Famílias de plantas que já mostraram aumento de produção por microrganismos epífitos

Famílias	Gênero de planta	
Gramínea	*Saccharum*	(Cana)
	Sorghum	(Sorgo)
	Panicum	(Colonião)
	Paspalum	(G.Forquilha)
	Avena	(Aveia)
Papilionaceae	*Lucerne*	(Alfafa)
	Lupinus	(Tremoço)
	Vicia	(Fava)
Cruciferae	*Brassica*	(Repolho)
	Raphanus	(Rabanete)
Quenopodiaceae	*Beta*	(Beterraba)

FONTE: KLINCARE et al (1971).

Este tipo de interação entre a planta e a microflora epífita é um dos principais métodos de contrôle dos fungos que necessitam de uma fonte externa de açúcares para causar infecção. São fungos deste grupo *Botrytis cinerea*, *Sclerotium rolfsii* e *Mycosphaerella melonis*. De acordo com a figura 2 os fungos que necessitam de fonte externa de energia (açucareiros) somente causam infecção se tiverem acesso aos exudatos de órgãos vegetais senescentes como flores, pólem, frutos abortivos, folhas senescentes ou exsudatos de insetos BLAKEMAN (1971). Na Tabela 4 são apresentados trabalhos que demonstraram que o ataque de *Botrytis cinerea* tem início durante a polinização dos

frutos e manifestam as podridões na maturação dos frutos devido basicamente ao aumento de lixiviação de açúcares. De acordo com o exposto verificamos que cada espécie de planta evoluiu em uma condição edafoclimática específica e selecionou de forma associativa uma microflora benéfica bastante específica.

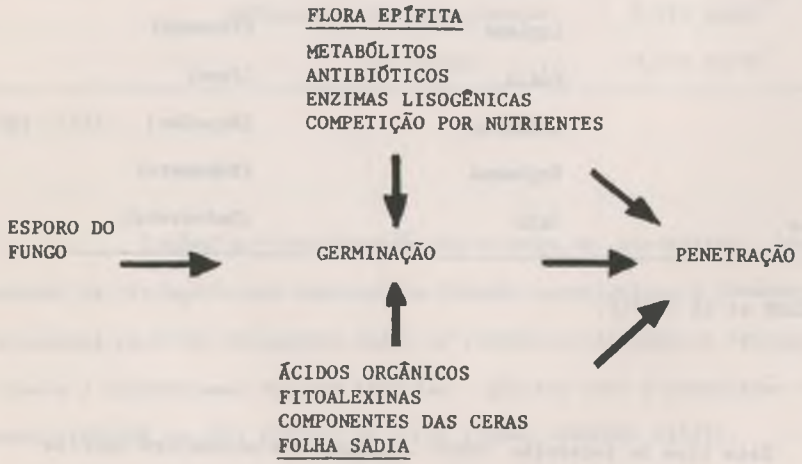

Figura 1 - Fontes de substâncias antifúngicas ou bactericidas na superfície das folhas de plantas resistentes

Tabela 4 - Efeito de substrato externo na infecção por *Botrytis cinerea*

Autores	Planta e local Inoculado	Resultado
BROWN (1922)	Pétala de flores e folhas de fava	Infecção aumenta com exsudatos ou com adição de nutriente
ORELLANA e THOMAS (1962)	Frutos de mamona suscetível e resistente	Suscetibilidade é proporcional a quantidade de açúcar lixiviado
JARVIS (1962)	Frutos de moranguinho e framboeza	99% de infecção ocorre a partir de restos florais
CHOU e PREECE (1968)	Pétalas de moranguinho e folhas de fava	Grande aumento de infecção em presença de pólem da planta

Adaptado de BLAKEMAN (1971)

Não se pode portanto cultivar estas plantas sem levarmos em consideração a microflora a ela associada.

O nível de importância desta microflora é extremamente elevado para o controle biológico de doenças, pois além de competirem pelos exsudatos de plantas estes organismos são responsáveis pela produção de auxinas, giberelinas, citoquininas e vitaminas necessárias à planta (Tabela 5 - adaptado de KLINCARE (1971).

Os trabalhos de KLINCARE (1971) demonstraram a eficácia de diversas bactérias em produzir antibióticos eficientes contra patógenos. Algumas das espécies e gêneros identificados pelo autor são apresentados na Tabela 6.

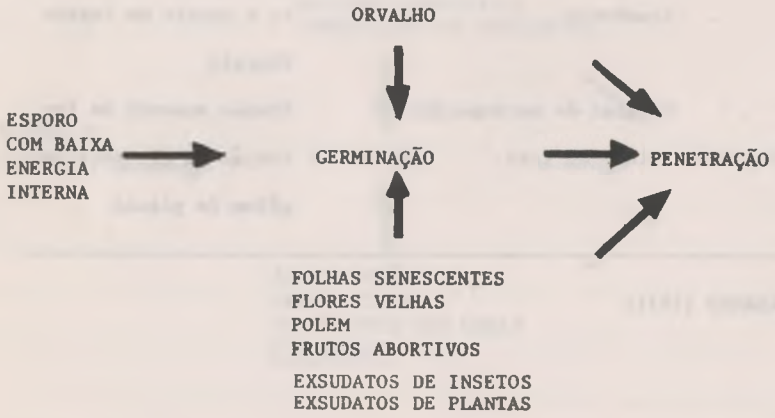

Figura 2 - Fontes de nutrientes para fungos "Açucareiros" causarem infecção na superíficie das folhas de plantas

Tabela 5 - Hormônios, vitaminas e compostos biologicamente ativos isolados de bactérias epifitas

Vitaminas do grupo B	Hetereoauxinas
Ácido Indolacético	Aminoácidos
Ácido Giberélico	

FONTE: KLINCARE (1971)

Tabela 6 - Espécies de bactérias antagonistas a patógenos isolados por KLINCARE (1971)

Pseudomonas Cornea	*Microbacterium*
Pseudomonas Rubra	*Chromobacterium*
Pseudomonas Liquefaciens	*Sarcina*
Pseudomonas Fluorescens	*Bacillus*
	Micrococcus

Pelas informações anteriores podemos visualizar a seguinte situação:

a) as plantas evoluíram em condições edofaclimáticas específicas;

b) este isolamento e interdependência com o clima e solo favoreceu a seleção de microflora associada em benefício mútuo;

c) o crescimento do vegetal lixiviando em torno de 10% dos produtos da fotossíntese propiciou a fonte de energia necessária a manutenção da microflora associada;

d) a microflora associada fixando nitrogênio, e excretando vitaminas,hormônios, sais minerais, animoácidos e antibióticos, controlaram o crescimento de patógenos e possibilitou ao vegetal a produção de nutrientes necessáriosa microflora associada.

A partir do momento em que o homem passou a domesticar as espécies selvagens de plantas cultivadas o desequilíbrio biologico entre planta e microflora epífita e da rizosfera foram se acentuando. Este desequilíbrio aumentou com o uso de irrigação por aspersão, adubação química desequilibrada e aplicação de defensivos químicos que quase nunca levam em consideração o fato que o crescimento da planta é interdependente da microflora associada.

Do exposto,verificamos que o manejo da microflora epífita e da rizosfera é o meio racional de controle de doenças de plantas.

Para demonstrar a veracidade desta afirmativa procuraremos entender alguns resultados agronômicos usando alguns exemplos conhecidos.

3. FIXAÇÃO ASSOCIATIVA DE NITROGÊNIO EM PLANTAS

Na análise conjunta de 135 experimentos brasileiros de adubação nitrogenada em cana planta foi observado que em 78% (105 experimentos) não havia aumento de produção com aplicação de nitrogênio. Com base no nitrogênio ar

mazenado no solo.AZEREDO et alii (1986) não conseguiram explicar as elevadas produções obtidas.

Associando estes dados com a fixação associativa de nitrogênio por bactérias epífitas e da rizosfera com a lixiviação de carbcidrato pela cana de açúcar pode se explicar a falta de resposta a adubação nitrogenada DÖ BEREINER et alii (1975a,1975b), RUSCHEL (1976, 1979), RUSCHEL et alii (1975, 1977) e LI e LIU (1983, 1986).

Verificamos portanto que a cana de açúcar utilizando os exsudatos das folhas, caule e raízes é capaz de fixar diretamente da atmosfera de 26 a 65% do nitrogênio que a planta necessita e por isso não houve resposta em 78% dos experimentos de adubação.

Na cana-de-açúcar estimou-se que de 40 a 104 kg/ha de nitrogênio são fixados pelas bactérias, usando 10% dos lixiviados originários da produção de 30 a 40 t/ha de matéria seca na parte aérea e 20 t/ha de raízes SILVA e CASAGRANDE (1983), TOKESHI (não publicado).

Na Tabela 7 ilustramos a eficiência da bactéria *Beijerinckia indica* na fixação de nitrogênio atmosférico obtida por LI e LIU (1983,1986). É importante ressaltar que a fixação associativa de nitrogênio é mais eficiente em mistura de espécies de bactérias no solo e por isso em condições reais isto deve ser ainda mais elevado que os dados obtidos por LI e LIU (1983, 1986). No solo o complexo de *Azospirium Liporum*, *A. brasiliensis*, *Azotobacter paspali*, *A. vinilandii*, *Beijerinckia indica*, *B. fluminensis*, *B. derxii*, *Derxia gommosa*, *Bacillus polimixa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Clostridium* e *Erwinia Herbicola*, segundo RUSCHEL (1977), DÖBEREINER (1979), atuam em conjunto aumentando a eficácia de fixação de nitrogênio. A presença destes organismos na parte aérea de cana-de-açúcar, napiê, *Tripsacum*, colonião, sorgo milho, indica que a fixação associativa de nitrogênio ocorre na parte aérea

e radicular das plantas, fato êste de característica hereditária mostrando que é resultante da evolução e seleção de plantas com maior ou menos habilidade de fixação de nitrogênio.

Os estudos da herdabilidade da fixação associativa de nitrogênio, em cana-de-açúcar mostram que é uma característica varietal hereditária, com alta herdabilidade.

Na Figura 3 ilustramos a variação de eficiência de fixação de nitrogênio nas variedades CB41-76 (ineficiente) e a NA56-79(eficiente). Estas variedades foram autofecundadas e os decendentes mostraram que os filhos da NA56-79 herdaram a alta eficiência de fixação de nitrogênio e o oposto ocorreu com os filhos da CB 41-76. RUSCHEL e RUSCHEL (1979).

Fica assim demonstrado que a lixiviação de elementos minerais e orgânimos pelas plantas tem função de fornecer aos microrganismos epifi-

Tabela 7 - Efeito da bactéria fixadora de nitrogênio *Beijerinckia indica* no crescimento da cana-de-açúcar

Tratamento	Altura cm		Peso seco g		Bactéria g raiz
	cm	%	g	%	
Sem nitrogênio*	70,4	(41)	1,33	(19)	0
Sem nitrogênio * + *B. indica*	137,6	(77)	21,83	(65)	$8,6 \times 10^5$
com nitrogênio	178,0	(100)	33,51	(100)	0

* Todas as plantas receberam adubação completa eliminando-se o nitrogênio da solução de Hoagland LI e LIU (1983).

tas e da rizosfera nutrientes necessários ao crescimento dos mesmos e a fixação associativa de nitrogênio, produção de antibióticos, auxinas, vitaminas, giberelinas, citoquininas e controle biológico de patógenos BLAKEMAN (1971), DOBEREINER (1979), RUSCHEL (1977).

Na Tabela 8 são mostradas as quantidades de carboidratos exudados por *Tripsacum laxum* obtida por RUINEN (1971). Nela verificamos que na folha mais 1 (nomenclatura de KUIJPER) podemos encontrar 4.000 miligramas de açúcar por litro de lixiviados, e o exame da microflora epífita das folhas encontrado por RUINEN (1971), RUSCHEL (1977), mostra a sua função fixadora de nitrogênio.

Tabela 8 - Concentração de carboidratos nas folhas da gramínea (*Tripsacum laxum*)

Folha do cartucho número	Miligrama de açúcar/litro de lixiviado coletado
- 1	400
0	2000
+ 1	4000
+ 3	2000
+ 5	400

FONTE: RUINEN (1971)

Com os dados agora disponíveis podemos verificar as vantagens e desvantagens da lixiviação de nutrientes pelas plantas.

É evidente que há uma associação íntima entre a planta e a microflora epífita e da rizosfera com vantagens mútuas envolvendo o controle biológico de pragas e doenças.

Assim todas as práticas agronômicas que levam ao desequilíbrio da microflora associada pode levar ao ataque de doenças, pragas e deficiências nutricionais por permitir o crescimento dos patógenos às custas dos lixiviados da planta .

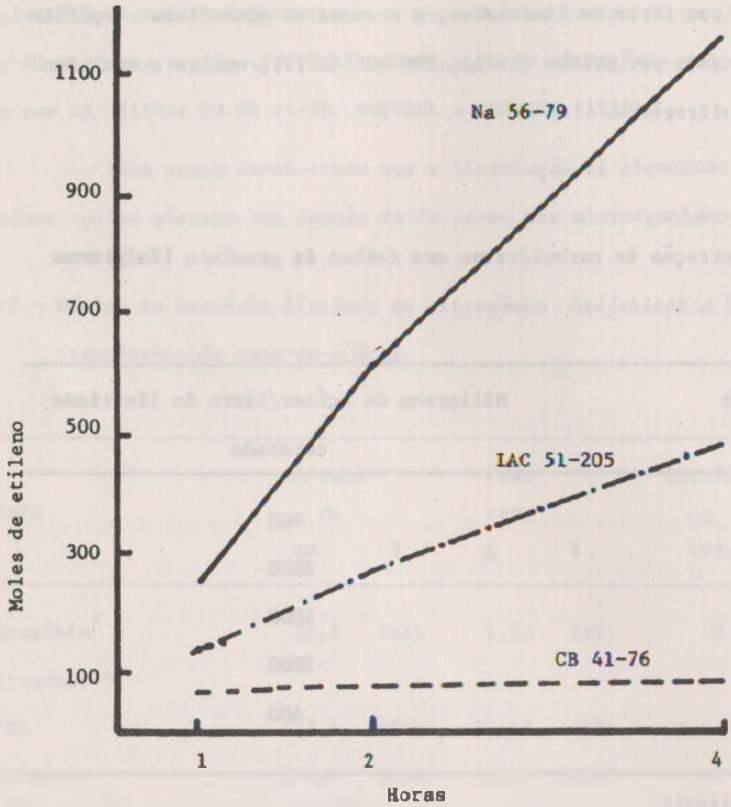

Figura 3 - Eficiência de fixação de nitrogênio em variedades de cana-de-açúcar adaptado de RUSCHEL e RUSCHEL (1979).

4. PRÁTICAS AGRÍCOLAS QUE LEVAM AO DESEQUILÍBRIO DA MICROFLORA EPÍFITA E DA RIZOSFERA

4.1. Tratamento de Sementes

Para demonstrarmos como podemos alterar a microflora epífita e da rizosfera temos na Tabela 9 sementes de centeio e beterraba tratadas com sulfato de manganês, sulfato de cobre e sulfato de zinco. Os tratamentos aumentaram o número de microrganismos epífitas e da rizosfera, sendo que o incremento máximo em centeio foi de 162% e na beterraba de 157% com o sulfato de cobre.

O experimento mostra que o micronutriente foi absorvido e lixiviado para nutrir a microflora associada a planta em solos deficientes nos elementos minerais.

Tabela 9 - Efeito de micronutrientes no número de microrganismos epífitas em centeio e beterraba

Micronutriente	Milhares de microrganismos por grama			
	Centeio		Beterraba	
	P.aérea	Raízes	P.aérea	Raízes
$MnSO_4$	160 (6)+	1460 (117)	590 (68)	1580 (97)
$CuSO_4$	250 (66)	1760 (162)	900 (157)	1330 (66)
$ZnSO_4$	160 (6)	1120 (67)	720 (5)	1320 (65)
Controle	150 (0)	670 (0)	350 (0)	800 (0)

(+) Percentagem de aumento de microrganismos

Adaptado de KLINCARE et al., (1971)

O tratamento de sementes para o controle de pragas e doenças, pode ocasionar efeitos opostos ao exemplo citado alterando a microflora benéfica como se vê na Tabela10 onde KLINCARE et alii (1971) mostraram que a microflora associada a alfafa foi afetada negativamente. A redução do número de bactérias por grama de planta ocorreu com o uso de mercúrio, thiram e estreptomicina com redução de 52% no número de bactéria da parte aérea e 57,7% nas raízes.

Verificamos portanto, que o controle da doença de plântulas com fungicida pode alterar a microflora epifita e aumentar a suscetibilidade a doenças e pragas em etapas futuras.

Tabela 10- Efeito de tratamento de sementes na microflora da superfície de folha e raízes de alfafa - KLINCARE et al., (1971)

Tratamento das sementes	Número de microrganismos+ por grma x 100 e %	
	Parte aérea	Raiz
Sem tratamento	2400 (100)	23.550 (100)
Mercurial	1250 (52)	21.000 (89,2)
Thiran 50% I.A.	1350 (56,2)	19.150 (81,3)
Estreptomicina	1500 (62,5)	13.600 (57,7)

+ Microflora bacteriana ( ) Percentagem

4.2. Aumento de doenças pelos fungicidas.

Os fungicidas e bactericidas podem ocasionar a diminuição da microflora epifita e fazer com que os exsudatosda planta fique a disposição de microrganismos patogênicos como *Botrytis cinerea*, *Mycosphaerella melanis*, *Sclerotinia sclerotiarum* e *Colletotrichum*.

Êstes patógenos usam os açúcares como fonte de energia e penetram nas folhas como mostra a figura 2 e desencadeiam o processo doença.

Quando os fungos patogênicos absorvem açúcares lixiviados pelas plantas tornam-se menos sensíveis aos fungicidas e em muitas vezes é necessário elevar em 300% a concentração de ingrediente ativo do fungicida para impedir a germinação e penetração do patógeno. Na Tabela 11 apresentamos os resultados obtidos por DUNN et alii (1971), que testaram o efeito de fungicidas em água e lixiviados de videira (*Vitis vinifera*) na germinação de *Alternaria brassicicola*.

Os resultados obtidos mostram claramente que os lixiviados aumentam a tolerância do fungo a todos os fungicidas testados e os aumentos de concentração de ingredientes ativo para inibir a germinação variaram de 50% a 300%. Ficou bem evidente que a redução de microflora epifita faz sobrar carboidratos que podem ser usados pelos fungos para se tornarem resistentes aos fungicidas.

Tabela 11 - Efeito anti-fungicida de lixiviado de folhas e ramos de *Vitis vinifera* testados sobre *Alternaria Brassicicola*

Fungicidas	Concentração de IA para inbir 100% de germinação do fungo		
	Água(ppm)	Lixiviado(ppm)	%
Naban	5,0	10	100
Zineb	2,5	10	300
Captan	5,0	10	100
Dodine	40,0	60	50

Adaptado de DUNN et al., (1971)

IA = ingrediente ativo

Na Figura 3 apresentamos como exemplo o efeito de lixiviados de folhas na eficiência de thiram, atuando sobre *Alternaria brassicicola*, obtido por DUNN et al., 1971 em *Cheiranthus cheiri* (crucifera ornamental). Os lixiviados da planta aumentaram a tolerância do fungo ao thiram em mais de 100%.

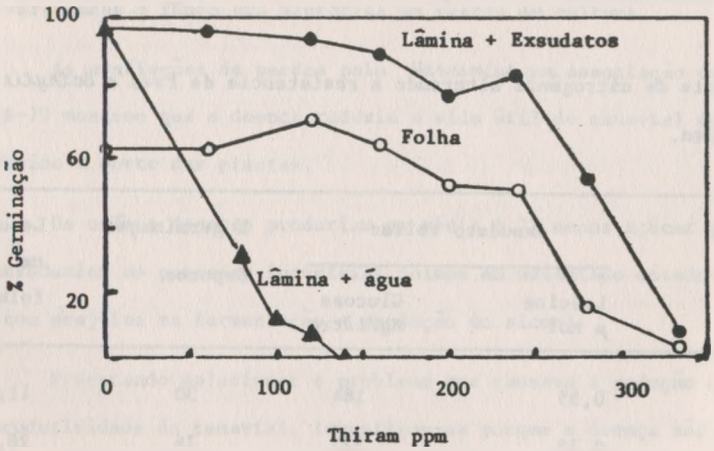

Figura 3 - Efeito do exsudato de folha na toxicidade de thiram em esporos de *Alternaria Brassicicola*. Dunn et al., 1971

4.3. Adubação amoniacal e doenças

Adubação foliar e no solo com uréia ou amoniacais é recomendada para corrigir deficiência de nitrogênio em substituição aos nitratos de custo mais elevado. Isto no entretanto, altera a concentração de lixiviados e pode aumentar o ataque de doenças em culturas com a microflora associada desequilibrada. Usando o fungo *Botrytis cinerea* KLINCARE et al (1971) mostraram aumento de germinação do fungo e tamanho de lesões em fava após a adição de nitrogênio amoniacal em substituição ao nitrato .(Tabela 12).

Tabela 12 - Fonte de nitrogênio alterando a resistência de fava a *Botrytis cinerea*.

Nitrogênio nas Raízes	exsudato foliar		% germinação	Lesões cm^2
	Leucina μ Mol	Glucose Mg/litro	Esporos	folha
Nitrato	0,35	184	30	11,6
Amoniacal	0,72	321	76	28,3

FONTE: KLINCARE et al., (1971).

5. Frequência de controle biológico de doenças em plantas

O fenômeno é tão corriqueiro que se torna difícil demonstrar a sua ocorrência porque a nossa atenção está voltada para as doenças explosivas e deixamos de perceber as dezenas de doenças secundárias controladas naturalmente pela planta.

Citaremos um exemplo brasileiro em cana-de-açúcar onde o ataque de *Marasmius sacchari Wakk* é considerado doença rara, mas que na verdade está sob controle biológico e somente é observado em condição de desequilíbrio biológico RANDS (1961).

Em uma destilaria de álcool no cerrado mineiro foi observado em 10.000 ha de cana de açúcar a ocorrência de manchas verdes associada a queima de raízes e troncos para a limpeza do solo. Na variedade de cana NA56-79 com 2.500 ha ocorria um ataque intenso de *Marasmius sacchari Wakk* e nas demais variedades o fungo era saprófita em restos de cultura.

As avaliações de perdas pelo *Marasmius* em associação com a seca na Na56-79 mostrou que a doença reduziu a vida útil do canavial de 6 para 3 anos devido a morte das plantas.

Os colmos doentes produziam em média 6,2% menos açúcar que as sadias e introduziam no processo industrial colmos em adiantado estado de deterioração com prejuízo na fermentação e produção do alcool.

Procurando solucionar o problema que causava a redução de mais de 50% da produtividade do canavial, investigou-se porque a doença não ocorria nas centenas de manchas verdes e as causas do controle da doença.

Foram abertas dez trincheiras com 2,40 m de profundidade nas manchas verdes e igual número nas áreas atacadas adjacentes.

Colheu-se amostras do solo e de raízes em faixas de 30 cm a partir de 60 cm de profundidade. Na amostragem observou-se que as manchas verdes eram ocasionadas pela queima de raizes e árvores durante o desmatamento do cerrado, e a sua identificação foi feita pelos carvões remanescentes na área.

Os resultados do peso seco de raízes estão na Tabela 13 e Figura 4, onde é apresentada a quantidade de água disponível no solo. Pelos cálcu

los de consumo de água pela cana-de-açúcar estimou-se que em 3 meses toda a água até a profundidade de 150 cm seria consumida e por isso o canavial secou após este período. Nas manchas verdes corrigidas pela cinza as reservas de água até a profundidade de 2,40 m eram suficientes para atender a demanda da planta, pois abaixo de 1,80 m o solo encontrava-se próximo a capacidade de campo após 5 meses de seca.

Com o enraizamento profundo e com água em abundância as raízes continuaram ativas absorvendo água e nutrientes e excretando açúcares sintetizados nas folhas.

Tabela 13 - Peso seco de raízes de manchas verdes e secas devido a ataque de *Marasmius sacchari Wakk*

Tratamentos	Grama de raizes secas por m^3 de solo coletado em diferentes profundidades em cm					
	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240
Com marasmius(a)	72,75	58,75	21,42	3,33	0,50	0
Sem marasmius(b)	159,00	83,17	42,50	42,50	20,33	8,17
% (a/b)	45,7	70,6	50,4	7,8	2,5	0
Significância Estatística	*	NS	*	**	**	**

NS = não significativo

* = significância ao nível de 5%

** = significância do nível de 1%

A presença de açúcares excretados em abundância pelas raízes em presença de bactérias fixadoras associativas de nitrogênio e o crescimento de organismos antagônicos nas raízes muito provavelmente participaram dos múltiplos processos responsáveis pelo controle do *Marasmius*.

O ataque do fungo foi contínuo durante os 3 anos de cultivo do canavial bem como o controle biológico da doença nas manchas verdes.

Com base nas análises de solo não se detectou diferenças de concentração de macronutrientes entre as áreas corrigidas pelas cinzas e não corrigidas em todas as profundidades.

Como não se fez a análise de micronutrientes suspeitou-se que a correção com as cinzas atuaram fornecendo à planta e microrganismos interdependentes, cobalto, molibdênio, zinco, cobre e ferro necessários ao controle do patógeno.

A aplicação de calcário dolomítico e gesso em cobertura nas socas e áreas de plantio gradativamente controlaram a doença e aumentaram a vida útil do canavial.

Concluiu-se que as causas do controle eram múltiplas e complexas envolvendo profundidade de enraizamento, correção de fertilidade, fixação associativa de nitrogênio e níveis de micronutrientes presentes nas cinzas ou liberadas pela mudança do pH do solo.

O exemplo ilustra o fato de que a ocorrência de controle biológico de doenças pela mudança da microflora da rizosfera é efetivo e perdura por anos. O equilíbrio da flora antagônica com o ambiente do solo e da parte aérea é condicionado por fatores múltiplos interdependentes.

Isto mostra que a aplicação prática do controle biológico de doenças deverá sempre envolver um enfoque multidiciplinar se quizermos obter o êxito observado no exemplo relatado.

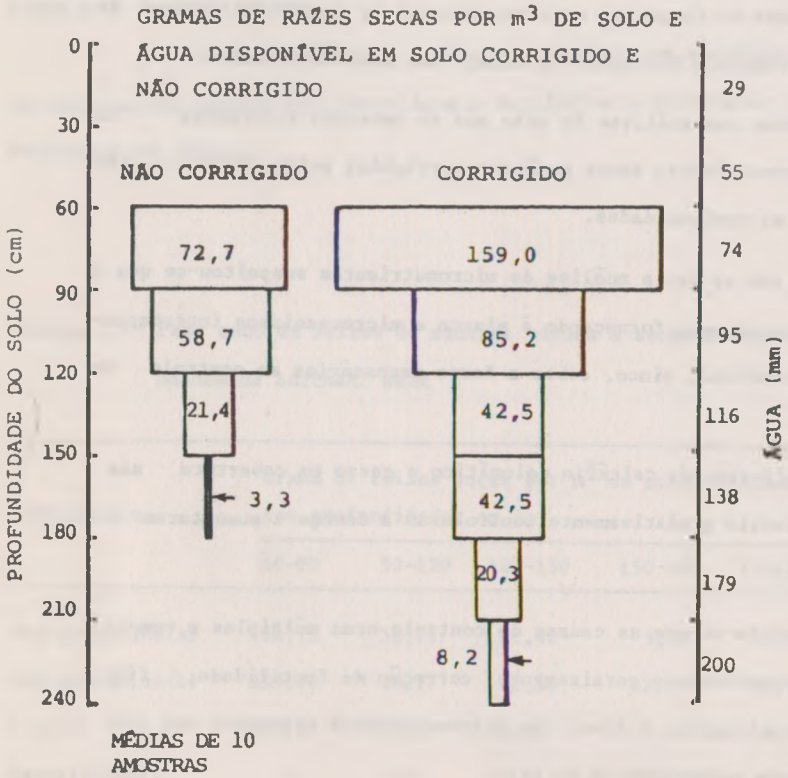

FIG. 4 . PROFUNDIDADE DE RAÍZES E PESO SECO EM SOLO DE CERRADO.

A ocorrência de centenas de manchas verdes sem ataque de *Marasmius* indica que de forma inconciente fez se um experimento de controle biológico da doença e que o contvole obtido é eficiente e efetivo por vários anos, e a sua análise e interpretação permitiram a sua reprodução em larga escala ao se fazer as correções do solo com profundidade a revelia das recomendações de uso de corretivo até então aceitas pelas entidades de pesquisa.

Como a variedade Na56-79 mostrou ser suscetível a *M.sacchari* e apesar de ter sido cultivado em 1.000.000 ha os relatos de ataque são raros e restritos mostrando que o controle biológico está ocorrendo de forma eficiente na maioria dos canaviais, pois o *Marasmius* é um organismo comum atacando os restos de cultura em decomposição

6. CONCLUSÃO

Se admistirmos que nos centros de origem as plantas evoluíram em simbiose ou associação interdependente com uma microflora benéfica que protege a planta do ataque dos patógenos por competição por nutrientes, antagonismo e parasitismo, a planta por outro lado estimula o sistema de associação interdependente com os lixiviados de açúcares, aminoácidos, e sais minerais necessários ao crescimento da microflora simbionte em detrimento dos patógenos.

A ocorrência de doença pode ser interpretada como um desequilíbrio biológico ocasionado na microflora associada à planta ocasionado por práticas agronômicas que não levam em consideração a existência da simbiose e associação entre a planta e microflora epífita e da rizosferas.

Como as bactérias fixadoras de nitrogênio necessitam de cobalto, molibdênio, zinco, ferro e açúcares, o nível e número de elementos essenciais usados atualmente nas adubações de plantas precisam ser mudados para favorecer a microflora de fixação associativa de nitrogênio com a inclusão de cobalto, molibdênio e selênio.

Como as bactérias fixadoras associativas de nitrogênio atuam melhor a grandes profundidades do solo em anaerobiose, as correções dos solos devem atingir grandes profundidades e não ficarem restritas às camadas aráveis do solo.

O uso de defensivos agrícolas necessita de re-avaliação para reduzir, ao máximo a sua interferência na microflora simbionte com a planta.

Os estudos do contrôle biológico de doenças devem ser interdiciplinares envolvendo o complexo relatado nos exemplos da cana-de-açúcar.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, D.F.; BOLSANELLO, J.; WEBER, H.; VIEIRA, J.R. Nitrogênio em cana-planta doses e fracionamento. Revista da Soc. Tec. Açúcareiros do Brasil (STAB). Piracicaba. Maio e junho: 26-32, 1986.

BLAKEMAN, J.P. The chemical environment of the leaf surface in relation of growth of pathogenic fungi. p. 256-268. IN: Ecology of leag surface micro organisms (Ed.) PREECE. T.F. and DICKINSON, C.H. Academic Press,New York 640 p. 1971.

CROSSE, J.E. Interaction between saprophytic and pathogenic bacteria in plant disease. p. 283-290. IN:Ecology of leaf surface micro-organisms (Ed.) PREECE, T.F. and DICKINSON, C.H. Academic Press Inc. New York. 640 p. 1971.

DÖBEREINER, J.; DAY, J.M. Nitrogen fixation in the rhizosphere of tropical grasses. p. 39-56. IN: Nitrogen fication by free living microrganisms, (Ed) STEWART, W.D. P. Cambridge University Press. Cambridge 1975 a.

DÖBEREINER, J.; DAY, J.M. Associative simbiose in tropical grasses: Characterization of microorganisms and nitrogen fixation sites, p. 518-538. IN: Proceedings International Symposium on Nitrogen Fixation. University of Washington Press. PULLMAN 1975b.

DÖBEREINER, J. Nitrogen - fixing bacteria in the rhizosphere p. 86-120. IN: Associative N_2 fixation (Ed.) VOSE, P.B. and RUSCHEL, A.P. C.R.C. Press Inc. Boca Raton, Florida, 215 p. 1979.

DUNN, C.L.; BENYON, K.I.; BROWN, K.F.; MONTAGNE, J.TR. W. The effect of glucose in leaf exudate upon biological activity of some fungicides p. 491-508. IN: Ecology of Leaf Surface Micro-organismos (Ed.) PREECE, T.F.; DICKINSON, C.H. Academic Press. New York, 640 p., 1971.

HIGA, T. The vitality (Microorganisms) of leaves and the vitality (Microorganisms) of roots influence each othes. IN Departament of Agriculture, Univ. of the RYUKYUS, Japan (Apostilado) 133 p. 1991.

LI, S.W.; LIU, W.C. Association of sugarcane root and nitrogen of sugarcane root and nitrogen fixing bacteria p. 18-19, IN: ANNUAL REPORT 1982-1983, Taiwan Sugar Research Institute, Tainan. Taiwan Republic of China, 70 p. 1983.

LI, S.W.; LIU, W.C. The association of nitrogen fixing bacterium *Beijirinckia* like sp, with sugarcane. vol. 1: p. 9-18. IN: International Society of Sugarcane Technologists. Proceedings XIX Congress ISSCT, JAKARTA INDONESIA 636 p., 1986.

RANDS, R.D. Root rot, vol. 1. p. 289-309. IN: Sugarcane diseases of the World (Ed.) MARTIN, J.P.; ABBOTT, E.V., HUGHES, C.G. ELSEVIER PUB. Co., ANSTERDAN, 1961.

ROBINSON, R.A. Plant pathosystems. Springer - Verlag. Belin, New York, 184 p. 1976.

RUINEN, J. The grass sheath as a site for nitrogen fixation, p. 567-579. IN Ecology of laf surface micro-organisms (Ed.). PREECE, T.F. and DICKINSON, C.H. Academic Press Inc. New York, 640 p. 1971.

RUSCHEL, A.P. Fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar. Tese de Doutoramento, ESALQ/USP, Piracicaba, 75 p. 1976.

RUSCHEL, A.P. Associative N_2-fixation by sugarcane, vol. 2 p. 82-89. IN Associative N_2 - fixation (Ed.) VOSE, P.B. and RUSCHEL, A.P., C.R.C. Press Inc. Boca Raton, Florida, 269 p. 1979.

RUSCHEL, A.P.; HENIS, Y.; SALATI, E. Nitrogen - 15 Tracing of N-fixation with soil-grown sugarcane seedlings. Soil Biol. BIOCHEM, 7: 181-182, 1975.

RUSCHEL, A.P.; MATSUI, E.; ORLANDO FQ, J.; BITTENCOURT, V.C. Closed system nitrogen balance studies. IN: Sugarcane. utilizing N^{15} amonium sulfate. p. 1539-47. Proceedings of the XVI CONGRESS OF ISSCT, São Paulo, Brasil, 1977.

RUSCHEL, R.; RUSCHEL, A.P. Inheritage of N_2-fixing ability in sugarcane p. 133-139. IN Associative N_2 - fixation (Ed.), VOSE, P.B. and RUSCHEL, A.P. C.R.C. Press. Inc. Boca Raton, Flórida, 215 p. 1979.

SILVA, L.C.F.; CASAGRANDE, J.C. Nutrição Mineral da cana de açúcar (Macronutrientes) p. 77-99. IN Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil, (Ed) ORLANDO FQ, J., IAA - PLANALSUCAR, Piracicaba, 386 p., 1983.

TOKESHI, H. Plantas produtoras de açúcar e alcool: exigências de micronutrientes e diagnose de deficiência em cana-de-açúcar. IN. SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, Jaboticabal - UNESP, 1988. ANAIS, Volume 2 (Versão preliminar) p. 787 - 814, 1988.

TUCKEY, JR, H.B. The leaching of substance from plants. Ann. Rev. Pl. Physiol. 31:305-24, 1970.

TUCKEY, JR., H.B., Leaching of substance from plants. IN: Ecology of laf surface micro-organisms, (Ed.) PREECE T.F. and DIEKINSON, C.H., Proceedings of an International Symposium September, 1970. Newcastle. Academic Press. London New York, p. 67-80, 1971.

TUCKEY JR, H.B.; TUCKEY, H.B.; WITTWER, S.H. Loss of nutrients by foliar leaching as determined by radioisotopes. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 71: 496-506, 1958.

Interactions Between Organic Matter Decomposition Level, Biocontrol Agents and Plant Pathogens in Soilborne Disease

H. A. J. Hoitink, and M. J. Boehm, Professor and Graduate Research Associate, Department of Plant Pathology, The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, 44691.

ABSTRACT

Activity of plant pathogens and biocontrol agents colonizing composts after peak heating is affected by organic matter decomposition level. Two extreme examples will be illustrated. In fresh, high in cellulose wastes, Rhizoctonia solani is more aggressive and hyperparasitism of sclerotia of this pathogen by Trichoderma hamatum is suppressed. Thus disease prevails. In the same, but mature compost colonized by this biocontrol agent, hyperparasitism occurs, the pathogen is eradicated, and biological control prevails. Therefore, nutritional effects of organic matter dictate activity of this specific biocontrol agent in biological control of this disease. In mature compost-amended substrates high levels of microbial biomass and activity are sustained, competition for nutrients is severe, and microbiostasis prevents germination of and infection of roots by nutrient-dependent plant pathogens such as Pythium and Phytophthora spp. Highly stabilized organic matter has a limited ability to sustain activity of the general microbial biomass in soil and root rot prevails. Thus carrying capacity of the organic matter in the substrate limits suppressiveness to these pathogens. In conclusion, soil or organic matter affects the inoculum potential of both plant pathogens and their biocontrol agents and this in turn affects disease severity.

The role of rhizosphere microorganisms in biological control of soilborne plant pathogens has received much attention during the past two decades. In spite of this work, efficacy of biocontrol agents applied as seed treatments has not improved over that achieved several decades ago. Variability in efficacy continues to hinder full-scale adoption of this control strategy. Efficacy, therefore, is receiving much attention today.

One property of all soils that directly affects biocontrol agents and disease severity caused by soilborne plant pathogens is the decomposition level of organic residues. Fresh residues enhance the aggressiveness of some plant pathogens, particularly that of mating types of Rhizoctonia solani that cause damping-off. Some biocontrol agents actually may have reduced hyperparasitic activity in fresh organic matter. At the other extreme of the decomposition scale, where organic nutrients are in limiting supply, starvation may reduce efficacy of biocontrol agents harbored in soil. Due to the complexity soil ecosystems, little quantitative science has been published on these interactions between soil organic matter, biocontrol agents, plant pathogens and plant roots.

During the 1960s, nurserymen across the United States explored the possibility of using organic wastes as peat substitutes in container media to reduce production costs. Procedures for aging or composting of many wastes have been developed to avoid negative plant growth responses associated with fresh wastes (reviewed in 13 and 14). Early during the utilization of composts, improved plant growth and decreased losses caused by Pythium and Phytophthora root rots were observed as side benefits (9, 13). In practice, control of these root rots and other diseases is at least as effective as that obtained with fungicides. In many parts of the world, therefore, the nursery industry relies heavily on composts for control of diseases caused by soilborne plant pathogens of crops produced in containers. Composts must be

of consistent quality and maturity to be used successfully in container media. Variability in this quality parameter is the principal factor limiting compost utilization for this purpose. In ground bed or field agriculture, maturity is less important as long as composts are applied well ahead of planting to allow for additional stabilization.

Predicting maturity of composts, as related to the potential for improved plant growth, and biological control of soilborne plant pathogens now has become possible (15). In addition, as a result of increased research on biological control during the 1980s, information now is available that facilitates the formulation of container media suppressive several soilborne diseases including those caused by Fusarium spp., Phytophthora spp., Pythium spp., Rhizoctonia solani and other pathogens. To maintain quality related to both plant growth and disease control, compost producers must develop a basic understanding of the processes involved in this method of biological control. Therefore, a brief review of the principles involved is presented here.

The Composting Process

The composting process can be divided into three phases. The first phase occurs during the first 24-48 hr as temperatures gradually rise to 40-50 C and when sugars and other easily biodegradable substances are destroyed. During the second phase, when temperatures of 40-65 C prevail, cellulose and other substances that are less biodegradable are destroyed. Lignins, the darker components in plant tissues, break down even more slowly but the rate varies among plant species. Plant pathogens and weed seeds are killed by the heat generated during this high temperature phase of the process (2, 13, 14). With the exception of Bacillus spp., beneficial microorganisms also are killed at this time. Compost piles must be turned frequently to expose all parts to high temperature and produce a homogeneous product.

The third or curing phase of composting begins as the concentrations of readily biodegradable components in wastes decline. As a result, rates of decomposition and heat output, and also temperatures decline. At this time, mesophilic microorganisms recolonize the compost from the outer low temperature layer into the pile. Humic substances accumulate in the increasingly stabilized organic matter by this time. Mature composts, therefore, consist largely of lignins, humic substances and a relatively small amount of biomass, and have a dark color.

During curing, suppression of pathogens and/or disease is induced. Biocontrol agents that recolonize composts after peak heating include Bacillus spp., Enterobacter spp., Flavobacterium balustinum. Pseudomonas spp., other bacterial genera and Streptomyces spp., as well as Trichoderma spp., Gliocladium virens and other fungi (5, 10, 11, 17, 19).

Mechanisms of Biological Control in Composts

Mechanisms of biological control, based on competition, antibiosis and hyperparasitism, have been described for compost-amended substrates. Propagules of nutrient dependent plant pathogens, including Pythium and Phytophthora spp., are suppressed through a mechanism known as "general suppression" (3, 6, 10, 20). Many different kinds of microorganisms present in compost-amended container media function as biocontrol agents for diseases caused by Phytophthora and Pythium spp. (3, 10). Propagules of these pathogens, if inadvertently introduced into container media, do not germinate in response to nutrients released in the form of seed or root exudates. The high microbial activity and biomass in these mixes prevents germination of sporangia, presumably through microbiostasis (3, 21). A simple biochemical assay, that determines microbial activity, based on the rate of hydrolysis of fluorescein diacetate, predicts suppressiveness of potting mixes to Pythium diseases (16). Using this technique, the need for fungicide drenching for control of Pythium damping-off and root rots can be predicted.

Sphagnum peat typically is included as a component in container media. Both the microflora and the organic matter in peat can affect suppression of soilborne diseases (1). The literature on that effect is reviewed briefly here, therefore. Organic matter in sphagnum peat generally does not support high microbial activity because of its resistance to decomposition. Dark, more decomposed sphagnum peats are low in activity and are consistently conducive to Pythium root rot (Fig. 1). On the other hand, light sources of sphagnum peat harvested from the surface of peat bogs are less decomposed and have a higher microbial activity. Microbial activity in light peat collapses with time. The nutrient sink in such media is destroyed, therefore. This provides opportunities for propagules of Pythium spp. to increase in response to root exudates. Infection and root rot develop hereafter. The suppressive effect of light peat to Pythium root rots is of short duration, therefore (1, 26, 27). Light peats are used most effectively for short production cycles, such as in plug and flat mixes used in the bedding plant industry.

The "slow release" nature of organic nutrients tied up in mature composts and in light peat support activity of the microflora and thus sustain biocontrol. This is thought to be the essence of biological control associated with "organic farming." Nondestructive direct spectroscopic (NMR and FT-IR) procedures are now being used to predict organic matter decomposition level and compost maturity. These techniques also are used to determine the amount of undecomposed biodegradable organic matter remaining in compost (15). This approach to the analysis of maturity promises to yield a technology that can assess the "carrying capacity" or the potential for a soil or potting mix to support sustained microbial activity and thus "general suppression."

The mechanism of biological control for plant pathogens such as Rhizoctonia solani is entirely different from that of Pythium and Phytophtora

spp. R. solani produces large nutrient-independent progagules known as sclerotia. In compost-amended substrates a much more narrow group of microorganisms is responsible for suppression or eradication of this pathogen (4, 17, 19, 23). This type of suppression we refer to as "specific suppression".

Variability in suppression of Rhizoctonia damping-off encountered in substrates amended with mature composts in part is due to random recolonization after peak heating of compost by a microflora that varies in efficacy against R. solani. Composts produced in the open near a forest, an environment that is high in microbial species diversity, are more consistently suppressive than those produced from the same materials in facilities that are partially enclosed, where fewer microbial species are present (17). Container media amended with composts prepared from municipal sewage sludges are consistently conducive to R. solani because care is taken to kill fecal pathogens and parasites with heat exposure. This process also kills most beneficial microorganisms. These compost-amended container media utilized in nurseries may have to be incubated for a month before they become naturally suppressive to R. solani (18). In field soil, several months may pass before suppression is induced by the same treatment (20).

Selected strains of Trichoderma and Gliocladium spp. are examples of fungi that have been identified as biocontrol agents of R. solani in composts prepared from tree barks or mixtures of wood wastes and municipal sludge (23). Several bacteria may interact with Trichoderma isolates in the eradication of this pathogen. Some of these interactions are synergistic in nature (19).

To solve the problem of variability in suppressiveness of compost to R. solani, specific microbial inoculants have been developed in our laboratory, that, when introduced into compost after peak heating, but before significant levels of recolonization has occurred, induce consistent levels of suppression. Patents have been issued for this process (11).

R. solani is highly competitive as a saprophyte. It can utilize cellulose (8) and colonize fresh bark but it cannot colonize the low in cellulose mature bark compost. On the other hand, Trichoderma isolates that function as biocontrol agents of R. solani are capable of colonizing mature compost. In fresh, undecomposed organic matter, biological control does not occur because both fungi grow as saprophytes and R. solani remains capable of causing disease (23). In mature compost, on the other hand, sclerotia of R. solani are killed by the hyperparasites and biological control prevails (4, 5, 23). Low rates of cellulose added to mature compost colonized by the Trichoderma antagonist increases suppressiveness, as was reported previously for severity of a Rhizoctonia disease in field soil. High cellulose amendment rates established high glucose concentrations in the substrate. In vitro enzyme studies have revealed that glucose represses chitinase production (), an enzyme involved in hyperparasitism of R. solani by Trichoderma. Hyperparasitism was repressed by the high cellulose amendment and suppressiveness was destroyed until the cellulose had been utilized (4).

Because the degree of organic matter decomposition level is important, composts must be stabilized adequately to reach that decomposition level where biological control is possible. In practice, this occurs in wood waste composts that no longer immobilize nitrogen during plant growth and that have been colonized by the appropriate specific microflora.

The scenario described above for the effect of cellulose on the hyperparasitic activity of Trichoderma against R. solani has not been reported for field soil systems to our knowledge. Possibly, losses in no-till wheat production in dry climates attributed to Rhizoctonia bare-patch disease are aggravated by cellulose availability in uncolonized straw on the soil surface.

Formulation of Potting Mixes Naturally Suppressive to Soilborne Plant Pathogens - Components used in potting mixes are one of several composts,

horticultural grades of perlite, vermiculite, and, typically, dark colored Canadian sphagnum peat (H3-H4, on the von Post decomposition scale) that is conducive to Pythium and Rhizoctonia diseases. Some industries incorporate silica sand to reduce pore space and increase water retention and bulk density of the mix. All ingredients are first passed through a 12-mm screen. Ratios of ingredients used in potting mixes ideally are such that physical properties related to aeration and water retention conform to guidelines developed to suppress Phytophthora root rot (7, 24). The pH is adjusted with calcium carbonate, to maintain a pH above 5.5. Starter fertilizer, typically consisting of 0.5 kg KNO_3, 0.5 kg superphosphate, 1.2 kg gypsum, 0.5 kg Epsom salts per m^3 mix, and an appropriate amount of micronutrients are added during formulation. At full-scale formulation plants, mixes typically are blended 3 min or less, using a continuous process.

Water added during blending serves several purposes. Dust generation, mixing efficiency, final bulk density and wettability of the mix at planting all are recognized as important factors. However, the effect of water potential in a mix on biological properties often is overlooked. Particularly during a drought, when the water content of compost in windrows may reach values below 30% (w/w), regrowth by mesophilic bacteria in compost after peak heating is inhibited. A free film of moisture must be present on the surface of organic matter in compost (≥40%, w/w) for recolonization with bacteria to occur (22). During the drought of 1988 batches of potting mix with final moisture contents <30% were formulated at several points in the U.S. These mixes predominantly were recolonized by fungi and conducive to Pythium damping-off. Addition of water to such dry mixes, to raise the moisture level to 40-50% (w/w), results in recolonization by mesophilic bacteria.

Occasionally growers complain about mushrooms produced in pots during the production of flowering plants in compost-amended mixes. This problem also is

associated with mixes formulated with low moisture contents, thus enhancing recolonization by fungi, rather than bacteria as well as fungi, as occurs at higher moisture levels.

After formulation, mixes typically are stored in 100 L perforated polyethylene bags or in 2 m^3 nylon bags from days to months before their use. At least 4 days must be allowed for recolonization of high temperature (40-50 C) compost with a mesophilic microflora to induce natural suppression to Pythium damping-off (3, 18).

Amount of Compost Required to Induce Suppression in Potting Mixes. The amount of compost that must be added depends on the resistance of the lignin in the parent product to decomposition. Mixes containing more than 20% (v/v) composted pine bark, which resists decomposition, support a significant level (P=0.05) of suppression to Pythium damping-off. A much lower volume of composted municipal sludge (as low as 2.5%), which is much higher in microbial biomass and activity, has the same effect as the high volume (>20%) of composted pine bark. This low specific microbial activity in composted pine bark relative to composted sludge is advantageous because a large volume can be used in potting mixes without depleting oxygen for the root system. This is the principal reason why pine bark is used so widely in container media. In the Western US, fir and Western hemlock barks, that also resist decomposition, are preferred "peat substitutes."

Spectrum and Consistency of Natural Suppression. During the past decade, we have surveyed suppressiveness of commercial batches of composted-amended mixes to Pythium and Rhizoctonia damping-off. With the exception of some batches produced in the Eastern U.S. during the drought of 1988, mixes were consistently suppressive to Pythium but varied in suppressiveness to Rhizoctonia damping-off. The industry has learned to irrigate compost piles during dry weather to avoid conduciveness to Pythium diseases. A consistent

relationship in suppressiveness to Rhizoctonia and Pythium damping-off among the batches of mix was not found for these full-scale production plants. This demonstrates that mechanisms of suppression of these diseases in commercial composted-amended mixes indeed differ, as was shown previously on an experimental scale for mixes prepared with composted hardwood bark (17), composted municipal sludge (18), as well as for field-applied composted municipal sludge in vegetable production (20). We conclude, therefore, that controlled addition of biocontrol agents to composts indeed is necessary to induce consistent levels of suppression to Rhizoctonia damping-off, but that is not necessary for diseases caused by Pythium spp.

Future Outlook

Consistent success in biological control of diseases caused by Fusarium (12), Pythium and Phytophthora spp. is possible only if all factors involved in the production of ingredients and formulation of potting mixes are defined and kept constant. Most composts produced in the U.S. cannot meet these criteria because emphasis on quality control in general still is inadequate. In the Eastern U.S., composted bark and sphagnum peat remain the principal organic components used for the preparation of potting mixes naturally suppressive to soilborne plant pathogens.

Natural suppression, based on present concepts, satisfactorily covers those diseases caused by pathogens suppressed through microbiostasis. Microbial activity in a mix, based on the rate of hydrolysis of fluorescein diacetate, is one procedure that now can be used effectively to determine suppressiveness of a mix to Pythium root rot. This procedure by itself, however, does not predict how long the effect will last. The potential for biodegradable carbon in a mix to support an active biomass determines that phenomenon. Although experimental data is available, practical procedures have yet to be developed that quantify this effect.

Composts are not consistently recolonized after peak heating by biocontrol agents capable of inducing suppression to R. solani. Controlled inoculation of composts with biocontrol agents is a procedure that must be developed on a commercial scale, therefore, to induce consistent levels of suppression to this nutrient independent pathogen.

Recycling through composting increasingly is being chosen as the preferred strategy for waste treatment. For this reason, composts are becoming available in greater quantities. Peat, on the other hand, is a limited resource that cannot be recycled. Future opportunities for both natural and controlled-induced suppression of soilborne plant pathogens, using composts as the food stuff for biocontrol agents, therefore, appear bright.

LITERATURE CITED

1. Boehm, M. J. 1990. Suppression of Pythium root rot of poinsettia in Canadian sphagnum peat and compost-amended container media. M.S. Thesis. The Ohio State Univ., Columbus. 73 p.

2. Bollen, G. J., Volker, D., and Wijnen, A. P. 1989. Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. Neth. J. Pl. Path. 95 Supplement:19-30.

3. Chen, W., Hoitink, H. A. J., and Madden, L. V. 1988. Microbial activity and biomass in container media predicting suppressiveness to damping-off caused by Pythium ultimum. Phytopathology 78:1447-1450.

4. Chung, Y. R., Hoitink, H. A. J., Dick, W. A., and Herr, L. J. 1988. Effects of organic matter decomposition level and cellulose amendment on the incoulum potential of Rhizoctonia solani in hardwood bark media. Phytopathology 78:836-840.

5. Chung, Y. R., and Hoitink, H. A.J. 1990. Interactions between thermophilic fungi and Trichoderma hamatum in suppression of Rhizoctonia damping-off in a bark compost-amended container medium. Phytopathology 80:73-77.

6. Cook, R. J., and Baker, K. F. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN. 539 pp.

7. Filmer, C. L. R., MacDonald, J. D., Paul, J. L., and Leiser, A. T. 1986. Influence of air-filled porosity of container media on Phytophthora root rot of toyon. HortSci. 21:1010-1011.

8. Garrett, S. D. 1970. Pathogenic Root-Infecting Fungi. Univ. Press, Cambridge. 294 pp.

9. Gugino, J. L., Pokorny, F. A., and Hendrix, F. F., Jr. 1973. Population dynamics of Pythium irregulare Buis. in container-plant production as influenced by physical structure of media. Plant Soil 39:591-602.

10. Hardy, G. E. St. J., and Sivasithamparam, K. 1991. Effects of sterile and non-sterile leachates extracted from composted eucalyptus bark and pine-bark container media on Phytophthora spp. Soil Biol. Biochem. 23:25-30.

11. Hoitink, H. A. J. 1990. Production of disease suppressive compost and container media, and microorganism culture for use therein. US Patent 4960348. Feb. 13, 1990.

12. Hoitink, H. A. J., Daughtrey, M., and Tayama, H. K. 1987. Control of cyclamen Fusarium wilt - A preliminary report. Ohio Florist's Assoc. Bull. 693. pp. 1-3.

13. Hoitink, H. A. J., and Fahy, P. C. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. 24:93-114.

14. Hoitink, H. A. J., and Kuter, G. A. 1986. Effects of composts in growth media on soilborne plant pathogens. Pages 289-306. In: The Role of Organic

Matter in Modern Agriculture. Y. Chen and Y. Avnimelich (eds). Martinus Nyhoff Publishers, Dordrecht and The Netherlands. 301 pp.

15. Inbar, Y., Chen, Y., and Hadar, Y. 1989. Solid-state carbon-13 nuclear magnetic resonance and infrared spectroscopy of composted organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J. 53:1695-1701.

16. Inbar, Y., Boehm, M. J., and Hoitink, H. A. J. 1991. Hydrolysis of fluorescein diacetate in sphagnum peat container media for predicting suppressiveness to damping-off by Pythium ultimum. Soil Biol. & Biochem. 23:479-483.

17. Kuter, G. A., Nelson, E. B., Hoitink, H. A. J., and Madden, L. V. 1983. Fungal populations in container media amended with composted hardwood bark suppressive and conducive to Rhizoctonia damping-off. Phytopathology 73:1450-1456.

18. Kuter, G. A., Hoitink, H. A. J., and Chen, W. 1988. Effects of municipal sludge compost curing time on suppression of Pythium and Rhizoctonia diseases of ornamental plants. Plant Disease 72:751-756.

19. Kwok, O. C. H., Fahy, P. C., Hoitink, H. A. J., and Kuter, G. A. 1987. Interactions between bacteria and Trichoderma hamatum in suppression of Rhizoctonia damping-off in bark compost media. Phytopathology 77:1206-1212.

20. Lumsden, R. D., Lewis, J. A., and Millner, P. D. 1983. Effect of composted sewage sludge on several soilborne pathogens and diseases. Phytopathology 73:1543-1548.

21. Mandelbaum, R., and Hadar, Y. 1990. Effects of available carbon source on microbial activity and suppression of Pythium aphanidermatum in compost and peat container media. Phytopathology 80:794-804.

22. Miller, F. C. 1989. Matric water potential as an ecological determinant in compost, a substrate dense system. Microb. Ecol. 18:59-71.

23. Nelson, E. B., Kuter, G. A., and Hoitink, H. A. J. 1983. Effects of fungal antagonists and compost age on suppression of Rhizoctonia damping-off in container media amended with composted hardwood bark. Phytopathology 73:1457-1462.

24. Ownley, B. H., Benson, D. M., and Bilderback, T. E. 1990. Physical properties of container media and relation to severity of Phytophthora root rot of rhododendron. J. Am. Soc. HortSci. 115:564-570.

25. Rattink, H. 1990. Epidemiology of Fusarium wilt in cyclamen in an ebb and flow system. Neth. J. Pl. Path. 96:171-177.

26. Tahvonen, R. 1982. The suppressiveness of Finnish light colored Sphagnum peat. J. Scientific Agric. Soc. Finland 54:345-356.

27. Wolffhechel, H. 1988. The suppressiveness of Sphagnum peat to Pythium spp. Acta Hortic. 221:217-222.

Fig. 1. Root rot severity of poinsettia plants 32 days after planting in potting mixes prepared with dark decomposed sphagnum peat and perlite (top), light less decomposed sphagnum peat and perlite (middle) and a blend of composted pine bark, dark sphagnum peat, vermiculite, and perlite (bottom). All mixes were infested with the same population of *Pythium ultimum* at potting.

Potencialidade de controle de doença de trigo e da cevada por rotação de culturas

Erlei Melo Reis
Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
EMBRAPA Caixa Postal 569, 99001
Passo Fundo, RS
(Bolsista do CNPq)

1. Introdução

1.1. Conceitos básicos. Os fatores determinantes de fitomoléstias são o hospedeiro, o patógeno e o ambiente. O trigo e a cevada representam o hospedeiro, ou fonte nutricional ou o substrato indispensável à nutrição do parasita. Deve-se ter em mente que neste caso o substrato é representado pela planta cultivada, plantas voluntárias, restos culturais e sementes. O patógeno é o agente causal representado por fungos, bactérias e vírus (Wiese, 1977). Quanto ao ambiente, a duração da água livre na superfície dos órgãos verdes, a umidade relativa e a temperatura são os mais importantes (Sutton et al., 1984).

A maioria dos fitopatógenos (fungos e bactérias) apresentam uma fase de seu ciclo vital chamada de parasitismo. Nesta ocorre a exploração nutricional do hospedeiro pelo parasita por ser este heterotrófico. Em decorrência, são observados os sintomas e os danos correspondentes através de perdas no rendimento de grãos. Alguns parasitas têm a faculdade de, após a senescência da planta de trigo ou de cevada, continuar a nutrir-se dos tecidos mortos. Esta fase do ciclo biológico é chamada de saprofitismo. Nos intervalos entre períodos de parasitismo, os patógenos encontram-se num ambiente menos favorável, e, talvez, mais vulneráveis às práticas culturais de controle do que quando parasitavam o hospedeiro vivo (Menzies, 1963).

O conhecimento de biologia de uma espécie de fitopatógeno leva ao conhecimento de onde, como e por quanto tempo ela sobrevive na ausência da planta hospedeira cultivada e de como pode ser racionalmente controlada.

1.2. Sobrevivência de fitopatógenos. A rotação de culturas age durante a fase de sobrevivência do patógeno. Nesta fase, os patógenos são submetidos a uma intensa competição microbiana, da qual, geralmente levam desvantagem. Correm, também, o risco de não encontrarem o hospedeiro, o que lhes determina a morte por desnutrição. Isto ocorre no período entre dois cultivos de trigo e

de cevada, durante a fase saprofítica, a qual, no Sul do Brasil, corresponde de novembro/dezembro a junho-julho.

Sobreviver é manter a viabilidade durante uma situação adversa, como estresse nutricional, hídrico, térmico e por competição microbiana.

1.2.1. Fungos infectantes de raízes. Estes patógenos sobrevivem pela colonização saprofítica dos restos culturais, como por exemplo, **Gaeumannomyces graminis** var. **tritici**, agente causal do mal-do-pé (Asher & Shipton, 1981) e de **Cochliobolus sativus** (forma anamórfica **Bipolaris sorokiniana** sin. **Helminthosporium sativum**), agente causal da podridão comum de raízes (Chinn et al., 1962). No caso de **C. sativus**, este pode ainda sobreviver como conídios dormentes no solo (Chinn et al., 1962). Estes esporos, no solo, podem manter a sua viabilidade pela micostase (Chinn & Tinline, 1963) por um período de até 37 meses nas condições do Rio Grande do Sul, Brasil (Reis, 1989b). Quanto à **Gibberella zeae** (anamorfo **Fusarium graminearum**), apresenta habilidade de competição saprofítica, ou seja, extrai nutrientes de vários substratos mortos, diferentes do trigo (Burgess, 1981).

1.2.2. Fungos infectantes de órgãos aéreos. Para melhor compreensão, este grupo será dividido em biotróficos e necrotróficos. Os biotróficos, agentes causais das ferrugens (**Puccinia graminis** f.sp. **tritici**, **P. recondita** f.sp. **tritici**, **P. hordei**) e do oídio (**Erysiphe graminis** f.sp. **tritici**, **Erysiphe graminis** f.sp. **hordei**) sobrevivem, principalmente, em plantas voluntárias. O agente causal do carvão (**Ustilago tritici**) sobrevive no interior do embrião da semente na forma vegetativa de micélio dormente (Mathre, 1982; Wiese, 1977).

Os necrotróficos podem ainda sobreviver pela colonização saprofítica dos resíduos culturais, associados a semente, como conídios dormentes no solo e em hospedeiros secundários (Shaner, 1981 e Chinn et al., 1962).

2. Classificação dos patógenos do trigo e da cevada segundo seus requerimentos nutricionais e implicações no controle pela rotação de culturas (Federation... 1973).

2.1. Biotróficos. São aqueles que desenvolveram requerimentos nutricionais específicos, o que os tornou inteiramente depedentes de seus hospedeiros vivos para sobreviverem (ex.: os agentes causais das ferrugens e do oídio). Desta maneira, não são controláveis pela rotação por que não são dependentes dos resíduos culturais para sobreviverem.

2.2. Necrotróficos. Extraem seus nutrientes tanto de tecidos vivos como de mortos, isto é, além da fase parasitária sobre a planta viva de trigo,

trigo e cevada. Não apresentam habilidade de competição saprofítica. Portanto, apresentam dependência nutricional ao trigo ou a cevada. Os dados apresentados na Tabela 2 comprovam que patógenos como B. sorokiniana e D. tritici-repentis multiplicam-se continuamente nos restos culturais do trigo durante a entressafra. Em face disto, conclui-se que a presença destes resíduos numa lavoura assegura a presença dos patógenos necrotróficos daquela cultura (ver também Fig. 2).

4.2. Não apresentam estruturas de resistência, as quais poderiam mantê-los viáveis por vários anos no solo, à espera de uma nova oportunidade de infectarem a planta hospedeira quando esta voltasse a ser cultivada naquele local. As principais estruturas de resistência são: clamidosporos, esclerócios e oosporos. Convém mencionar-se que os fitopatógenos do trigo e da cevada não apresentam tais estruturas. Porém, C. sativus, como já mencionado, sobrevive pelos conídios, livres no solo (Chinn et al, 1962)

4.3. Apresentam esporos grandes, pesados, transportados pelo vento a distâncias relativamente curtas. Como exemplo, são apresentadas as dimensões dos esporos dos fungos infectantes dos órgãos aéreos controláveis pela rotação: Bipolaris sorokiniana, 60-100 x 18-23 µm, Drechslera tritici-repentis, 80-250 x 14 x 20 µm e D. teres, 90-120 x 19-21 µm (Ellis, 1971). Na Tabela 3, apresentam-se os dados relativos ao efeito da rotação de culturas no controle de D. tritici-repentis, experimento no qual as parcelas estavam distanciadas 3 m uma das outras. Na Figura 5, mostra-se o efeito da rotação de culturas na evolução da mancha reticular da cevada (D. teres).

4.4. Apresentam esporos relativamente pequenos e leves, porém, dispersados pelo vento ou por respingos de chuva veiculados a gotículas de água, a distâncias relativamente curtas (Brennan et al., 1985). Servem de exemplos Septoria nodorum, 22-30 x 2,5-3 µm, S. tritici, 43-70 x 1,5-2 µm e S. passerinii (Wiese, 1977).

4.5. Apresentam poucos ou nenhum hospedeiro secundário (planta sem importância econômica). Ainda não foi devidamente esclarecida a presença de hospedeiros secundários de D. tritici-repentis, D. teres, S. nodorum e de S. tritici no Brasil. Caso fossem epidemiologicamente importantes, poderiam, em algumas situações, comprometer o efeito da rotação de culturas.

5. Patógenos necrotróficos controláveis pela rotação de culturas.

Enquadram-se em uma das cinco características acima citadas os seguintes patógenos com os respectivos nomes comuns das doenças que causam:

ainda apresentam uma opção adicional de sobreviver que é a fase saprofítica. São potencialmente controláveis pela rotação de culturas.

3. Princípio de controle de fitomoléstias pela rotação de culturas

Uma revisão extensa sobre o assunto foi feita por Curl (1963) e um histórico de sua evolução no Brasil foi descrito por Rosa (1988).

A rotação de culturas é o cultivo alternativo de espécies vegetais diferentes no mesmo local e na mesma estação anual. Por exemplo, trigo, aveia, trigo, aveia, trigo, etc. Numa mesma lavoura, durante o inverno, são cultivadas alternadamente estas duas espécies de cereais.

Por outro lado, o cultivo alternado, na mesma área, de diferentes espécies, em estações diferentes, constitui a sucessão anual de culturas como por exemplo trigo, soja, trigo, soja, etc. Neste caso, tem-se monocultura do trigo no inverno e de soja no verão.

O princípio de controle da rotação de culturas baseia-se na supressão do hospedeiro (substrato nutricional), um dos fatores determinantes de doenças. A inexistência da planta de trigo e de cevada no solo (cultivada, voluntária e resíduos culturais) leva à erradicação dos patógenos que delas são nutricionalmente dependentes.

A eliminação dos resíduos culturais, durante a rotação de culturas, é devida à decomposição da mesma pelos microorganismos do solo. Na fase final da decomposição, os fitopatógenos associados aos resíduos são destruídos pela microflora. Assim, a rotação de culturas constitui-se numa medida de controle biológico, como abordado por Cook & Baker (1983), porém ainda pouco estudada no Brasil.

Baker & Cook (1974) citam que a maioria, ou se não a totalidade dos fitopatógenos, provavelmente morreriam de inanição ou de velhice, indepedentemente de qualquer fator biológico, se não tivessem acesso ao hospedeiro ou a outro substrato. Daí conclui-se que durante a rotação de culturas, os fitopatógenos são eliminados e que, contrariamente, sob monocultura, eles são realimentados e, portanto, mantidos num potencial de inóculo suficiente para a continuidade do ciclo biológico dos patógenos.

4. Características dos fitopatógenos vulneráveis ao controle de rotação de culturas

4.1. Sobrevivem pela colonização saprofítica dos resíduos culturais do

a. G. graminis var. tritici - mal-do-pé

b. S. tritici - mancha salpicada da folha

c. S. nodorum - septoriose da folha, do nó e da gluma

d. D. tritici-repentis - mancha amarela da folha

e. D. teres - mancha em rede

f. B. sorokiniana - helmintosporiose, podridão comum de raízes

g. Xanthomonas campestris pv. undulosa - estria bacteriana

6. Patógenos necrotróficos não controláveis pela rotação de culturas.

Aqui são listados aqueles patógenos que não satisfazem uma ou mais das características anteriormente citadas.

a. Gibberella zeae - giberela. Apresenta muitos hospedeiros secundários (Tabela 1) nos quais forma peritécios saprofiticamente. A Figura 1 mostra que, devido a este fato, os ascosporos estão presentes no ar todos os meses do ano, principalmente nos meses em que o trigo está em floração. Além disto, apresenta esporos pequenos, segundo Booth (1971), 17-25 x 3-5 µm, leves e, portanto, transportados pelo vento a longa distância. Estes fatos asseguram a presença do inóculo em qualquer lugar e em qualquer tempo. Assim é anulado o efeito da rotação.

b. Pyricularia oryzae - brusone. Apresenta, no Brasil, também, uma gama numerosa de hospedeiros secundários, esporos pequenos, segundo OU (1972) 19-23 x 7-9 µm, transportados pelo vento a longa distância. Estes dois fatos anulam o efeito da rotação em erradicar o patógeno de uma lavoura.

7. Conseqüências da rotação e da monocultura na população de fitopatógenos

Por que a monocultura de trigo aumenta a intensidade das doenças causadas por necrotróficos? Porque não deixa faltar o substrato indispensável à multiplicação dos parasitas. Assim, a presença dos restos culturais do trigo ou da cevada, em lavouras de monocultura, indica também a presença dos patógenos naquele local. A monocultura reintroduz na lavoura o alimento dos patógenos a cada 6-7 meses (colhe-se o trigo em dezembro-janeiro, e semeia-se em julho-agosto).

Na Figura 2, é hipoteticamente mostrada a dinâmica de aumento e de declínio populacional dos necrotróficos sob monocultura. A linha pontilhada indica o limiar ou o nível crítico de dano econômico. Ou seja, quando o nível de infecção situar-se acima, a doença causa perdas econômicas na cultura e é jus-

tificável seu controle por fungicidas aplicados nos órgãos aéreos.

Na Figura 3, está representado, hipoteticamente, o efeito da rotação de culturas em reduzir o inóculo primário presente nos resíduos culturais. De modo semelhante, a linha pontilhada representa o nível crítico de dano econômico. Observa-se que, sob rotação, a intensidade das doenças em função do inóculo disponível irá atingir o nível crítico com uma freqüência muito menor do que quando comparada com a monocultura.

Outra pergunta pertinente é quando o trigo ou a cevada poderão voltar a ser cultivados na mesma área? A resposta é: quando os patógenos necrotróficos controláveis pela rotação de culturas forem eliminados ou reduzidos a um nível de inóculo muito baixo. Isto ocorre após a decomposição completa dos resíduos culturais (mineralização da matéria orgânica). Este período é de, aproximadamente, 12-16 meses, para Passo Fundo, no RS (Reis, dados não publicados).

A resposta a essa pergunta requer pesquisa local a fim de determinar-se o período de decomposição dos resíduos culturais. Como exemplo apresenta-se a Figura 4, referente à sobrevivência de G. zeae. A velocidade de decomposição é função da atividade microbiana, que por sua vez é dependente da umidade do resíduo, da relação C/N, da temperatura, do pH e da aeração (Alexander, 1961). Nos resíduos culturais ocorre a esporulação contínua dos patógenos e esta prossegue enquanto houver nutrientes disponíveis. Desta maneira, a esporulação e liberação do inóculo constituem-se em fenômenos cíclicos. Quando coincidir a liberação do inóculo com a presença do trigo, reestabelece-se o parasitismo. Neste momento, o resíduo cultural não é mais uma fonte de inóculo primário importante. O patógeno já foi introduzido no novo cultivo (Fig. 2).

8. Espécies alternativas para integrarem um sistema de rotação de culturas de inverno

Uma espécie vegetal para integrar o sistema de rotação não pode ser hospedeira dos patógenos do trigo e da cevada. Geralmente as espécies leguminosas (ervilhaca, chícharo, serradela, trevos, etc) e crucíferas (colza e nabo forrageiro) satisfazem este requisito. Porém, das gramíneas de inverno a mais favorável é a aveia. O único inconveniente é a sua suscetibilidade ao vírus do mosaico do trigo transmitido pelo fungo de solo Polymixa graminis. Havendo registro de sua ocorrência numa lavoura, deve-se seguir a recomendação e se plantar cultivares de trigo resistentes ao vírus (Reunião..., 1989). No entanto, a rotação de culturas pode, em algumas situações, controlar também o mosaico do trigo (Tabela 5).

Como a cevada, também o centeio e o triticale são hospedeiros comuns de um ou de vários patógenos, por isto não são considerados como alternativas para uso em rotação de culturas com o trigo e cevada (Reis & Wünsche, 1984 e Reis & Baier, 1983).

Em algumas situações, os hospedeiros secundários poderão comprometer o controle pela rotação de culturas. Cita-se o exemplo do azevém (Lolium multiflorum L.) que pode tornar-se uma invasora em algumas lavouras. Esta espécie é suscetível ao agente causal do mal-do-pé. Portanto, caso não seja eliminada da lavoura, manterá o patógeno viável no solo num nível de inóculo suficiente para garantir a continuidade de seu ciclo biológico, quando o trigo voltar a ser cultivado na área após um inverno de rotação (Reis, 1989a).

9. Interação entre doenças e plantio direto

No plantio direto a totalidade dos resíduos culturais são deixados na superfície do solo. Nesta situação, a taxa de decomposição é mais lenta, o que aumenta o período de sobrevivência dos patógenos. Também, o inóculo encontrase num posicionamento ideal para a esporulação, liberação e inoculação. A nova cultura de trigo e cevada emerge entre os resíduos infectados. Por isto, as doenças causadas por necrotróficos são mais severas sob plantio direto e monocultura (Cook et al., 1978). A rotação de culturas pode minimizar este inconveniente do plantio direto (Tabela 3).

10. Interação entre rotação de culturas e sanidade de sementes.

Como abordado anteriormente, a rotação de culturas pode eliminar biologicamente os patógenos que sobrevivem nos restos culturais.

Os patógenos, tais como B. sorokiniana, D. tritici-repentis, D. teres, S. nodorum e X. campestris pv. undulosa sobrevivem, também, associados a sementes e são transmitidos aos órgãos aéreos com elevada eficiência (Shaner, 1981; Wiese, 1971). Por isto, a rotação de culturas, para ser efetiva, deve ser complementada pelo tratamento de sementes de trigo e de cevada com fungicidas e doses eficazes, isto é, de modo a se obter controle com eficácia de 100 % (Reis, 1987).

O uso de sementes infectadas, sem tratamento com fungicida, reintroduz os patógenos na área onde foram eliminados pela rotação de culturas.

11. Aspectos econômicos da rotação de culturas

Nas regiões Centro Sul e Sul do Brasil, os cereais de inverno mais rentáveis são o trigo e a cevada. Desta maneira, ao observar a rotação de culturas, o agricultor não terá o mesmo número de safras destas espécies ao longo de vários ciclos da rotação. Isto pode significar uma redução em sua receita. Logicamente que com a rotação haverá um incremento dos rendimentos. Porém, no caso de um sistema de rotação no qual o trigo retorne a mesma área após dois ou três invernos, dificilmente os aumentos de rendimento proporcionados compensariam economicamente o sistema de um inverno sem trigo, apesar dos rendimentos absolutos deste serem um pouco mais baixos (Tabela 4 e 5).

Na análise econômica dos experimentos de rotação de culturas conduzidos no CNPT/EMBRAPA, envolvendo o trigo, Zentner et al. (1987) obtiveram o seguinte retorno líquido, em dólares canadenses/ha: monocultura U$ 81,00, um inverno de rotação U$ 245,00, dois invernos de rotação U$ 81,00 e três invernos de rotação U$ 121,00. No estudo foram analisados os rendimentos obtidos de 1981 a 1986. Torna-se claro que o sistema mais econômico, no momento, é o de dois invernos de rotação sem trigo, intercalado com cevada.

Outro aspecto que merece consideração refere-se à aveia. No momento, esta é a melhor cultura alternativa para integrar o sistema de rotação. Caso o agricultor obtenha uma renda adicional pelo pastoreio desta, produzindo carne, ou mesmo se houver a industrialização do grão da aveia branca, e se este produto for introduzido, por exemplo, na merenda escolar e com garantia de um preço mínimo justo, o valor de U$ 245,00 (sistema de um inverno de rotação) poderia ter ainda um acréscimo considerável. Tornaria, desta maneira, um sistema econômico, diversificado e que dificilmente seria sobrepujado por outro. No momento, a adoção da rotação de cultura tem sido muito lenta por falta, talvez, de informações que comprovem a sua economicidade.

12. Conclusões

Apesar dos resultados obtidos tanto em experimentos como em lavouras comerciais serem positivos, a expansão do uso da rotação para o trigo e para a cevada tem sido pouco expressiva. No Brasil, esta prática vem sendo observada num percentual mais elevado de agricultores nas regiões de atuação das cooperativas Fundação ABC (Castro, Tibagi e Ponta Grossa, PR) e da Cooperativa Agrária (Guarapuava, PR).

A eficácia da rotação de culturas, usada integradamente com as demais

tecnologias recomendadas, tem sido claramente demonstrada, porém a sua potencialidade de uso ainda não tem sido devidamente explorada, no Brasil.

Literatura citada

ALEXANDER, M. Organic matter decomposition. In: ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York, John Wiley, 1961. Chap.9, p.139-162.

ASHER, M.J.C. & SHIPTON, P.J. Biology and control of take-all. London, Academic Press, 1981. 538p.

BAKER, K.F. & COOK, R.J. Biological control of plant pathogens. San Francisco. W.H. Freeman and Company San Francisco, 1974. 433p.

BOOTH, C. The genus Fusarium. Kew, Commonwealth Mycological Institute, 1971. 237p.

BRENNAN, R.M.; FITT, B.D.L.; TAYLOR, G.S. & COLHOUN, I. Dispersal of Septoria nodurum pycnidiospores by simulated rain and wind. Phytopathol. Z., Berlim. 112:291-287 1985.

BURGESS, L.W. General ecology of the fusaria. In: NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; COOK, R.J., eds. Fusarium: diseases, biology, and taxonomy. University Park: The Pensylvania State University Press, 1981. 457p.

CHINN, S.H.F., SALLANS, B.J. & LEDINGHAM, R.J. Spore population of Helminthosporium sativum in soils in relation to the occurrence of common root rot of wheat. Can. J. Plant. Sci. 42:720-727, 1962.

CHINN, S.H.F. & TINLINE, R.D. Spore germinability in soil as an inherent character of Cochliobolus sativus. Phytopathol. 53:1101-12, 1963.

COOK, R.J. & BAKER, K.F. The nature and practices of biological control of plant pathogens. St. Paul, The American Phytopathological Society, 1983. 539p.

COOK, R.J.; BOOSALIS, M.G. & DOUPNIK, B. Influence of crop residues on plant diseases. In: Crop residue management systems. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1978. cap.8, p. 147-63. (ASA Special Publication, 31).

CURL, E.A. Control of plant diseases by crop rotation. Bot. Rev. 29:413-419, 1963.

ELLIS, M.B. Dematiaceous hyphomycetes. Kew, CAB, 1971. 608p.

FEDERATION OF BRITISH PLANT PATHOLOGISTS. Terminology sub-committee. A guide to the use of terms in plant pathology. Kew, Commonwealth Mycological Institute, 1973. 55p. (Phytopathological papers, nº 17).

GASSEN, F. & REIS, E.M. Efeito de rotação de culturas na evolução da mancha em rede de cevada causada por Drechslera teres. 1990 (no prelo).

MATHRE, D.E. Compendium of barley diseases. St. Paul. American Phytopathological Society. 1982. 78p.

MENZIES, J.D. Survival of microbial plant pathogens in soil. Bot. Rev. 29:79-112, 1963.

OU, S.H. Rice diseases. Kew, Commonwealth Mycological Institute. 368p.

REIS, E.M. & BAIER, A.C. Efeito do cultivo de alguns cereais de inverno no aumento da população de Helminthosporium sativum no solo. Fitopatol. bras. 8:311-5, 1983.

REIS, E.M.; SANTOS, H.P. & LHAMBY, J.C.B. Rotação de culturas I - Efeito sobre doenças radiculares do trigo nos anos de 1981 e 1982. Fitopatol. bras. 8(3):431-37, 1983.

REIS, E.M. & WÜNSCHE, W.A. The sporulation of Cochliobolus sativus on residues of winter crops and its relationship to the increase of inoculum density in the soil. Plant. Dis. 68:411-412, 1984.

REIS, E.M. Patologia de sementes de cereais de inverno. São Paulo, CNDA, 1987. 32p.

REIS, E.M. Doenças do trigo II; Mal-do-pé. São Paulo, Ciba Geigy, 1989a. 15p.

REIS, E.M. Longevity of Cochliobolus sativus propagules in soil. Fitopatol. bras. 14(3/4):205-297, 1989b.

REIS, E.M. Quantificação de propágulos de Gibberella zeae no ar com armadilha de esporos. Fitopatol. bras. 13:324-327, 1989c.

REIS, E.M. & SANTOS, H.P. Rotação de culturas XV. Efeitos sobre doenças radiculares e sobre o rendimento de grãos de trigo nos anos de 1984 a 1986. Fitopatol. bras. 14(1):17-19, 1989.

REIS, E.M. Perithecial formation of Gibberella zeae on senescent stems of grasses under natural conditions. Fitopatol. bras. 15:52-54, 1990.

REIS, E.M. Survival of perithecia of Gibberella zea Petch. on naturally infected wheat kernels under field conditions. Fitopatol. bras. 15:254-255, 1990.

REIS, E.M. Control fo disease of small grains by rotation and management of crop residues, in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS; conservation tillage for subtropical areas, Passo Fundo, 1990. Proceedings... Canada , CIDA/EMBRAPA-CNPT, 1990. p.140-146.

REIS, E.M.; SANTOS, H.P. dos & MAMBY, J.C.B. Efeito de rotação de culturas no controle de podridões radiculares, de mosaico comum e no rendimento de grãos de trigo, no período de 1983 a 1990, em Passo Fundo, RS. s.l. : s.n., s.d. . lv. Trabalho apresentado na Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, 16, Dourados, MS, 1991.

REIS, E.M. & SANTOS, H.P. The effects of soil management and crop rotation on the incidence of yellow spot of wheat caused by Drechslera tritici-repentis. Fitopatol. bras. (no prelo).

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 21, Passo Fundo, RS, 1989. Recomendações da comissão sul-brasileira de pesquisa de trigo - 1989. Cruz Alta, FUNDACEP FECOTRIGO, 1989. 68p.

ROSA, O. de. Controle integrado de doenças e de pragas do trigo no Rio Grande do Sul - desenvolvimento, resultados e perspectivas. Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT, 1988. 24p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos).

SHANER, G. Effect of environment on fungal leaf blights of small grains. Annu. Rev. Phytopatol. 19:273-296, 1981.

SUTTON, J.C.; GILLESPIE, T.J. & HILDEBRAND, P.D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. Plant. Dis. 68:78-84, 1984.

WIESE, M.V. Compendium of wheat diseases. St. Paul, The American Phytopathol. Soc. 1977. 106p.

ZENTNER, R.P.; SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; PEREIRA, L.R.; SELLES, F.; BOWREN, K.E. & DYCK, F.B. The effect of crop rotations on yields and economic returns of wheat grown in southern Brazil.

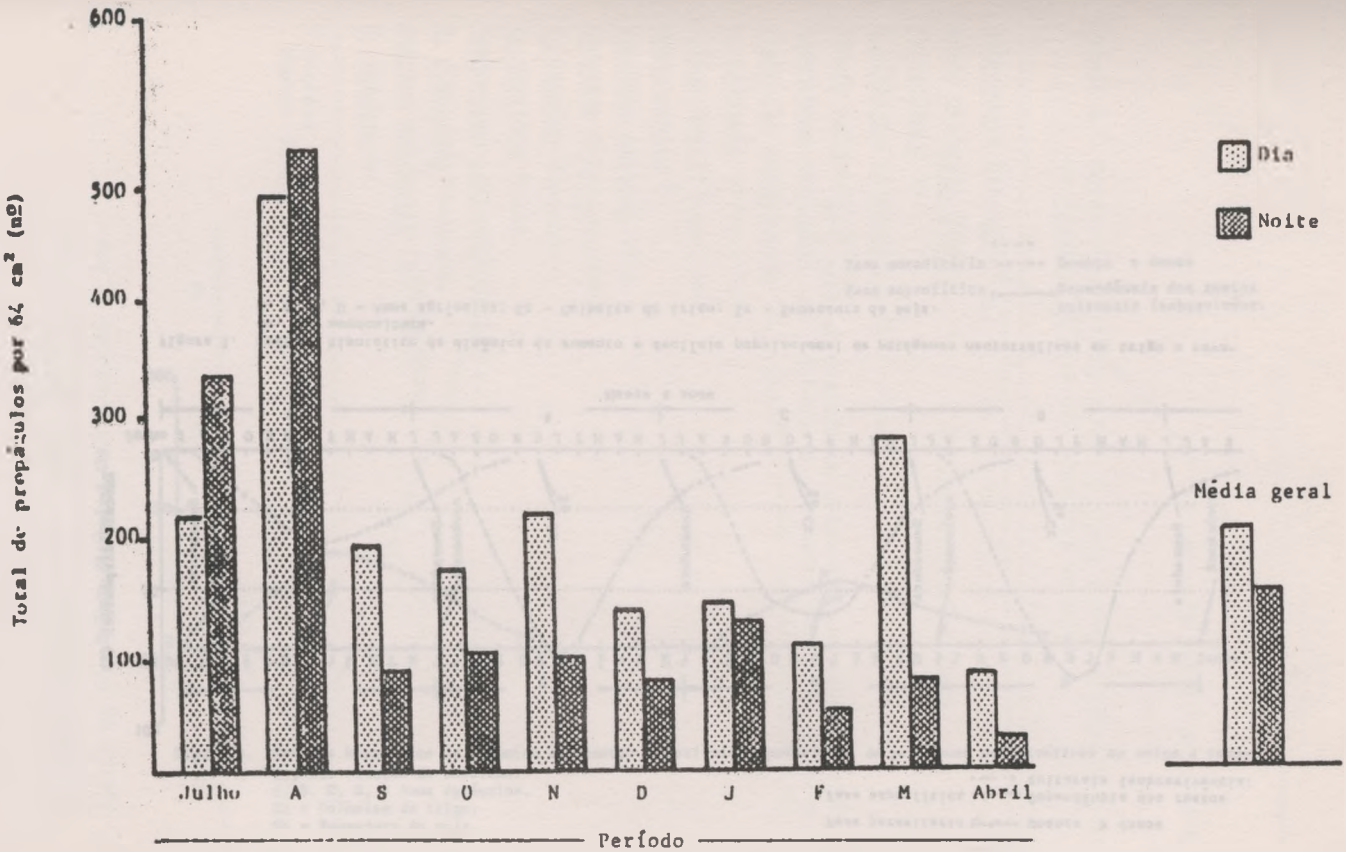

Figura 1.. Propágulos de *Gibberella zeae*, coletados em armadilhas de esporos em dois períodos diários, de julho de 1983 a abril de 1984, sobre *Triticum aestivum*, em Passo Fundo, RS.

Fonte: Reis, 1989.

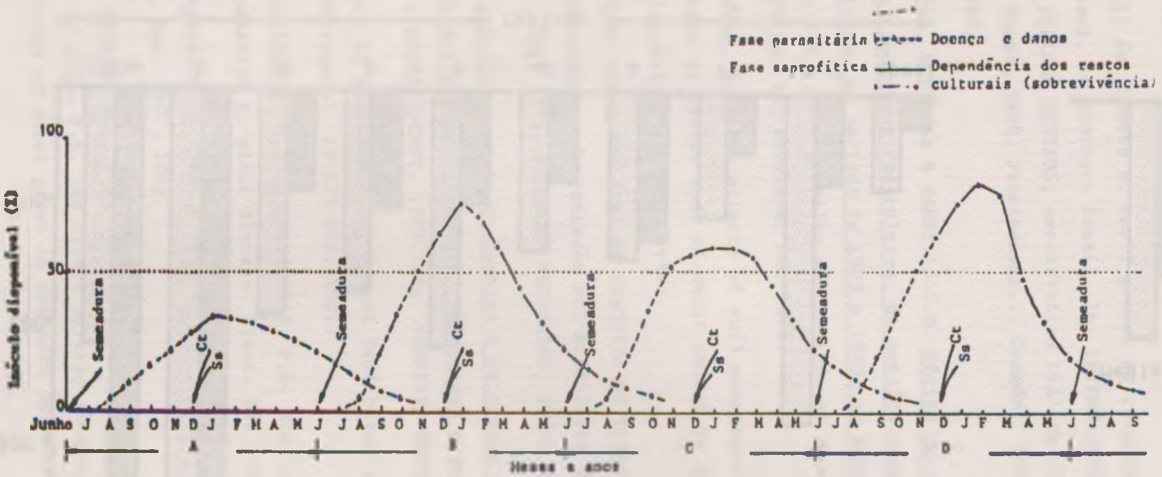

Figura 2. Gráfico hipotético da dinâmica de aumento e declínio populacional de patógenos necrotróficos em trigo e cevada, sob monocultura.
A, B, C, D - Anos agrícolas; Ct - Colheita do trigo; Sa - Semeadura da soja.

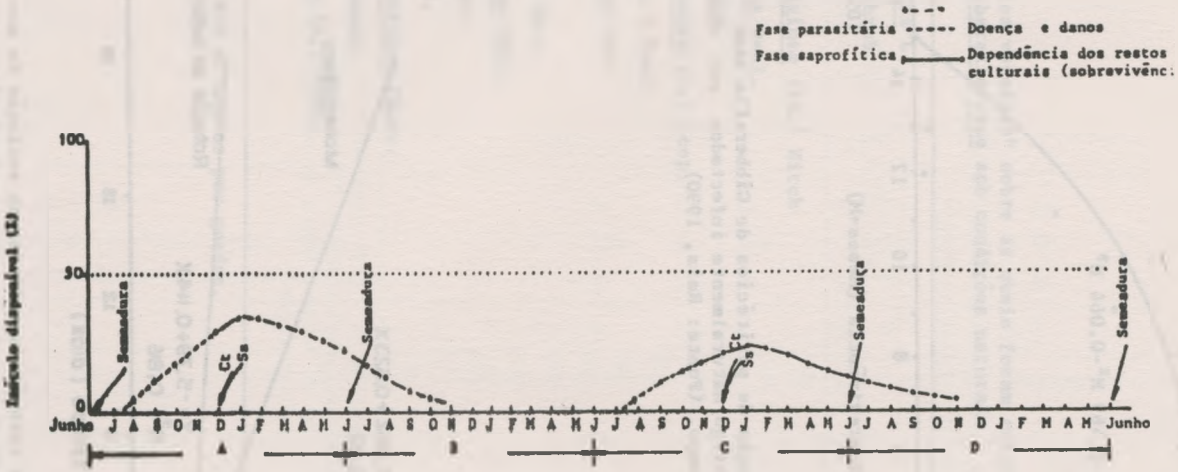

Figura 3. Gráfico hipotético da dinâmica de aumento e declínio populacional de patógenos necrotróficos em trigo e cevada, sob rotação de culturas.
A, B, C, D, = Anos agrícolas.
Ct = Colheita de trigo.
Sa = Semeadura de soja.

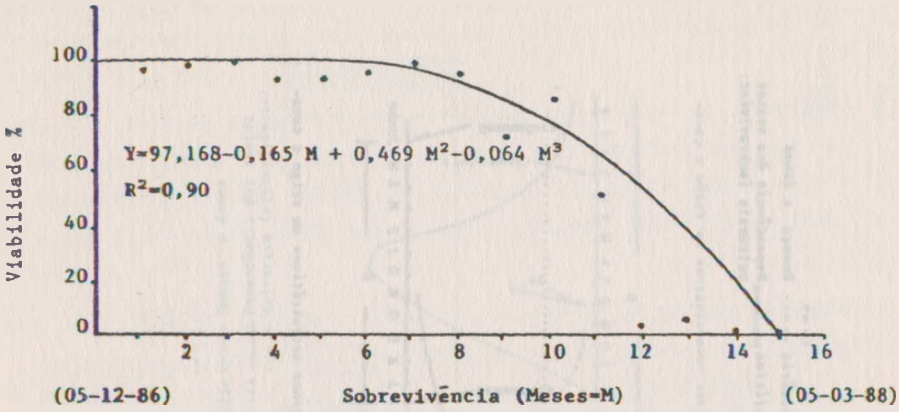

Figura 4. Sobrevivência de peritécios de Gibberella zeae em grãos de trigo naturalmente infectados sob condições de campo. (Fonte: Reis, 1990).

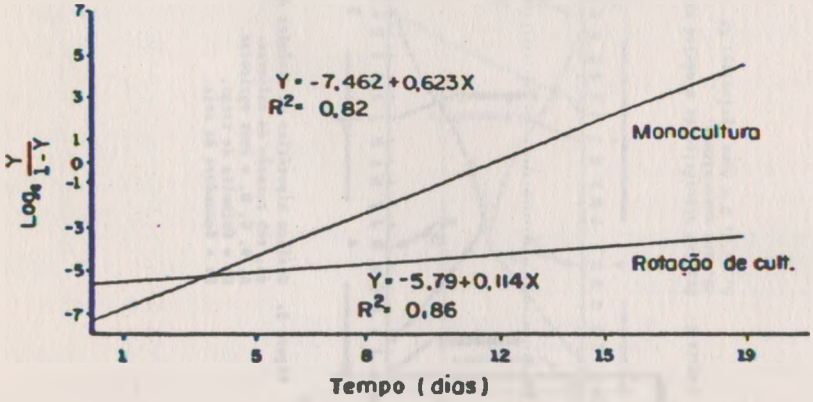

Figura 5. Efeito da rotação de culturas na evolução da mancha em rede da cevada causada por Drechslera teres. CNPT/EMBRAPA (Gassen & Reis, 1990).

Tabela 1. Espécies vegetais* sobre as quais foram encontrados perítécios de *Gibberella zeae* sob condições naturais

Andropogon bicornis L.
Avena strigosa Schrab.
Botriochloa sp.
Brachiaria plantaginea (Lk.) Hitch
Bromus catharticus Vahl.
Cortaderia selloana
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
D. ciliaris (Letz.) Koel.
Lolium multiflorum Lam.
Oryza sativa L.
Pannicum maximum Jacq.
Paspalum dilatatum Poir.
P. notatum Fluegge.
P. urvillei Steud.
Pennisetum clandestinum Chiov.
P. purpureum Schumach.
Sorghum halepense (L.) Pers.
S. vulgare L.

* Tecidos senescidos ou mortos por geadas.
Fonte: Reis, 1990.

Tabela 2. Resíduos culturais de trigo como fontes de inóculo de *Bipolaris sorokiniana* e de *Drechslera tritici-repentis*

Datas	Conídios/g de resíduos	
	B. sorokiniana	*D. tritici-repentis*
1. 24-11-89	890[1]	4.166
2. 21-12-89	1.969	1.055
3. 24-01-90	646	34
4. 23-02-90	1.000	152
5. 27-03-90	882	556
6. 27-04-90	229	458
7. 27-05-90	159	32
8. 26-06-90	302	302
9. 24-07-90	183	30
10. 24-08-90	575	192
11. 24-09-90	154	308
12. 24-10-90	0	0

[1] Determinação procedidas em amostras de 5 g de resíduos culturais cortados em pedaços de 1-2 cm de comprimento, adicionados a 100 ml de água e agitados por 5 minutos em erlenmeyer de 250 ml de volume. Média da contagem de 4 gotas de volume conhecido (0.004 ml) sob microscópio.

Fonte: Reis, 1990.

Tabela 3. Efeitos de manejo do solo e de sistemas de rotação de culturas na incidência (%) da mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*) nas três últimas folhas do trigo BR 23, 1989

Sistema de rotação (inverno)	Sistemas de manejo do solo				Média
	PD	CM	AD	AA	
Monocultura de trigo	37,3 Aa	29,6 Aa	20,3 Ba	16,7 Ba	26,0 a
Rotação 1 (trigo-ervilhaca-trigo etc.)	21,1 ABb	24,3 Aab	21,6 ABa	14,8 BA	20,5 b
Rotação 2 (trigo-aveia-ervilhaca-trigo etc.)	17,8 Ab	19,0 Ab	19,5 Aa	15,9 Aa	18,0 b
Média	25,4 A	24,4 A	20,5 B	15,8 C	

PD - Plantio direto; CM - Cultivo mínimo; AD - Preparo convencional com arado de discos; AA - Preparo convencional com arado de aiveca

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e por letras minúsculas nas colunas são estatisticamente semelhantes pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade. C.V. (%) para rotação 6,13 e para manejo de solo 9,9.

Fonte: Reis e Santos, dados não publicados.

Tabela 4. Efeito de rotação de culturas na intensidade de doenças radiculares e no rendimento de grãos do trigo CNPT-EMBRAPA, 1982

Tratamentos					Grau de infecção[x]		Rendimento	
Anos de cultivo				Anos sem trigo	Não transformado (%)	Transformado arco seno √ %	Kg/ha	%
1979	1980	1981	1982					
C/T	Trigo	Trigo	Trigo	0	92	74,7 a[y]	377 c	100
C/T	Trigo	Tremoço	Trigo	1	67	54,9 b	1.045 b	277
Trigo	Aveia	Linho	Trigo	2	19	25,7 c	2.184 a	579
Trigo	Tremoço	Colza	Trigo	2	16	23,4 cd	2.320 a	615
C/T	Trevo	Trevo	Trigo	2	12	20,2 cd	2.044 a	542
Trigo	Pousio	Tremoço	Trigo	2	7	16,3 d	2.117 a	562
C.V.(%)				-	-	14,44	13,32	-

x Determinado segundo a fórmula de McKinney em que plantas sadias = 0 - traço; 1 - 25 % do sistema radicular necrosado = infecção leve; 25 - 50 % = moderada; > 50 % = severa. Os valores englobam conjuntamente o mal-do-pé e a podridão comum de raízes.

y As médias em colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste de Duncan a 5 %.

C/T = Cultivo de cevada ou trigo.

Fonte: Reis et al., 1983

Tabela 5. Efeitos de rotação de culturas sobre a intensidade de mosaico comum do trigo. CNPT/EMBRAPA

	MOSAICO (%)			
	1983	1987	1990	X
Monocultivo	83,25 a	26,00 a	37,37 a	48,87 a
1 ano (T. e Ce.)	38,00 b	4,00 b	6,06 c	16,02 bc
2 anos s/ Trigo	80,00 a	15,75 a	14,73 b	36,83 ab
3 anos s/ Trigo	23,75 b	1,00 b	3,09 c	9,28 c

T = Trigo e Ce = Cevada.
Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.
Fonte: Reis et al., 1991.

Tabela 6. Efeitos de rotação de culturas sobre a intensidade de podridões radiculares do trigo. CNPT/EMBRAPA

	DOENÇAS RADICULARES (%)							
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	$\bar{X}$
Monocultivo	96,0 a	83,2 a	37,6 a	48,0 a	44,4 a	100,0 a	89,88 a	71,30 a
1 ano (T.e Ce.)	83,0 b	45,5 b	2,02 b	11,7 b	16,27 b	84,11 b	13,39 b	36,57 b
2 anos s/ Trigo	77,0 b	16,7 bc	2,25 b	11,7 b	14,92 b	63,10 c	19,75 b	29,35 b
3 anos s/ Trigo	77,0 b	22,7 c	2,95 b	4,8 b	9,32 b	65,59 c	14,49 b	28,12 b

T = Trigo e Ce = Cevada.
Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.
Fonte: Reis et al., 1991.

Tabela 7. Efeitos de rotação de culturas sobre o rendimento de grãos do trigo. CNPT/EMBRAPA

	RENDIMENTOS - TRIGO kg/ha							
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	$\bar{X}$
Monocultivo	1734 b	1950 b	2171 c	2118 b	1903 c	1825 b	832 b	1790 b
1 ano (T.e Ce.)	1962 a	2546 a	2593 b	2508 a	2380 ab	3101 a	2917 a	2572 a
2 anos s/ Trigo	1940 a	2740 a	2813 a	2225 b	2269 b	3015 a	2694 a	2528 a
3 anos s/ Trigo	2043 a	2805 a	2768 a	2635 a	2482 a	2998 a	2933 a	2673 a
Cultivar - Trigo	(BR 5)	(BR 14)	(BR 14)	(BR 14)	(BR 14)	(BR 14)	(BR 23)	2666

T = Trigo e Ce = Cevada.
Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.
Fonte: Reis et al., 1991.

MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES

Martin Homechin[1]

Agentes causais de doenças de plantas cultivadas são veiculados (externa ou internamente), junto às sementes vegetais, bulbos, tubérculos, estacas vegetais. Atuam durante o período de armazenamento ou quando as partes entram em contato com o solo ou substrato úmido em temperatura adequada à germinação ou enraizamento, comprometendo o desempenho através da colonização dos tecidos vegetais, alterando o processo de germinação, causando apodrecimento e mesmo a morte da nova planta. Podem ainda ser responsabilizados pela introdução de inóculo inicial ou aumento deste em uma área agrícola ou região. Esse processo pode ser alterado pelo emprêgo de medidas preventivas como a escolha da área para produção, práticas agrícolas, época e método de colheita adequados e variedades tolerantes. Além dessas alternativas, podem ser realizados, o tratamento da semente pelo calor, emprego de fungicidas e microrganismos antagônicos benéficos ou agentes biocontroladores. Esta última alternativa, apesar de pouco desenvolvida já possui relatos comprovando a sua eficiência, porém (na maioria das vezes em condições controladas. Esses agentes biocontroladores

---

1) Professor Ms. Dr. Adjunto da Fundação Universidade Estadual de Londrina.

diferenciam-se dos demais por serem entidades vivas, requerendo nutrientes e estando sujeitos às condições do ambiente, as quais governam sua existência e atividades. Podem ser governados pela composição quali-quantitativa da microflora do solo a qual pode promover a inibição dos mesmos por: membros de suas próprias classes, MAROIS & LOCKE, 1985; influência da espécie vegetal, variedade, competição interespecífica; Sendo que esta última pode se dar entre grupos taxonomicamente diferentes ou através da interferência de espécies indígenas, o que em muitas situações (caso de fungos) resulta na desintegração do citoplasma da célula hospedeira em função da penetração das hifas do microrganismo introduzido por outra espécie nativa. Se um solo for supressivo a patógenos, devido a microflora nativa, é bem provável que seja supressivo às atividades dos agentes de biocontrôle quando estes forem introduzidos.

Todos os estudiosos do assunto são unânimes em afirmar que o agente de biocontrole deve possuir habilidade para se manter no ambiente solo ou semente, onde uma vez aplicados seus propágulos devem desenvolver-se estabelecendo-se na espermosfera da semente antes e durante a germinação e após, na radícula emergente e elongação da raiz. Este processo é dependente do ambiente (textura, potencial mátrico, níveis de nutrientes e pH, temperatura do solo, composição da população de microrganismos) na semente e solo. Também os exudatos liberados durante o processo de germinação e emergência da semente, tem papel de destaque WINDELS, 1981; FLENTJE & SAKSENA, 1964. Uma vez estabelecidos, os propágulos passam à competir por sítios com a microflora nativa, produzindo compostos com propriedades antibiótica,

substâncias promotoras do crescimento de plantas e em certas situações podem aumentar a disponibilidade de nutrientes, tornando-as tolerantes aos patógenos.

O tratamento, inoculação ou microbiolização das sementes (MBS) ao do material de propagação vegetal é considerado controle biológico clássico, PALTI (1981) tendo como marco inicial os trabalhos de NOVOGRUDSKY & BERESOVA (1937 - 1939, URSS) onde inocularam-se sementes de linho com bactérias obtendo controle satisfatório de Fusarium lini e Colletotrichum linicola ; seguido pelos trabalhos de YIN, S.Y. (1954, China) que empregou Streptomyces sp. (raça 5406) no tratamento de sementes de algodão para plantio em 6.000.000 ha, e de TWEIT & MOORE (1954, EUA) conseguiram-se resultados positivos mediante o emprego de um isolado brasileiro de Chaetomium sp antagônico a Helminthosporium victoriae para tratamento de sementes de aveia.

A técnica da MBS pode permitir uma melhoria no estande inicial, no desenvolvimento das plantas, pela proteção conferida contra aqueles agentes causais do apodrecimento das sementes, doenças de plântulas e mesmo em fases posteriores do ciclo da planta.

Para que a técnica seja efetivada são necessários determinados requisitos como: seleção de microrganismos efetivos; processo prático de multiplicação e aplicação e conhecimento do local de emprego.

Segundo ANDREWS (1985), o microrganismo para ser empregado no controle biológico deve preencher características como: a) possuir elevada capacidade de crescimento e re

produção; b) sobreviver em diferentes condições; c) possuir mais de um mecanismo de atuação (ex.: parasitismo, competição, antibiose, estímulo à defesa do hospedeiro); d) ser compatível com outros agentes microbianos, com defensivos químicos e nutrientes minerais; e) não ser patogênico às plantas ou partes destas; f) tolerar antibióticos produzidos por outros microrganismos. Além destas características, a seleção deve ser realizada de tal maneira que o microrganismo tenha seu emprego indicado por região ecológica ou área geográfica, uma vez que sabemos que cada microrganismo ou composto dele originado pode não ser atuante em diferentes condições.

A multiplicação do agente de biocontrole para ser utilizado no tratamento das sementes deve ser realizada de acordo com o objetivo, sendo que o local de semeadura e o tipo de patógeno que se deseja controlar devem ser considerados, uma vez que, determinados patógenos, podem suprir o antagônico com nutrientes e outros não.

As estruturas vegetativas ou de reprodução do antagônico devem possuir energia suficiente para o rápido desenvolvimento ou produção de substâncias prejudiciais ao patógeno e não prejudiciais à microflora benéfica, permitindo uma maior adaptabilidade aos fatores abióticos e bióticos locais. Os processos de multiplicação podem ser pelo método de fermentação, via sólida, semi-sólida e líquida, dependendo do objetivo e do microrganismo envolvido. Todo inóculo antes de ser utilizado, deve ser analisado quanto à sua efetividade, longevidade ou sobrevivência.

A quantidade do inóculo do antagônico a ser empregada po

de ser variável com o grau de especialização e inóculo do patógeno e da energia disponível para sua atuação devendo ser determinada pela energia que o antagônico dispõe. Quanto maior a disponibilidade, menor a atuação do antagônico, pois poderá favorecer outros organismos competidores no mesmo sítio ou adjacências, LINGAPPA & LOCKWOOD, 1964. A idade também é importante, principalmente naqueles microrganismos que são empregados na forma de suspensão de esporos ou estruturas vegetativas.

O inóculo (esporos ou estruturas vegetativas) pode ser aplicado às sementes na forma de revestimento do tipo peletização ou microencapsulação; pulverização de suspensão de esporos diluídos em água, melaço, ou outro agente, promovendo um melhoramento das sementes. Qualquer produto aplicado para facilitar o revestimento das sementes e veiculação do agente antagonista não deve servir como substrato ou fonte de energia utilizável por outros microrganismos, uma vez que desta forma estes podem ampliar seu inóculo, tornando-se prejudiciais pela competição com antagonista empregado ou patogênico às sementes ou mesmo às plantas. Também não devem ser desconsiderados os testes de viabilidade do inóculo aplicado, ou a ser aplicado, e neste aspecto é necessário que empregue-se o inóculo adequado baseando-se no conhecimento dos patógenos envolvidos e nas condições do local a ser aplicado, isto porque trabalhos prévios têm mostrado em condições brasileiras, a campo, um isolado eficiente em uma região não apresenta essa mesma característica em outra região diferente.

Referências Bibliográficas

ANDREWS, J.H. Strategies for selecting anagonistic microrganisms from the phylloplane. IN: WINDELS, C.L.; LINDON, S.E. Biological control on the phylloplane, St. Paul: The American Phytopathological Society, 1985. p. 31.44.

BROADBENT, P.; BAKER, K.F.; WATERWORTH, Y. 1971. Bacteria and actinomycetes antagonistic to fungal root plathogens in Australian soils. Aust. J. Biol. Sci. 48: 237 - 248.

BROWN, M.E. 1974. Seed bacterization. Ann. Review. Phytopathol. 12.

BROWN, M.E. 1972. Plant growth substances produced by microrganisms of soil and rhizosphere. J. Appl. Bact. 35: 443 - 451.

CHANG, I-pin; KOMMEDAHL, T. 1968. Biological control of seedling blight of coen by coating kernels with antagonistic microrganisms. Phytopathology 58: 1395 - 1401.

CHEN, W.; ECHANDI, E.; SPURR JR., H.W. 1981. Protection of tobacco plants from bacterial wilt with a virulent bacteriocin producing strains of Pseudomonas solanacearum. In: INTERNATIONAL CONF. PLANT PATHOG. BACTERIA 5, Procedings... Cali: C. Lozano p. 482-492.

FLENTJE, N.T.; SAKSENA, H.K. 1964. Pre-emergence rotting of peas in South Australia. III Host-pathogen interaction. Australian Jour. Biol. Sci. 17: 665 - 675.

HARMAN, G.E.; CHET, I.; BAKER, R. 1980. Trichoderma hamatum effects on seed and seedling disease induced in radish an pea by Pythium spp. or Rhizoctonia solani. Phytopathology 70: 1167 - 1172.

HOWELL, C.R.; STIPANOVIC, R.D. 1979. Control of Rhizoctonia solani on cotton seedling with Pseudomonas fluorescens and with an antibiotic produced by bacterium. Phytopathology 69: 480 - 82.

KOMMEDAHL, T. WINDDELS, C.E. 1978. Evaluation of biological seed treatment for controling root diseases of pea. Phytopathology 68: 1087 - 1095.

LINGAPPA, B.T.; LOCKWOOD, J.H. 1964. Activation of soil microflora by fungus sporen in relation to soil fungistasin. J. Gen. Microbiol. 35: 215 - 227.

LOPES, C.A. Biological control of Pseudomonas avenae with epiphytic bacteria isolated from corn plants. Miami: University of Florida, 1986. 103p. Tese Doutoramento.

ODUODY, G.N.; BOOSALIS, M.G.; KERR, E.D. 1980. Biological control of Rhizoctonia solani with soil-inhabiting Basidiomycete. Phytopathology 70: 655-658.

PALTI, J. 1981. Cultural pratices and infections crop diseases. Berlin. Springer-Verlag 243p.

RICHARDSON, L.T. 1954. The persistence of thiram in soil and its relationship to microbiological balance and damping off control. Con. J. Botany 32: 335 - 46.

SCHIPPERS, B.; GAMS, W. eds. 1979. Soil borne Plant Pathogens. Academic Press, New York, 686pp.

WINDELS, C.E. 1981. Growth of Penicillium oscalium as a biological seed treatment on pea seed in soil. Phytopathology 71: 929 - 933.

CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS EM CASA DE VEGETAÇÃO*

R. M. Valdebenito Sanhueza. EMBRAPA-CNPFT,C.E.Vacaria, 95.200
C.P. 177, Vacaria,RS.

1. INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças em estufa é um método usado especialmente para obter produtos fora da época normal de produção obtendo-se alta produtividade. Nestas condições porém, o maior desafio constitui-se no manejo das doenças. Umidade, temperatura, alta densidade de plantas e falta de rotação de culturas nas casas de vegetação são fatores que propiciam a ocorrência de doenças. As práticas mais importantes de controle visam a manutenção do ambiente livre de patógenos devendo-se: a) utilizar sementes ou mudas sadias; b) evitar a introdução de solo ou material vegetal contaminado; c) dispor de ferramentas e calçados para uso nas estufas, lavando-as e desinfetando-as com frequência.

Quando a doença se estabelece nestes locais a disseminação é mais rápida que em lavouras principalmente quando o patógeno produz abundantes propágulos. Assim, o ambiente úmido da casa de vegetação poderá propiciar a formação destas estruturas que contamina outras plantas, sendo por isto recomendável a eliminação rotineira dos tecidos ou plantas doentes (erradicação) para reduzir o inóculo inicial.

O manejo do ambiente, especialmente da temperatura e umidade, é fundamental para evitar o estabelecimento de doenças na parte aérea ou radicular das plantas. A diminuição da umidade relativa, do molhamento foliar e do excesso de umidade do solo limita a produção de inóculo e o início do processo de infecção. É importante lembrar que em condições de solos com alta salinidade, os sais eliminados por gutação poderão causar danos nas folhas e facilitar o estabelecimento de patógenos (Jarvis, 1989). Este grupo de organismos necrotróficos poderão também ser favorecidos pelas folhas e restos de cultura que caem no solo, ou pelas lesões nas raízes causadas pelas condições de anaerobiose no solo.

---

* Resumo da palestra apresentada na IV Reunião sobre Controle Biológico de Doenças das Plantas. Jaguariuna, SP, 1991.

Práticas de manejo da cultura, como adubação e densidade de plantio deverão evitar crescimento exageradamente vigoroso. Essas plantas serão suscetíveis à penetração dos patógenos e em condições de alta densidade poderão dificultar a circulação de ar e, portanto, favorecer a manutenção da umidade foliar e consequente infecção.

Outros métodos de controle utilizados nessas condições incluem a resistência de cultivares e o uso de fungicidas. Porém, a disponibilidade de cultivares resistentes a doenças é limitada e o controle químico encontra restrições, quanto à eficiência, no manejo de patógenos que se desenvolvem no solo. Por outra parte, apesar do controle obtido com fungicidas nas doenças da parte aérea, seu uso é limitado pelo rápido desenvolvimento de estirpes resistentes e por problemas com osperíodos de carência devido as colheitas sucessivas que são feitas nestas condições.

O controle biológico das doenças que ocorrem em casa de vegetação constitue-se em alternativa para viabilizar a produção hortícola e assegurar a eficiência do controle de patógenos dificilmente manejáveis com outros métodos. A possibilidade de manejo do ambiente poderá facilitar o estabelecimento dos antagônicos, fator que, em ambiente natural, limita o uso do método. Assim, a utilização de agentes biológicos no controle de doenças da parte aérea das plantas, em condições de campo, é dificultada, entre outros fatores, pela sensibilidade desses organismos à luz ultravioleta. Este fator pode ser manejado nas estufas, utilizando plásticos com fatores de seleção da qualidade de luz (Leben, 1974, Spurr, 1980).

Outras vantagem para aplicação do controle biológico de doenças em estufas é a utilização de substratos artificiais para desenvolvimento das plantas. estes produtos podem apresentar propriedades de inibição de patogenos do solo por fatores biológicos ou alelopatia, ou podem ser esterilizados e colonizados por organismos antagônicos para diminuir a infecção das plantas (Hoitink & Fahy, 1986).

2. BIOCONTROLE DAS PRINCIPAIS DOENÇAS CAUSADAS POR ORGANISMOS DO SOLO

a) Podridões de raízes e do colo das plantas, causadas por Sclerotinia spp e Sclerotium spp.

No controle desse grupo de patógenos a estratégia utilizada tem sido a seleção e avaliação de hiperparasitas das estruturas de resistência (Cook, 1985). A importância dos micoparasitas no biocontrole foi revisado por

Ayers & Adams, 1981. Estes autores comentam que, tendo em vista a volumosa informação disponível, trabalhos de uso prático deverão ser bem sucedidos. Um dos primeiros relatos nesse grupo foi o uso de Coniothyrium minitans para proteção de sementes ou distribuido no sulco de plantio de cebolas atacadas por Sclerotium cepivorum (Campbell, 1947). Outros antagônicos eficientes pertencem ao gênero Trichoderma e são citados como agentes de biocontrole de Sclerotium spp em alface, beringela e de S. rolfsii em tomate, amendoim, beringela e cana-de-açúcar (Garibaldi, 1989; Henis et al., 1984; Tokeshi et al., 1983).

A prática de destruição de apotécios de S. sclerotiorum, em estufas, foi sugerida por Honda e Yunoki, 1977. Os autores utilizaram plástico vinílico com características de absorção da luz ultravioleta de 390 nm,protegendo beringela e pepino da podridão.

A utilização do aquecimento do solo pelo uso de cobertura plástica tem controlado este grupo de fungos (Triolo et al, 1985). O efeito dessa técnica é principalmente a destruição ou inativação dos escleróios.

b) Podridão de raízes e/ou do colo, por Rhizoctonia, Pyrenochaeta, Macrophomina, Phytophthora e Pythium.

Os agentes antagônicos à Rhizoctonia, pertencem na sua maior parte ao genêro Trichoderma (Ayers & Adams, 1981; Elad et al, 1981; Lewis & Papavizas, 1985). Outros organismos eficientes no controle desses patógenos são espécies de Bacillus, em especial B. subtilis (Olsen & Baker, 1968).

Cylindrocarpon spp. tem sido controlado com Trichoderma spp. em condições controladas (Garibaldi, 1989) Cylindrocladium por Bacillus e Pyrenochaeta com uso de cobertura plástica do solo (Garibaldi, 1982), ou com bactérias. O aquecimento do solo com plástico tem também controlado Phomopsis sclerotioides (Garibaldi, 1982).

Espécies de Phytophthora e Pythium têm sido controladas principalmente com a utilização de compostos principalmente constituidos com casca de árvores com ou sem a introdução de organismos antagônicos. A atividade desses compostos tem sido por alelopatia (Patrick, 1986. Hoitink & Fahy, 1986).

Uma outras abordagem para o controle deste grupo de fungos é o uso de fungos ou bactérias para colonização de sementes ou raízes das plântulas em diversas culturas. Os organismos utilizados nesta forma parecem ser mais

eficientes em pré do que em pós-emergência (Kommedahl & Windels, 1980).

c) Podridões de raízes ou murcha por Fusarium spp. ou Verticillium spp.

O controle desse grupo de fungos tem sido obtido pela colonização da rizosfera com isolados de Pseudomonas produtores de sideróforos (Baker et al, 1986); com utilização de organismos que ativam os mecanismos de resistência das plantas (Matta & Garibaldi, 1977); com a colonização do substrato para crescimento das culturas com organismos antagônicos (Marois & Locke, 1985; Rowe & Farley, 1978); ou pelo uso de aquecimento do solo (Komada & Fukai, 1982). As principais culturas protegidas deste grupo de patógenos são: pepino, batata-doce, crisântemos e cravo.

d) Doenças da parte aérea.

O controle biológico desse tipo de doença tem sido menos estudado. A maior ênfase tem sido para o controle de Sphaerotheca fuliginea com o hiperparasita Ampelopsis quaisqualis (Jarvis & Slingsby, 1977) e de Botrytis cinerea por Trichoderma spp. (Wood, 1950; Shimshoni et al, 1988).

Os antagonistas freqüentemente competem com o patógeno por nutrientes e podem produzir substâncias inibidoras à germinação dos conídios e ao crescimento dos patógenos, (Fokkema, 1976).

No caso de Sphaerotheca, a utilização de biocontrole com A. quaisqualis, pode resultar em aumento da produção de pepino com controle parcial da doença (Sundheim, 1982).

A competição por nutrientes parece ser o mecanismo de ação mais importante de Trichoderma sobre Botrytis, obtendo-se eficiência superior a 50% de controle com aplicação de suspensões de esporos que assegurem populações de 10^5 - 10^7 propágulos por folha ou fruto (Shimshoni et al, 1988). Vários países tem registrado o uso de produtos contendo Trichoderma em casa de vegetação. Ex: Trichodermin, desenvolvido por instituições dos governos de Bulgária e Rússia.

e) Doenças causadas por bactérias

A utilização de fagos, antibióticos ou bacteriocinas tem sido testada em casa de vegetação com bactérias e constitui um campo promissor para uso prático de biocontrole de doenças nessas condições (Moore, 1984).

Quanto à galha da Coroa (Agrobacterium tumefasciens), doença que afeta rosáceas em viveiros, o problema pode causar perdas severas após o

transplante. O uso de uma estirpe não patogênica de A. radiobacter (84) tem mostrado grande eficiência de controle, protegendo as mudas contra o patógeno (Moor & Warren, 1979).

- Podridões de cogumelos comestíveis.

A produção de Agaricus bisporus em estufas pode ser severamente afetada por patógenos, e principalmente, pela infecção de Pseudomonas tolaasii. O controle da doença tem sido obtido pelo uso de um isolado de Pseudomonas do grupo fluorescente, de uso comum na Austrália (Moore, 1981; Nair & Fahy, 1976).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características do ambiente das estufas exige um manejo agronômico cuidadoso e o controle integrado das doenças apresenta como indispensável para assegurar uma produção rentável e de boa qualidade de consumo.

Na literatura internacional existem numerosos trabalhos que mostram a viabilidade de uso dos agentes de biocontrole. Porém, são pucos os exemplos de uso prático desses produtos. O mercado restrito desses biofungicidas parece limitar o interesse do setor privado pela comercialização desses produtos mais do que a sua formulação.

A viabilidade comercial deste método de contrôle poderá ser de responsabilidade de órgãos oficiais (Ex. Rússia e Bulgária) ou de pequenas empresas que façam produção regional, como acontece na Austrália, Japão e recentemente no Brasil.

LITERATURA CITADA

1. AYERS, W.A.; ADAMS, P.B. Mycoparasitism and ist application to biological control of plant diseases. IN: PAPAVIZAS, C (Ed) Biological control in crop production. London: The Beltville Agricultural Research Center, 1981.
2. BAKER, R; ELAD, Y; SNEH, B. Physical, biological and host factors in competition in soils; IN: SWINBURNE, T.R. (Ed) Iron, siderophores and plant diseases. Plenum.N.Y:1986
3. CAMPBELL, N.A. A new species of Conithyrium parasitic on sclerotia. Mycologia,v.39,p. 190-95, 1947.
4. COOK, R.J. Biological control of plant pathogens: Theory and application. Phytopathology,v.75,p.25-9, 1985.

5. ELAD, Y, HADAR, E; HADAR, I; HENIS, Y: Biological control of Rhizoctonia solani by Trichoderma harzianun in carnation. Plant Disease, v. 65, p.675-2, 1981.

6. FORKEMA, N.J. Antagonism between fungal saprophytes and pathogens on aerial plant surfaces. IN: DICKINSON, C. H.; PREECE, T.F. (Eds) Microbiology of aerial plant surfaces. London: Academic Press, p. 487-506.1976.

7. GARIBALDI,A. Integrated control of the most severe diseases of some protected vegetable crops in Italy. IN: 1º REUNIÃO SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 3, 1982, Piracicaba. Anais. ESALQ-PIRACICABA-EMBRAPA, 1982. p.60-70.

8. HENIS, Y; LEWIS, J.A.; PAPAVIZAS, G.C. Interaction between Sclerotium rolfsii and Trichoderma spp: Relationship betweem antagonism and disease control. Soil.Biol.Biochem. v. 16, p.361-395, 1984.

9. HOITINK, H. & FAHY, P.C. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathology v.24, p.93-114. 1986

10. HONDA, Y.; YUNOKI, T. Control of Sclerotinia disease of greenhouse eggplant and cucumber by inhibition of development of apothecia. Plant Dis. Rept. v.61, p.1036-4040, 1977.

11. JARVIS, W.R. Managing diseases in greenhouse crops. Plant Dis. v.73, p.190-194, 1989.

12. JARVIS, W.R.; SINGSBY,K. The control of powdery mildew of greenhouse cucumber by water sprays of Ampelomyces quisqualis. Plant Dis. Rept. v.61, p.728-730, 1977.

13. KOMADA, T.; FUKAI, T. Solar heating in closed plastic-house for control of soilborne diseases. V. Application for control of Fusarium with of strawberry. Ann. Phytopath. Soc.Japan., v. 48, p.570-7, 1982.

14. KOMMEDAHL, T.; WINDELS, C.E. Introduction of microbial antagonists to specific courts of infection: seeds seedlings and wound. IN: PAPAVIZAS, G.C. (ed) Biological control in crops protection. London. The Beltville Agricultural Research Center., p.227-248. 1981

15. LEBEN, C. Survival of plant pathogenic bacteria Ohio. Agric.Res.Dev. Cent.Spec. (Circ.100)

16. LEWIS,J.A.;PAPAVIZAS, G.C. Effect of mycelial preparations of Trichoderma and Gliocladium on populations of Rhizoctonia solani and the incidence of damping off. Phytopathology, v.75, p.812-817, 1985.

17. MATTA, A.; GARIBALDI, A. Control of Verticillium wilt of tomato by preinoculation with avirulent fungi.
Nethelands Journal of Plant Pathology, 83, p.457-462, 1977.

18. MAROIS,J.J.; LOCKE, J.C. Population dynamics of Trichoderma viride in steamed plant growth medium. Phytopathology, 75, p.115-8, 1985.

19. MARTINS, M.P.; MELLO, I.S. Efeito antagônico de Trichoderma spp. sobre Verticillium dahliae Kleb em beringela
(Solanum melongena L.) In: 1ª REUNIÃO SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 3, 1982, Piracicaba. Anais. Piracicaba. ESALQ-EMBRAPA, 1982.

20. MOOR, L.W. WARREN, G.W. Agrobacterium radiobacter strain 84 and biological control of crown gall. A. Rev. Phytopath, v.17, p.63-179, 1979.

21. MOORE, L.W. Recent advances in the biological control of bacterial plant diseases. IN: PAPAVIZAS, G.C. Biological control in crop protection. London: The Beltville Agricultural Research Center, 1981. p. 375-390

22. NAIR, N.G.; FAHY, P.C. Commercial application of biological control of mushroom bacterial blotch Arest. J. Agric. Res. v.27, p.415-22, 1976.

23. OLSEN, C.M.; BAKER, K.F. Selective heat treatment of soil and its effect on the inhibition of Rhizoctonia solani by Bacillus subtilis: Phytopathology, v.58, p-79-87, 1968.

24. PATRICK, Z.A. Allelopathic mecanism and their exploitation for biological control. Can. J.P. Path, v. 8, p. 225-228. 1986.

25. ROWE, R.C.; FARLEY, F.D. Control of Fusarium crown and root top of greenhouse tomatoes by inhibiting recolonization of steam - soil with captafol drench. Phytopathology, v. 68, p:1221-24, 1978.

26. SHIMSHONI, G; ELAD, Y; COHEN,A.; CHET, I. Biological control of gray mold disease in varous crops. Phytoparasitica, v.16, p.66, 1988.

27. SPURR, JR. H.W. Introduction of microbial antagonists for the control of foliar plant pathogens. IN: PAPAVIZAS,G. C. (ED). Biological control in crops production. London: The Beltville Agricultural Research Center, 1981.

29. TOKESHI, H.; VALDEBENITO, R.M.S.; SOUZA, N.L., de. Controle biológico de Sclerotium rolfsii SACC por Trichoderma spp em cana-de-açucar. Summa Phytopathológica, v.6, p. 95-101.

30. TRIOLO, E.; VANNACCI, G.; SCARAMUZZI, G. Possibilitá di applicazione dela solarizzazione del terreno in Italia: indagini sul binomo lattuga - Sclerotinia minor La Difesa delle Piante, v.8, p. 127-70, 1985.

31. WOOD, R.K.S. The control of diseases of lettuce by the use of antagonistic organisms. I. the control of Botrytis cinerea Pers. Ann. Appl. Biol, v.38, p. 203-216, 1950.

CONTROLE BIOLÓGICO DO MAL-DAS-FOLHAS DA SERINGUEIRA
BIOLOGICAL CONTROL OF RUBBER TREE LEAF BLIGHT

Nilton T.V. Junqueira

EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 70.0023, CEP 73301, Planaltina-DF.

RESUMO - Avaliou-se a eficiência dos micoparasitas Dicyma pulvinata e Acremonium strictum no controle biológico do mal-das-folhas (Microcyclus ulei) em seringais de cultivo no Estado do Amazonas. O A. strictum foi testado somente em ambiente controlado. O controle do mal-das-folhas, em condições de campo, foi satisfatório somente nos seringais policlonais formados por clones com diferentes níveis de resistência ao M. ulei e intercalados em linhas. Em ambiente controlado, ambos os micoparasitas foram altamente eficientes na colonização dos estromas (fase ascógena) e da fase conidial do M. ulei. Recomendações para a utilização desses micoparasitas no controle desse patógeno, em seringais de cultivo, são discutidas.

ABSTRACT - The efficiency of mycoparasites Dicyma pulvinata and Acremonium strictum for biological control of rubber tree leaf blight (Microcyclus ulei) in Amazon rubber plantations has been evaluated. A. strictum was solely tested under controled environmental conditions. The control of M. ulei by using D. pulvinata, was solely satisfactoty in rubber tree plantations formed with intercalary lines of Hevea clones varying in resistance to this pathogen. Under controlled environmental conditions, both mycoparasites were able in colonizing of stromata and conidial phase of M. ulei. Some recommendations for the utilization of these mycoparasites for integrated control of rubber tree leaf blight are discussed.

1. INTRODUÇÃO

O mal-das-folhas, causado pelo ascomiceto Microcyclus ulei (P. Henn.) v. Arx, é a mais importante doença da seringueira (Hevea spp), constituindo-se em um dos principais fatores que limitam a produção de latex e a expansão da heveicultura no país. Esse patógeno ataca as folhas jovens com até 15 dias de idade, causando-lhes a queda. Os ataques sucessivos do patógeno tornam as plantas debilitadas e altamente vulneráveis aos ataques de fitopatógenos secundários que podem determinar, rapidamente, a morte da planta.

O controle do mal-das-folhas vem sendo feito a base de fungicidas que, apesar do alto custo, oferecem resultados satisfatórios para seringais jovens com até sete anos de idade. Em seringais com plantas mais altas, o controle químico ainda é impraticável pela falta de equipamentos de pulverização adequados.

O controle através da resistência genética tem sido dificultado pela grande variabilidade fisiológica do M. ulei (JUNQUEIRA et al. 1986a) e pela dificuldade de se incorporar, num mesmo clone, alta produtividade e níveis mais elevados de resistência do tipo horizontal (JUNQUEIRA et al. 1990). Tem sido constatado que a produtividade dos clones decresce a medida em que o nível de resistência do tipo horizontal é aumentado através de cruzamentos/retrocruzamentos. A seringueira (Hevea brasiliensis), sendo uma planta perene e caducifólia, cuja renovação foliar, em condições normais, ocorre uma vez por ano, permite ao M. ulei, sobreviver de um período de renovação foliar para outro, em folhas remanescentes no seringal. Nessas fo-

lhas, esse patógeno produz, dentro de estruturas estromáticas compactas e resistentes, a fase ascógena que atuará como fonte de inóculo primário, para iniciar uma nova epidemia no próximo período de renovação foliar (GASPAROTTO et al. 1984). A destruição das estruturas estromáticas, consequentemente, a fase ascógena, que constitui a principal fonte de inóculo primário do patógeno, seria uma alternativa para reduzir a incidência do mal-das-folhas nos lançamentos foliares subsequentes. Desta forma, a utilização de inimigos naturais seria, sem dúvida, o método mais viável para destruir a fase ascógena do M. ulei e, consequentemente, o inóculo primário da doença nos seringais de cultivo.

Entre os inimigos naturais do M. ulei, descritos até o momento (JUNQUEIRA et al. 1986b, 1989, JUNQUEIRA & GASPAROTTO, 1991), destacam-se como os mais promissores os micoparasitas Dicyma pulvinata (Berk. & Curt.) Arx, sin. de Hansfordia pulvinata (Berk. & Curt.) Hugues e Acremonium strictum W. Gams.

No presente trabalho discutem-se os principais fatores que afetam a eficiência de D. pulvinata no controle do mal-das-folhas da seringueira, em condições de laboratório e de campo, e o potencial de A. strictum para o controle desse patógeno.

2. EFICIÊNCIA DE Dicyma pulvinata NO CONTROLE BIOLÓGICO DO MAL-DAS-FOLHAS DA SERINGUEIRA EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Estes experimentos foram conduzidos em seringais de cultivo do Estado do Amazonas, durante o período de 1986 a 1989.

O isolamento, cultivo e preparo da suspensão conidial de D. pulvinata foram feitos conforme descrito por JUNQUEIRA & GASPAROTTO (1991).

As pulverizações de D. pulvinata foram efetuadas em janeiro/fevereiro de 1986, aos 5 a 6 meses após a renovação foliar, utilizando-se um pulverizador costal motorizado.

Após o preparo do inóculo, a suspensão conidial (2×10^5 conídios/ml) foi, imediatamente, aplicada diretamente sobre os estromas e/ou lesões conidiais, em 10 árvores/linha, na proporção de 1 a 2 litros por árvores, após as 18:00 horas de noites não sujeitas a chuvas, em um seringal monoclonal de IAN 717, com 6 ha, espaçamento de 7 m entre linhas e 3 m entre plantas com oito anos de idade, altamente susceptível aos isolados de M. ulei do grupo I. Da mesma forma, a suspensão de inóculo foi também aplicada em outros dois seringais com 0,98 ha cada, com 12 anos de idade, formados por clones geneticamente heterogêneos (seringais policlonais) e intercalados em linhas, também no espaçamento de 7 x 3 m. Um desses seringais é formado por linhas intercaladas dos clones IAN 717, FX 3864, PFB 5 e IAN 873 e, o outro, por linhas intercaldas de FX 4098, FX 3899, IAN 2388, IAN 717, FX 3925 e IAN 873.

Instalou-se outro experimento em um seringal jovem policlonal, com um ano de idade, formado por clones geneticamente heterogêneos (IAN 6158, FX 4098, FX 3899, IAN 717, PUA 7, PA 31, IAN 873, PFB 5, FX 3864 e CNSAM 7665), intercalados em linhas e espaçados de 1,0 x 1,2 m. Nesse seringal, assim como nos dois anteriores, existem clones resistentes, moderadamente resistentes, susceptíveis e altamente susceptíveis ao M. ulei.

As avaliações foram feitas a intervalos de 6 meses, no período de dezembro/85 a fevereiro/89, determinando-se o número de estromas de M. ulei em 9 cm^2 de superfície foliar, o número de estromas colonizados por D. pulvinata e estimando-se o percentual de copa retida em plantas do clone

IAN 717 (altamente susceptível) e do clone FX 4098 (susceptível), através de observações visuais.

2.1. Resultados

Os resultados das avaliações da eficiência de D. pulvinata no controle biológico do mal-das-folhas da seringueira são apresentados, a seguir, nas figuras de 1 a 8.

2.1.1. Seringais Policlonais intercalados em linha

Nas figuras 1 e 3 estão apresentados os dados referentes ao número total de estromas de M. ulei em 9 cm^2 de superfície foliar e o número desses estromas colonizados por D. pulvinata em folhas do clone IAN 717 (altamente susceptível) e do FX 4098 (susceptível), pertencentes aos seringais policlonais (seringal formado por clones geneticamente heterogêneos) intercalados em linhas.

Observando-se as figuras 1 e 3, verifica-se que, antes da aplicação de D. pulvinata (dez/85), o número de estromas de M. ulei era elevado e não havia registros de estromas colonizados pelo micoparasita. Por outro lado, em fev/86, um a dois meses após a aplicação da D. pulvinata, já se constatava que mais de 50% dos estromas de M. ulei estavam colonizados pelo micoparasita.

É importante ressaltar, que a seringueira renova a folhagem, geralmente, nos meses de junho/julho. Durante a renovação foliar, as folhas velhas contendo os estromas do M. ulei colonizados por micoparasitas, são lançadas ao solo, dando lugar as novas brotações, que são atacadas pelo patógeno. Desta forma, a densidade de inóculo de D. pulvinata no seringal policlonal é reduzida, conforme mostrado nas figuras 1 e 3 durante os meses de set/86, set/87 e set/88.

A partir de setembro, o índice de parasitismo volta a crescer atingindo o máximo nos meses de fev/87, fev/88 e fev/89 (figuras 1 e 3), em virtude da grande disponibilidade de estromas hospedeiros e às condições climáticas favoráveis ao micoparasita. Por outro lado, enquanto há grande disponibilidade de estromas de M. ulei, hospedeiros de D. pulvinata, a disponibilidade de folhas jovens, capazes de multiplicarem a fase conidial do M. ulei, é muito pequena ou inexistente. Tal fato faz com que a densidade do inóculo primário (oscósporos) do M. ulei esteja reduzida durante o período de renovação foliar subsequente, conforme mostrado nas figuras 1 e 3.

Analisando-se as figuras 2 e 4, referente ao percentual de copa retida nos clones IAN 717 e FX 4089, verifica-se que, em ambos os clones, o percentual de copa retida aumentou com a redução do número total de estromas (figuras 1 e 3), provavelmente devido a colonização por D. pulvinata. No entanto, não se descarta as possibilidades desses clones terem sido infectados, durante a refoliação, por inóculo proveniente de outros seringais.

2.1.2. Seringal jovem policlonal intercalado em linhas

No seringal jovem policlonal, intercalado em linhas, no espaçamento de 1,0 x 1,2 m, a eficiência de D. pulvinata, na colonização de estromas de M. ulei em folhas dos clones IAN 717 e FX 4098 (figuras 7 e 8), foi melhor que nos seringais adultos. A incidência de M. ulei nesse seringal foi drasticamente reduzida após a emissão do segundo lançamento. Tal fato pode ser devido, principalmente, à mistura de clones geneticamente heterogêneos, com ní-

veis variados de resistência do tipo horizontal e/ou portadores de resistência vertical, e a presença constante de folhas adultas com estromas de M. ulei hospedeiros.

2.1.3. Seringal monoclonal altamente susceptível

Observando-se as figuras 5 e 6, verifica-se que a aplicação de D. pulvinata não controlou o mal-das-folhas no seringal monoclonal do clone IAN 717, considerado altamente susceptível aos isolados do grupo I. Durante os três anos de observações. o número de estromas de M. ulei manteve-se alto, ao passo que o número de estromas colonizados por D. pulvinata manteve-se baixo, não reduzindo a incidência de doença.

2.2. Discussões

O índice de parasitismo de estromas de M. ulei por D. pulvinata e, consequentemente, a redução da incidência da doença foi evidente nos seringais policlonais formados por clones geneticamente heterogêneos, intercalados em linhas, e com níveis variados de resistência do tipo horizontal e/ou portadores de resistência vertical. A eficiência desse micoparasita na colonização de estromas foi maior no seringal jovem policlonal adensado, certamente, devido a heterogeneidade genética dos clones, ao espaçamento reduzido e a emissão constante de lançamentos foliares novos sem que houvesse a queda das folhas adultas que continham os estromas de M. ulei. Esses estromas atuavam como constantes hospedeiros de D. pulvinata. A emissão constante de lançamentos foliares e a persistência das folhas adultas são características de seringais jovens.

No seringal monoclonal do IAN 717 (altamente susceptível), não houve controle do mal-das-folhas, embora D. pulvinata estivesse presente nos estromas. Ficou evidente, nesse seringal, que a velocidade de disseminação e a capacidade de infecção do patógeno foi muito alta. Esses resultados indicam a necessidade de intercalação de clones geneticamente heterogêneos e com níveis variados de resistência ao M. ulei. No entanto, o plantio de clones geneticamente heterogêneos, intercalados em linha, reduzirá a incidência do mal-das-folhas, mas por outro lado, poderá dificultar a exploração de latex devido a grande variação na espessura de casca entre clones, exigindo para tal, mão-de-obra altamente qualificada.

A melhor eficiência de D. pulvinata no controle do M. ulei, nos seringais policlonais, certamente foi devido a presença de clones com diferentes níveis de resistência do tipo horizontal e/ou portadores de r. vertical, que renovam a folhagem em épocas diferentes. Tais características podem atuar como fatores de redução da densidade de inóculo no seringal, como barreira física à disseminação do patógeno e, ainda, podem favorecer o desenvolvimento e a disseminação de D. pulvinata e de outros inimigos naturais do M. ulei, por propiciarem sobreamento, umidade e maior disponibilidade de estromas de M. ulei como hospedeiros de micoparasitas.

É importante ressaltar, que diversos fatores como umidade, temperatura e luminosidade, podem afetar a eficiência do controle biológico de patógenos foliares (SHARMA & HEATHER, 1987; HEPPERLY, 1986; MITCHELL & TABER, 1986) assim como a disponibilidade de hospedeiro. Desta forma, a ineficiência de D. pulvinata no controle do mal-das-folhas no seringal monoclonal, pode ser devido a baixa retenção da folhagem, ausência de barreira física à disseminação do M. ulei e a alta densidade de inóculo desse patógeno. A baixa retenção da folhagem permite maior penetração de luz solar e maior ventilação ,

tornando mais baixa a umidade interna do seringal, desfavorecendo, desta forma, o desenvolvimento e a disseminação de D. pulvinata.

3. EFICIÊNCIA DE Dicyma pulvinata NO CONTROLE BIOLÓGICO DO Microcyclus ulei EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE CONTROLADO

Quando aplicado, na concentração de 2 x 10^5 conídios/ml, sobre plantas infectadas por M. ulei, mantidas a 24ºC e 85-95% de umidade relativa, o D. pulvinata colonizou totalmente tanto a fase estromática quanto a fase conidial do M. ulei, mostrando-se altamente eficiente no controle desse patógeno, sob condições de ambiente controlado. Todos os estromas e as lesões conídiais foram parasitadas. No entanto, não se constatou efeito preventivo quando D. pulvinata foi aplicado antes do aparecimento de lesões conidiais ou estromas do M. ulei.

Os conídios provenientes das lesões recém parasitadas perderam a capacidade de germinação. Em estromas (fase ascógena), o D. pulvinata colonizou toda a cavidade estromática (lóculo), impedindo a formaçao de ascos, ou desintegrando os ascósporos. Tal fato indica que esse micoparasita pode estar produzindo alguma substância fungitóxica capaz de inibir a germinação de conídios de M. ulei, conforme já relatado por TIRILLY et al. (1983), que detectaram, em filtrados de culturas de D. pulvinata. uma substância fungitóxica sesquiterpenoide denominada de 13-desoxyphomenone.

4. POTENCIAL DE Acremonium strictum W. GAMS PARA O CONTROLE DO MAL-DAS-FOLHAS DA SERINGUEIRA

Esse micoparasita foi isolado diretamente de lesões conidiais de M. ulei parasitas, cultivado em BDA e testado em condições de ambiente controlado a 24ºC, 85-95% de umidade relativa, sob luz alternada de 12 horas de escuro e 12 horas de luz. Nessas condições, esse micoparasita mostrou-se altamente eficiente para colonizar e destruir estromas e, principalmente, a fase conidial do M. ulei. Verificou-se também que, em ambiente controlado, esse micoparasita tem maior capacidade de sobrevivência em folhas vivas e/ou mortas de seringueira, na ausência do hospedeiro (M. ulei), do que D. pulvinata. No entanto, ainda não se realizaram testes de campo utilizando-se esse micoparasita.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nesses experimentos, torna-se evidente, a necessidade de uma integração entre o controle biológico, controle cultural (clones diferentes intercalados em linha) e a resistência genética, para se obter maior eficiência no controle biológico do mal-das-folhas em condições de campo.

Admite-se também que o plantio de seringais intercalados com outras espécies florestais, tenha excelente valor prático no controle do M. ulei, pois o sistema favorece o desenvolvimento e a disseminação dos inimigos naturais desse patógeno. Tal fato foi observado por COSTA, R.G.S. (1989); JUNQUEIRA & FELDMANN (1989); JUNQUEIRA & GAPAROTTO (1991), num seringal de cultivo no município de Lábrea-AM. É importante ressaltar que parte desse seringal é formada pelo clone IAN 873 e parte pelo FX 3899. No entanto, somente a parte formada pelo clone IAN 873 apresentava-se em ótimas condições de senvolvimento e produção, ao passo que o FX 3899, embora não estivesse sendo atacado por M. ulei, estava mal desenvolvido. Tal fato indica que o clone

FX 3899 pode não se adaptar ao sistema de cultivo intercalado com espécies florestais.

O controle cultural poderá também ser praticado através de plantios de seringueiras intercaladas, nas entrelinhas, com espécies agroflorestais de copas com portes semelhantes à seringueira e/ou com o uso da enxertia-de-copa, com clones resistentes, conforme preconizado por MORAES (1989) e JUNQUEIRA et al. (1989). Nesse caso, as copas das espécies agroflorestais ou de clones de seringueira resistentes, atuariam como barreira física na dispersão do inóculo de M. ulei e, ao mesmo tempo, propiciariam condições ideais para o desenvolvimento dos inimigos naturais desse patógeno. Os clones de seringueira a serem intercalados em linhas, poderiam apresentar resistência do tipo horizontal e/ou vertical, conforme preconizado por JUNQUEIRA et al.(1990), desde que seus períodos de renovação foliar não coincidissem.

Como opção de espécies a serem intercaladas, em linha, com a seringueira, principalmente na Amazônia úmida, sugerem-se palmaceas como a pupunheira e o açaizeiro. Nas regiões sujeitas a deficiências hídricas, essas palmaceas devem ser utilizadas com critérios, pois podem competir, por água, com a seringueira.

É importante ressaltar que, embora D. pulvinata e A. strictum possuem potencial para o controle biológico/integrado do mal-das-folhas da seringueira, ainda não existem meios de cultura ou substratos de baixo custo capazes de permitir uma boa produção de inóculo, principalmente de D. pulvinata, e também, ainda não se dispõe de um bom agente veiculante de inóculo.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, R.G.S. da. Relatório de avaliação do controle fitossanitário via aérea em seringal de cultivo. Manaus, EMATER-AM, 1989, 1v.

GASPAROTTO, L.; TRINDADE, D.R. & SILVA, H.M. Doenças da seringueira. EMBRAPA-CNPSD, 1984. 71. p. (EMBRAPA-CNPSD.. Circular Técnica, 4).

HEPPERLY, P.R. Hansfordia sp. A parasitic pathogen of dematiaceaus plant pathogenic fungi in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P. Rico, v. 70, nº 2, p. 113-120, 1986.

JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, G.M. & ZAMBOLIM, L. Variabilidade fisiológica de Microcyclus ulei. Fitopatologia brasileira, Brasília, v. 11, nº 4, p. 823-833, 1986a.

JUNQUEIRA, N.T.V. & FELDMANN, F. Relatório referente a avaliação de controle fitossanitário, por via aérea, em seringal de cultivo. Manaus: EMBRAPA-CNPSD, 1989, 40.

JUNQUEIRA, N.T.V.; GASPAROTTO, L.; LIMA, M.I.P.M.; LIEBEREI, R. & NORMANDO, M.C.S. Potencial do fungo Hansfordia pulvinata no controle biológico do mal-das-folhas da seringueira. Fitopatologia brasileira, Brasília. v. 14 , nº 2. p. 158, 1989.

JUNQUEIRA, N.T.V.; MORAES, V.H.F. & LIMA, M.I.P.M. Comportamento de alguns clones-de-copa em relação às principais doenças da seringueira. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CNPSD, Manaus, AM. Enxertia de copa em seringueira. Manaus: EMBRAPA-CNPSD, 1989, p. 82-92. EMBRAPA-CNPSD, 1989. p. 82-92. (EMBRAPA-CNPSD. Documentos, 7).

JUNQUEIRA, N.T.V.; SILVA, S.E.L.; SILVA, H.M. & SILVA, M.A.M. Controle biológico do mal-das-folhas da seringueira por Hansfordia pulvinata. Manaus: EMBRAPA-CNPSD, 1986b. 5p. (EMBRAPA-CNPSD. Pesquisa em andamento, 40).

JUNQUEIRA, N.T.V.; LIEBEREI, R.; KALIL FILHO, A.N. & LIMA, M. I. P. M. Components of partial resistance in Hevea clones to rubber leaf blight, caused by Microcyclus ulei. Fitopatologia brasileira, Brasília, v. 15, nº 2, p. 211-214, 1990.

JUNQUEIRA, N.T.V. & GASPAROTTO, L. Controle biológico de fungos estromáticos causadores de doenças foliares em seringueira: In: BETTIOL. W. ed. Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 307-331 (EMBRAPA-CNPDA. Documentos, 15).

MITCHELL, J.K. & TABER, R.A. Factors affecting the biological control of Cercosporidium leaf of peanuts by Dicyma pulvinata. Phytopathology, st. paul, v. 76, nº 10, p. 990-994. oct. 1986.

MORAES, V.H.F. Experiência adquirida com a enxertia-de-copa da seringueira em plantios do PROBOR no Distrito Agropecuário da SUFRAMA. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CNPSD, Manaus, AM. Enxertia-de-copa em seringueira. Manaus: EMBRAPA-CNPSD, 1989, p. 93-111. (EMBRAPA-CNPSD. Documentos, 7).

SHARMA, I.K. & HEATHER, W.A. Temperature light intensity effect on the antagonism of species of cladosporium to Mellampsora larici-populina on cultivars of popolus x euramericana (Dode) Guinier. Journal of phytopathology, Berlin, v. 120, nº 2, p. 158. 1987.

TIRILLY, Y.; KLOOSTERMAN, J.; SIPMA, G.; KETTENES VAN DEN BOSCH, J.J. A fungitoxi sesquiterpene from Hansfordia pulvinata. Phytochemistry, Oxford, v. 22, nº 9. p. 2082-2083, 1983.

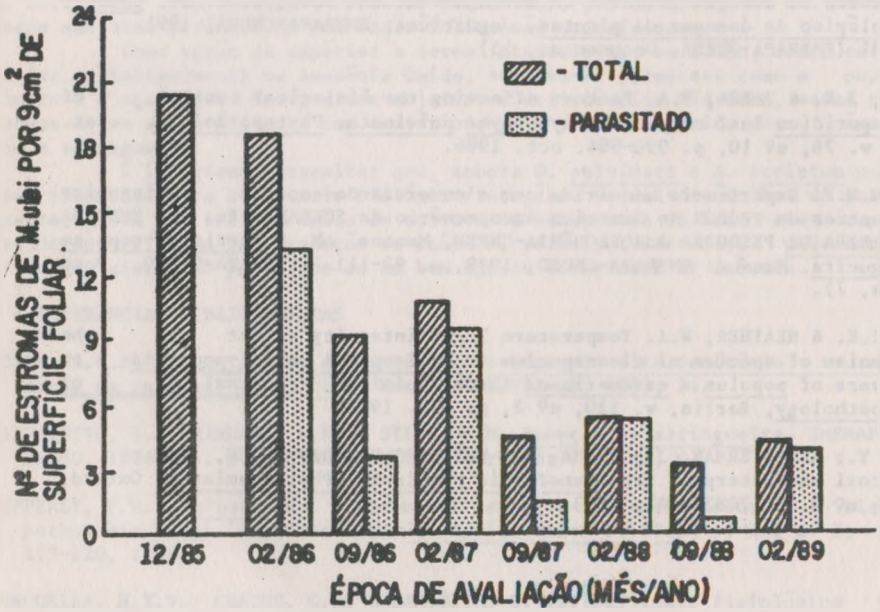

FIG. 1. EFICIÊNCIA DE *Dicyma* NA COLONIZAÇÃO DE ESTROMAS DE *Microcyclus ulei* EM PLANTAS DO CLONE IAN 717, PERTENCENTES A UM SERINGAL POLICLONAL FORMADO POR CLONES GENETICAMENTE HETEROGENEOS.

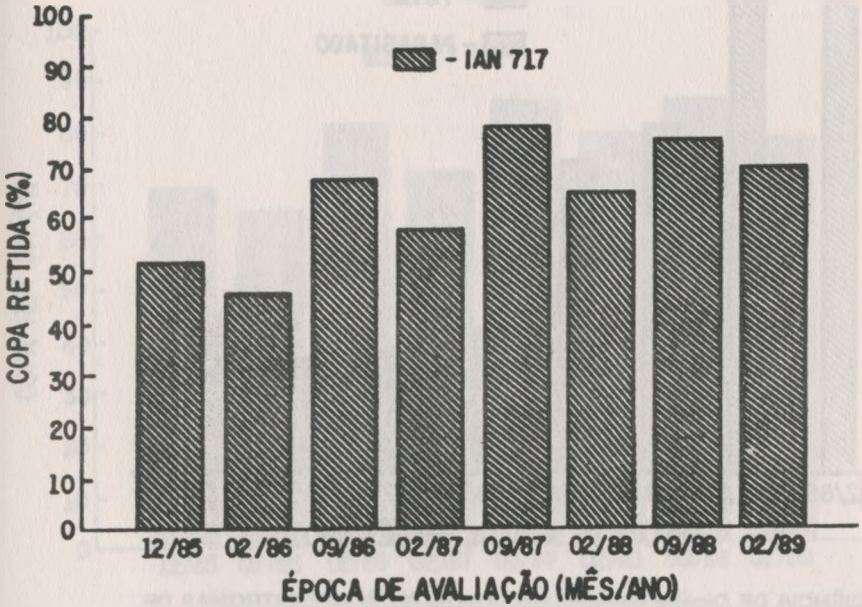

FIG. 2. PERCENTUAL DE COPA RETIDA NO CLONE IAN 717 DE UM SERINGAL POLICLONAL APÓS A APLICACÃO DE *Dicyma pulvinata*.

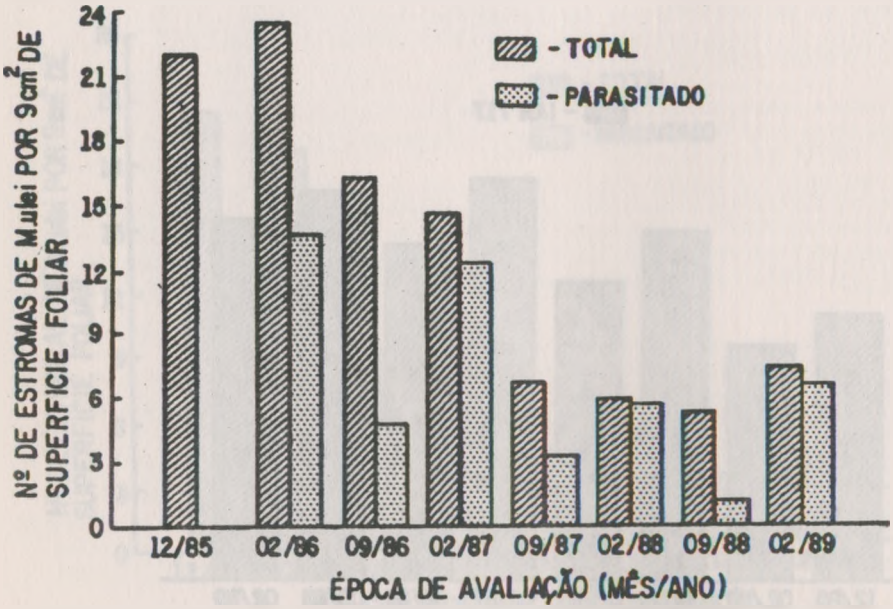

FIG. 3. EFICIÊNCIA DE *Dicyma pulvinata* NA COLONIZAÇÃO DE ESTROMAS DE *Microcyclus ulei* EM PLANTAS DO CLONE Fx 4098, PERTENCENTES A UM SERINGAL POLICLONAL, FORMADO POR CLONES GENETICAMENTE HETEROGENEOS.

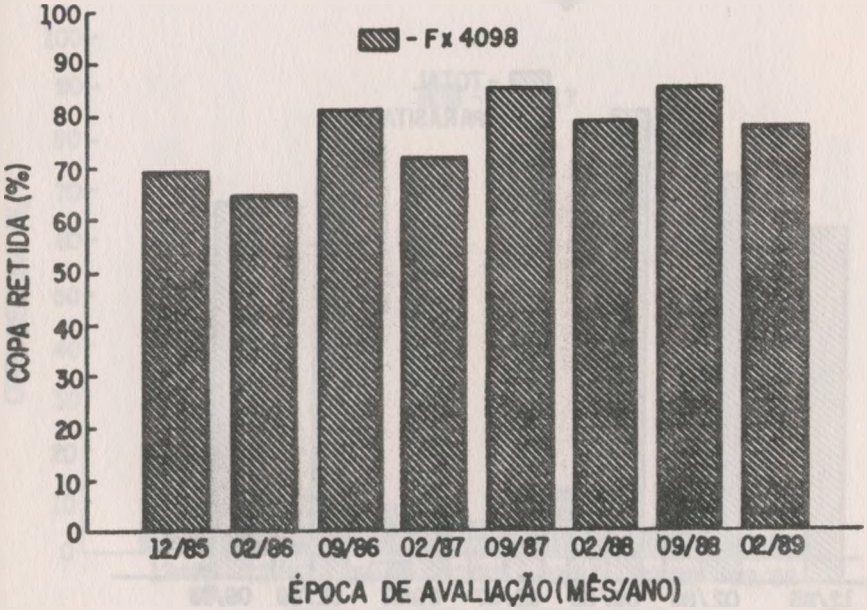

FIG. 4. PERCENTUAL DE COPA RETIDA NO CLONE Fx 4098 DE UM SERINGAL POLICLONAL APÓS A APLICACÃO DE *Dicyma pulvinata*.

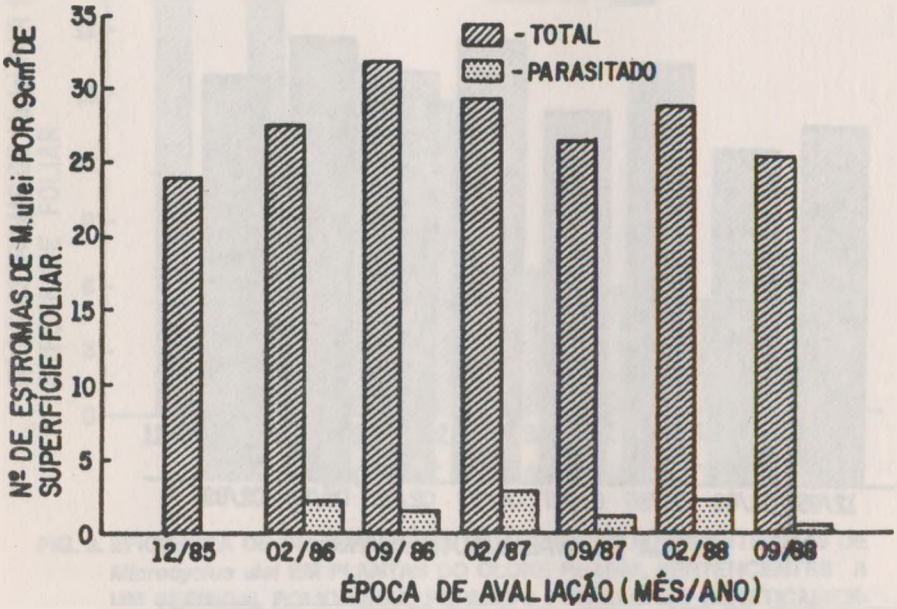

FIG. 5. EFICIÊNCIA DE *Dicyma pulvinata* NA COLONIZAÇÃO DE ESTROMAS DE *Microcyclus ulei* EM PLANTAS DO SERINGAL MONOCLONAL DO IAN 717.

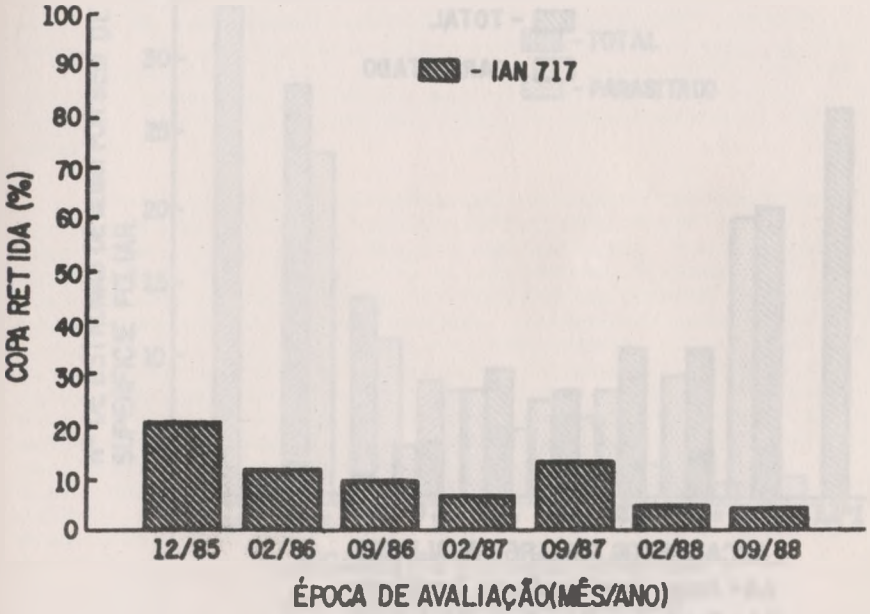

FIG. 6. PERCENTUAL DE COPA RETIDA EM PLANTAS DO SERINGAL MONOCLONAL DO IAN 717 APÓS A APLICAÇÃO DE *Dicyma pulvinata*.

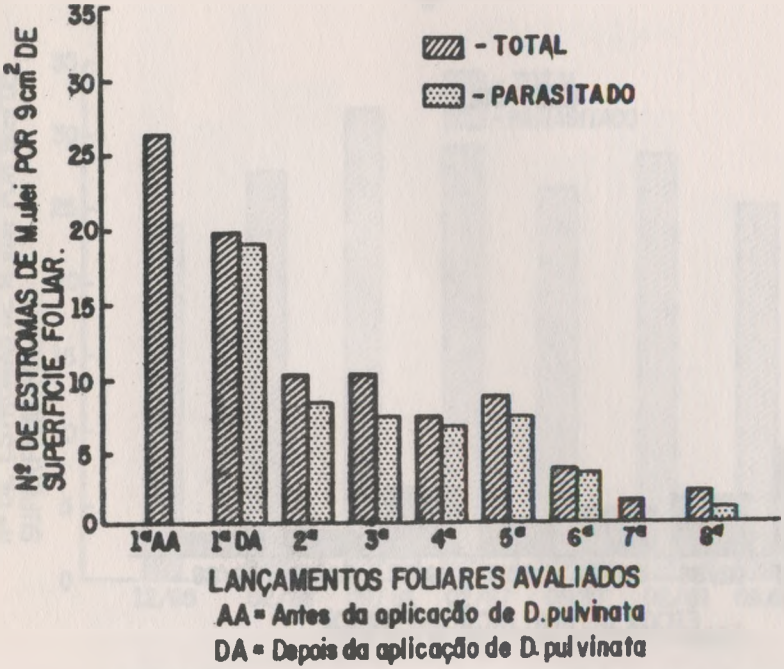

FIG. 7. EFICIÊNCIA DE *Dicyma pulvinata* NA COLONIZAÇÃO DE ESTROMAS DE *Microcyclus ulei* EM PLANTAS DO CLONE IAN 717, PERTENCENTES AO SERINGAL JOVEM POLICLONAL.

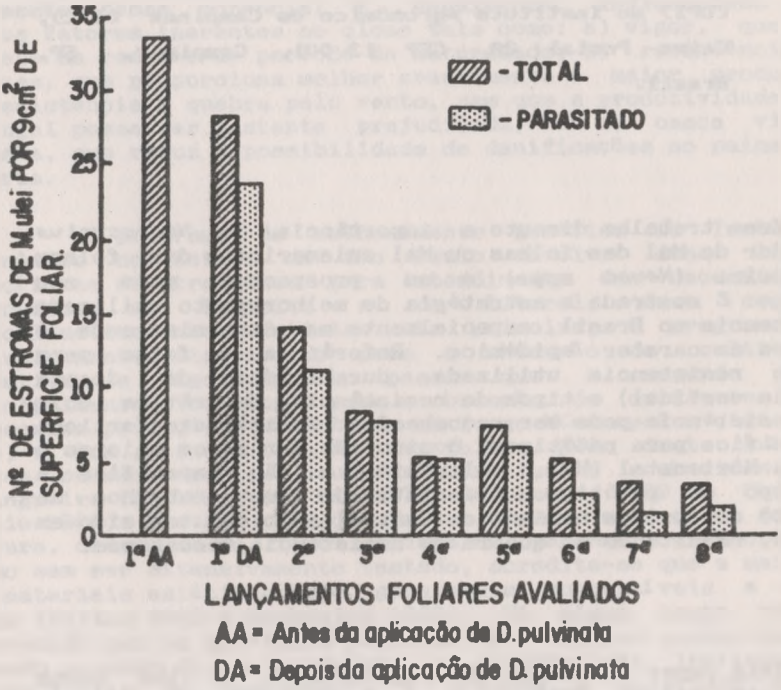

FIG. 8. EFICIÊNCIA DE *Dicyma pulvinata* NA COLONIZAÇÃO DE ESTROMAS DE *Microcyclus ulei* EM PLANTAS DO CLONE Fx 4098, PERTENCENTES AO SERINGAL JOVEM POLICLONAL.

MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO RESISTÊNCIA AO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

BREEDING TO SOUTH AMERICAN LEAF BLIGHT OF RUBBER

P. de S. GONÇALVES

EMBRAPA/IAC: Programa Integrado de São Paulo - Programa Seringueira da Divisão de Plantas Industriais (DPI) do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13.001, Campinas, SP, Brasil.

RESUMO

Esse trabalho discute a importância do *Microcyclus ulei* causador do Mal das folhas ou Mal sulamericano das folhas da seringueira (*Hevea* spp.) e os prospectos para seu melhoramento. É mostrada a estratégia do melhoramento utilizada para resistencia no Brasil, especialmente na Amazônia onde o fungo ocorre em carater epidêmico. Referência é feita para escalas de resistencia utilizada, durabilidade da doenca (resistência vertical) e tipos de resistência. Na prática dois tipos de resistência pode ser reconhecida: Resistencia Vertical (RV), específica para patótipos, controlada por genes maiores e Resistencia Horizontal (HR), poligênica e não específica a qualquer tipo de patótipo. É enfatizado que trabalhos de melhoramento conduzidos na América Central e do Sul tem sido em RV e não RH, resultando em quebra de resistência desastrosa.

ABSTRACT

This paper discusses the significance of the South American leaf blight (SALB) ue to the Ascomycete fungus *Microcyclus ulei* in the rubber tree (*Hevea* spp.), and prospects for improvements. It attempts to outline a general strategy for breeding for SALB resistance in Brazil. Reference is made to: scales of resistance, durability (essentialy the avoidance of inappropriately used of vertical resistance), and kinds of resistence. For pratical purposes, two kinds of resistance can be recognized: VR (vertical resistance, pathotype-specific, major-gene-controlled) and HR (horizontal resistance, polygenic, pathotype-non-specific). It is enphasized that work in tropical America in breeding against the very important SALB has relied on VR, not HR, resulting in desastrous breakdowns in resistance.

INTRODUÇÃO

Um dos caracteres mais importantes, em programa de melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp.), é a produção do latex, fluido citoplasmático, extraído continuamente do caule das árvores, mediantes cortes sucessivos de finas fatias de casca, procedimento este denominado "sangria". Entretanto a expressão desse potencial é, geralmente, influenciada por vários fatores inerentes ao clone tais como: a) vigor, que se reflete na redução do período de maturidade; b) resistência à doencas, que proporciona melhor crescimento e maior produção; c) resistência à quebra pelo vento, sem que a produtividade do seringal possa ser bastante prejudicada; e d) casca virgem espessa, que reduz a possibilidade de danificações no painel de sangria.

O programa de melhoramento genético do Instituto Agronômico no Estado de São Paulo envolve duas linhas específicas de trabalho, para atendimento das necessidades específicas no Planalto e do Litoral, duas regiões edafoclimaticamente distintas. Na primeira, o programa é exclusivamente direcionado para a obtenção de cultivares produtivas e vigorosas, ao passo que a segunda está principalmente direcionada para a obtenção de cultivares que apresentam produção e tolerância ao fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn) v. Arx., causador do Mal das folhas. Além desta existem muitas outras doencas causadas por fungos conhecidas em seringueira (Hilton 1959; Rao 1974; Gasparoto 1979 e Chee & Wastie 1980). Destas o Mal das folhas é a que mais causa dano à cultura, ocorrendo de forma epidêmica na América Tropical. Mesmo sem ser extensivamente testado, acredita-se que a maioria dos materiais asiáticos são geralmente susceptíveis a esse fungo (Hilton 1955 e Wycherley 1969). Há algum tempo vem-se observando que os genótipos resistentes à doencas produzidos no passado através do melhoramento e selecão são limitados a poucas fontes de resistência à doencas e existindo clara evidência que algum (provavelmente todos) destes genótipos sejam susceptíveis a novos protótipos virulentos (Chee 1977; Langdon 1965; Rao 1973 e Simmonds 1982).

Esse artigo pretende apresentar uma visão ampla do melhoramento genético para resistência ao *M. ulei* no passado e subsídios para uma estratégia de melhoramento da seringueira no presente. A literatura relativa ao tema é restrita e a maior parte dela refere-se a sugestões e pouca experiência com a cultura em relação a esse fungo.

ANTECEDENTES

Fordlândia e Belterra: O mal "sulamericano-das-folhas"

Em face da crescente necessidade de borracha, para atender à expansão de sua indústria automobilística, e buscando fugir ou diminuir a dependência do produto asiático, os norte-americanos solicitaram e obtiveram do governo brasileiro a concessão de 1.200.000 hectares de terras, às margens do rio Tapajós, no Estado do Pará, para o plantio de seringueiras. Em 1928 a Companhia Ford estabeleceu os primeiros plantios em Fordlândia. O material plantado foi obtido de sementes da região do rio Tapajós. Mais tarde foram introduzidas sementes originárias do Estado do Acre, dos rios Solimões e Machado e da região de Belém. A tentativa foi, porém, frustada em razão da ocorrência frequente da doenca chamada Mal das folhas, provocado pelo fungo *M. ulei*. Essa doenca já tinha sido diagnosticada em 1991 pelos holandeses no Suriname, mas tudo indica que dela não teve conhecimento a Companhia Ford antes de lancar-se ao cultivo da seringueira no Tapajós. Fracassado o empreendimento em Fordlândia, suspenso em 1933, comecaram, então os plantios em Belterra, que também, como em Fordlândia, viriam a sofrer do Mal das folhas.

Embora o Mal das folhas fosse observado nas plantacões de Fordlândia desde os primeiros anos de desenvolvimento, o prejuízo não foi considerado sério até 1933. Acreditava-se que o local era a razão principal do aparecimento do *M. ulei*. Daí porque a Companhia Ford transferiu em 1934, seu projeto para Belterra. Nos fins de 1942, um total de 6.570 hectares haviam sido plantados naquela região, utilizando-se os melhores clones do Oriente introduzidos (em princípios de 1934) em Fordlândia.

Apesar da grande incidência de *M. ulei*, os 3.000 hectares plantados em Fordlândia não foram abandonados, devido a algumas plantas mostrarem graus variáveis de resistência à doenca. As plantas (pés francos) originárias de sementes da região de Tapajós eram bastante susceptíveis, enquanto que as originárias da região de Belém ou da região do Alto Amazonas apresentavam certa resistência. Quando as copas dos clones orientais fecharam, em meados de 1941 e 1942, o fungo espalhou-se gradualmente e em meados de 1943 a doenca alastrou-se em caráter epidêmico sobre as plantacões.

Primeiros trabalhos de seleção

As primeiras selecões para a resistência ao Mal das folhas no Brasil, foram realizadas pela Companhia Ford. Durante

os anos de 1942 e 1945, o programa se expandiu, sendo conduzido em cooperação entre a própria companhia Ford, o então recém criado Instituto Agronômico do Norte[1] (IAN) e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Townsend Jr. 1960).

O primeiro passo foi a seleção de matrizes que haviam mostrados resistência à doença em Fordlândia. Essas seleções de clones resistentes ficaram conhecidas como clones Ford, designados pela letra F (seleção Ford), como o clone FA 1639, um clone de *H. brasiliensis* originário de pé franco procedentes de sementes do Estado do Acre, e o clone F 4542, originário de sementes de *H. benthamiana* do alto Rio Negro (Rands & Polhamus 1955).

Cruzamentos realizados durante a administração da Ford Motor Company entre clones Ford resistentes ao *H. uleí* e clones produtivos do Oriente receberam a sigla Fx, como por exemplo o Fx 4037, originário da seleção de uma plântula resultante do cruzamento F 4542 e PB 86. Cruzamentos realizados em 1945 e em anos subsequentes, sob os auspícios do Instituto Agronômico do Norte, receberam a sigla IAN.

Os materiais disponíveis para o programa de cruzamento constituiram de clones orientais susceptíveis ao *H. uleí*, tal como PB 86, PB 186, Tjir 1, Tjir 16, AVROS 183 e AVROS 363, considerados como os melhores clones produtores da época, e clones primários de *H. brasiliensis* selecionados em Fordlândia e Belterra e de outras espécies de seringueira coletadas por toda a Bacia Amazônica.

De posse do material resistente e do material produtivo foi desenvolvido um programa de melhoramento genético intraespecífico, visando associar, em uma mesma planta, os caracteres desejáveis de produção de borracha seca e resistência ao Mal das folhas. No entanto devido à falta de diversidade genética entre parentais, não houve pronunciamento do vigor híbrido para o caráter de resistência ao patógeno (Batiste 1952). Segundo Simmonds (1979), para que haja vigor heterótico deve haver diferenca de frequência gênica entre os parentais, isto é, o maior valor do híbrido para um determinado caráter decorre de maior diversidade genética entre os espectivos parentais.

Em virtude da grande susceptibilidade dos genótipos obtidos através do cruzamentos intraespecíficos, houve necessidade de serem buscadas outras fontes de germoplasma resistente em outras espécies do gênero *Hevea*, tendo como finalidade o cruzamento interespecífico envolvendo plantas produtivas de *H. brasiliensis* com outras resistentes ao

[1] Atualmente CPATU - (Centro de Pesquisa Agropecuário do Trópico Umido)

patógeno (*M. ulei*) pertencentes às espécies concebidas. Foi então tentado o aumento do valor da heterose, devido à maior diversidade genética entre as espécies. Assim foram coletadas e levadas para Belterra plantas representantes das seguintes espécies: *H. spruceana*, *H. microphylla*, *H. guianensis* e *H. pauciflora*.

Os híbridos oriundos dos cruzamentos de *H. brasiliensis* x *H. guianensis*, *H. brasiliensis* x *H. microphylla* e *H. brasiliensis* x *H. spruceana* foram descartados por não satisfazer os objetivos procurados. Os híbridos de *H. benthamiana* (principalmente os clones F 4542) com *H. brasiliensis*, selecionados em Fordlândia, passaram a constituir o material básico de resistência nos programas de melhoramento genético que se sucederam (Valois 1978).

A partir daí foram selecionadas como resistentes milhares de plantas, de onde apenas um pequeno número vem apresentando um bom valor fenotípico (o que a planta exterioriza) para o caráter produção de borracha seca. Segundo Pinheiro e Libonatti (1971) híbridos de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis* vêm apresentando alta resistência ao *M. ulei*, porém com baixa produção de borracha seca.

Alguma idéia da extensão do trabalho conduzido em Belterra no período de 1942 a 1957 é dada pelo número de clones resistentes ao *M. ulei* obtidos por polinização controlada. Datam dessa época os primeiros clones da série IAN, entre os quais o IAN 717 e IAN 873, que se destacaram entre muitos outros. Segundo Townsend Jr. (1960), o número de clones produzidos nessa época excede à casa dos 10.000 obtidos de 120.000 progênies de polinização controlada testada para resistência ao *M. ulei* (Townsend Jr. 1960).

Programa de melhoramento do Instituto Agronômico

O ciclo do programa de melhoramento adotado no Instituto Agronômico compreende diversas etapas de seleção. Inicialmente, procura-se obter sementes híbridas via polinização controlada, visando a formação de viveiros de cruzamento. Aos dois anos e meio, com base em avaliações preliminares de produção, (através de testes precoces), vigor e tolerância a doenças principalmente o *M. ulei*, os ortetes são selecionados e clonados para serem testados em experimentos de competição em pequena escala. Nesta etapa, após o terceiro ano de sangria, os clones promissores são multiplicados e passam a ser avaliados em experimentos de competição em grande escala (ensaios regionais). Nesta última etapa são gastos, geralmente, de 12 a 15 anos até que se possa recomendar um clone para o plantio comercial em grande escala. Portanto, são necessários cerca de 30 anos para completar um ciclo de melhoramento, ou

seja, para a recomendação de um clone, partindo-se de polinizações controladas.

As avaliações de resistência de campo relativo ao Mal das folhas são feitas em viveiros de cruzamentos estabelecidos nas Estações Experimentais de Pariquera-Acu e Ubatuba no Vale do Ribeira e Litoral respectivamente.

Nas avaliações os genótipos testes são plantados em filas de 12 plantas por clone, com duas repetições casualizadas. As plantas são decepadas durante a estação chuvosa para o aparecimento de lançamentos de folhas novas. A avaliação da resistência é feita em 20 folhas de 10 dias de idade selecionadas ao acaso em percentagem de área infectada da folha (Figura 1). A escala utilizada é a seguinte:

Escala 1	1% infecção
Escala 2	1 - 5% infecção
Escala 3	6 - 15% infecção
Escala 4	16 - 30% infecção
Escala 5	> 30% infecção

Observações feitas, no programa de melhoramento conduzido no Instituto Agronômico para obtenção de clones produtivos, resistentes mostram uma superioridade do F1 em produção e vigor comparada às gerações subsequentes. Gerações obtidas a partir da geração F1 tem resultado em genótipos de baixa produção e vigor e um declínio progressivo de resistência ao Mal das folhas nas progênies de gerações sucessivas de retrocruzamentos e exocruzamentos. Na Malásia e Sri Lanka tendência semelhante foi verificada com relação a resistência ao Mal das folhas (Baptiste 1961 e Wycherley 1969) e a Antracnose (Ho 1979). A maior parte das seleções primárias apresentaram baixa susceptibilidade ao Mal das folhas e Antracnose. Os híbridos F1 foram incluidos principalmente nas classes de susceptibilidade média a baixa. Clones do primeiro retrocruzamento (BC1) e gerações tardias foram direcionadas para as classes mais suscetíveis.

Seleção em paises asiáticos

Após quase um século da introdução da seringueira no Oriente, somente na década de 1950 é que os países asiáticos produtores de borracha natural, pensaram na possibilidade do aparecimento do *M. ulei* nas grandes plantações asiáticas. Preocupado com o fato, na época o Rubber Research Institute of Malaysia, recebeu do Brasil cerca de 108 clones resultantes de seleções que apresentavam resistência ao Mal das folhas (Hilton

1955 e Brookson 1956). A produção, crescimento da circunferência e resistência destes clones ao Mal das folhas foi relatado por Ong & Tan (1976).

Na mesma época países como a Libéria, o Sri Lanka inclusive a Malásia iniciaram programas de melhoramento para resistência ao *M. ulei* baseados em cruzamentos entre clones amazônicos resistentes ao Mal das folhas seguido de retrocruzamentos com parental recorrente não resistente com posterior seleção dos indivíduos resistentes dentro das progênies obtidas. Programa semelhante a esse foi também conduzido pelas plantações da Firestone na Libéria (Bos & McIndoe 1965), obtendo-se vários genótipos resistentes e produtivos, tais como os MDF e os MDX bastante plantados no Sul da Bahia. Entretanto com o passar do tempo esses genótipos tem aumentado o grau de susceptibilidade, em consequência de novas racas de *M. ulei* que tem surgido (Gomes et al. 1983). O problema principal do melhoramento conduzido nesses países tem sido direcionado para somente poucos parentais, conhecendo-se muito pouco em relação a resistência a todos patótipos de *M. ulei*.

A história da doenca no seu habitat na Amazônia e dos vários esforços inúteis no seu controle pelo melhoramento tem sido bem documentado (Dean 1987; Wastie 1975 e Chee & Wastie 1980). Prevendo sua introdução na Ásia, o Rubber Research Institute of Malaysia (RRIM), há alguns anos iniciou pesquisa na América do Sul, o qual continua até hoje e tem recentemente publicado alguns resultados (Hashim & Pereira 1989). Os esforços iniciais do melhoramento falharam devido ao emprego da Resistência Vertical (RV), em consequência da evolução de novo patótipos geneticamente inadequado para as circunstâncias (Dean 1987; Ho 1986 e Rivano et al. 1989). A essencia do problema é obter a Resistência Horizontal (RH), fato do qual por algum tempo tem tido limitada sua apreciação (Simmonds 1982 e Rivano et al. 1989).

Resistencia Vertical e Horizontal

Como já vimos inicialmente, das doencas de folhas, o *M. ulei* é o que tem causado os maiores problemas em plantações da América Tropical. Sobre esse patógeno existe agora uma ampla literatura revista por Chee e Wastie (1980), o qual pode entretanto ser resumida do ponto de vista do melhorista por Simmonds (1982, 1983) e Ho (1986). Desde a década de trinta, resistência (imunidade) tem sido conhecida, algumas originadas de parentais selvagens de *H. benthamiana*, *H. pauciflora* e *H. spruceana* (Gonçalves et al. 1983). Tentativas esporádicas para o uso dessas resistências através do cruzamento com *H. brasiliensis* tem produzido numerosos clones resistentes com

pouca permanência, ou seja, de resistência não durável (Pinheiro & Lobonati 1971). Poucos são os clones que ainda permanecem tolerantes ao *M ulei*, tornando-se susceptível a qualquer tempo ou época, em vista da multiplicidade do fungo e da natureza perene da cultura. Segundo Wanderplank (1963 e 1984) esse é o típico caso de Resistência Vertical onde genes da resistência normalmente dominantes e hipersensitivos, no geral falham em resposta a um novo patótipo do fungo. Experiências passadas com a cultura da seringueira em várias regiões do país, mostram que esse tipo de resistência não oferece qualquer segurança (Gomes et al. 1983), causando de positivo o retardamento da incidência do novo patótipo na infestação da doenca. Através do uso de uma série de cultivares hospedeiros diferenciados, racas do patógeno podem ser distintas. Os objetivos práticos deste implicariam que nem todas 10, 20, ou 100 racas são identificadas, porque o número é, em efeito, posto somente pela paciência do pesquisador.

Em cultivos anuais mantidos por um rigoroso esquema de melhoramento de plantas, pela rápida mudanca de variedades e pela excelente sistema de multiplicação de sementes, a Resistência Vertical tem sido de grande valia, apesar de ocorrer desastres ocasionais. Na seringueira, uma cultura perene vegetando em um ambiente ausente de estações definidas, o uso efetivo da Resistência Vertical é inconcebível e isso deve-se ao fato de que muitos clones melhorados falharam na resistência.

O único recurso alternativo é a "Resistência Horizontal", o qual é genéticamente poligênico (quantitativo) e de nenhuma especificidade patotípica. Não existe qualquer literatura que mostre selecão de genótipos para Resistência Horizontal do *M. ulei*. Segundo Simmonds (1990) resistência horizontal pode ser conseguida através de vários ciclos de selecão em locais de ocorrência do patógeno.

A natureza poligênica da Resistência Horizontal determina métodos de melhoramento. Assumindo que a heranca é aditiva e a herdabilidade (h^2) é alta, um programa de melhoramento genético e selecão entre e dentro de progênies seria eficaz e fácil de se conduzir (Wastie 1986).

Em genótipos adultos de seringueira as evidências de Resistência Horizontal é satisfatória, porém a grandeza dessa Resistência ao nível de avaliacão em campo (blocos monoclonais) ainda não foi reconhecida. Segundo Simmonds (1990), existe uma certa dúvida de que a Resistência Horizontal disponível seja a suficiente para ser utilizada em plantacões ou no melhoramento. Em teste de viveiro em Trinidade, Chee (1976), discerniu diferencas entre clones, com uma alusão distinta de que os clones RRIM 600 e PR 107 apresentavam um pouco de Resistência Horizontal. Entretanto, nas condicões ecológias da região

Amazônica e do sul da Bahia os clones RRIM 600 tem sido severamente atacado pelo *M. ulei*, havendo necessidade de ampla experimentação de campo em outras regiões do país. Segundo Ho (1986) um dos exemplos pode ser obtido do melhoramento da Antracnose na Malásia, observando-se níveis variantes de resistência aos diferentes ambientes experimentais. É possível que para regiões secas, baixa Resistência Horizontal ao *M. ulei* seja suficiente. Recentemente Darmano & Chee (1985), estudando tamanho de lesões em discos de folhas, identificaram o clone SIAL 263 (progênie ilegítima do clone RRIM 501) com evidência de Resistência Horizontal. É possível que os genótipos resultantes de pesquisa organizada de descendentes desse clone possa ser útil para a estratégia de um programa inicial de melhoramento. Segundo Simmonds (1986) ocorrência é quase universal para fungos patogênicos transportados pelo vento. Bastante resistência seria ideal. Entretanto tendo em vista a falta de evidência de clones com Resistência Horizontal em áreas epidêmicas do Brasil, os atuais planos é para o plantio de seringueira em regiões de escape. Em regiões de estação seca definida há inibição da proliferação do patógeno, condicionando um ótimo crescimento e produção no seringal.

Entretanto, existe outra hipótese o qual sugere que algum dos parentais resistentes utilizado no passado, fossem governados por poligenes (Wycherley 1969 e Chee 1977). A hipótese baseia-se na evidência de declinio de resistência em gerações sucessivas de retrocruzamentos recorrente para o Mal das folhas, visto anteriormente. É entretanto necessário estudar as bases genéticas de resistência ao Mal das folhas (e talvez outras doencas), tal como fornecer uma base segura para meloramento da seringueira. Entretanto, melhorista de borracha no RRIM, objetiva seleção direcionada de materiais que exibem Resistência Horizontal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O futuro do melhoramento para resistência da seringueira ao Mal das folhas parece claro. Agora que o problema da Resistência Vertical éreconhecida, pesquisas no sentido de obter Resistência Horizontal é vista como a única forma de se conduzir um programa de melhoramento genético. Entretanto em um programa desse nível há necessidade de antes melhorar os níveis de Resistência Horizontal. Em curto espaco de tempo a produção de copas de clones resistentes para enxertia sobre clones susceptíveis e de alta produção seria no momento a melhor forma de ataque. Vigor e resistência poderia então ser adotado sem produção. É provável que coletas recentementes efetuadas na Amazônia (Gonçalves 1978, 1979 e 1981) proporcione uma base para o desenvolvimento de pesquisa para resistência.

É importante lembrar que no progresso esperado do melhoramento a ser obtido, para resistência deve ser quantitativa (RH), herdável e conduzida em regiões onde os materiais genéticos possam ser plantados. Doencas de folhas, um campo onde esse tipo de resistência já é observado, é necessário que receba uma maior atencão nesse campo de pesquisa. Resistência para outras doencas poderiam também ser explotada, onde quer que Resistência Horizontal possa ser identificada e quantificada.

Finalmente, o princípio das recomendacões do plantio em relacão ao ambiente (Gonçalves et al. 1991), com base no o expectrum local de doenca e clima, o plantio de genótipos mais apropriados, poderiam ser melhor considerados. Essa sugestão também se aplica nos estados do sul do Brasil onde a seringueira vem sendo cultivada satisfatóriamente, com base em áreas de escape, devido o clima ser desfavorável ao desenvolvimento do fungo quando a árvore está em seu maior estágio de desenvolvimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTE, E.DC Breeding for high yield and disease resistance in *Hevea*. In: Natural Rubber Research Conference, Kuala Lumpur 1960, Rubber Research Institute of Malaya, 1961. p.430-445

——— Recent progress in Malaya in the breeding anal selection clones of *Hevea brasiliensis*. In: International Horticulture Congress. London, 1952. p.1100-21

BOS, H. & McINDOC, K.G. Breeding of *Hevea* for resistance against *Dothidella ulei* P. Henn., Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, 19:98-107, 1965.

BROOKSON, E.V. Importation and development of new stratins of *Hevea brasiliensis* by the Rubber Research Institute of Malaya. Journal Rubber Research Institute of Malaya, 14:432-448, 1956.

CHEE, K.H. Assessing susceptibility of *Hevea* clones to *Microcyclus ulei*. Ann. Appl. Biol., 84:135-145, 1976.

——— Combating South American Leaf Blight of *Hevea* by plant breeding and other measures. Planter, Kuala Lumpur, 53:287-296, 1977.

DARMANO, T.W. and CHEE, K.H. Reation of *Hevea* clones to races of *Microcyclus ulei* in Brazil, Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, 33(1):1-10, 1985.

DEAN, W. Brazil and the Struggle for Rubber, Cambridge University Press, 1987. 300p.

GASPAROTO, L. & FERREIRA, F.A. Doenças da seringueira. In: FERREIRA, F.A. (ed) Patologia Florestal - Principais doenças florestais do Brasil, 1ª edição, Vicosa, 1989. Cap.VI p.288-289

GOMES, A.R.S.; VIRGENS FILHO, A.C.; MARQUEZ, J.R.B. & SANTOS, P.M. Avaliação de clones de seringueira (*Hevea* spp.) no Sul da Bahia. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., 1982, Brasília, Anais... Brasília: EMBRAPA - DDT, 1983 p.139-157

GONÇALVES, P.S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M.M.; COLOMBO, C.A. & ORTOLANI, A.A. Clones de *Hevea* - consideração sobre a influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para plantio. Boletim Técnico do IAC, 1991 (no prelo)

——— Expedição internacional à Amazônia no Território Federal da Rondônia para coleta de material botânico de seringueira (*Hevea brasiliensis*) (Relatório). Manaus, CNPSD, 1981. 60p.

———; PAIVA, J.R. & SOUZA, R.A. Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp.) no Brasil e em países asiaticos. Manaus, EMBRAPA - CNPSD, 1983. 69p. (EMBRAPA - CNPSD. Documentos, 2)

——— Selecão e coleta de seringueiras nativas *ds* margens dos rios Marmoré, Guaporé e São Miguel - Território Federal de Rondônia (Relatório), CNPSD, 1978. 43p.

——— Selecão e coleta de seringueiras nativas da região de Ouro Preto - Território Federal de Rondonia (Relatorio), CNPSD, 1978. 43p.

HASHIM, I. and PEREIRA, J.C.R. Lesion size latent period and sporulation on leaf discs as indicators of resistance of *Hevea* to *Microyclus ulei*. Journal of the Natural Rubber Research, Kuala Lumpur, 4:56-66, 1989.

HILTON, R.N. Maladies of *Hevea* in Malaysia. Kuala Lumpur, Rubber Research Institute of Malaya, 1959. 101p.

——— South American Leaf Blight: a review of literature relating to its depredations in South American, its threat to the Far East, and the methods avalaible for control. Journal Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, 14:287-354, 1955.

HO, C.Y.; CHAN, H.Y. & LIM, T.M. Environnic x planting recomendation a new conception in choice of clones. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA PLANTER'S CONFERENCE 1974, Kuala Lumpur, 1984. Proceedings, Brasília, RRIM, 1974. p.25-32.

——— Contributions to improve the effectiveness of breeding, selection and planting recommendations of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Ghent, University of Ghent, 1979. 230p. (Tese Doutoramento).

——— Rubber in breeding for durable resistance in perennial crops, Rome, FAO Plant Production and Protection, Paper 85, 1986

——— & WASTIE, R.L. The status and future prospects of rubber deseases in Tropical America. Rev. Plant. Pathol., 59:541-548, 1980.

LANGDON, K.R. Relative resistance of susceptibility of several clones of *Hevea brasiliensis* and *Hevea benthamiana* to the races of *Dothidella ulei*. Plant Desease Report, 49:12-14, 1965.

LIM, T.M.; GASPAROTO, L.; SILVA, H.M.; TRINDAE, D.R; CASTRO, A.M.G. & SOUZA, A.R deasease in relaction to rubber cultivation. In: INTERNATIONAL SALB WORKSHOP 1, Brasília, 1984, Proceedings, Brasília, SUDHEVEA, 1984. P.30-38.

ONG, S.H. & TAN, A.M. Performane of Ford Fx and IAN series clones in RRIM trial. In: International Rubber Research Development Boord Symposium. Bogor 1976. Proceeding Bogor IRRDB 1976. p.20-35

PINHEIRO, E. & LIBONATI, V.F. O emprego da *Hevea pauciflora* M.A. como fonte genética da resistência ao mal das folhas. Polimeros, Rio de Janeiro, 1(1):31-40, 1971.

RANDS, R.D. & POLHAMUS, L.G. Progress report on the co-operative rubber development programme in Native America. Circ. U. S. Dep. Agric., nº 976, 30p. 1955.

RAO, B.S. Current status of desease and pests of rubber in the South East Asia and Pacific region. Wild Crops, 26:75-77, 1974.

——— Some observations on South American leaf blight in South America, Planter, Kuala Lumpur, 49:2-9, 1973.

RIVANO, F.; NICOLAS, D. & CHEVAUGEON, J. Resistance de l'*Hevea* a la Madre Sud-Americaine des feuilles. Perspectives de lutte. Caout. et Plast., 690:199-206, 1989

SIMMONDS, N.W. Breeding horizontal resistance to south american leaf slight of rubber. J. Nat. Rubb. Res., Kuala Lumpur, 5(2):102-113, 1990.

——— Principles of crop Improvement. Longman, London and New York, 1979.

——— Some ideas on botanical research on rubber. Tropical Agriculture, 59:1-8, 1982.

——— Strategies for disease resistance breeding in tropical perennial crops. In: Breeding for urable resistance in perennial crops. Rome, FAO Plant Production and Protection, Paper 70, 1986.

——— Strategy of desease resistance breeding. FAO Plant Protecton Bulletin, 31:2-10, 1983

TOWNSEND JR., C.H.T. Progress in developing superior *Hevea* clones in Brazil. Economical Botany, 14:198-196, 1960

VALOIS, A.C.C. Melhoramento Genético da Seringueira. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/CNPSD/FCAP. Curso de especializacão em heveicultura, 3. Belém, 24p. 1978

VANDERPLANK, J.E. Diasese Resistance in Plants, 2 ed., New York, Academic Press, 1984. 380p.

——— Plant Disease: Epidemics and Control, New York, Academic Press, 1963. 350p.

WASTIE, R.H. Disease ressistance in rubber. FAO Plant protection Bulletin, Rome, 34(4):193-200, 1986

——— Diseases of rubber and their control. Pest Arts News, Summs, 21:268, 1975.

WYHERLEY, P.R. *Hevea* seed Part I. Planter, Kuala Lumpur, 47:291-298, 1969.

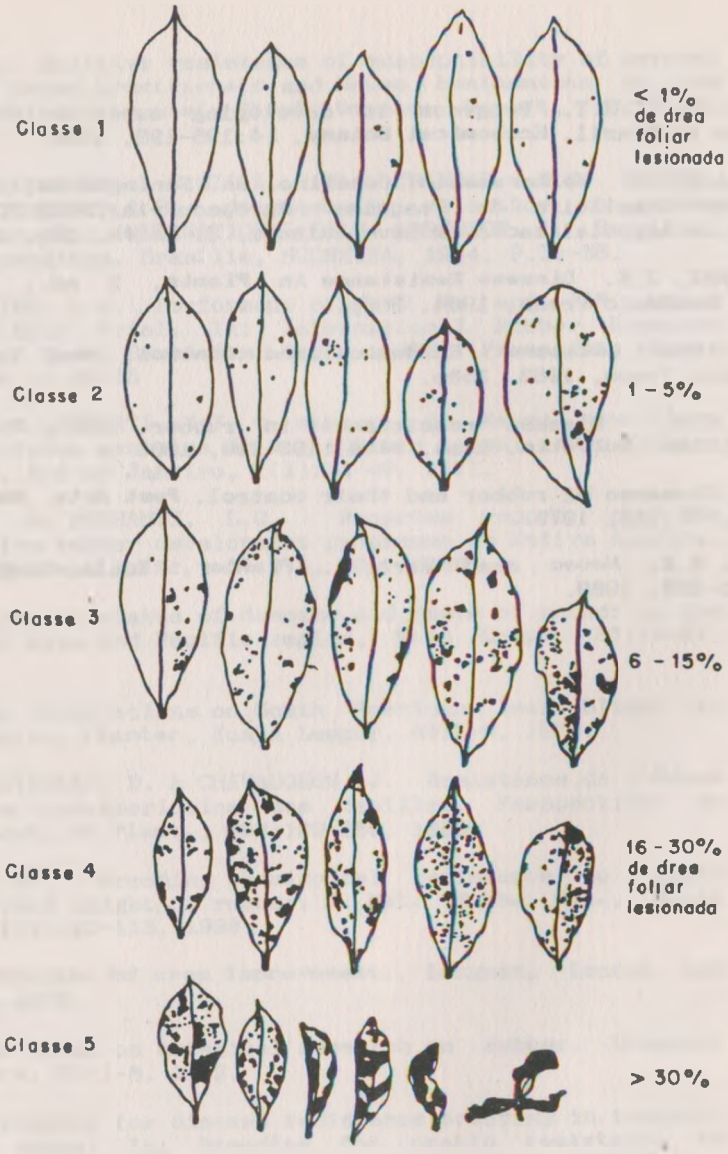

Figura 1. Esquema de avaliação do mal-das-folhas da seringueira em folíolos na fase explosiva da doença (fase conidial de *Microcyclus ulei*).(Fonte: CHEE, 1976, que se basearam Holiday, 1970).

MANEJO INTEGRADO DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

Edson Luiz Furtado[1]

1. Introdução:

O Brasil, no início do século, ocupou uma posição de destaque no mercado mundial de borracha, sendo responsavel por 98% da matéria-prima produzida no mundo (BERNARDES et al., 1990). A exploração dos seringais nativos amazônicos chegaram a proporcionar quase 40% das receitas de exportação do país, quase igualando ao café, em importância econômica (DEAN, 1989).

Devido à demanda crescente de matéria-prima ocasionada pela industrialização do Leste europeu e do Norte da América, este mercado foi ocupado pelos países orientais, com grande oferta de látex, produzido em seringais de plantio, a um custo mais baixo.

As primeiras tentativas de domesticação da **Hevea**, em território nacional, se iniciaram em 1927 com a empresa Ford Motor Company, no Estado do Pará, num local denominado Fordlândia. Este empreendimento desafiou a Floresta Amazônica e uma doença

---

[1]Pesquisador Científico, MSc. Seção de Doenças das Plantas Industriais, Instituto Biológico, Caixa Postal 70, 13001.

devastadora de seringueira, já conhecida na época por "mal das folhas" ou "queima Sul americana" das folhas, responsável pelos fracassos de plantios na Guiana em 1913 e no Suriname em 1918 (RANDS, 1924). Em 1933, esses plantios brasileiros também foram destruídos e em 1943 outra tentativa no município de Belterra (PA), foi frustada pelo mesmo motivo.

Esta doença é considerada até hoje a que mais prejuízos trouxe aos seringais de plantio e um dos fatores limitantes à expansão da cultura no país (LANGFORD, 1945; HOLLIDAY, 1970; GASPAROTTO, 1988). Nos seringais nativos não constituiu motivo de preocupação, pois não causava danos severos às árvores que se encontravam em baixíssima densidade na floresta (RANDS, 1924).

Segundo DEAN (1989), em 1951, o Brasil fez sua primeira importação de borracha natural, condição vivida até hoje, devido, principalmente, a falta de defesa adequada e econômica para a seringueira contra o mal das folhas. Segundo BERNARDES et al. (1990) foram plantadas, até 1988, um total de 166.000 ha: sendo 119.000 ha com incentivo do governo brasileiro e 47.000 ha custeado pelo produtor. Dos 95.000 ha que se localizavam em área favorável ao "mal das folhas", perderam-se 38.000 ha e o restante (57.000 ha), apresentou baixa produção devido à doença. Totalizando perdas diretas de 40% da área plantada, e danos indiretos de 40% na produção de látex, além do alto custo de produção desta matéria-prima, devido, principalmente, ao tratamento fitossanitário. Em plantações da Companhia Guamá Agroindustrial, no Pará, em 1985, 39% do orçamento total da Fazenda foi gasto com a compra de defensivos, utilizados no controle da doença.

No que se refere ao controle do mal das folhas, muitas técnicas foram desenvolvidas e aplicadas nestes últimos anos, que serão enfocadas no presente trabalho, procurando trazer subsídios para o manejo integrado desta doença, nos diferentes locais de plantios brasileiros.

2. Características da seringueira

Dentre as espécies de plantas laticíferas, sobressaem as do gênero **Hevea**, da família **Euphorbiaceae**, tanto pela quantidade como pela qualidade de látex produzido.

No século passado, foram relatadas na literatura cerca de 40 espécies e 94 nomes botânicos de seringueira, dada a grande variabilidade genotípica ocasionada pela facilidade de cruzamento entre elas, produzindo híbridos interespecíficos (ALBUQUERQUE, 1985). Hoje, há consenso em considerar o gênero integrado por dez espécies (BRASIL, 1971, ALBUQUERQUE, 1985). Dentre elas sobressaem, quanto à produção, as espécies **Hevea brasiliensis** e **Hevea benthamiana** (BRASIL, 1971) que, em contrapartida, também são mais suscetíveis ao **Microcyclus ulei** (CHEE & WASTIE, 1980); **H. pauciflora**, ao contrário, apresenta alta resistência ao fungo, mas é pouco produtiva.

As folhas da seringueira são formadas durante o período de atividade apical, bastante variável. Sob condições favoráveis, forma-se uma brotação nova entre 30 a 45 dias. Durante o período juvenil das plantas, a longevidade das folhas pode ultrapassar

um ano sob condições normais (MORAES, 1985). Na espécie H. brasiliensis, a partir do terceiro ano de idade, após a formação de copa, os fluxos de folhas passam a apresentar periodicidade anual, caracterizada pela senescência e queda de folhas, seguida de um novo fluxo de brotações. As plantas podem ficar desfolhadas totalmente entre duas a seis semanas, sendo dua duração e intensidade dependentes da constituição genética, deficiência hídrica, nutrição e ataque de patógenos (HOLLIDAY, 1970; CHEE e HOLLIDAY, 1986).

Quanto ao hábito fenológico das plantas adultas, os clones obtidos do cruzamento de H. brasiliensis com H. benthamiana tendem a apresentar senescência tardia, escalonada e sem uniformidade. Os híbridos de H. brasiliensis com H. pauciflora apresentam queda e emissão de novos lançamentos durante o ano todo (MORAES, 1985).

Segundo POPULER (1972) e MORAES (1985), os principais fatores climáticos que favorecem a senescência simultânea, rápida e completa, em pés francos de H. brasiliensis, são o encurtamento do dia e o défice hídrico em ação conjugada. Este desfolhamento uniforme do clone é uma característica muito importante, pois proporciona a redução do inóculo localizado nas folhas velhas e uniformiza as brotações (GASPAROTTO et al., 1984).

3. Características do patógeno

O mal das folhas ou queima Sul americana das folhas (SALB) é causado pelo fungo **Mycrocyclus ulei** (P. Henn.) v. Arx, que pertence a classe Loculoascomycetes e Sub Divisão Ascomycotina. Sua fase anamórfica corresponde a espécie **Fusicladium macrosporum** Kuyper (SIVANESAN, 1984).

O patógeno apresenta em seu ciclo de vida dois tipos de esporos infectivos, conforme o tipo de reprodução: os ascosporos, na fase teliomórfica, e os conidiosporos na fase anamórfica. Destes, os primeiros são responsáveis pelo inóculo primário, e os conidiosporos, produzidos em grande quantidade, são responsáveis pelo ciclo secundário e pelo desenvolvimento de epidemias (CHEE & HOLLIDAY, 1986). Assim, os esporos, ao atingirem os lançamentos foliares suscetíveis (até os 15 dias de idade) em condições climáticas propícias (presença de filme de água sobre a superfície foliolar e temperatura em torno de 24ºC), germinam e penetram para o interior do hospedeiro (LANGFOTD, 1945, HILTON, 1955, HOLLIDAY, 1970, GASPAROTTO, 1988). O desenvolvimento das lesões e a esporulação conidial ocorrem de 6 a 8 dias, dependendo do cultivar.

Os conídios são disseminados, principalmente, pela água de chuva e pelo vento, atingindo o número máximo no ar das 9 às 13 horas. Os ascosporos requerem água e baixa temperatura (13-16ºC), por 30 minutos, para a liberação (HOLLIDAY, 1970), atingindo a dispersão máxima às 6 horas.

Nos folíolos infectados, que persistem nas plantas, os

espermagônios surgem na face superior dos mesmos de três a cinco semanas , depois de cessar a produção dos conídios. Segundo MEDEIROS (1976), o ciclo biológico completo de M. ulei transcorre em cinco meses, sendo dois para a formação dos estromas, dois para se formarem os ascos e um mês para a maturação e descarga de 50% dos ascoporos. Este período, normalmente, ocorre sob condições adversas para a sobrevivência do patógeno. Durante a fase de troca de folhas, os pseudotécios permanecem viáveis, nos folíolos maduros, até treze dias após a queda dos mesmos, liberando para o ar os ascoporos (TRINDADE & GASPAROTTO,1982).

O "mal das folhas" pertence ao grupo das doenças policíclicas, consideradas de alta taxa aparente de infecção (r= 0,3/dia) em condições ambientes favoráveis (BERGAMIN FILHO, 1984). Isto significa que, em pouco tempo, a doenca pode alcançar níveis muito altos de severidade, sobre clones suscetíveis, desprovidos de medidas de controle, podendo ocasionar sucessivos desfolhamentos e por consequência, a morte das plantas, além de facilitar o ataque de outras doenças que podem conduzir, também, à mortalidade das plantas.

LANGFORD (1945) e HILTON (1955) relataram que há necessidade de formação de orvalho pelo menos oito horas continuas para propiciar a infecção. Para a ocorrência severa da doença é necessária umidade relativa do ar superior a 95% por 10 horas consecutivas, durante um período mínimo de doze noites por mês (CAMARGO et al., 1967; ROCHA & VASCONCELOS FILHO, 1979).

Quanto aos danos na produção de látex, ALBUQUERQUE (1985) apontou que a redução de 20% da copa das plantas implicam

em algum dano na produção, que passa a ser de 30 a 50%, com 75% de desfolhamento. Nos viveiros e jardins clonais, a elevada incidência desta doença leva à perda de crescimento, redução do número de plantas aptas para enxertia e queda no pegamento da mesma.

4. Controle do mal das folhas

4.1. Exclusão e erradicação

Exclusão é um princípio geral de controle, pelo qual visa-se evitar a entrada do patógeno numa área isenta, feita através de legislação fitossanitária oficial, que se baseia na proibição ou fiscalização do trânsito de plantas ou produtos vegetais (KIMATI, 1978).

A Inglaterra, na busca de alternativas agrícolas para suas colônias do Oriente e para suprir a demanda de borracha natural para sua indústria, financiou a coleta de sementes de seringueira no Brasil, país de origem da **Hevea**, e transferiu-as para o Jardim Botânico de Kew e de lá, e mudas já formadas, para o Oriente. Através dessas medidas, impediu, por acaso, a transferência de **M. ulei**, o agente causal do "mal das folhas", para aquelas colônias , estabelecendo barreiras que dificilmente serão suplantadas por simples processos de disseminação do patógeno. Os resultados obtidos entre 1907 a 1910 foram os melhores possíveis: os plantios efetuados totalizaram 400.000 ha, na Malásia, e cerca de 10.000 ha, na Sumatra e em Java, número de plantas, provavelmente, maior que o existente a Amazônia (DEAN, 1989). Em 1913,

esses plantios suplantaram a produção dos seringais nativos brasileiros.

A Malásia é hoje o maior produtor mundial de borracha natural, onde existe uma grande preocupação com o mal das folhas, devido possuir características climáticas favoráveis ao desenvolvimento do patógeno e todo material cultivado ter sido melhorado na ausência da doença, apresentando, portanto, alta suscetibilidade.

Segundo CHEE e HOLLIDAY (1986) as principais medidas para evitar a introdução de M. ulei na Malásia, são:

a) Proibição de importação de materiais de **Hevea** spp., exceto para pesquisa.
b) Para a importação de material de propagação vegetativa, o mesmo deve ser mantido fora de países do SE Asiático, Oceano Pacífico, ou regiões de ocorrência de M. ulei. além de ser acompanhado por certificado de sanidade.
c) Para a importação de sementes, estas devem ser tratadas com esterilizantes químicos no país de origem e submetidas à quarentena.
d) Materiais secos e mortos devem ser esterilizados na região de origem.
e) materiais de outras espécies botânicas devem sofrer quarentena em países fora do SE Asiático, Pacífico e regiões de ocorrência de M. ulei.
f) Todos os materiais estão sujeitos à inspeção, quarentena e destruição.

g) Turistas, pesquisadores e atletas de países americanos, produtores de borracha, antes de ingressarem na Malásia são obrigados a permanecer por algum tempo em países de clima temperado. Caso contrário, passar pela descontaminação ainda no aeroporto.

No caso de detecção do patógeno em terras malaias, outro princípio de controle será utilizado, a erradicação, através do qual se procurará evitar o seu estabelecimento com pulverizações aéreas com desfolhamentos e com fungicidas eficientes no controle da doença. Existe atualmente uma ação conjunta entre os países componentes da Associação de Países Produtores de Borracha Natural, para monitoramento da disseminação do patógeno no mundo, adoção de medidas de controle de emergência e erradicação.

A nível de Brasil, tentou-se o plantio em locais distantes da zona endêmica, como no litoral da Bahia e de São Paulo, sem obtenção de êxito. Hoje a doença ocorre em todas as regiões de plantio de seringueira do continente americano.

4.2. Resistência

Denomina-se resistência a capacidade da planta em evitar ou restringir a infecção e o desenvolvimento do patógeno no interior de algum de seus órgãos.

Os trabalhos pioneiros de seleção e melhoramento da seringueira para a resistência ao mal das folhas, iniciaram-se no Brasil, na década de trinta (GONÇALVES, 1986), com as plantas que sobreviveram aos primeiros surtos epidêmicos ocorridos em Fordlândia e Belterra, no Estado do Pará, dando origem aos clones

Ford (F) e Ford Belém (FB) pouco produtivos, mas altamente resistentes (CHEE, 1977). Em 1937, iniciaram-se os cruzamentos destes com cultivares oriundos do Oriente (Sri Lanka, Malásia, Indonésia e Sumatra) originando os cultivares FX (cruzamentos Ford) e IAN (cruzamentos do Instituto Agronômico do Norte) (CHEE e HOLLIDAY, 1986). Nos anos de 1942 e 1945, sobressairam-se vários clones, pela resistência ao mal das folhas, entre eles o F 4542 (híbrido de *H. brasiliensis* com *H. benthamiana*), que se constituiram em fontes de resistência dos programas de melhoramento (CHEE, 1977; VALOIS, 1980).

O procedimento utilizado nestes programas de melhoramento estreitou a base genética dos cultivares, que foram selecionados para a resistência completa à doença, que foi perdida a medida em que a seleção direcional ocorria (CHEE, 1977; CHEE & HOLLIDAY, 1986; PERALTA et al., 1990). Como exemplos podem ser citados o cultivar FX 25, tido inicialmente como de alta resistência, foi muito plantado na Bahia e plantios inteiros foram abandonados devido a perda pela doença. FX 3899, um dos cultivares mais plantados nos Estados do Norte do país, passou a ser muito atacado no Pará, FX 2261 e FX 3864, com boa performance na Bahia, tem tido péssimos resultados na Amazônia (GOMES et al., 1983). GASPAROTTO e PEREIRA (1989) salientaram que, normalmente, quando se tem um cultivar resistente, o mesmo não é produtivo.

4.2.1. Raças fisiológicas do patógeno

A variabilidade do patógeno foi primeiramente comprovada por LANGFORD (1960), que verificou a reação de progênies

no campo a 2 isolados de **Microcyclus ulei**, um do Brasil e outro da Costa Rica, mostrando diferentes níveis de agressividade do patógeno. Comprovado,posteriormente, por LANGFORD (1965), em estudos com ambiente controlado, utilizando 2 isolados e 13 cultivares.

MILLER (1966) selecionou vinte cultivares e inoculou-os com 4 isolados provenientes de diversas localidades, conseguindo identificar duas raças do patógeno. DARMONO e CHEE (1985) utilizando técnicas de discos de folíolos destacados, relataram a ocorrência de três novas raças. CHEE et al. (1986), relataram a ocorrência de novas raças na Bahia, que somadas as anteriores totalizaram nove raças do fungo. JUNQUEIRA (1985) verificou a reação de 33 cultivares de seringueira a infecção por 10 a 15 isolados de **M. ulei**, provenientes de diferentes Estados brasileiros. Todos diferiram em termos de patogenicidade,podendo afirmar que se tratam de 15 raças diferentes, que o autor agrupou por ecotipo: grupo I, capaz de infectar cultivares híbridos de **H. benthomiana**; grupo II, capaz de infectar híbridos de **H. brasiliensis** e grupo III, que infecta híbridos nas duas espécies.

4.2.2. Fisiologia do hospedeiro

BLASQUES e OWEN (1957 e 1963) encontraram a presença de taninos nas lesões de hipersensibilidade formadas em folhas de cultivares resistentes. FIGARI (1965) demonstrou que o catecol clorogênico, ácido cafeico e extrato de folhas de seringueira, contendo flavonóis inibiram a germinação dos conídios. MARTINS et al. (1970) identificaram um glucosídeo em folhas com reação

de hipersensibilidade do cultivar IAN 717, não resistente a todas as raças do patógeno. HASHIN (1979) identificou quercitina, como a substância responsável pela resistência. MENDES (1972) pesquisando a poliploidia em seringueira, verificou que as plantas poliploidizadas artificialmente eram mais produtivas e altamente resistentes a doença, indicando que estes materiais tinham maior capacidade de síntese do glucosídio identificado por MARTINS et al. (1970).

O mecanismo de resistência da seringueira ao patógeno não está completamente entendido, porém, os resultados de alguns trabalhos indicaram que a resistência é de natureza bioquímica (HASHIN et al., ou seja, causada por substâncias tóxicas produzidos pelo hospedeiro em resposta à invasão por **M. ulei**.

LIEBEREI et al. (1983) verificaram a influência de diferentes concentrações de ciameto de potássio na germinação dos esporos de **M. ulei**.

4.2.3. Controle por resistência da copa.

Esta técnica consiste em reenxertar uma planta, com a finalidade de substituir uma copa muito suscetível de uma cultivar produtiva, por uma copa resistente. A planta fica, então, constituída de um porta enxerto, um enxerto, com uma cultivar de alta produção e suscetível à doença, mais uma enxertia de copa, com uma cultivar resistente. Esta tecnica é apontada por GASPAROTTO e FERREIRA (1989) como uma alternativa viável para o cultivo da seringueira na região amazônica. Outros autores como FERRAZ e BERGAMIN FILHO (1972), questionaram a sua validade.

Segundo BENCHIMOL (1985), as primeiras enxertias de copa datam de 1916, sugeridas por Cramer, para a obtenção de um tipo ideal de seringueira, onde se juntariam um sistema radicular, um tronco produtivo e uma copa exuberante. Esta muda foi desenvolvida por Maas, no Oriente. No Brasil, as primeiras enxertias deste tipo foram efetuadas com o intuito de controlar o mal das folhas, em Fordlândia-PA, utilizando várias cultivares consideradas resistentes. Ultimamente, são recomendados híbridos de H. paucíflora com H. brasiliensis para enxertia (Quadro 01 e Quadro 02).

Quadro 01: Produção do cultivar GA 1301 (g de b.s./corte/planta), sob diferentes copas.

COPAS	CIRCUNFERÊNCIA (CM)	PRODUÇÃO
GA 1301	61,4	39,4
FX 1619	54,5	16,1
FB 3363	51,5	16,6
FX 3545	84,3	46,6
FX 4049	81,8	47,4
FX 3998	70,7	29,6

LION et al. (1972)

Quadro 02: Produção média (g. de b.s./corte/planta), em 4 cultivares com copa de PA 31 (H. paucifloro) e copa própria.

CULTIVARES	COPA PA 31	COPA PRÓPRIA
FX 3810	42,78	10,01
FX 3864	30,75	18,37
FX 3899	41,25	14,37
IAN 717	32,60	8,32

LION et al. (1972)

4.3. Controle químico

Esta modalidade de controle é efetuada mediante a aplicação de substâncias químicas com efeito fungicida (KIMATI, 1978), que podem ser protetoras, erradicantes ou curativas.

O controle químico é muito utilizado em seringueira, nas fases de viveiro , jardim clonal e plantios novos em plantas adultas a altura das plantas das mesmas é fator limitante para essa prática, carecendo de equipamentos aéreos para aplicação (Quadro 03),aumentando excessivamente os custos de produção.

Os fungicidas utilizados podem atuar em diversas fases do ciclo do patógeno, protegendo as folhas jovens, reduzindo a esporulação conidial, inibindo a formação de ascocarpos e a produção

QUADRO 03. Diferentes fases do plantio e controle químico do mal das folhas da seringueira.

FASES DA CULTURA	CARACTERÍSTICAS	Altura Máxima (m)	EQUIPAMENTOS	RENDI-MENTO (ha/h)
1. Viveiros (porta enxertos) espaçamento/0,3x0,5x1,0m	.Heterogeneidade gen. .cresc. por fluxos .folíolos permanentes	3	Pulv.costal manual Pulv.costal motorizado	1,5 2,5
2.Jardim clonal (enxerto) Espaçamento/1,0x1,0m	.Homogeneidade genética em cada cultivar .poda anual .folhas permanentes	3	Pulv. costal manual Pulv. costa motorizado	1,5 2,5
3. Plantio definitivo:				
a) jovem	.Homogeneidade genética .Folha permanente	5-8	Pulv.costal motorizado	2,5
b) Adulto	.Troca de folha anual .florescimento	8-12	Atomizador tratorizado	4,0
	.sangria desde os 6 anos de idade.	>12	Termonebulizador Pulv. aérea avião ou helicóptero.	20 210

de ascosporos. Dentre estes, o Chlorothalonil possui um grande efeito protetor residual, enquanto o triadimefon é curativo, tiofanato metílico e benomyl apresentam um melhor controle da infecção foliar. O último suprimiu a esporulação conidial do fungo e ambos, aplicados após a formação dos ascocarpos, inibiram a formação de ascosporos, ou causaram abortamento dos ascocarpos formados (CHEE e HOLLIDAY, 1986). BRIGNANI et al. (1986) comprovaram a eficiência dos fungicidas benomyl, tiofanato metílico e de triadimefon sobre a fase estromática do fungo. MEDEIROS (1975) apontou que os estromas representam um ponto vulnerável no ciclo biológico do fungo, recomendando para a Bahia a necessidade de quatro aplicações com fungicidas, sendo duas no período máximo de formação de estromas, em fevereiro, e duas na renovação foliar natural, setembro-outubro.

No Brasil, vários programas de controle químico do mal das folhas foram efetuados, através de programas com incentivo do governo Federal, via Superintendência do Desenvolvimento da Borracha (SUDHEVEA), a exemplo o PROMASE (Programa Especial de Controle do mal das folhas da seringueira), promovendo a aplicação aérea em larga escala, no litoral da Bahia, com aviões e helicópteros, apesar dos resultados serem satisfatórios (GASPAROTTO e FERREIRA , 1989) seus custos o tornaram proibitivos pelo aluguel dos equipamentos (CHEE et al. s.d.). o controle através da termonebulização, com máquinas potentes (TIFA e LECO), acoplados a trator, muito utilizado na Malásia, passou a ser testado no Brasil, com assessoria daquele país. No entanto, a falta de carreadores, terrenos acidentados, exigências climáticas para aplica-

ção, falta de produtos termoestáveis, levaram o programa ao fracasso. Em 1981, a SUDAHEVEA importou 50 desses equipamentos e distribuiu entre as grandes e médias fazendas do sul da Bahia (CORREIA et al. 1983).

4.4. Desfolhamento químico

O desfolhamento químico se baseia na aplicação de produtos desfolhantes na copa da seringueira, visando causar a queda das mesmas e assim eliminando o inóculo inicial presente nas folhas velhas e uniformizando o enfolhamento em período desfavorável à infecção pelo fungo. Segundo BERGAMIN FILHO (1982), a desfolha química foi efetuada pela primeira vez em 1950, na Malásia, com o objetivo de se identificar substâncias desfolhantes para utilização em programas de erradicação de M. ulei. SANTOS e PEREIRA (1984), testaram a mistura de ethephon + sulfato de cobre e ácido bórico para desfolhamento da seringueira no Sul da Bahia e verificaram que 90% das plantas perderam totalmente as folhas em uma semana após o tratamento. Vários problemas foram apontados quanto ao uso da técnica em larga escala: a) nível de injúrias causado por estes produtos aos ramos jovens; b) altura das plantas; c) baixa eficiência das máquinas de pulverização terrestres e d) alto custo das pulverizações aéreas.

4.5. Plantios em regiões desfavoráveis ao patógeno (Evasão).

Esse princípio de controle é baseado, principalmente, no zoneamento climático para o cultivo da seringueira, escolhendo as regiões onde predominam condições térmicas e hídricas satisfató-

rias a cultura, com um mínimo de risco de ocorrência epidêmica do mal das folhas, regiões estas conhecidas como "áreas de escape". estes estudos se iniciaram com CAMARGO (1958), citado por ORTOLANI (1986) e foram concluídos por ORTOLANI et al. (1983), onde são definidas classes de aptidões para a heveicultura, por região brasileira, com ênfase à severidade do mal das folhas. ORTOLANI (1986), cita que em latitudes mais altas com distribuição pluviométrica tropical, vão se acumulando os efeitos da termoperiodicidade e fotoperiodicidade, somando-se desta forma os três fatores condicionantes da curva fenológica da seringueira, resultando que o período crítico de infecção sempre coincida com um mínimo de probabilidade de molhamento dos folíolos, impossibilitando o caráter epidêmico da doença.

Um desses exemplos é a região do Planalto Paulista, onde os seringais se desenvolvem satisfatoriamente e trocam de folhas em período completamente desfavorável a infecção do patógeno, possibilitando, nesta região, a utilização de cultivares de alta produção, orientais, apesar de suscetíveis a doença.

BASTOS e DINIZ (1980) observaram que a umidade relativa nas áreas mais próximas aos rios era inferior a outros locais, e sito era responsável pela redução na intensidade do mald as folhas. No Maranhão, constatou-se que plantas de cultivares amazônicos, com 12 anos de idade, estavam isentas de infecções por M. ulei, devido a estação seca definida, apresentando um défice hídrico de 335mm, neste período (PINHEIRO et al., 1980).

4.6. Evitação

A evitação se manifesta quando o contacto entre o patógeno e o hospedeiro é impedido por mecanismos herdáveis deste último (PARLEVILIET, 1979; MENTEN, 1990). Na seringueira, esta forma de defesa se dá, principalmente, com relação ao hábito fenológico,pois uma vez conhecida que a fase suscetível dos folíolos é até 15 dias de idade e que o patógeno necessita de 6 a 8h de molhamento foliar para germinar e penetrar nos tecidos, temperatura 20ºC para se desenvolver a infecção (GASPAROTTO, 1988).

Assim, é de se esperar que cultivares de seringueira adultas, que apresentem troca uniforme de folhas, plantadas em regiões com estação seca definida, tenham menor quantidade d doença, quando o reenfolhamento se dá num período de baixo molhamento dos folíolos e baixa temperatura, ou com molhamento suficiente mas com baixa temperatura. Esta segunda situação está presente no exemplo utilizado por MENTEN (1990), no Litoral do Estado de São Paulo.

PEREIRA (1988) obteve dados preliminares que forneceram indicações de que esta forma de defesa pode ser explorada neste contexto. FURTADO (1990) apontou estas características nos cultivares IAN 873 e FX 2261 que associadas à resistência, resultou numa boa defesa dos mesmos, reduzindo a intensidade do mal das folhas a níveis mínimos.

4.7. Controle biológico

O controle biológico pode ser entendido como a utilização de microrganismos no controle das doenças das plantas, por ação direta (hiperparasitismo) ou indiretas (indução de resistência).

JUNQUEIRA et al.(1986) vêm desenvolvendo, no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, estudos com o fungo **Dicyma pulvinata** (Burk & Curt.) v. ARX , hiperparasita que ocorre tanto na fase conidial como na fase estromática de **M. ulei**. Experimentos conduzidos em casa de vegetação, viveiro, jardim clonal e plantio definitivo ainda jovem (4 a 5 anos), mostraram um controle eficiente do **M. ulei**, para as condições da Amazônia. A utilização deste hiperparasita tem importância na redução do inóculo primário de **M. ulei** no seringal, uma vez que o parasitismo ocorre principalmente na fase estromática, inviabilizando a produção e disseminação dos ascosporos.

No Estado de São Paulo, este fungo foi constatado parasitando lesões de **M. ulei** em jardim clonal, localizado na Estação Experimental de Ubatuba, do Instituto Agronômico , no litoral Norte.

JUNQUEIRA et al. (1986) aventam sobre a possibilidade do controle integrado de **M. ulei**, com o uso de triforine (0,014%) e do fungo **Dicyma pulvinata**.

Estudos de indução de resistência foram iniciados há pouco tempo por JUNQUEIRA et al. (s.d.), através de inoculação de folhas de seringueira com esporos de patógenos **Periconia manihoticola** e **Corynespora cassiicola** e não patógeno **Dicyma pulvinata**.

além de isolados avirulentos de M.ulei. Quando inoculou-se as folhas com isolados virulentos de M. ulei, o fungo teve seu período de geração prolongado,diâmetro de lesão e produção de esporos reduzidos.

5. Manejo integrado do mal das folhas

A preocupação com o controle do mal das folhas, no Brasil, sempre foi muito grande. Diversas técnicas foram adaptadas ou desenvolvidas com essa finalidade e vários métodos de controle foram recomendados nos últimos anos (LANGFORD, 1945; HILTON 1955; HOLLIDAY, 1970; CHEE,1980; BERGAMIN FILHO e CARDOSO, 1978, BERGAMIN FILHO, 1982, GASPAROTTO et al. 1984). No entanto, a maioria destes métodos não conseguiu eliminar definitivamente o patógeno ou reduzí-lo a níveis mínimos. Vastas regiões de plantio brasileiras ainda sofrem altas perdas na produção de látex, em função da severidade da doença. Nesta guerra contra o mal das folhas, somaram-se muito mais erros do que acertos, nestes últimos anos, como:

a) Concepção de que as plantas de seringueira não cresceriam nem produziram em clima diferente da sua região de origem, a selva Amazônica.
b) Programas de melhoramento para a resistência desenvolvidos exclusivamente para a resistência do tipo vertical, efêmera e não aplicável a culturas peneres.

c) Utilização de híbridos de **H. benthamiana**, como fonte de resistência que transmitiram a seus descendentes a característica de troca irregular das folhas e hibernação escalonada.

d) recomendação dos mesmos cultivares, para as diversas regiões de plantio brasileiras, sem considerar as diferenças edafoclimáticas regionais, além do problema da troca irregular das folhas e da baixa produção da maioria deles.

e) Decisões políticas acima das decisões técnicas para a solução da maioria dos problemas da cultura da seringueira no Brasil.

Para se estabelecer medidas que visem o manejo integrado do mal das folhas, no Brasil, deve-se levar em consideraçao: a) as características gerais como: relevo, clima, solo, tamanho da propriedade, cultivares utilizados, tipo de mudas, nível tecnológico e social do agricultor; b) as características intrínsecas do patosistema: aspectos da cultura, do patógeno, condições favoráveis as relações planta-patógeno, outros patógenos que podem atuar, agentes microbianos de controle biológico, ocorrência de pragas que interferem nestas relações; e c) as características econômicas; pois não adianta possuirmos uma boa estratégia mas, com os custos maiores que os benefícios, tanto em termos econômicos como ambientais.

Considerando as várias medidas de controle existentes pode-se verificar em qual fase do ciclo do patógeno poderão ser utilizadas (Figura 01).

Conforme a Figura 01, observa-se que sobram estratégias para o controle eficiente da doença. Dentre estas medidas, des-

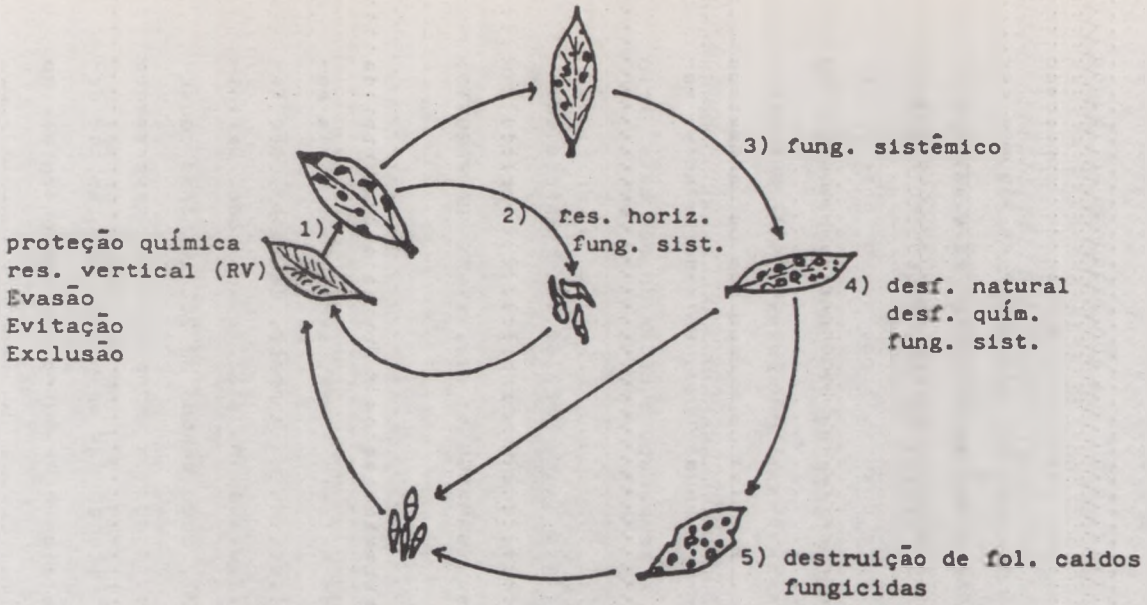

Fig. 01. Fases do ciclo de M. ulei (modificado de CHEE (1976)), com princípios e métodos de controle.
1)reenfolhamento; 2)esporulação conidial; 3)formação dos estromas; 4)troca de folhas e 5)folíolos no chão.

taca-se o uso da exclusão, para o Brasil, devido o patógeno já se encontrar em todas as regiões de plantios (do Amazonas ao Norte do Paraná). O uso da resistência vertical, apesar de condenado para plantas perenes, é passível de ser utilizada em algumas regiões, com determinados cuidados que serão vistos mais adiante.

Para uma maior adequação dos métodos de controle dentro de um manejo integrado para esta doença, tomou-se por base as características climáticas de cada região de plantio, baseadas no modelo proposto por ORTOLANI et al. (1983) (Quadro 04), que define os níveis de incidência de M. ulei de acordo com os parâmetros climáticos: deficiência hídrica anual (Da), Umidade Relativa média do mês mais seco (URs) e temperatura média do mês mais frio do ano (Tf).

Outro fator muito importante para se determinar a severidade do mal das folhas, em diferentes regiões, é o período de duração do molhamento foliar (CAMARGO et al., 1967, GASPAROTTO, 1988) (Quadro 05).

No Quadro 05, acrescentou-se os dados de molhamento da região de Negri Sembilan, da Malásia (CHEE, 1980), nos quais pode-se observar que as condições de molhamento, da mesma, são favoráveis a infecção e a epidemia de M. ulei, o ano todo. Definidas por CAMARGO et al.(1967), como sendo: UR 95%/10 horas consecutivos em 12 noites no mês. A doença só não ocorreu severamente naquele país, devido a "quarentena" das primeiras plantas,que deram origem aos seringais malaios e de outros países orientais,no Jardim Botânico de Kew,na Inglaterra. Medidas eficientes foram aplicadas, posteriormente, impedindo a entrada de materiais bo-

QUADRO 04. Características climáticas de diferentes regiões de plantio no Brasil, utilizados no zoneamento.

REGIÃO	Classe	Da (mm)	UR_s (%)	Tf (^oC)	Incidência
Amazônica	AM1	0	> 85%	-	muito alta
	AM2	0-200	75%-85	—	moderada
	AM3	200-300	65-75	-	baixa incidência
Litoral da Bahia	B	0	> 80%	> 20	moderada a alta
Litoral de S. Paulo	B1	0	> 75%	< 20^oC	moderada
Planalto de SP e MG	A	0-200	50-65%	-	muito baixa
Sul do Mato Grosso	A1	200-300		-	" "

Da = Défice hídrico anual
URs = Umidade relativa média no mês mais seco
Tf = Temperatura no mês mais frio

Fonte: ORTOLANI et al. (1983)
ORTOLANI (1989)

QUADRO 05. Condições de molhamento (nº de noites/mês com UR > 95%/10 horas), nos meses do ano, em diferentes regiões de plantio.

MESES	Manaus	Bahia	São Paulo		Malásia
			Litoral	Plan.	(Negri Sembilan)
J	30	22	21	3	14
F	28	18	22	5	21
M	30	22	28	2	17
A	30	26	25	2	23
M	31	26	28	2	25
J	30	27	27	2	25
J	31	24	29	1	30
A	29	21	28	1	30
S	26	18	29	1	25
O	29	22	19	1	30
N	30	20	19	1	29
D	30	20	24	2	30

tânicos, turistas e pesquisadores de países com problema de **M. ulei**, sem antes passarem por um dos processos de desinfestação, evitando assim a introdução do patógeno.

Ao observar-se as condições climáticas do Planalto Paulista (Quadro 04 e 05), verifica-se que o mesmo apresenta baixa Umidade Relativa no mês mais seco e número de dias com molhamento foliar, resultando em incidência muito baixa de **M. ulei**, devido a evasão ao patógeno, chamada erroneamente, na literatura, por "região de escape" (PINHEIRO **et al.**, 1982; GASPAROTTO **et al.**, 1984; BENCHIMOL, 1985). Essa condição ocorre, principalmente, em plantios adultos, devido a troca de folhas anual se processar neste período mais seco. Em viveiros irrigados, e jardins clonais a doença pode se manifestar, com alguma severidade, em alguns anos (CARDOSO, 1986). Alguns autores apontam para o risco do aparecimento de raças adaptadas a estas condições climáticas adversas, presentes no reenfolhamento (CARDOSO, 1972; JUNQUEIRA, 1985), cuja possibilidade é remota.

As características climáticas do litoral da Bahia e de São Paulo (Quadro 04 e 05) são bastante semelhantes entre si, quanto à umidade (URs e molhamento), mas diferem quanto a temperatura no mês mais frio, que é menor no litoral de São Paulo (Pariquera-Açú). Nesta segunda região, apesar da umidade ser propícia ao desenvolvimento da doença, a temperatura permanece abaixo das exigências para a infecção, durante a troca de folhas. Assim, cultivares precoces na troca de folhas como o IAN 873 e FX 2261 e com período de hibernação longo (47 e 18 dias, respectivamente), apresentam a forma de defesa conhecida por evitação responsável

pela baixa intensidade de infecção em plantios adultos (FURTADO, 1990).

No período de implantação do seringal, até que as plantas formem as copas e iniciem a troca regular das folhas, em períodos muito favoráveis à doença, é necessária a pulverização com fungicidas específicos, conforme o item 4.3.

O comportamento decíduo é uma característica bastante importante, na escolha dos cultivares para plantios comerciais pois a troca uniforme das folhas, ocasiona a eliminação sistemática do inóculo primário, presente nas lesões estromáticas do fungo nas folhas mais velhas, interrompendo o ciclo do patógeno de forma bastante eficiente e barata (FURTADO, 1990). O manejo da hibernação foi apontado como estratégico para o controle da doença, por diversos autores (ROCHA, 1972; ORTOLANI et al., 1983; FURTADO, 1990).

BERGAMIN FILHO (1982) apontou que um dos erros históricos no melhoramento da seringueira, do ponto de vista epidemiológico, foi a utilização de cultivares previamente resistentes de H. benthamiana, que transmitiram aos híbridos o hábito irregular na troca de folhas.

No litoral da Bahia, mesmo a troca uniforme das folhas, não conduz a bons resultados, devido às condições de molhamento e temperatura serem favoráveis à infecção por inóculos oriundos de cultivares de hibernação não compacta e tardios na troca de folhas. Assim o método de controle através da desfolha química poderia ser utilizada para promover a uniformização do reenfolhamento foram do período crítico da doença que é setembro-outubro

(ROCHA, 1972). O controle pode ainda ser complementado por pulverizações aéreas com fungicidas protetores nas brotações novas e pela cobertura ou destruição dos folíolos caídos no chão, reduzindo a fonte de inóculo.

Experiências realizadas na Malásia mostraram que o manejo da hibernação possibilitou o controle por "escape" de **C. gloeosporioides**, **Oidium heveae**, ácaro e trips, efetuado por aplicação do ácido cacodílico (1,5 kg/ha), garantindo uma desfolha de 98% em 15 dias após a aplicação (RAO, 1971).

Além da troca uniforme das folhas e período de hibernação longo, os cultivares plantados, na região litorânea de São Paulo e Bahia, devem possuir resistência ao mal das folhas, agindo como um segundo fator para reduzir o nível de infecção. Deve-se evitar cultivares oriundos de **H. benthamiana** e dar preferência aos cultivares nacionais de **H. brasiliensis**, como: FX 2261, IAN 873, FX 985, FX 4098, FX 25 e MDF 180, com bom potencial produtivo.

Através do conhecimento das reações apresentadas por estas cultivares às diferentes raças presentes na Bahia (CHEE, 1986) (Quadro 06) é possível se estabelecer estratégias visando a utilização desta resistência do tipo vertical (VANDERPLANK, 1963 e 1968), visando mantê-la por tempo indefinido. Esta estratégia poderia ser utilizado semelhante ao uso das multilinhas, isto é uma mistura de linhagens, com características agronômicas semelhantes, mas diferindo entre si pelos genes de resistencia apresentados (BERGAMIN FILHO & KIMATI, 1978). Para a cultura da seringueira, ao invés de se utilizar linhagens,usar cultivares com

QUADRO 06. Sensibilidade dos cultivares de **H. brasiliensis** a diferentes raças de **M. ulei**, na Bahia.

CULTIVARES	raças de **M. ulei**								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FX 2261	-	-	-	4	5	-	-	-	-
IAN 873	1	-	-	4	-	-	-	-	-
FX 985	-	-	-	-	-	-	7	-	9
FX 25	-	-	-	-	-	6	-	-	9
FX 4098	-	-	-	-	5	-	7	-	-
MDF 180	-	-	-	-	-	-	-	8	-

modificado de CHEE et al. (1986).

boa produção de látex, características fenológicas semelhantes e diferindo apenas quanto ao genes de resistência vertical. Esse sistema poderia se denominado, de policultivar ou multicultivar, cuja utilização foi aventada na Reunião de Fitossanidade de Seringueira, realizado em Itabuna-BA, em 1989. ROBINSON (1976) apontou que no patossistema selvagem, em plantas caducifólicas, com algum período de hibernação, ocorre descontinuidade sequencial, em termos de tecidos suscetíveis. A resistência vertical se recupera, neste caso, e se torna efetiva, contra o que chamou de exodemia (inóculo externo ao sistema). Ocorre também a descontinuidade genética espacial no hospedeiro, uma vez que, na mata as plantas não são semelhantes geneticamente entre si. A RV é "quebrada" após uma aloinfecção bem sucedida (inóculo compatível geneticamente com o hospedeiro), iniciando a esodemia, onde a RH passa a atuar. Associando num só cultivo a utilização da resistência epidemiológica e a dinâmica da copa (desfolhamento-enfolhamento), imitando o patossistema selvagem. Associando, como medida auxiliar, a destruição dos folíolos caídos naturalmente (por esterrio, aplicação de uréia ou matéria orgânica), reduzindo o inóculo inicial a níveis mínimos. Técnicas estas, passíveis de aplicação nos litorais da Bahia e de São Paulo e regiões de transição para Floresta Amazônica, como o NO e N do Mato Grosso.

Para a Região Amazônica, na área pertencente a classe AM3, o princípio da evasão como nas classes A e A1 estará ocorrendo e as plantas não devem ter maiores problemas como o mal das folhas, a exemplo tem-se os plantios da região de Açailândia-MA, (PINHEIRO et al, 1982, BENCHIMOL, 1985).

Nas regiões comprendidas pelas classes AM2 e AM1, ou Amazônia úmida e super úmida, a utilização da resistência ou da evitação não são suficientes para trazerem o sucesso aos plantios, uma vez que o período de molhamento e temperatura são favoráveis a infecção o ano todo. Portanto, em qualquer época que se dê a troca de folhas, a brotação nova estará a mercê do patógeno. Assim, outros métodos de controle e técnicas de plantio devem ser utilizadas. As pesquisas do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia, com a cultura, atualmente estão direcionadas para utilização maciça da enxertia de copa, com diferentes cultivares resistentes, numa mesma área (multicopa), com painéis de alta produção e porta enxertos rigorosos, Gasparotto (comunicação pessoal).

Outra estratégia bastante viável seria imitar o patossistema selvagem idealizado por ROBINSON (1976), consorciando cultivares produtivos de seringueira, com diferentes gens de resistencia vertical, com outras espécies úteis da região, numa mesma área, pupunheiras, castanheiras, açaizeiros, entre outras. Aplicando os princípios da descontinuidade sequencial e espacial. A nível de pequena propriedade, os produtores teriam uma renda oriunda destas várias essências, não ficando dependentes do oscilante preço da borracha, nem se preocupando com o controle químico do mal das folhas, quase impossível para a região, além estar auxiliando no equilíbrio da flora e da fauna amazônica, num patossistema semi-selvagem.

6. Literatura citada

ALBUQUERQUE, F.C. **Doenças da seringueira.** In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA, 16, Belém, 1985. Belém, FCAP, 1985 , 30p.

ALBUQUERQUE, J.M. **Botânica da seringueira.** In: CURSO DE ESPECILIZAÇÃO EM HEVEICULTURA, 16, Belém, 1985. Belém, FCAP, 1985 , 15p.

BASTOS, T.X. & DINIZ, T.D.A. **Microclima ribeirinho: um controle de Microcyclus ulei em seringueira.** Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980, 11p. (EMBRAPA-CPATU, Boletim Técnico de Pesquisa, 13).

BERGAMIN FILHO, A. Alternativas para o controle do mal das folhas da seringueira: uma revisão. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, 8 (3/4): 65-74, 1982.

_____. Disease progress of South American leaf blight of rubber in different brazilian regions. **European Journal of Forest Pathology**, Hamburg, 14(7): 386-91, 1984.

BERGAMIN FILHO, A. & CARDOSO, C.O.N. Doenças da seringueira - **Hevea brasiliensis** L. In: GALLI, F. et al. **Manual de Fitopatologia**, 2, S.Paulo, Ed. Agron. Ceres, 1978, p. 459-74.

BERGAMIN FILHO, A. & KIMATI, H. Variedades resistentes. In: GALLI, F. et al. Manual de Fitopatologia, 2, S.Paulo, Ed. Agron. Ceres, 1978, p. 297-324.

BERNARDES, M.S.; VEIGA, A.S. & FONSECA FILHO, H. Mercado brasileiro de borracha natural. In: BERNARDES, M.S. Sangria da seringueira, Piracicaba, ESALQ-USP, 1990, p. 179-206.

BLASQUES, C.H. & OWEN, J.H. Physiological studies of Dothidella ulei. Phytopathology, St. Paul, 47: 727-732, 1957.

_____. Histological studies of Dothidella ulei on susceptible and resistant Hevea clones. Phytopathology, St. Paul, 53: 58-65, 1963.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Pesquisas e Experimentação com a seringueira: pesquisas fitopatológicas. In: Plano Nacional da Borracha. Brasilia, SUDHEVEA, 1971. Anexo 11, p. 35-43.

BRIGNANI NETO, F.; FURTADO, E.L.; CARDOSO, R.M.G.; OLIVEIRA, D.A. & ROLIM , P.R.R. Efeito de fungicidas sistêmicos sobre Microcyclus ulei, agente causal da queima da folha da cultura da seringueira. Summa Phytopathologica, Jaguariuna, 13: 36, 1986.

CAMARGO, A.P.; CARDOSO, R.M.G. & SCHIMIDT, N.C. Comportamento e ecologia do mal das folhas da seringueira nas condições climáticas do Planalto Paulista. **Bragantia**, Campinas, 26(1): 1-18, 1967.

CARDOSO, R.M.G. Doenças da seringueira no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, I, Cuiabá, **Anais**. Brasília, SUDHEVEA, 1972, p. 129-133.

CHEE, K.H. Combating South American leaf blight of **Hevea** by plant breeding and other measures. **Planter**, Kuala Lampur, 53: 287-96, 1977.

_____. The suitatibility of environmental conditions in Asia for the spread of South American leaf blihgt of **Hevea** rubber. **Planter**, Kuala Lampur, 56: 445-454, 1980.

CHEE, K.H. & HOLLIDAY, P. South American leaf blight of **Hevea** rubber. Kuala Lampur, **Malaysian Rubber Research and Development Board**. 1986. 50p. (RRIM. Monograph, 13).

CHEE, K.H.; ROMANO, R. & BERNARDES, M.S. Novos conceitos sobre **Microcyclus ulei**. Mimeografado, 23p., s.d.

CHEE, K.H. & WASTIE, R.L. The status and future prospects of rubber diseases on Tropical America. **Review of Plant Pathology**. London, 59 (12): 541-7, 1980.

CORREIA , H.G.; BERNARDES, M.S. & ROMANO, R. **Doenças da seringueira na Bahia e seu controle através da termonebulização.** Brasília, SUDHEVEA, 1983, 23p.

DARMONO, I.W. & CHEE, K.H. Reaction of **Hevea** clones to races of **Microcyclus ulei** in Brazil. Journal Rubber Research Institute Malaysia, Kuala Lampur, 33 (1): 1-8, 1985.

DEAN, J. **A luta pela borracha no Brasil: um estudo de história ecológica.** S.Paulo, Nobel, 1989. 286p.

FERRAZ , E.C. & BERGAMIN FILHO, A. A utilização da enxertia de copa por heveicultores no Sul da Bahia. In: SEMINÁRIO SOBRE ENXERTIA DE COPA DA SERINGUEIRA, Brasília, 1982, **Anais.** Brasília, SUDHEVEA, 1982.

FIGARI, A. Substância fenólicas tóxicas al hongo **Dothidella ulei** em hojas de clones **Hevea brasiliensis.** Turrialba, San Jose, 15(2):103-110.

FURTADO, E.L. Comportamento decíduo da seringueira (**Hevea** spp.) e quantificação do mal das folhas causado por **Microcyclus ulei** (P. Henn.) v. arx. Piracicaba, 1980, 82p. (M.S. - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- ESALQ/USP:

GASPAROTTO, L. **Epidemiologia do mal das folhas (Microcyclus ulei** (P. Henn.)v. arx) da seringueira (Hevea spp). Viçosa, 1988. 124p. (D.S. - Universidade Federal de Viçosa).

GASPAROTTO, L. & FERREIRA, F.A. Doenças da seringueira. In: FERREIRA, F.A., **Patologia Florestal**, Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, 1989, p. 289-368.

GASPAROTTO, L.; TRINDADE, D.R. & SILVA, H.M. Doenças da seringueira Manaus, EMBRAPA/CNPSD, 1984. 71 p. (CNPSD. Circular Técnica, 4).

GOMES, A.R.S.; VIRGENS FILHO, A.C.; MARQUES, J.R.B. & SANTOS, P. M. Avaliação de clones de seringueira (**Hevea** sp.) no Sul da Bahia. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., Brasília, 1982. **Anais**. Brasília, SUDHEVEA, 1983. p. 139-90.

GONÇALVES, P.S. Melhoramento genético da seringueira (**Hevea** spp). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Piracicaba, 1986. **Anais**. Campinas, Fundação Cargil, . 1986. p. 95-123.

HASHIN, I.; CHEE, K.H. & DUNCAN, E.J. Reaction of **Hevea** leaves to infection with **Microcyclus ulei**. J. Rubb. Inst. Malaysia, Kuala Lampur, 26(2): 67-75.

HILTON, R.N. South American leaf blight. A review of the literature relating to its depredations in South America, its threat to the Far East and the methods avaiable for its control. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia, Kuala Lampur, 14: 287-337, 1955.

HOLLIDAY, P. South American leaf blight (**Microcyclus ulei**) of **Hevea brasiliensis**. Farnhan Royal, CAB, 1970. 31p. (CAB. Farnhan Phytopathological Papers, 12).

JUNQUEIRA, N.T.V. **Variabilidade fisiológica de Microcyclus ulei** (P. Henn.) v. Arx. Viçosa, 1985. 135p. (D.S.- Universidade Federal de Viçosa).

JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, G.M.; ZAMOBOLIM, L.; GASPAROTTO, L.; ALFENAS, A.C. Variabilidade fisiológica de **Microcyclus ulei** **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 11: 823-33, 1986.

JUNQUEIRA, N.T.V.; ,EVENKAMP, G.R.; LIEBEREI, R. Resistance induction in the rubber tree (**Hevea** spp) by nonpathogens and weak pathogens against leaf blight, caused by **Microcyclus ulei** (mimeografado).

KIMATI, H. Princípios gerais de controle de doenças de plantas. In: GALLI **et al. Manual de Fitopatologia**, 1, São Paulo. Ed. Agro. Ceres, 1978.

LANGDON, K.R. Relative resistence or susceptibility of several clones of **Hevea brasiliensis** and **H. brasiliensis x H. benthamiana** to two races of **Dothidella ulei**. **Plant Disease Reporter**, Washington, 49(1):12-4, 1965.

LANGFORD, M.H. South American leaf blight of Hevea rubber tree. Washington, USDA, 1945. (USDA. Techinical Bulletin, 882).

LANGFORD, M.H. A new satrin of leaf blight on rubber trees in Costa Rica. Washington, A.I.D., 1960. 4p.

LIEBEREI, R.; SCHRADER, A.; BIEHL, B. & CHEE, K.H. Effect of Cyanide on Microcyclus ulei culture. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia. Kuala Lampur, 31(3): 227-235, 1983.

LION, A.; CASTAGNOLA, J.R. & SOUZA, M.I.T. Observações de campo sobre enxertia de copa na Guamá Agro-Industrial S/A. I: SEMINÁRIO SOBRE ENXERTIA DE COPA DA SERINGUEIRA, Brasília, 1972. Anais, Brasília, SUDHEVEA, 1982, p. 82-91.

MARTINS, E.M.F.; MOARES, W.B.C.; CARDOSO, R.M.G. & KUC, J. Purificação e identificação de uma substância ligada à resistência de seringueira (H. brasiliensis Muell.Arg.) ao fungo Dothidella ulei. P. Henn. O Biológico, São Paulo, 36(4): 122-24, 1970.

MEDEIROS, A.G. Novos conceitos técnicos sobre o controle químico do "mal das folhas" da seringueira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 2., Rio Branco. Anais. Brasília, SUDHEVEA, 1976. p. 391-405.

MENDES, L.O.T. Poliploidização da seringueira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SERINGUEIRA, 1, Cuiabá, 1972. Anais, Brasília, SUDHEVEA, 1972, p. 283-300.

MENTEN , J.O.M. Evitação: forma de defesa das plantas contra patógenos que deve ser melhor compreendida e explorada. Summa Phytopathologica, Jaguariuna, 16(2): 77-83, 1990.

MENTEN, J,O,M.; FURTADO, E.L.; CARVALHO, J.C. & GODOY JUNIOR, G. RH 7592 no controle do mal das folhas da seringueira causado por Microcyclus ulei. Fitopatologia Brasileira, Brasília, 14 (2): 140. 1989. Resumo.

MILLER, J.W. Differential clones of Hevea for identifying races of Dothidella ulei. Plant Disease Reporter, Washington, 50(3): 187-90, 1966.

MORAES, V.H.F. Sugestões para uniformização da metodologia de estudo da fenologia foliar da seringueira. Manaus, EMBRAPA/ CNPSD, 1982. 14p. (CNPSD. Documento, 1).

MORAES, V.H.F. Fisiologia da seringueira. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA, 16., Belém, 1985. Belém/FCAP, 1985, 40p.

ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Piracicaba, 1986. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1986, p. 11-32.

ORTOLANI, A.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B. P. & BRUNINI, O. Aptidão agroclimática para a regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO PARA RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1, Brasília. Anais. Brasília. SUDHEVEA, 1983, p.

PARLEVLIET, J.E. Components of resistence that reduce the rate of epidemic development. Annual review of Phytopathology, Palo Alto, 17: 203-22, 1979.

PERALTA, A.M.; FURTADO, E.L.; AMORIM, L.; MENTEN, J.O.M.; BERGAMIN FILHO, A. Melhoramento genético da seringueira para a resistencia ao mal das folhas (Microcyclus ulei)- Revisão. Summa Phytopathologica, Jaguariuna, 16(3/4): 214-224, 1990.

PEREIRA, R.E.A. Formas de defesa da seringueira (Hevea spp) contra Microcyclus ulei (P. Henn.) v. Arx. Piracicaba, 1988. 67p. (Mestrado- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP)

PINHEIRO, E.; PINHEIRO, F.S.V. & ALVES, R.M. Comportamento de alguns clones de seringueira em Acailandia, na região pré-amazônica Maranhense; dados preliminares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 2, Manaus. **Anais**. Brasilia, SUDHEVEA, 1982, p. 101-29.

POPULER, C. **Les epidemics de l'Oidium de l'Hevea et la phenoligie de son hote dans le monde**. Bruxelas, INEAC., 1972. 368p. (INEAC, Série Scientifique, 115).

RANDS, R.D. **South American leaf diseases of Para rubber**. Washington D.C., USDA, 1924. 19p. (USDA, Bulletin, 1826).

RAO, B.S. Avoiding secondary leaf fall disease of rubber by chemical defoliation. **PANS**, 17(4): 461-463, 1971.

ROBINSON, R.A. **Plant Pathosystems**. Springer- Verlag, 1986. 184 pp.

ROCHA, H.M. Problemas de enfermidades nos seringais da Bahia. In: SEMINARIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1., Cuiabá, 1972. **Anais**, Brasilia, SUDHEVEA, 1972. p. 98-108.

ROCHA, H.M. & VASCONCELOS FILHO, A.P. Epidemiology of the South American leaf blihgt of rubber in the region of Ituberá, Bahia, Brazil. Turrialba, San Jose, 28: 325-29, 1979.

SANTOS, A.F. & PEREIRA, J.R.C. Efeito do complexo ethephon-sulfato de cobre.- ácido bórico no desfolhamento de seringueira. **Fitopatol. bras.** Brasília, 9(2): 357, 1984.

SIVANESAN, A. **The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs.** Vaduz, J. Cramer, 1984. 701p.

TRINDADE, D.R. & GASPAROTTO, L. Viabilidade dos ascoporos de **Microcyclus ulei** nas folhas de seringueira caídas durante o desfolhamento natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 15., São Paulo, 1982. **Resumos.** S.Paulo, SBF, 1982. p. 43-50.

VALOIS, A.C.C. **Melhoramento genético da seringueira.** In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA, 7., Belém, 1980, Belém/ FCAP, 1980. 30p.

VADERPLANK, J.E. **Plant diseases: epidemics and control.** New York, Academic press, 1963. 349p.

VANDERPLANK, J.E. **Disease resistence in plants.** New York, Academic Press, 1968. 206p.

CONTROLE QUÍMICO DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

CHEMICAL CONTROL OF SOUTH AMERICAN LEAF BLIGHT OF RUBBERTREE

R.M.G.CARDOSO

INSTITUTO BIOLÓGICO: Seção de Fungicidas,Caixa Postal 7119,01051 São Paulo SP - Brasil

RESUMO

O uso de fungicidas para o controle de Microcyclus ulei (P.Henn.) von Arx teve início na década de 40 e foram usados fungicidas protetores à base de cobre,enxofre e zinco.Essas aplicações visavam o efeito do produto sobre a fase conidiana do fungo.Com o advento dos fungicidas sistêmicos , trinta anos depois,passou-se a observar seu efeito também sobre a fase ascógena,contribuindo para a redução do inóculo primário.

O equipamento utilizado permitia apenas a proteção das plantas em viveiro e jardins clonais ou plantios definitivos até o 3º ou 4º ano.Pulverizações aéreas foram utilizadas e depois substituídas por termonebulização com equipamentos terrestres,limitadas a lugares planos.

Uma revisão dos produtos mais utilizados,tecnologia de aplicação e estratégia de controle,à luz dos conhecimentos atuais,é apresentada.

ABSTRACT

The use of fungicides in Microcyclus ulei control started during the decade of 40s and copper,sulfur and zinc protective fungicides were used . These kinds of sprayings aimed to the effect of the product on the conidial phase.With the introduction of systemic fungicides,thirty years later their effects were also observed on the ascogen phase,contributing to the reduction of primary inoculum.

The equipment employed permitted only the protection of plants in nurseries and clonal gardens or plantation up to the 3rd or 4th year.Aerial sprayings were used and later on substituted for thermofogging with land equipment,limited to plain ground.

A review of the recent employed fungicides application technology and control strategy according to the current knowledge, is presented.

INTRODUÇAO

Historicamente é sabido que as primeiras tentativas de instalar seringais de plantio racional na Amazônia redundaram em completo fracassso,repetindo-se o que ocorrera em Suriname,Guiana,Trinidad,Costa Rica e Panamá.Ocorreram perdas tão severas em viveiro e culturas definitivas que o mal - das-folhas foi considerado o maior e único obstáculo ao estabelecimento do cultivo da seringueira no Continente Americano (LANGFORD ,1943). Considerando que os esporos do fungo poderiam ser levados pelo vento para todas

as plantações do Continente e ilhas vizinhas tornava-se necessário um programa de controle em áreas ainda não invadidas pelo patógeno e em áreas onde ele já estava estabelecido,novos porta enxertos,para expandir o plantio no campo,poderiam ser obtidos através de pulverizações em viveiros.Esses porta-enxertos suscetíveis requeriam controle do patógeno para poderem desenvolver e serem enxertados.

Nessas primeiras bem sucedidas tentativas de controle do M.ulei com fungicidas,de que se tem referência,foram obtidos resultados promissores com produtos a base de cobre,enxofre e orgânicos,pulverizados em viveiros e em árvores no período de troca de folhas conservando cerca de 90% da folhagem (LANGFORD,1943).Abria-se uma nova frente na luta contra esse patógeno.

O PATÓGENO

M.ulei é um fungo ascomiceto que desenvolve seu ciclo completo na seringueira,seu único hospedeiro conhecido.A partir do inóculo inicial que pode ser ascósporo ou conídio,o fungo desenvolve a fase conidiana nos folíolos jovens num período que varia de cinco a dezesseis dias (CHEE,1976a ; JUNQUEIRA,1988).Se as condições são favoráveis,esses conídios liberados infectam novas folhas e formam novos conídios disseminando o patógeno rapidamente.A fase ascógena,mais longa,desenvolve-se nos folíolos maduros num período que vai de um a quatro ou cinco meses (JUNQUEIRA,1987,informação pessoal;CHEE 1976b ;MEDEIROS 1976) e tem seu papel importante na sobrevivência do patógeno por longo período em condições adversas,na sua disseminação a longa distância e na manutenção do potencial de inóculo no campo.

O fungo é favorecido por condições de clima com temperatura em torno de 24ºC e umidade acima de 95% por pelo menos dez horas consecutivas no maior número de noites por mês.Essas condições possibilitam a formação de orvalho necessário à infecção (CAMARGO et al.1967;ROCHA e VASCONCELOS,1978; LANGFORD,1945). As chuvas fracas contribuem para a manutenção dessa condição,enquanto as chuvas pesadas lavam os esporos das folhas,diminuindo a incidência do ataque. O vento dissemina os esporos todavia,a brisa noturna proveniente de grandes massas de água,mar ou rios largos reduz a umidade , desfavorecendo a infecção (BASTOS,1972).

A HOSPEDEIRA

A cultura da seringueira tem início com a germinação das sementes e plantio em viveiros para enxertias com borbulhas de clones produtivos.Se o plantio se dá em região com condições de clima favoráveis ao fungo e as sementes provêm de material suscetivel,há necessidade de tratamento das plantas desde a brotação das primeiras folhas. Nos viveiros e jardins clonais, a elevada incidência da doença acarreta perdas de crescimento e redução do número de plantas em condições de serem enxertadas e diminuição de aproveitamento de borbulhas para enxertia em épocas apropriadas (LANGFORD,1943).

No local definitivo,as plantas permanecem sujeitas ao ataque do fungo sempre que há folhas novas e as condições são favoráveis.

Quando atingem a maturidade fisiológica,o período crítico para a cultura é a fase de troca de folhas. Um ataque do fungo nessa etapa pode acarretar muitos danos para a planta,até sua morte.

Entre as diversas espécies de Hevea ,as mais suscetíveis são H. brasiliensis e H. benthamiana. H. pauciflora tem alto grau de resistência ao patógeno.

A DOENÇA

O patógeno ataca tecidos novos de folhas,hastes,frutos e flores.As folhas jovens afetadas exibem manchas de tonalidade verde oliva,forma arredondada; o limbo deforma-se,enrola-se e quando o número de lesões é grande os folíolos apresentam aspecto de queima generalizada,caindo permanentemente.Nos clones mais suscetíveis ocorrem suscessivas desfolhas intensas que conduzem ao secamento dos ramos,atraso no crescimento e,porfim,à morte total da planta.Nas folhas atacadas que permanecem presas aos ramos,a enfermidade continua desenvolvendo-se e vai apresentar um outro tipo de sintoma Na face ventral,nos tecidos necrosados e proximidades surgem estruturas do fungo caracterizadas por estromas negros globosos de consistência áspera ao tato,em cujo interior formam-se os ascos e ascósporos.Nos ramos,pecíolos e frutos formam-se cancros e na inflorescência há secamento das flores e pedúnculo.

FUNGICIDAS

O emprego de fungicidas para controle do M.ulei pode ser considerado sob dois aspectos : seu efeito sobre a forma conidiana e sobre a forma ascógena.Nas primeiras experiências de uso do controle químico deu-se maior atenção ao bloqueio da forma conidiana porque é através dela que o fungo se dissemina mais rapidamente no seringal. Assim,foram obtidos resultados promissores com fungicidas protetores,inicialmente cúpricos (LANGFORD,1943; LAWGFORD & TOWSEND,1954 ALBUQUERQUE et al.1972) e posteriormente ditiocarbamatos e outros,destacando-se mancozeb e clorotalonil (LANGFORD & ECHEVERRI,1953;ALBUQUERQUE et al.,1972; ROGERS & PETERSON,1977).

Com o advento dos fungicidas sistêmicos verificou-se que eles também se mostraram eficientes.Benomil foi eficiente,tendo melhor desempenho que fungicidas protetores no controle da forma conidiana (ALBUQUERQUE et al. 1972).Entre quarenta e três fungicidas,tiofanato metílico e benomil foram os mais eficientes no controle da infecção foliar e benomil teve ação antiesporulante ao inibir a formação de conídios (CHEE,1978).Tiofanato metílico teve ação comparável a do benomil mas tiabendazole teve pouca eficiência na diminuição da infecção (ROCHA et al. 1978).Carbendazim e triforine apresentaram eficiência semelhante a tiofanato metílico e triadimefon.Fenarimol e bitertanol mostraram-se eficazes e não diferiram estatisticamen-

te dos melhores,que foram triadimefon,triforine e benomil (SANTOS & PEREIRA,1985).Tiofanato metílico,benomil,triadimefon e tiabendazole foram eficientes no controle da forma conidiana,ao contrário do bitertanol (BRIGNANI et al.,1991).

Uma nova estratégia de controle de M.ulei consistiria na busca de fungicidas que,além de inibir a formação de estromas,pudessem inibir a ascogênese,ou seja,a formação de ascocarpos,ascos e ascósporos;os fungicidas atuando sobre os estromas em períodos de ausência de epidemia constituiria uma medida interessante,levando-se em conta a sistemicidade do produto (MEDEIROS,1976). O tiofanato metílico,além de inibir a forma conidiana,foi eficiente no impedimento da formação de ascósporos e uma só pulverização do produto a 0,14% de princípio ativo inibiu a liberação de ascósporos;metade dessa concentração causou o abortamento dos peritécios.Benomil e tiofanato metílico reduziram o aparecimento de estromas em aplicações semanais e quinzenais e o tiofanato metílico foi o mais eficiente (ROCHA et al.,1978) Triadimefon e triforine foram eficientes em manter menor porcentagem de folíolos com estromas e menor número de estromas por folíolo,por bloqueio das estruturas estromáticas do M.ulei;tiofanato metílico e benomil proporcionaram baixa eficiência no controle,tanto no grau de infecção como na inibição de estromas (SANTOS & PEREIRA,1986).Triforine e carbendazim comparados com tiofanato metílico e triadimefon foram igualmente eficientes, quer diminuindo a incidência da doença,como na redução do número de estromas.

Os fungicidas sistêmicos tiofanato metílico,benomil e triadimefon, em pulverizações quinzenais,reduziram sensivelmente o número de estromas e impediram a ascogênese de M. ulei (BRIGNANI,1991).

Atualmente os fungicidas recomendados para pulverizações dos viveiros e seringais são,para a Amazônia,benomil (0,5g/l);tiofanato metílico (1,0g/l),triadimefon (0,3g/l) e mancozeb (3,2g/l) (GASPAROTTO et al.1984).Para o sul da Bahia são recomendados para viveiro :triadimefon (0,15g/l),triforine (0,285g/l),fenarimol (0,024g/l),propiconazol (0,075g/l),triadimenol (0,075g/l) e clorotalonil (3,15g/l) (SANTOS & PEREIRA ,1987a).Para seringais adultos são recomendados triforine (0,228 l/ha),triadimenol (0,075 l/ha),fenarimol (0,072 l/ha),propiconazol (0,075 l/ha),triadimefon (0,075 l/ha),clorotalonil (0,9kg/ha) e mancozeb (1,6g/ha) (SANTOS & PEREIRA,1987b).

Os resultados obtidos com o uso de fungicidas sistêmicos no controle de M.ulei nem sempre são concordantes,indicando que novas pesquisas devem ser desenvolvidas,aperfeiçoando a metodologia,testando dosagens,número e método de aplicações,buscando maior eficiência e economia.

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO E EQUIPAMENTOS

A Amazônia e o Sudeste da Bahia são,atualmente,as duas regiões onde o M.ulei causa danos severos e exige pulverizações com fungicidas.A época e o equipamento utilizado variam de acordo com o desenvolvimento das plantas a serem tratadas.

Em viveiros e jardins clonais,nos locais de ocorrência severa da doença,as pulverizações devem ser feitas semanalmente na época chuvosa e quinzenalmente na época seca.Em plantios definitivos,as pulverizações devem ser realizadas no período de reenfolhamento a intervalos semanais,até os folíolos amadurecerem.

As pulverizações em viveiros e jardins clonais podem ser efetuadas com pulverizador costal manual ou motorizado e pulverizadores acoplados a tratores.Nos plantios com até sete metros de altura é possível o emprego de pulverizador costal motorizado dotado de bomba centrífuga com aumento de um metro do cano de saída do fluxo de ar (GASPAROTTO et al.,1984a).

Em seringais adultos com árvores de grande porte,o desfolhamento químico um mês antes da estação anual de troca das folhas despertam um grande interesse no sul da Bahia para controle do M.ulei,com a tendência de substituir helicópteros por termonebulizadores,com sucesso quando foi usado o equipamento Leco 120-B e o desfolhante Thidiazuron.As plantas apresentaram bom desfolhamento e reenfolhamento precoce e mais uniforme,possibilitando à planta escapar do surto de M.ulei (ROMANO et al.,1982).

Na Amazônia,a maior parte dos seringais está estabelecido em locais de topografia acidentada,o que favoreceria o controle químico por meio de aeronaves;todavia a execução desse tipo de controle não tem sido possível por razões operacionais e econômicas,decorrentes das longinquas distâncias entre os seringais atualmente estabelecidos (GASPAROTTO,1989).

Na década de 70,a SUDHEVEA desenvolveu um programa de tratamento dos seringais no sul da Bahia.Iniciaram com pulverizações aéreas,que foram depois,por razões econômicas,substituídas por termonebulização.A calda fungicida sofreu modificações e foi se adaptando às necessidades locais.Esse programa continuou após 1980 e incluiu também controle de Phytophthora e mandarova.

ESTRATÉGIA DE CONTROLE

A estratégia de manejo da doença deve visar a redução da quantidade de inóculo ou da taxa de aumento da doença ou os dois (van der Plank,citado por CHEE,1980).Tradicionalmente temos nos concentrado em reduzir a incidência da doença;agindo assim entretanto,temos negligenciado a relação entre a incidência da doença,a população do patógeno e a taxa de aumento da doença (CHEE,1980).

O emprego de tratamento químico constitui um recurso nesse sentido , podendo interferir de duas maneiras no ciclo do M.ulei impedindo a infecção de folhas jovens por ascósporos ou conídios,inibindo a formação do inóculo conidial e bloqueando a formação da ascogênese nas folhas maduras para evitar a descarga de ascósporos (MEDEIROS,1976).

CONSIDERAÇOES FINAIS

Considerando a localização dos seringais da Amazônia e da Bahia,todas as informações contidas na presente revisão,salientam a importância que o controle químico apresenta para essas regiões tradicionais da heveicultura. Acreditamos que a estratégia aqui proposta,ao lado da busca permanente de novos fungicidas sistêmicos,possa ser de grande valia para a diminuição de incidência do mal-das-folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS,T.X. Condições climáticas em seringueira às margens de rio largos In : SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA I,Cuiabá 1972.Anais.Brasília Sudhevea,1972 p.79-81.

BRIGNANI NETO,F. ; FURTADO,E.L. ; CARDOSO,R.M.G. ; OLIVEIRA,D.A. ; ROLIM, P.R.R. Efeito de fungicidas sistêmicos no ciclo biológico de Microcyclus ulei (P.Henn) von Arx agente da queima-de-folhas da seringueira (Hevea spp). Summa Phytopathologica,Piracicaba,no prelo.

CHEE,K.H. Assessing suscetibility of Hevea clones to Microcyclus ulei Ann.Appl.Biol.,Great Britain,84 : 135-45,1976a.

CHEE,K.H. South American leaf blight of Hevea brasiliensis : spore dispersal of Microcyclus ulei.Ann.Appl.Biol.Great Britain,84 : 147-52,1976b.

CHEE,K.H. Evaluation of fungicides for control of South American leaf blight of Hevea brasiliensis.Ann.Appl.Biol.Great Britain,90:51-8,1978.

CHEE,K.H. Management of South American leaf blight.Planter,Kuala Lumpur , 56 : 314-25,1980.

GASPAROTTO,L. & TRINDADE,D.R. Controle químico do "mal-das-folhas" e da mancha areolada em viveiro de seringueira.EMBRAPA/CNPSD.Pesquisa em andamento 15,1983,2p.

GASPAROTTO,L. ; TRINDADE,D.R. ; D'ANTONA,O.J.G. Adaptação do pulverizador motorizado para aplicação de defensivo em seringal.EMBRAPA/CNPSD,1984a, 3p.

GASPAROTTO,L. ; TRINDADE,D.R. ; SILVA,H.M. Novos fungicidas para o controle do mal-das-folhas da seringueira em condições de viveiro.EMBRAPA/CNPSD.Comunicado técnico 34,1984b,2p.

GASPAROTTO,L. ; FERREIRA,F.A. Doenças da Seringueira.In : FERREIRA,F.A. Patologia florestal;principais doenças florestais no Brasil.Viçosa,Sociedade de Investigações Florestais,1989.Cap.VI p.289-368.

JUNQUEIRA,N.T.V. ; CHAVES,G.M. ; ZAMBOLIN,L. ; ALFENAS,A.C. ; GASPAROTTO, L. Reação de clones de seringueira a vários isolados de Microcyclus ulei.Pesq.agrop.bras.Brasília,23 (8) : 877-93,1988.

LANGFORD,M.H. Fungicidal control of South American leaf blight of Hevea rubbertrees U.S.Dep.Agric. circ.686,1943,20p.

LANGFORD,M.H. South American leaf blight of Hevea rubbertree.U.S.Dept. Aric.Tec.Bull.882,1945,31p.

LANGFORD,M.H. & ECHEVERRI,H. Control of South American leaf blight by use of a new fungicide.Turrialba 3 : 102-5,1953.

LANGFORD,M.H. & TOWSEND,C.H.T. Control of South American leaf bligrt of Hevea rubbertrees.Pl.Dis.Reptr.Suppl.225 : 42-8,1954.

MEDEIROS,A.G. Novos conceitos técnicos sobre controle químico da mal-das-folhas da seringueira.CEPEC,Itabuna,Bol.Tec.35,20 pp,1976.

ROCHA,H.M. ; MEDEIROS,A.G. ; VASCONCELOS Fº,A.P. Comparação de fungicidas para controle do mal-das-folhas da seringueira (Microcyclus ulei (P. Henn.) v.Arx) em viveiro.Fitopatol.Bras.3 (2) : 163-7,1978.

ROGERS,T.H. & PETERSON,A.L. Control of South American leaf blight on a plantation scale in Brazil.Intern.Rubber Conference 75 Proceedings 3 : 266-77,1977.

ROMANO,R. ; RAO,S. ; SOUZA,A.R. ; CASTRO,A.M.G. Desfolhamento químico da seringueira por termonebulização.Pesq.agropec.bras.Brasília,17 (11) : 1621-6,1982.

SANTOS,A.F. & PEREIRA,J.C.R. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle do Microcyclus ulei em viveiro.EMBRAPA/CNPSD.Pesquisa em andamento nº 28,1985,3p.

SANTOS,A.F. & PEREIRA,J.C.R. Avaliação de fungicidas sistêmicos no controle de Microcyclus ulei.Fitopatol.Bras.11 (1) 171-6,1986.

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA HEVEICULTURA NO BRASIL

AGROCLIMATIC ZONNING FOR RUBBER TREE CROP IN BRASIL

A. A. ORTOLANI
IAC: Seção de Climatologia Agrícola, Divisão de Solos, Caixa Postal 28, 13001, Campinas, SP - Brasil.

RESUMO

São apresentadas abordagens dos agroclimas da região de origem da seringueira (*Hevea* spp), desde lat 5°N até 15°S, no Vale Amazônico.

De forma resumida são apresentadas as variáveis climáticas que viabilizam o crescimento e produção da seringueira e a associação clima e mal das folhas, considerado o fator mais importante para a escolha de áreas de plantio comercial. As classes de aptidão agroclimática se baseiam em trabalhos de Ortolani *et al.* (1983), considerando-se os fatores temperatura e umidade relativa, além da disponibilidade hídrica estacional. é feita análise crítica do zoneamento e propostas de alterações, tanto em métodos quanto na distribuição espacial das classes.

ABSTRACT

Several agroclimatic zonning were delineated to explain the problems of natural rubber (*Hevea* spp) production in the megathermic superhumid areas of Brasil (Amazon Valley) and the success of the crop in non traditional areas, reaching 24° South latitude. The zonning is based on agroclimatic indexes for assessing thermal, moisture in different critical phenophases conditions, followed by delimitation of crop production belts. If was given emphasis to climate-South Americam leaf blight (SALB) relationship wich is the main contraint in natural rubber production in equatorial areas. Others climatic factors are proposed, specially wind, low temperature probability and wetness duration.

INTRODUÇÃO

Seringais cultivados entre latitudes de 23°N até 25°S, testemunham a ampla capacidade de adaptação do gênero *Hevea*. Os agrossistemas foram implantados desde os climas megatérmicos superúmidos, úmidos até os mesotérmicos de altitude com acentuada sazonalidade térmica e hídrica. Em casos excepcionais , existem plantios recentes em climas mais frios, com ventos mais intensos e maior frequência de geadas, como o sudoeste do Estado de São Paulo e o norte do Paraná.

As abordagens sobre zoneamento no Brasil foram originadas por Camargo (1958), quando considerou a isoterma anual de 20°C como sendo limite mínimo de crescimento e referendada por Camargo (1963), com base no comportamento de pequenos seringais no Estado de São Paulo. Outros textos e mapas foram publicados por Camargo (1959), Camargo *et al.*

(1976), Ortolani (1970), Ortolani (1983), todos citados por Ortolani (1986)

Além dos aspectos energéticos, relacionando-se o fator temperatura e desenvolvimento da seringueira, os zoneamentos consideravam a disponibilidade hídrica sazonal e anual, e suas relações com a incidência do mal das folhas, fator principal limitante a produção de latex no Hemisfério Ocidental

Este artigo resume informações sobre os trabalhos de zoneamento agroclimático, com ênfase ao trabalho de Ortolani *et al.* (1983)

REGIÃO DE ORIGEM

Os ecossistemas de origem do gênero *Hevea* abrangem três regiões, com predominância dos climas equatorial superúmido (Af), equatorial úmido (Am) e o tropical (Aw), desde 5°N até 15°S, no sul da Bacia Amazônica (Gonçalves *et al.*,1990)

O equatorial superúmido domina quase toda a Amazônia Ocidental, desde as cabeceiras dos Rios Negro, Japurá, Solimões e Juruá, até Manaus Os totais anuais de chuva oscilam entre 2000 a 3500 mm e as temperaturas médias entre 24 e 27°C O clima equatorial superúmido caracteriza também as regiões do baixo Tocantins, próximas a Belém e parte de Macapá

O equatorial úmido (Am) com estação seca de curta duração, domina ao longo do Rio Amazonas até Macapá, com penetrações até as cabeceiras do Rio Madeira As temperaturas médias anuais oscilam entre 23 e 27°C com extremos médios de 18 e 23°C e 29 e 32°C Acima da latitude de 4°S, as chuvas anuais variam de 2000 a 2500 mm, com trimestre mais seco de junho a agosto Ao norte do equador as chuvas são reduzidas nos meses de outubro a janeiro

Segundo Gonçalves *et al* (1990), ao sul , o tipo tropical (Aw) coincide com área de domínio da *Hevea brasiliensis*, as maiores precipitações ocorrem no período de novembro a março, com redução sensível desde maio a setembro Em sua maior parte as chuvas anuais estão entre 1500 a 2000 mm e as amplitudes térmicas médias das máximas e das mímimas são de 27 a 32°C e de 16 a 20°C, respectivamente

RELAÇÕES CLIMA E MAL DAS FOLHAS

A fase crítica de infecção pelo *M. ulei* e outros fungos da seringueira ocorre no início do reenfolhamento De modo geral, coincide com os meses de menor pluviosidade e menor teor de umidade relativa do ar

Populer (1972) comenta que o hidroperiodismo e o fotoperiodismo são os condicionantes mais fundamentais ao comportamento fenológico da seringueira Em baixas latitudes, a distribuição pluvial é o fator decisivo nessa periodicidade estacional (Moraes, 1976) Em latitudes mais altas, com sazonalidade tropical verificam-se os efeitos do fotoperíodo e do termoperíodo, somando-se assim três fatores condicionantes da curva fenológica da seringueira (Ortolani, 1986)

Camargo *et al.* (1967) constataram que o mal das

folhas se manifesta quando a frequência de periodos noturnos com umidade relativa superior a 95% durante 10 horas excede 12 vezes por mes Verificaram também que a temperatura mensal inferior a 20°C limita a viabilidade dos esporos e sua capacidade de esporulação Chee (1980), ao contrário, considera temperaturas inferiores a 20°C mais favoráveis ao *M. ulei*.

Bezerra (1983) constatou que os surtos do mal das folhas ocorrem com temperatura abaixo de 22°C por mais de três horas, com umidade relativa de 10 horas ou quando a pluviosidade é superior a 1 mm por dia, durante sete dias

Gasparotto (1988) conclui que as regras de Chee (1980) não se ajustam à previsão da doença, pois acima de 22°C a infecção se desenvolve A umidade relativa acima de 92% por 10 horas é favorável ao patógeno, embora tenha constatado infecção com umidade relativa igual a 90% (Pedro Junior *et al.*, 1989)

CARACTERIZAÇÃO AGROCLIMÁTICA

Ortolani *et al.* (1983), para estudo dos agroclimas da seringueira, basearam-se em dados de balanço hídrico, admitindo 300 mm de armazenamento de água no solo para árvores adultas Os autores consideraram as seguintes variáveis e limites

a) evapotranspiração real (ER) de 900 mm,
b) deficiência hídrica anual (Da)
   - Da igual a 0 mm
   - Da entre 0 a 100 mm
   - Da entre 100 a 200 mm
   - Da entre 200 a 300 mm
   - Da maior que 300 mm
c) isoterma anual (Ta) de 20°C,
d) isoterma do mês mais frio (Tf) de 20°C,
e) frequência de geadas,
f) média da umidade relativa do ar do mês mais seco
   - URs superior a 85%
   - URs entre 80 e 85%
   - URs entre 75 e 80%
   - URs entre 65 e 75%
   - URs entre 50 e 65%,
g) outras variáveis
   - outras variáveis, como excedente hídrico anual (Exc_a) e índice hídrico (Im), foram utilizadas como índices auxiliares para o zoneamento

Classes de aptidão agroclimática

Na Região Amazônica, pelas suas características megatérmicas e de elevada tensão de vapor foram considerados os seguintes critérios (Ortolani *et al.*, 1983)

- AM_1 - Marginal, superumidade constante, molhamento contínuo e incidência muito alta do mal das folhas Apresenta Da = 0 mm, URs superior a 85% e ER maior que 900 mm
- AM_2 - Preferencial com restrições, devido a alta incidência do mal das folhas Apresenta Da entre 0 a 100 mm e URs entre 80 e 85% e ER acima de 900 mm

- AM_3 - Preferencial com restrições Apesar da Da estar entre 100 e 200 mm, o ataque do mal das folhas foi considerado como moderado A URs varia de 75 a 80%, com ER maior que 900 mm.

- AM_4 - Preferencial com restrições, com Da mais intensa, entre 200 e 300 mm, exigindo cuidados especiais na implantação do seringal. A baixa incidência do mal das folhas se deve a URs entre 65 a 75%. Abrange áreas de transição da Região Amazônica para ao Brasil Central e Bacia do Prata.

Para as outras regiões foram considerados os seguintes critérios:

- A - Preferencial, com baixa incidência do mal das folhas. Nas áreas continentais predomina URs entre 50 e 65%, ER superior a 900 mm e Da entre 0 e 200 mm

- A_1 - Preferencial com restrições, devido a estação seca (Da entre 200 e 300 mm). A incidência do mal das folhas foi considerada baixa Exige cuidados especiais na implantação do seringal

- B - Marginal pela superumidade e controle fitossanitário obrigatório, onde Da = 0 mm, URs é superior a 80%, Tf superior a 20°C, como áreas tradicionais heveicultoras do sul da Bahia.

- B_1 - Marginal, pela superumidade, diferenciando da anterior (B) por apresentar Tf menor que 20°C Em relevos convexos e inclinados a incidência do mal das folhas apresenta baixa intensidade.

- C - Marginal a inapta, por limitações térmicas ou hídricas. Altitudes elevadas, com Ta menor que 20°C ER inferior a 900 mm, ou limitações hídricas

- C_1 - Marginal pela frequência de geadas áreas do sul de São Paulo e Mato Grosso do Sul, sujeitas a maior domínio de anticiclones no período de maio a agosto

- D - Inapta por limitações hídricas ER menor que 900 mm e Da maior que 300 mm

- E - Áreas com insuficiência de dados , sujeitas a ventos fortes ou ER próximo a 900 mm , com chuvas anuais reduzidas, e indicadas para projetos piloto

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ortolani (1990) comenta a carta de aptidão agroclimática de 1982, que estabeleceu para a Região Amazônica quatro classes de aptidão, denominadas AM_1, AM_2 , AM_3 e AM_4. que caracterizam as regiões superúmidas (AM_1) sem deficiência hídrica, até o AM_4 com deficiência entre 200 a 300 mm Para a Bahia e litoral de São Paulo, identificados como B e B_1, ambas superúmidas, diferem por condições térmicas de inverno Áreas não tradicionais de cultivo foram classificadas como A, com Da entre 0 e 200 mm (preferencial com baixos índices de infecção do mal das folhas); A_1 com Da entre 200-300 mm, URs menor ou

igual a 65% (preferencial com cuidados especiais na implantação do seringal, além das áreas com insuficiência de dados); C com restrições térmicas e D com deficiência hídrica acentuada.

Foram identificadas áreas potenciais ao desenvolvimento e implantação da heveicultura nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste (Zona de Mata). Qualifica as regiões de transição entre o Vale Amazônico e o Brasil Central, incluindo a pré-Amazônia.

Nas regiões não tradicionais de cultivo da seringueira, exceto as litorâneas, existe uma relação entre o total da deficiência hídrica e umidade relativa do ar. Essa relação não acontece na maior parte do Vale Amazônico, induzindo a erros de interpretação nas relações Da,URs e potencial para doenças foliares. O exemplo dado para Manaus (AM_3) com URs = 78% e Da = 180 mm, não representa área com intensidade moderada de ataque do mal das folhas (Quadro 1). Na realidade esta intensidade está entre alta e muito alta. A existência de uma deficiência hídrica estacional, com redução sensível das chuvas, está associada a tensão de vapor e temperaturas noturnas que possibilitam intenso molhamento de folhas. Da mesma forma, áreas litorâneas sempre caracterizadas por elevada tensão de vapor , necessitam de novo enfoque metodológico, especialmente no Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Deverão ser propostas alterações para a Zona da Mata em Minas Gerais, Espírito Santo e o Vale Amazônico. Além das alterações da distribuição espacial, deverão ser mantidas as classes AM_2 e AM_3, ambas sob o mesmo conceito de elevada incidência do *M. ulei*. As áreas de transição entre AM_3 e AM_4 e A na região centro-oeste e regiões de altitude de Minas Gerais, deverão sofrer alterações.

Na região sudeste e sul deverão ser considerados com maior ênfase os fatores vento e geadas. As conceituações sobre potencial de doenças foliares deverão ser baseadas nas variáveis temperatura e duração do molhamento, segundo modelos de Gasparotto (1988).

De modo geral, para seringais adultos as relações clima-doença tem sido feitas com ênfase na fase de reenfolhamento, próximo a estação mais seca. No Quadro 1 constam dados climáticos dos meses mais secos e dos meses mais úmidos, numa tentativa de abordagem do potencial de molhamento ao longo do ano. Imperatriz-MA, Presidente Murtinho-MT e Pindorama-SP, são exemplos de baixo potencial para doenças foliares no reenfolhamento. Nos meses mais úmidos verificam-se diferenças significativas dos valores médios Pm, URu,Exc_a e Im. Os dados de Pindorama evidenciam sensível redução dos excedentes hídricos e consequentemente da duração do molhamento. O próprio manejo cultural é mais simples, por apresentar menor frequência de dias com chuva, além de possibilitar uma grande diversificação de clones.

QUADRO 1. Temperatura média do mês mais frio (Tf) e do mês mais quente (Tm), total médio de chuva do mês mais úmido (Pu) e do mês mais seco (Ps), umidade relativa média do mês mais úmido (URu) e do mês mais seco (URs), excedente hídrico anual (Exc_a), deficiência hídrica anual (Da) e índice hídrico (Im) e incidência do mal das folhas (I)

		Iauretê (AM)	Manaus (AM)	Imperatriz (MA)	Pres Murtinho(MT)	Pindorama (SP)
Tm	(°C)	25.5	27.9	26 4	23 8	24.0
Tf	(°C)	24 1	25.8	24 5	18 4	18 6
Pu	(mm)	389	301	309	311	228
Ps	(mm)	227	41	6	6	24
URu	(%)	90	86	86	87	80
URs	(%)	87	78	67	65	58
Exc_a	(mm)	2158	586	411	774	298
Da	(mm)	0	171	230	65	30
Im		161	29	19	69	2
I		muito alta	alta	baixa	baixa	muito baixa

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, J.L. Epidemiologia e controle do mal-das-folhas da seringueira. **Fitop. Bras.**, 8(3):526-7, 1983.

CAMARGO, A.P.de; CARDOSO, R.M. e SCHMIDT, N.C. Comportamento e ecologia do "mal-das-folhas" da seringueira nas condições climáticas do Planalto Paulista. **Bragantia, 26**:1-18, 1967.

CAMARGO, F.C. **Estudo das possibilidades do desenvolvimento da cultura da seringueira no Estado de São Paulo.** Rio de Janeiro, ed. 1958. 60p.

CAMARGO, A.P. de. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo. **O Agronômico, 11**(5-6):13-31, 1959.

CAMARGO, A.P. de. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira no Estado de São Paulo. Campinas, **Instituto Agronômico**, 1963. **BOL. 110**. 25p.

CAMARGO, A.P. de;ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S. e CHIARINI, J.V. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em áreas de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4, Belo Horizonte, 1976. p. 89-120.

CHEE, K.H. The suitability of environmental conditions in Asia for the spread of South American leaf blight of *Hevea* Rubber. **Planter, 56**(656):445-454, 1980.

GASPAROTTO, L. Epidemiologia do mal das folhas (*M. ulei* P. Hemm) da seringueira (*Hevea* spp.). Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 1988. 124p.

GONÇALVES, P.S.; CARDOSO, M. e ORTOLANI, A.A. Origem, variabilidade e domesticação da *Hevea*; uma revisão. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, **25**(2):135-156, fev. 1990.

MORAES, V.H.F. Condicionantes biológicos do desenvolvimento da heveicultura no Brasil. Manaus, EMBRAPA/CNPSD, 1976. 12p. (não publicado).

ORTOLANI, A.A. Viabilidade climática para a seringueira no Brasil. Plano Nacional da Borracha, Anexo X. CLIMAS-MIC. SUDHEVEA. 1971.

ORTOLANI, A.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, A.P. e BRUNINI, O. Aptidão agroclimática para regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE RECOMENDAÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1, Brasília. 1982. Anais Brasília, EMBRAPA 1983. p. 17-28.

ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CULTIVO DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, I, Piracicaba, SP, 1986.

ORTOLANI, A.A. Aspectos climáticos da produção de seringueira. In: BERNADES, M.S. Sangria da seringueira. Piracicaba. ESALQ-FEALQ, 1990, p. 23-7.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. e CHIAVEGATTO, O.M.D.P. Umidade relativa do ar para indicação do potencial de infecção do *M. ulei* em seringal adulto no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6, Maceio, 1989. Anais... Maceio, 1989. p. 374-79.

POPULER, C. **Les épidémies de l'oidium de *Hevea* et la phenologie de son hôte dans de monde Bruxeles**, INEAC, 1972, 368p. (Serie Scientifique, 115).

SOIL SOLARIZATION: PRESENT STATUS AND FUTURE PROSPECTS

Jaacov Katan
Department of Plant Pathology and Microbiology, The Hebrew University of Jerusalem,
Faculty of Agriculture, Rehovot 76100 (Israel)

ABSTRACT

Soil solarization is a non-chemical method for controlling soilborne plant diseases and weeds. It is based on heating the soil by transparent polyethylene sheets during the season when irradiation and temperatures are high. Biological processes which contribute to pathogen control are stimulated during solarization. Various approaches for improving solarization, extending its use to cooler regions and for additional purposes, and increasing its reliability, are described.

1. INTRODUCTION

Diseases of roots and other below-ground organs of plants are caused by soilborne pathogens, such as soil fungi and nematodes. These pathogens cause heavy losses to most major economic crops. They affect both yield and quality of the crop. In severe cases they may totally destroy the crop, forcing the farmer either to abandon the land or to shift to less susceptible, but also less profitable, crops. Therefore, there is a need to develop effective control methods to ascertain crop productivity and yield stability.

Many methods were developed for the control of plant diseases caused by soilborne pathogens. These include breeding for resistant cultivars, grafting, sanitation, crop rotation, fungicide application, cultural biological control methods, and soil disinfestation. The existence of many methods of control reflects a weakness rather than an abundance of options, since usually none of the methods is perfect or can be used in all instances. Thus, any new method of control, even if restricted in its use, is of value since it adds to our rather limited arsenal of control methods. This is especially true for novel nonchemical methods of control which are needed to replace toxic and hazardous pesticides. In this context, soil solarization can play a significant role.

Soil disinfestation is one of the approaches for the control of root diseases, and is especially common with intensive and high value crops, e.g. crops grown in greenhouses. It is a sophisticated, expensive but effective method of control which has great advantages but also limitations. The basic principle is

to *eradicate* the harmful agents in the *soil before* planting, using *drastic* chemical or physical means.

There are three approaches to soil disinfestation. The first two steaming and fumigation, were developed more than 100 years ago, and until recently were the only approaches to disinfestation (Newhall, 1955). The third approach is soil solarization (also called solar heating), which is relatively new, having been established in 1976 (Katan *et al.*, 1976).

Many attempts have been made in the past to use solar energy for pest control, *e.g.* by exposing the soil or plant material to the rays of the sun (Raghaven, 1964). However, soil solarization in its present form, *i.e.*, by covering the moistened soil with transparent polyethylene during the optimal period, enables better control of and more effective heating and activation of beneficial biological processes. These effects could not be achieved in the past by the direct use of solar irradiation, without its amplification.

Numerous studies of soil solarization have been published since its inception. During the first decade of soil solarization (1976-86), at least 173 publications were published (Katan *et al.*, 1987). By 1991, the number of publications probably exceeded 300. In this paper we shall review briefly the major current developments in soil solarization but we shall also discuss future developments.

2. PRINCIPLES OF SOIL SOLARIZATION

The principles of soil solarization have been described in many publications (*e.g.* Katan, 1981, 1985, 1987; Stapleton and DeVay, 1986). Mulching (covering) the soil with transparent (not black) polyethylene or polyvinyl sheets is, at present, the most common means of this purpose. Effective control by solar heating, providing climatic conditions are adequate, can be achieved under the following conditions: (i) Soil mulching should be carried out during the period of high temperatures and intense solar irradiation. (ii) The soil should be kept moist to increase the thermal sensitivity of resting strutures and to improve heat conduction. (iii) The thinnest polyethylene tarp possible (25-50 µm) is recommended, since it is both cheaper and somewhat more effective than thicker ones. Because the upper soil layer are more quickly and intensively heated than the lower ones, the mulching period should be sufficiently long - usually 4 weeks or more - to achieve pest control at all desired depths. The longer the mulching period, the deeper its effectiveness and the higher the pathogen-killing rates (Table 1).

Typical maximal temperatures in the solarized plots where effective disease and weed control was obtained were within the range of 45-50 and 38-45°C at depths of 10 and 20 cm, respectively, although temperatures that were 5-10°C higher were also recorded. The temperatures in the solarized soil are 5-15°C higher than in the comparable non-solarized ones.

3. DISEASE AND WEED CONTROL BY SOLARIZATION

Since the first publication dealing with the control of *Verticillium* wilt in eggplant and tomato (Katan *et al.*, 1976), many studies of the control of a variety of fungal pathogens and nematodes, an arthropod pest, weeds and some unidentified agents, were published (*e.g.* Katan, 1987; Stapleton and DeVay, 1986). Disease control was usually accompanied by an increase in yield and quality. As expected, some pathogens are not controlled by solarization, *e. g. Macrophomina phaseolina* (Mihail and Alcorn, 1984). Weed control is one of the visible results of solarization. Annual weeds are usually more sensitive to solarization than perennials (Rubin and Benjamin, 1983). With certain pathogens, solarization effectively reduced the populations in the soil profile to considerable soil depths (Table 1; Ashworth and Gaona, 1982; Stapleton and DeVay, 1983). The long term effect of solarization on disease control and on yield increase, extending for a second or even a third crop, was observed with a variety of crops and pathogens, even in a cooler region, as shown with *Verticillium* on potato in Idaho (Davis and Sorensen, 1986).

4. PATHOGEN CONTROL: PHYSICAL AND MICROBIAL MECHANISMS DURING AND AFTER SOLARIZATION

Reduction in disease incidence occurring in plants growing in solarized soils, as with any soil treatment, results from the effects exerted on each of the three living components involved in disease (host, pathogen, and surrounding microorganisms), as well as on the physical and chemical environment which, in turn, affects the activity and interrelationships of the organisms. Although these microbial processes occur primarily during solarization, they may continue, to various extents and in different ways, after the removal of the polyethylene sheets and planting. The most pronounced effect of soil mulching with polyethylene is a physical one, *i.e.* an increase in soil temperatures, for several hours of the day during the solarization period. However, other accompanying processes, such as shifts in microbial populations, changes in chemical composition and physical structure of the soil, high moisture levels maintained by the polyethylene mulch, and changes in gas composition of the soil should also be considered when analyzing mechanims of disease control.

Thermal Inactivation

Thermal death or inactivation of a population of an organism depends on both the temperature and exposure time, which are inversely related. In many cases, heat mortality curves have an

exponential nature. Some studies investigating the time-temperature relationship of thermal killing have shown that straight lines are obtained by plotting the logarithms of the number of survivors against the exposure time units at a given temperature. Pullmann *et al* (1981) obtained a linear relationship by plotting the logarithm of the time required to kill 90% of the propagules of various soilborne fungal pathogens against the temperature. However, pathogen control cannot be attributed solely to soil heating since reduction of innoculum density (ID) was also observed at relatively lower temperatures.

Biological control

Microbial processes induced by solarization may contribute to disease control (in addition to the physical effect of heat), since the impacts of any lethal agent in the soil extend beyond the target organisms. Such processes may be especially useful where the cumulative effect of heat may be insufficient for disease control, *e.g.* at deeper soil layers or in marginal seasons. Biological control may operate at any stage of pathogen survival or disease development during or after solarization, through antibiosis, lysis, parasitism, or competition. Solarization may affect ID or inoculum potential (IP) or both. The mechanisms of biological control, (Katan, 1981; Katan *et al.*, 1989) which may be created or stimulated by solarization (or any disinfestation method), are summarized as follows:

I. The effect on the inoculum existing in the soil,

A. Reduction in ID (in the dormant stage or during penetration to the host) through

1. microbial kill of the pathogen, already weakened by sublethal heat;

2. partial or complete annulment of fungistasis and subsequent lysis of the germinating propagule;

3. parasitism or lysis by antagonists stimulated by solarization.

B. Reduced inoculum potential due to antibiosis or competition enhanced by solarization.

C. Diminished competitive saprophytic ability of the pathogen, in the absence of the host, due to antibiosis or competition.

II. Suppressing inoculum introduced into soil after solarization, from deeper soil layers or adjacent nontreated plots, *i.e.* preventing reinfestation through activity of microorganisms possessing mechanisms A_2, A_3, B or C.

III. The effect on the host due to cross-protection.

Data from various experiments with heated or solarized soils show that one or more of the above postulated mechanisms in I and II may be involved in disease control in the solarized soil.

The mechanisms of biological control may be classified also according to the time of their action and the source of inoculum:

A. Affecting ID, IP or saprophytic activity of the pathogen existing in the infested soil, during or after solarization.

B. Affecting inoculum introduced into the soil after solarization, from deeper soil layers, adjacent infested soil, or external sources.

Most studies of the mechanisms of conventional biological control, soil disinfestation, or disease control of soilborne pathogens emphasize stage a. Although eradication of the primary inoculum is a prerequisite for disease control, studying the fate and behavior of inoculum introduced into previously treated soil is crucial for the evaluation of disease control during the growing season, since under field conditions reinfestation can be restricted but not totally avoided. Studies of soil suppressiveness are especially relevant to the mechanisms of stage b. Populations of antagonistic flora may be stimulated to attack pathogens' propagules and reduce ID following solarization.

Antagonism may be improved further if propagules of the pathogens are weakened by sublethal heating and become vulnerable to microbial activity. Sublethal heating increased the leakage of water-soluble organic compounds from *Sclerotium rolfsii* sclerotia, increased their microbial colonization and the frequency of surface cracks, and resulted in decreased disease incidence (Lifshitz *et al.*, 1983). Sublethal heating affected the survival of *Armillaria mellea* (Munnecke *et al.*, 1976)) since less heating was required for indirect killing of the pathogen. *Trichoderma* was the dominant colonizer of the heated infected roots. Treeman and Katan (1988) found that sublethal heating of conidia and chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* at 38-42°C caused 0-33% reduction in propagule viability and resulted in a weakening effect in the surviving propagules. This weakening effect was expressed as a delay in germination, a reduction in growth of conidial and chlamydospore germ tubes, and enhanced decline of the population density of viable conidia in soil. Viability of conidia that were heat-treated or exposed to solarized soil declined faster than unheated conidia in a soil suspension culture. Vital fluorescent staining with fluorescein diacetate showed that heated conidia were less brightly stained than unheated conidia. Disease incidence in watermelon seedlings

inoculated with heat-treated conidia of *F. o.* niveum was reduced by 35-82%. A similar trend was observed with *F. osysporum* f. sp. *melonis* in muskmelon seedlings.

Studies have frequently shown that solarized soils become hostile and less receptive to pathogen reinfestation. This can be regarded as an induced suppressiveness (Greenberger *et al.*, 1987), similar to the natural one. The incidence of diseases caused by *Fusarium*, and *S. rolfsii*, was lower in solarized and subsequently inoculated soils than in untreated inoculated ones, while populations of lytic microorganisms were higher. The suppression of chlamydospore formation was observed frequently. A similar phenomenon of induced suppressiveness in solarized soils was found with *Fusarium* wilt of carnation (Hardy and Sivasithamparam, 1985). The widespread solarization induced suppressiveness, somewhat similar to the natural one but less specific, should not be regarded as a universal phenomenon. The possibility that in certain soils a conduciveness might be induced should not be excluded.

5. INCREASED GROWTH RESPONSE

The phenomenon of increased growth response (IGR) denotes the improvement in plant growth when disinfestation is carried out in soils free of known pathogens. This phenomenon was discovered in both artificially heated and in fumigated soils several decades ago. It was also foud in solarized soils (Abdel-Rahim *et al.*, 1988; Chen and Katan, 1980; Stapleton and DeVay, 1985; Stapleton *et al.*, 1985; Gamliel and Katan, 1991). The mechanisms which can explain IGR are either chemical (release of mineral nutrients or growth factors; nullification of toxins) or biological (elimination of minor or unknown pathogens, stimulation of beneficial microorganisms). Higher concentrations of mineral and organic substances were found in solutions of solarized soils. Methods for IGR prediction in various soils should be developed.

6. APPLICATION

This subject has been discussed in detail in other sections in this book. The major topics related to the application are: technology, plastics, economic analysis and extension. Soil solarization is investigated in nearly 40 countries and in some of them, *e.g.* Israel, Italy, Japan, Greece, Iraq, the USA, it is applied by the farmers for the specific crops.

7. FUTURE STUDIES AND SPECIAL DEVELOPMENTS

a. Routine control studies should be continued in order to detect more pathogens, with more crops, that can be controlled by solarization. Special emphasis should be given to the long term effect.

b. Solarization should be extended to cooler regions or marginal seasons. This can be achieved through a variety of approaches: solarization of the soil in a closed greenhouse (Tamietti and Garibaldi, 1981; Horiuchi, 1984; Cartia, 1989), the use of novel plastic materials, or of double layers of plastic (Ben-Yephet, 1987) and combining it with other methods of control.

c. Further studies should concentrate on the elucidation of the biological mechanisms involved in the mode of action. One should be alert to possible negative side-effects.

d. Developing simulation models for predicting soil heating as discussed in detail by Y. Mahrer in this book.

e. Improving machinery and technology, as discussed by A. Grinstein and A. Hetzroni in this book.

f. Combining solarization with other methods of control, such as biocontrol agents or pesticides at *reduced* dosages to obtain improved control with a wider range of target pests and to extend its effectiveness over longer periods. When applicable, soil solarization should be incorporated in integrated control systems.

g. Economic analysis of solarization in various cropping systems will enable the optimal use of solarization and its adaptation for appropriate situations.

h. Solarization has a great potential for production of healthy propagation material, *e.g.*, nurseries, seeds, bulbs, etc. We should consider the possibility of producing seedlings or transplants in nurseries, using solarized suppressive soils. Emphasis should also be given to solarization of container media and potting mixes (Gamliel *et al.* 1989; Kaewruang *et al.*, 1989).

i. The use of postplanting solarization with perennial crops in existing orchards is an important departure from the classical use of solarization in annual crops as preplanting treatment. This approach was pioneered by Ashworth and Gaona (1982) for controlling *Verticillium* in pistachio. It was also followed for *Verticillium* wilt in olives (Tijamos, 1986) and *Rosellinia necatrix* in apple (Freeman *et al.*, 1990). Post-plant solarization of peach seedlings improved plant growth (Stapleton and DeVay, 1985). This approach presents special challenges, since the host plant is exposed to high

temperatures which might be detrimental to it. The physiological changes which take place in the heat-stressed plants should be studied in order to develop reliable control methods.

j. Sanitation of agricultural materials, as demonstrated successfully for the control of *Didymella lycopersici* (Besri, 1985).

k. Solarization should be examined also for treating disorders of unknown origin, as shown with potassium-like deficiency syndrome in cotton (Weir *et al.*, 1989)

l. Studies of the potential of employing used polyethylene (Avissar *et al.*, 1986). This may provide an extremely inexpensive material for solarization.

m. Studies of the potential of solarization in controlling foliar diseases, as a beneficial side-effect. Such possibilities were demonstrated with Cerospora leaf spot in peanuts in Cameroon (Daelemans, 1989) and foliar diseases of cucumber in Iraq (Hassan and Yunis, 1989).

n. Solarization can serve as a tool for studying the role of certain pathogens in field decline. This was shown with *Pythium* in wheat (Cook *et.al.*, 1987).

8. GENERAL REMARKS

Soil solarization is a relatively new method. Many of its features, potential benefits and drawbacks have yet to be explored. The potential benefits have to be adapted and adopted while the harmful side-effects are avoided. The search for new, non-chemical methods of control which are effective, economical and have minimal undesirable side-effects is a continuous task (Katan *et al.*, 1976); Stapleton and DeVay, 1986; Cook and Baker, 1983). Like all control methods, soil solarization has both advantages and limitations. As compared with fumigation, solarization is a non-chemical method, simple and less expensive, apparently causing no major undesirable disturbances in the soil's biological balance. It is, however, restricted to certain climatic areas and seasons and involves the occupation of the field for several weeks. Solarization should not be regarded as a magic tool which cures every illness but rather as an additional option for control to be used only under the suitable climatic, biological and economic conditions. Additional non-chemical options of control, to be used alone or in combination with other methods, are necessary in this era, when many effective pesticides are banned or have become restricted in use. The development of new methods requires interdisciplinary research and international cooperation.

References

ABDEL-RAHIM, M.F.; SATOUR, M.M.; MICKAIL, K.Y.; EL-ERAQI, S.A.; GRINSTEIN, A.; CHEN, Y., and KATAN, J. (1988). Effectiveness of soil solarization in furrow-irrigated Egyptian soils. Plant Disease 72:143-146.

ASHWORTH, Jr.; L.J., and GAONA, S.A. (1982). Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling *Verticillium* wilt in established pistachio nut groves. Phytopathology 72:243-246.

AVISSAR, R.; NAOT, O.; MAHRER, Y., and KATAN, J. (1986). Field ageing of transparent polyethylene mulches: II. Influences on the effectiveness of soil heating. Soil Sci. Am. J. 50:205-209.

BEN-YEPHET, Y.; STAPLETON, J.J.; WAKEMAN, R.J.; and DEVAY, J.E. (1987). Comparative effects of soil solarization with single and double layers of polyethylene film on survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. Phytoparasitica 15:181-187.

BERSI, M. and DIOP, M. (1985). Control of *Didymella lycopersici* in *tomato* by storing the supports in plastic tunnels: new application of the solar heating or solarization. Rev. Hort. 58:99-102.

CARTIA, G. (1984). Solar pasteurization against soilborne pathogens in the greenhouse. Atti. Giorn. Fitop. 2:463-472 (Italian with English summary).

CHEN, Y., and KATAN,, J. (1980). Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. Soil Sci. 130:271-277.

COOK, R.J. and BAKER, K.F. (1983). The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society, St. Paul.

COOK, R.J.; SITTOR, J.W. and HAGLUND, W.A. (1987). Influence of soil treatments on growth and yield of wheat and implications for control of *Pythium* root rot. Phytopathology 77:192.

DAELEMANS, A. (1989). Soil solarization in West Cameroon: Effect on weed control, some chemical properties and pathogens of the soil. Acta Hort. 255:169.

DAVIS, J.R.; and SORENSEN, L.H. (1986). Influence of soil solarization at moderate temperatures on potato gluotypes with differing resistance to *Verticillium dahliae*. Phytopathology 76:1021-1026.

FREEMAN, S. and KATAN, J. (1988). Weakening effect on propagules of *Fusarium* by sublethal heating. Phytopathology 78:1656-1661.

FREEMAN, S.; SZTEJNBERG, A.; SHABI, E. and KATAN, J. (1990). Long term effect of soil solarization for the control of *Rosellinia necatrix* in apple. Crop Prot. 9:312-319.

GAMLIEL, A. and KATAN, J. (1991). Involvement of fluorescent pseudomonads and other microorganisms in incresed growth response of plants in solarized soils. Phytopathology 81 (in press).

GAMLIEL, A.; KATAN, J.; CHEN, Y., and GRINSTEIN, A. (1989). Solarization for the recycling of container media. Acta Hort. 255:181-188.

GREENBERGER, A.; YOGEV, A., and KATAN, J. (1987). Induced suppressiveness in solarized soils. Phytopathology 77:1663-1667.

HARDY, G.E. St., and SIVASITHAMPARAM, K. (1985). Soil solarization effects on *Fusarium* wilt of carnation and *Verticillium* wilt of egg-plants. In Parker, C.A. (ed). Biology and Management of Soilborne Plant Pathogens, APS, St. Paul.

HASSAN, M.S. and YUNIS, M.A. (1984). Cucumber cultivation with soil solarization and plastic mulching. Arab. J. Pl. Prot. 2:65-69.

HORTUCHI, S. (1984). Soil solarization for suppressing soilborne diseases in Japan. FFTC Book Series Nº 26, Soilborne Crop Diseases in Asia. Food and Fertilizer Technology Center, Taiwan, ROC, pp. 11-23.

KAEWRUANG, W.; SIVASITHAMPARAM, K. and HARDY, G.E. (1989). Effect of solarization of soil within plastic bags on root rot of gerbera (*Gerbera pamasonii* L.). Pl. Soil 120:3030-3033.

KATAN, J. (1981). Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. Annu. Rev. Phytopathol. 19:211-236.

KATAN, J. (1985). Solar disinfestation of soils. In Biology and Management of Soilborne Plant Pathogens (C.A. Parker, A.D. Rovira, K.J. Moore, P.T.W. Wong and J.F. Kollmorgen, eds.) APS. St. Paul. pp.274-278.

KATAN, J. (1987). Soil solarization. In Innovative Approaches to Plant Disease Control. (I. Chet., ed.) John Wiley & Sons Inc., New York, 77-105.

KATAN, J.; DEVAY, J.E., and GREENBERGER, A. (1989). The biological control induced by soil solarization. In. E.C. Tjamos and C.H. Beckman (eds.). Springer-Verlag, Berlin, 493-499.

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H., and GRINSTEIN, A. (1976). Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. Phytopathology 66:683-688.

KATAN, J.; GRINSTEIN, A.; GREENBERGER, A.; YARDEN, O., and DE VAY, J.E. (1987). The first decade (1976-1986) of soil solarization (solar heating): a chronological bibliography. Phytoparasitica 15:229-255.

LIFSHITZ, R.; TABACHNIK, M.; KATAN, J., and CHET, I. (1983). The effect of sublethal heating on sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. Can. J. Microbiol. 29:1607-1610).

MIHAIL, J.D., and ALCORN, S.M. (1984). Effects of soil solarization on *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotium rolfsii*. Plant Diseas. 68:156-159.

MUNNECKE, D.E.; WILBUR, W. and DARRLEY, D.F. (1976). Effects of heating of drying on *Armillaria mellea* or *Trichoderma viride* and the relation to survival of *A. mellea* in soil. Phytopathology 66:1363-1368.

NEWHALL, A.G. (1955). Disinfestation of soil by heat, flooding and fumigation. Bot Rev., 21:189-250.

PULLMAN, G.S.; DEVAY, J.E. and GARBER, R.H. (1981). Soil solarization and thermal death: A logarithmic relationship between time and temperature for four soilborne plant pathogens. Phytopathology 71:959-964.

RAGHAVEN, D. (1964). Agriculture in Ancient India. New Delhi: ICAR Publ. 164 pp.

RUBIN, B., and BENJAMIN, A.D. (1983). Solar heating of the soil: effect on weed control and on soil-incorporated herbicides. Weed Sci 31:819-825.

STAPLETON, J.J. and DEVAY, J.E. (1983). Response of phytoparasitic and free-living nematodes to soil solarization and 1,3-dichloropropene in California. Phytopathology 73:1429-1436.

STAPLETON, J.J., and DEVAY, J.E. (1985). Soil solarization as a post-plant treatment to increase growth of nursery trees. Phytopathology 75 (Abstract).

STAPLETON, J.J. and DEVAY, J.E. (1986). Soil solarization: a non-chemical method for management of plant pathogens and pests. Crop. Prot. 5:190-198.

STAPLETON, J.J.; QUICK, J.L and DEVAY J.E. (1985). Soil solarization: effect on soil properties, crop fertilization and plant growth. Soil Biol. Biochem. 17:369-373.

TAMIETII, G. and GARIBALDI, A. (1981). Control of corky root in tomato by solar heating of the soil in greenhouse in Riviera Ligure. La Difesa delle Piente 3:143-150 In Italian).

TJAMOS, E.C.; PAPLOMATAS, E.J., and BIRIS, D.A. (1986). Recovery of *Verticillium* wilted olive trees after individual application of soil solarization. 4th Int. *Verticillium* Symp. Guelph.

WEIR, W.L.; GARBER, R.H.; STAPLETON, J.J.; FELIX-GASTELUM, R.; WAKEMAN, R.J. and DEVAY, J.E. (1989). Control of potassium deficiency syndrome in cotton by soil solarization. Calif. Agric. May-June, 26-28.

Table 1. Number of days required to achieve 90-100% mortality of sclerotia of *Verticillium dahliae* (TD) at various depths (1)

Soil depth (cm)	TD (days)
10	3-6
30	14-20
40	20-30
50	30-42
60	35-60
70 (2)	35-60

(1) Natural sclerotia were buried under polyethylene or in non-solarized plots. Samples were removed after various time periods and the percent killed (as compared with control) was determined. Data compiled from experiments carried out at various locations in Israel during the months July-August of 1979-1986 (from Katan, 1987).

(2) Data from the United States showed effective control of this pathogen also at lower soil depths.

EMPREGO DA EVITAÇÃO NO CONTROLE DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

USE OF AVOIDANCE TO CONTROL SALB OF HEVEA

J.O.M. MENTEN

ESALQ/USP: Departamento de Fitopatologia, Caixa Postal, 9, 13400 - Piracicaba, SP - Brasil.

RESUMO

Evitação é a capacidade da planta impedir ou restringir o contacto de seu tecido suscetível com o patógeno através de seu hábito fenológico, ou outras características, quando as condições forem favoráveis à penetração/colonização. Trata-se de uma forma de defesa genética da planta contra patógenos que deve ser melhor compreendida e explorada no sistema Hevea/Microcyclus ulei. A baixa quantidade de mal das folhas exibida sob condições de campo pela cultivar suscetível IAN 873 pode ser explicada pela longa hibernação. Há potencial para se selecionar cultivares precoces que reenfolhem (fase suscetível) em época na qual o clima (temperatura, umidade) seja desfavoravel à infecção.

ABSTRACT

Avoidance is the hability of the plant to prevent or reduce the contact of its susceptible tissue with the pathogen through its phenologic behavior, under conditions favourable to penetration/colonization. It is a plant defense against pathogens to be better understood and explored for the Hevea/Microcyclus ulei system . The low amount of SALB exibited under field conditions by the susceptible cultivar IAN 873 can be explained by the long hibernation period. There is potentical to select earlier cultivars with refoliation (susceptible stage) during weather (temperature, humidity) unfavourable to infection.

INTRODUÇÃO

A evitação, reduzindo a possibilidade de contacto entre o patógeno e o tecido suscetível do hospedeiro, é uma forma de defesa genética da planta contra doenças. Trata-se de processo distinto da resistência e da tolerância.

Resistência é a capacidade da planta prevenir ou restringir a infecção e colonização do hospedeiro pelo patógeno; é expressa através da quantidade de doença (ou sintomas).

Tolerância é a capacidade da planta em suportar o desenvolvimento do patógeno, apresentando menor redução na produtividade que a esperada; é expressa através da redução da produção causada por determinada quantidade de doença.

Evitação é a capacidade da planta impedir ou reduzir o contacto de seu tecido suscetível com o patógeno, quando o ambiente for favorável à penetração/colonização, através de seu hábito fenológico ou outras características; é expressa através da redução da quantidade de doença em condições de campo.

Não se deve confundir evitação com escape ou evasão. Escape refere-se a não ocorrência de doença em determinado indivíduo ou órgão da planta pelo não recebimento do inóculo do patógeno; trata-se de uma questão de probabilidade. Evasão refere-se ao cultivo do hospedeiro em locais ou épocas desfavoráveis a doença; trata-se da diminuição da quantidade de doença pela manipulação do ambiente.

CONTROLE DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

Microcyclus ulei, agente causal do mal das folhas da seringueira, necessita de tecidos jovens (folhas com cerca de 12 dias) e ambiente favorável (22-26ºC, 5 horas de água livre) para sua penetração/colonização. Como as cultivares de Hevea brasiliensis apresentam um comportamento fenológico compacto, existe um período em que as plantas permanecem sem folhas (hibernação). O período de hibernação e a data de reenfolhamento são características controladas geneticamente, embora sejam bastante influenciados pelo ambiente.

Cultivares com longo período de hibernação podem interromper o ciclo da doença pela drástica redução do inóculo inicial; consequentemente, haverá menor quantidade do mal das folhas. A Tabela 1 mostra que a cultivar IAN 873, embora bastante suscetível quando avaliado na fase jovem (viveiro ou jardim clonal), apresentou pequena quantidade de doença, possivelmente por apresentar um longo período de hibernação.

Tabela 1. Período de hibernação e quantidade de mal das folhas em cultivares de seringueira sob condições de campo (Registro-SP, 1988-89)

Cultivar	Hibernação (dias)	Quantidade Doença (ASCPD)
IAN 873	48	47
RRIM 600	33	2777
Fx 3864	- *	544

* reenfolhamento se inicia antes da queda de 80% das folhas maduras.

Outra característica que deve ser buscada refere-se a cultivares que apresentem reenfolhamento mais precoce, para serem cultivados em regiões com variação climática durante o ano. Assim no litoral paulista, o período de maio a setembro apresenta temperatura inadequada para o estabelecimento do mal das folhas. Materiais genéticos com capacidade de reenfolhar durante este período menos favorável a doença deverão apresentar menor quantidade do mal das folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FURTADO, E.L. Comportamento decíduo da seringueira (Hevea spp) e quantificação do mal das folhas causado por Microcyclus ulei (P.Henn.) v. Arx. Piracicaba, ESALQ, 1990. 82 p. (Dissertação, Mestrado).

MENTEN, J.O.M. Evitação: forma de defesa das plantas contra patógenos que deve ser melhor compreendida e explorada. Summa Phytopathologica, Jaguariuna, 16:77-82, 1990.

MENTEN, J.O.M. & FURTADO, E.L. Effect of phenology of rubber trees on the development of South American Leaf Blight (SALB). XII International Plant Protection Congress, Abstracts, 1991.

PEREIRA, R.E.A. Formas de defesa da seringueira (Hevea spp.) contra Microcyclus ulei (P. Henn.) v. Arx. Piracicaba, ESALQ, 1988. 67 p. (Dissertação, Mestrado).

CONTROLE BIOLóGICO DE DOENÇAS VASCULARES

Albino Grigoletti Júnior

INTRODUÇÃO

As doenças vasculares são classificadas como "doenças de hospedeiro dominante", porque há uma relação prolongada entre o patógeno e o hospedeiro devido a resistência deste, que tem grande influência no desenvolvimento da doença.(Kommendahl & Windels,1979) Os principais agentes das doenças vasculares são fungos do gênero Fusarium, Verticillium e Ceratocystis. Vários exemplos demonstraram que as doenças vasculares são altamente destrutivas. Na região sul dos Estados Unidos a produção de melão foi ameaçada pela rápida dispersão da fusariose, por volta de 1900. A produção de banana da cultivar Gros Michel foi reduzida grandemente na America Central, devido ao "Mal do Panamá", causado por Fusarium oxysporum f.sp. cubense. A doença da seca do olmo, "Dutch elm Disease" se expandiu de costa a costa nos Estados Unidos e no Canadá, destruindo florestas plantadas e nativas.

No Brasil as culturas do algodão, banana e tomate, entre outras são afetadas significativamente por patogenos vasculares.

Os patogenos vasculares são de dificil controle, as medidas convencionais utilizadas muitas vezes são ineficientes e de elevado custo.Nestas condições o controle biológico aparece como uma alternativa util e oportuna e econômica a se somar às medidas gerais de controle da doença.

PRINCIPAIS MECANISMOS ENVOLVIDOS NO BIOCONTROLE

Três hipóteses são propostas para explicar o mecanismo envolvido na redução da incidência de doenças vasculares causada por Fusarium: a competição por nutrientes, por sítio de infecção e pelo aumento da resistência, induzida por Fusarium não patogênico.(Mandeel & Baker, 1991)

O uso de isolados não patogênicos para controlar murcha de Fusarium foi primeiro sugerido por Van Koot, em 1944. O mecanismo de competição nutritiva que ocorre no solo próximo às raízes na fase que precede o estabelecimento da espécie patogênica - entre formas patogênicas e não patogênicas de Fusarium é o principal responsável pela redução da fusariose vascular em solos supressivos.(Alabouvette,1986)

Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum foi suprimido mais fortemente por isolados fluorescentes de bactérias produtoras de sideróforos. (Sneh et al., 1984) A competição por ferro foi também evidenciada por Elad & Baker (1985) pela inibição de formas especias de Fusarium.

Schneider (1984) atribuiu a redução da fusariose do aipo,(F. oxysporum f.sp. apii), induzida por formas não patogênicas, à competição por sítio de infecção na superfície da raiz. O autor considera a competição parasítica o principal mecanismo de supressão.

PROTEÇÃO INDUZIDA

Além da atividade direta antagônica e das alterações físicas e químicas que são produzidas especialmente no solo, há uma outra maneira pela qual os microrganismos podem afetar o estabelecimento do processo parasitário: é através da proteção induzida

Vários autores sugerem que o principal mecanismo de proteção de fusarioses vasculares é através da indução do aumento da resistência por meio de formas não patogênicas de Fusarium.(Allison & Phillips, 1963 ; Chisler, 1962 ; Ogawa & Komada, 1985; Wymore & Baker, 1982)

Os patógenos vasculares são pouco adaptados à competir com os microrganismos residentes entretanto quando eles rompem os mecanismos de defesa da planta e alcançam o sistema vascular ficam protegidos dos antagonistas diretos. Tendo em vista esta situação o ideal seria que o controle biológico fosse realizado antes da infecção, isto e, previamente.

Nestas condições só resta a resistência do hospedeiro como obstáculo para tentar inibir o fungo ou retardar sua disseminação no sistema vascular da planta. O mecanismo de defesa da planta pode ser acionado antecipadamente através de microrganismos não patogênicos ou avirulentos em relações incompatíveis com o hospedeiro. Admite-se pelo menos teoricamente que microrganismos podem induzir mudanças fisiológicas na planta, e esta modifica suas reações frente a infecções ulteriores por patógenos específicos.(Matta, 1971)

Por outro lado, a capacidade dos patógenos vasculares se desenvolverem em espécies de plantas não hospedeiras, lhes assegura uma eficiente maneira de sobrevivência e difusão.

Nos vasos do xilema, mesmo a presença de fungos não patogênicos pode provocar alterações evidentes, constituindo de tilose e gomas liberadas pelas células anexas. A nível celular ocorre o escurecimento e granulação do protoplasma, deslocamento e alterações do núcleo e alterações na parede celular.(Matta,1971)

A ausência de respostas morfológicas visíveis, não exclui a indução de reações fisiológicas mais ou menos pronunciadas, entre elas o aumento da taxa respiratória e a síntese de fitoalexinas.

Fatores Envolvidos Na Proteção Induzida

Várias situações devem ser consideradas em relação aos fatores envolvidos na proteção induzida. Dentre os fatores cita-se a densidade de inóculo, o intervalo entre as inoculações e a persistência do efeito protetivo.

Existe uma relação direta entre a concentração de esporos utilizada para proteção e a extensão e duração da proteção (Baker et al., 1978 ; Mandeel & Baker, 1991)

A predominância quantitativa do microrganismo avirulento é um pré-requisito para proteção se o mesmo for inoculado pelo menos 24 horas antes do patógeno.(Wymore & Baker, 1982)

Intervalos que variam de poucas horas a alguns dias entre a primeira e a segunda inoculação parece ser necessário para induzir o efeito protetivo .Às vezes inoculações simultâneas podem também ser efetivas, quando a quantidade de inóculo avirulento é bem alta.

A pequena duração da "resistência adquirida" é provocada por resultados de vários trabalhos conduzidos em diversos intervalos de tempo entre a primeira e a segunda inoculação. Geralmente o máximo efeito é obtido em um pequeno intervalo variando de poucas horas a alguns dias. Intervalos muito longos o efeito tende a diminuir ou desaparecer.

Foi relatado por Matta (1969), que a proteção máxima contra a murcha em tomateiro, induzida por formas não patogênicas, ocorreu quando a inoculação protetiva foi feita com 2 a 3 dias de antecedência .

Fatores morfológicos podem explicar, pelo menos parcialmente, o aumento da resistência induzida por pré-inoculações em relação a algumas doenças vasculares.

Alguns microrganismos não patogênicos quando introduzidos no sistema vascular, induzem a produção de tilose e gomas em velocidades maiores que os patógenos vasculares.

Phillips (1967) observou que o fluxo da água nos vasos foi reduzido temporariamente após um tratamento com Cephalosporium. Estes invadem os vasos e provocam obstrução e tilose.

Mudanças anatômicas desenvolvem um importante papel na resistência induzida. A obstrução dos vasos do xilema pode previnir o transporte de propágulos nos canais vasculares ou diminuir o desenvolvimento do patógeno.

Segundo Davis (1966) o mecanismo químico da resistência é mais aceitável que a alta concentração de material de obstrução encontrado em não suscetíveis, porque há uma correlação fraca entre a concentração de gomas e tilose e o índice de infecção.

A linha divisória entre o papel mecânico e químico é geralmente bastante incerta e às vezes inexistente. As alterações morfológicas induzidas pelos não patógenos estão certamente associadas com eventos fisiológicos e bioquímicos dentre as quais a formação de princípios antimicrobianos. As fitoalexinas evidenciam que tais compostos são produzidos em uma taxa maior em combinações incompatíveis, que compatíveis. (Baker et al.,1978; Svoboda, 1972)

O aumento da concentração de fitoalexinas em ramos de craveiro cujas raízes foram bacterizadas e inoculadas com E. oxysporum f.sp. dianthi foi observado por PEER et al., (1991). Não foi observado acúmulo de fitoalexina se as plantas bacterizadas não forem infectadas.

Segundo Biles & Martin (1989) a resistência induzida tem efeito local e sistêmico, pois plantas de melão inoculadas na raiz com Fusacium oxysporum f.sp. cucumerinum ficaram parcialmente protegidas

de Colletotrichum lagenarium nas folhas.O mesmo efeito foi conseguido por GESSLER & KUC (1982) em pepino com formas não patogênicas de Fusarium.

O conteúdo total de fenóis aumentou gradualmente em tomate suscetível após a infecção com E. oxysporum f.sp. lycopersici. Comparando as variações destas substâncias em plantas inoculadas com o mesmo fungo ou com outras 3 formas especiais, foi observado que durante os 5 primeiros dias após a inoculação eles acumularam uma taxa mais elevada nas combinações incompatíveis. O momento de máximo teor de fenóis coincide com o momento de maior efeito protetivo (Matta et al., 1969)

Estas substâncias fenólicas agem inibindo o patógeno diretamente ou por seus produtos de oxidação ou então introduzindo mudanças metabólicas mais complexas como o acúmulo de substâncias de crescimento levando a formação de barreiras de defesa nos vasos do xilema.

Nos primeiros dias após a infecção a atividade da enzima fenol oxidase é aumentada, em tomateiros, numa maior taxa com as formas avirulentas de Fusarium, as quais são capazes de induzir resistência, (Matta et al.,1969)

A resistência induzida pode ser atribuída a um grande número de outros eventos bioquímicos que podem condicionar a formação de barreiras mecânicas.

Existem evidências sugerindo que a resistência induzida é baseada nos fatores existentes antes da infecção com o patógeno, porém existem dúvidas se há ou não um mecanismo que aumente a sensibilidade do hospedeiro contra uma infecção subsequente (Matta et al., 1969).

SOLOS SUPRESSIVOS

Desde que Atkinson em 1892 indicou que a severidade da fusariose vascular do algodoeiro variava de acordo com o tipo de solo, o fenômeno de supressividade do solo tem sido bastante estudado. onde ocorre um biocontrole natural são chamados supressivos ao patógeno e são reconhecidos pela ausência de doenças em condições favoráveis a ela. Nestes solos o patógeno não se estabelece, ou se estabelece e não produz doença ou se estabelece produz doença por um tempo determinado e depois diminui com cultivos sucessivos em monocultura.

Os solos supressivos a murcha de fusarium foram primeiramente identificados em Wisconsin, em 1930, na fusariose da ervilha, causada por F. oxysporum f.sp. pisi. (Cook, 1981)

A supressividade está baseada num mecanismo microbiológico complexo e pouco compreendido (Alabouvette, 1986)

O estado de equilíbrio natural no solo é representado pelos solos supressivos ao patógeno, onde o controle biológico é natural. A supressividade biológica de um solo não pode ser explicada em termos de um único antagonista.

Evidencias sugerem que os agentes responsáveis pela supressividade estão na flora bacteriana. Scher & Backer (1982) mostraram que certas bactérias fluorescentes do gênero Pseudomonas introduzidas numa concentração de 10^{5} c.f.u./g solo reduziram a severidade da doença.

Paulitz et al. (1987) demonstraram a possibilidade de reduzir a condutividade de um solo natural através da introdução de um isolado não patógeno de Fusarium.

No ecossistema natural o balanço biológico resulta numa interação de organismos em equilíbrio dinâmico, onde as doenças epidêmicas são raras. Atualmente, a agricultura vai contra o

mecanismo de balanço biológico pois, normalmente, a cultura não está bem adaptada às condições e as lavouras são quase sempre formadas de um único genótipo.

Devido a possibilidade de transferência de supressividade de um solo para outro, pareceu que o controle por este meio poderia se desenvolver rapidamente. Entretanto, a aplicação em larga escala raramente foi eficiente. Isto mostra como é difícil passar do estado teórico da supressividade para a prática.

Teoricamente a transferência da supressividade tem maior vantagem entretanto tem o risco de introduzir um novo patógeno. A princípio, qualquer solo tem algum potencial de supressividade, isto é, capacidade de limitar a expressão do patógeno.

A supressividade pode ser transferida com o uso de apenas 1% do solo supressivo na mistura. O método é efetivo e durável portanto é necessário desenvolver um substrato adequado para aplicação em larga escala.

Fatores abióticos parecem ter influência na supressividade.Scher & Baker (1980) observaram que a supressividade à Fusarium é maior sob condições alcalinas pois baixando o valor do pH de 8 para 6 elimina o efeito de supressividade do solo.

COMENTÁRIOS GERAIS

O controle integrado de manchas vasculares causadas por Fusarium oxysporum depende do uso de variedades resistentes, de práticas culturais especiais, do controle químico e do controle biológico.

As dificuldades encontradas em controlar Fusarium causador de murcha por métodos convencionais e a dificuldade para desenvolver resistência varietal às raças do patógeno fazem, o controle biológico

com agentes específicos em método útil a se somar as medidas de controle de doenças.(Sher & Baker, 1980)

O controle de fusarioses vasculares por meio de proteção induzida, por formas avirulentas ou não patogênicas apresenta dois inconvenientes, o risco de reversão para uma forma virulenta e o curto período do efeito protetivo.

Muitos trabalhos têm demonstrado que a proteção contra doenças parasitárias podem ser alcançadas com a inoculação prévia ou simulada de formas fracas ou avirulentas de microrganismos. Este fenômeno tem sido demonstrado em plântulas crescidas em condições de laboratório, tão bem quanto em parcelas a campo. Entretanto, poucos exemplos de utilização da proteção cruzada comercialmente tem sido relatados.

BIBLIOGRAFIA

ALABOUVETTE, C. Fusarium-wilt suppressivel soils from the Châteaurenard region: review of a 10-year study. Revue d'écologie, v. 6, n. 3, p. 273-284. 1986.

ALLISON, C.C.; PHILLIPS, D.V. In vivo selection of biotypes of *Cephalosporium* inhibitory to the development of tomato and cotton Fusarium wilt symptoms. Phytopathology, v. 53, n. 8, p. 869-870. (Abstract). 1963.

BAKER, R.; HANCHEY, P.; DOTTARAR, S.D. Protection of carnation against *Fusarium* stem rot by fungi. Phytopathology, v. 68, n. 10, p. 1495-1501. 1978.

BILES, C.L.; MARTIN, R.D. Local and systemic resistence induced in watermelons by formae specialis of *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, v. 79, p. 856-860. 1989.

CHISLER, J.A.; SMITH, G.E.; MENON, M.R.; ALLISON, C.C. Symptom retardation of *Fusarium* wilt of tomato seedlings by a *Cephalosporium* species. Phytopathology, v. 52, p. 728. 1962 (Abst.).

COOK, R.J. Biological control of plant pathogens: overview. 'In' PAPAVIZAS, G.C. Biocontrol in crop production. BARC Symposium n. 5, London, p. 23-44. 1981.

DAVID, D. Cross-infection in *Fusarium* wilt diseases. Phytopathology, v. 56, n. 7, p. 825-828. 1966.

ELAD, Y.; BAKER, R. The role of competition for Iron and Carbon in suppression of Chlamidospore germination of *Fusarium* spp. y *Pseudomonas* spp. Phytopathology, v. 75, p. 1053-1059. 1985.

GESSLER, C.; KUC, J. Introduction of resistance to *Fusarium* wilt in cucumber by root and foliar pathogens. *Phytopathology*, v. 72, p. 1439-1441. 1982.

KOMMENDAHL, T.; WINDELS, C.E. Pathogens or host dominance in disease. 'In': KRUPA, S.V. Ecology of root pathogens. New York, Elsevier Scientific Publ. CO., 1979. p. 1-82

MANDEEL, Q.; BAKER, R. Mechanisms involved in biological control of *Fusarium* wilt of cucumber with strains of nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, v. 81, p. 462-469. 1991.

MATTA, A. Microbial penetration and imunization of uncongenial host plants. Annual review. Phytopathology, v. 9, p. 387-410. 1971.

MATTA, A.; GENTILE, I.; GIAI, I. Accumulation of phenols in tomato plants infected by different forms of *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, v. 59, n. 4, p. 512-513.

OGAWA, K.; KOMADA, H. Biological control of *Fusarium* wilt of sweet potato with cross-protection by nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. 'In': PARKER, C.A.; RODOVIRA, A.D.; MOORE, K.J.; WONG, P.T.W.; KOLLMORGEN, J.F. Eds. Ecology and management of soilborn plant pathogens. St. Paul, Minnesota, U.S.A., 1985, p. 121-123.

PAULITZ, T.C.; PARK, C.S.; BAKER, R. Biological control of *Fusarium* wilt of cucumber with nonpathogenic isolates of *Fusarium oxysporum*. Canadian Journal Microbiology, v. 33, p. 349-353. 1987.

PEER, R. VAN; NIEMANN, G.J.; SCHIPPERS, B. Induced resistence and phytoalexin accumulation in biological control of *Fusarium* wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WCS417r. Phytopathology, v. 81, p. 728-734. 1991.

PHILLIPS, D.V.; LEBEN, C.; ALLISON, C.C. A mechanism for the reduction of *Fusarium* wilt by a *Cephalosporium* species. Phytopathology, v. 57, n. 8, p. 916-920. 1967.

SCHER, F.M.; BAKER, R. Effect of *Pseudomonas putida* and a synthetic Iron chelator on induction of soil suppressiveness to *Fusarium* wilt pathogens. Phytopathology, v. 72, p. 1567-1573. 1982.

SCHER, F.M.; BAKER, R. Mechanisms of biological control in a *Fusarium* suppressive soil. Phytopathology. v. 70, p. 412-417. 1980.

SCHNEIDER, R.W. Effects of nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum* f.sp. *apii* and a novel use of the lineweaver-burk double reciprocal plot technique. Phytopathology, v. 74, p. 646-653. 1984.

SNEH, B.; DUPLER, M.; ELAD, Y.; BAKER, R. Chlamidospore germination of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* as affect by fluorescent and lytic bacteria from a *Fusarium*-suppressive soil. Phytopathology, v. 74, p. 1115-1124. 1984.

SVOBODA, W.E.; PAXTON, J.E. Phytoalexin production in locally cross-protected Harosoy and Harosoy-63 soybeans. Phytopathology, v. 62, n. 12, p. 1457-1469. 1972.

WYMORE, L.A.; BAKER, R. Factors affecting cross-protection in control of *Fusarium* wilt of tomato. Plant Disease Reporter. n. 66, p. 908-910. 1982.

Composição:
Micro Laser Editoração Eletrônica S/C Ltda.
Tel. (0192) 32-5003 – CAMPINAS - S.P.

EMOPI-GRÁFICA E EDITORA LTDA
Impressão, Edição de Livros, Manuais e Cópias
Av. Saudade, 1287 - Fone: 2-7868
Campinas - SP