



FOL
5993.2
Dezembro, 1999

Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos



República Federativa do Brasil

Presidente
Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro
Marcus Vinícius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Presidente
Alberto Duque Portugal

Diretores
Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Angela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia

Chefe Geral
Nelson Ferreira Sampaio

Chefe Adjunto de Administração
Eliete de Jesus Barbosa Lima

Chefe Adjunto de P & D
Samuel José de Magalhães Oliveira

Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos



Alvanir Garcia

Id.
6913

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Embrapa Rondônia. Documentos, 46

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Rondônia

BR 364, KM 5,5, Caixa Postal 406

Telefones: (069) 222-1985 e 222-3080

CEP 78.900-970 - Porto Velho - RO

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Cláudio Ramalho Townsend - Presidente

Samuel José de Magalhães Oliveira

José Nilton Medeiros Costa

Angelo Mansur Mendes

Calixto Rosa Neto

Marília Locatelli

Ademilde de Andrade Costa - Secretária

Unidade	CPAFRO
Valor aquisição:	
Data aquisição:	
N.º N. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º OCS:	
Origem:	DOAÇÃO
N.º Registro:	6099-4/03

Normalização: Simara Gonçalves – Biblioteca/DIN

Léa Aparecida Fonseca Carvalho - Biblioteca/DIN

Editoração eletrônica: João Porto Cardoso Júnior (estagiário)

Revisão gramatical: Wilma Inês de França Araújo

GARCIA, A. **Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos.** Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1999. 32p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 46).

1. Fungicida. 2. Doença – Controle Químico. I. Título. II. Série

CDD 668.652

Sumário

1. Introdução	5
2. Classificação	5
2.1. Fungicidas protetores ou de contato (Quadro 1 – anexo)	6
2.2. Fungicidas de ação erradicante (Quadro 2 – anexo)	7
2.3. Fungicidas sistêmicos (Quadro 3 – anexo)	7
3. Principais características desejáveis para utilização dos fungicidas no controle de doenças de plantas	8
3.1. Ação fungistática, fungitóxica e antiesporulante	9
3.2. Eficiência em relação ao patógeno considerado	9
3.3. Adequação dos fungicidas ao meio ambiente, ao homem e aos animais	10
3.4. Características de solubilidade, facilidade de aplicação, redistribuição, tenacidade, aderência e cobertura, compatibilidade com outros produtos químicos (inseticidas), estabilidade e não corrosivo	11
3.5. Economicidade	12
3.6. Características essenciais aos fungicidas sistêmicos	13
3.6.1. Penetração	13
3.6.2. Movimento dentro da planta	13
3.6.3. Toxicidade seletiva (Quadro 3 – anexo)	14
3.6.4. Estabilidade metabólica	14
5. Fatores que influenciam a ação dos fungicidas no controle de fitopatógenos	19
5.1. Fatores físicos	19
5.1.1. Depósito na superfície das plantas	19
5.1.2. Tamanho das partículas	20
5.1.3. Tenacidade	21
5.2. Fatores químicos	21
5.2.1. Fotólise	21
5.2.2. Hidrólise	22
5.2.3. Fitotoxicidade	23
6. Referências bibliográficas	24

Anexos

Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos

Alvanir Garcia¹

1. Introdução

A história dos fungicidas foi dividida em quatro eras distintas, onde, em cada uma, houve predominância de um grupo sobre outro.

Fungicidas são produtos químicos capazes de prevenir infecção de tecido de plantas vivas, por fungos fitopatogênicos. Atualmente o conceito mais abrangente diz que fungicidas são compostos químicos empregados no controle de doenças causadas por fungos, bactérias e algas. Em alguns casos esses compostos químicos não matam os fungos, apenas inibem, temporariamente, a germinação dos esporos. O fenômeno de inibição temporária da germinação ou de crescimento fúngico é denominado "Fungistase" e os produtos com essas propriedades são "Fungistáticos". Em outros casos, os compostos químicos de ação fungitóxica inibem ou previnem a produção de esporos, sem afetar o crescimento vegetativo do micélio do fungo. Fungicidas deste tipo são denominados "Anti-esporulantes". Cada produto fungicida é constituído por duas partes distintas: o ingrediente ou princípio ativo, que é responsável pela ação do produto, e o ingrediente inerte, que serve de veículo e diluente para o ingrediente ativo.

2. Classificação

A classificação dos fungicidas é geralmente baseada na natureza química e no modo de ação do produto contra o fitopatógeno: são protetores ou de contato, erradicantes e sistêmicos (Zambolim et al., 1995; Kimati, 1995).

¹Eng. Agr., M.Sc. Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, CEP 78900-970, Porto Velho, RO.

2.1. Fungicidas protetores ou de contato (Quadro 1 - anexo)

São efetivos somente se aplicados antes da ocorrência da penetração do patógeno no hospedeiro, impedindo ou reduzindo as chances de ocorrência da doença. Quando são aplicados à superfície dos órgãos vegetais, agem como uma barreira tóxica, prevenindo a penetração de fungos pela inibição da germinação dos esporos e do tubo germinativo. Devido ao seu modo de ação não específico, sendo altamente tóxicos às células das plantas, são utilizados como protetores de folhagens e de sementes, eliminando os patógenos localizados na sua superfície, livrando-as dos fungos existentes no solo. Entre eles citam-se: o Thiram (ditiocarbamato), o Captan (quinônico e heterocíclico halogenado), o Penta-cloro-nitrobenzeno (heterocíclico aromático), o Dexon (aromático) e a Guazatine (Picinnini, 1994). Esses fungicidas penetram no interior dos microorganismos, provocando reações químicas não específicas, com grupamentos sulfidrílicos (SH), amino (NH₂), Hidroxilicos (OH), presentes nas proteínas, com ácido nucleicos e seus precursores em várias rotas metabólicas, por exemplo, o Maneb, o oxicleto de cobre e o enxofre (Zambolim et al., 1995).

Além da fungitoxicidade inerente, os fungicidas deste grupo para serem eficientes, dependem de características, que de acordo com Horsfall (1945), devem ser quimicamente reativos, mas não se decompor facilmente pela ação de fatores do ambiente; devem reagir num meio aquoso, mas sem se hidrolisar sobre o hospedeiro, nem se lixiviar pela ação da primeira chuva; devem ser capazes de se espalhar por toda a superfície a ser protegida, mas sem formar uma camada tão fina que comprometa a sua eficiência; devem ser capazes de redistribuir-se durante as chuvas, de modo a cobrir áreas não atingidas pelos depósitos iniciais, mas não devem escorrer excessivamente com essas chuvas, nem com a água de pulverização; devem ser suficientemente molháveis para entrar em suspensão na água de pulverização, mas não tão molháveis a ponto de os depósitos serem facilmente levados pelas águas das chuvas.

O primeiro ingrediente ativo a ser utilizado foi o enxofre, depois surgiram os cúpricos e os ditiocarbamatos. Entre os ditiocarbamatos, lançados no mercado a partir de 1930, o Ziram, fungicida protetor da parte aérea das plantas é muito eficiente no controle de *alternariose* em batata e da *antracnose* em tomateiros. O Thiram, vem sendo o mais utilizado no tratamento de sementes. O Maneb é recomendado para o

controle de diferentes doenças em várias culturas. Na batata, para o controle da pinta preta (*Alternaria solani*) e requeima (*Phytophthora infestans*). O Mancozeb, é utilizado na prevenção e controle de mais de 400 doenças causadas por fungos, em mais de 100 gêneros de plantas cultivadas e para tratamento de sementes de algodão, amendoim, sorgo, batata e cereais. Posteriormente, surgiram os compostos, os heterocíclicos halogenados (Captan, Captafol, Folpet e Direne) e em seguida os aromáticos Chlorotalonil e Dicloran e em sequência, os Orgânicos adicionais, Dodine, com propriedades erradicantes e o Dichlofenamid.

2.2. Fungicidas de ação erradicante (Quadro 2 - anexo)

Atuam diretamente sobre o patógeno eliminando-o da superfície de partes da planta ou do solo. Podem ser protetores e ter ação erradicante. Por exemplo, a calda sulfo-cálcica, o Dinocap, o Dodine e os fungicidas à base de enxofre, compostos geralmente pouco solúveis em água. Há três casos em que os fungicidas podem ter ação erradicante eficiente: 1º) no tratamento do solo; 2º) no tratamento de sementes; e, 3º) no tratamento de inverno, com plantas de clima temperado que entram em repouso vegetativo. A eficiência do efeito erradicante é diretamente proporcional à capacidade de redução do inóculo. Sendo utilizados também no controle de insetos, nematóides e plantas daninhas. Os fungicidas podem ser sistêmicos, e apresentar efeito erradicante, eliminando estruturas do fungo (esporos conídios e micélio) na superfície do hospedeiro ou no interior da planta. Os produtos tipicamente erradicantes, são os fumigantes, aplicáveis no solo, são voláteis e altamente tóxicos para todas as formas de vida e denominados como "biocidas" (Zambolim et al., 1995).

2.3. Fungicidas sistêmicos (Quadro 3 - anexo)

São aqueles em que o princípio ativo é absorvido pela planta e translocado para partes distantes do local de aplicação e com capacidade de inibir a infecção do patógeno. Os fungicidas sistêmicos apresentam efeito erradicante e supressor da infecção, isto é, atuam suprimindo o estabelecimento da infecção causada por patógenos nos

tecidos do hospedeiro. Sendo altamente solúveis em água, penetram no hospedeiro logo após sua aplicação. Possuem alta supressividade, atuam como inibidores do crescimento micelial e da esporulação dos fungos (Zambolim et al., 1997). Os sistêmicos, são fungicidas específicos quanto ao modo de ação primário ou sítio de ação, e fungitóxicos em baixas concentrações, quando comparados com os fungicidas de contato. O composto sistêmico deve coexistir com as células da planta hospedeira viva, requerendo portanto, um tipo diferente de seletividade, que possa discriminar entre as células do hospedeiro e as do patógeno, apresentando toxicidade somente às do segundo.

O processo de seletividade é específico para determinados grupos taxonômicos. O fungicida ao ser aplicado, é prontamente assimilado pela planta e translocado, atua inibindo o desenvolvimento das lesões locais ou à distância do local de aplicação, sem contudo, afetar os tecidos do hospedeiro, matando o patógeno onde ele estiver instalado no interior da planta, e resistir à rápida degradação e se for degradado, seus subprodutos deverão ser também tóxicos ao patógeno.

Em síntese, o que se quer de um fungicida sistêmico é a ação rápida à distância do local de aplicação e persistência da ação fungitóxica no interior da planta.

Os fungicidas sistêmicos normalmente não atuam como os protetores, nem inibem a germinação dos esporos e tubo germinativo dos fungos na superfície dos tecidos, porém, apresentam grande efeito inibidor a qualquer desenvolvimento fúngico no interior da planta. Outra característica importante dos compostos sistêmicos é a translocação ao longo da rota de transpiração das plantas. Esses compostos representam grandes avanços sobre os outros da 1ª geração.

3. Principais características desejáveis para utilização dos fungicidas no controle de doenças de plantas

Para o controle efetivo das doenças de plantas deve-se procurar um fungicida que possua uma série de características, como:

- a) fungistático e fungitóxico e se possível antiesporulante;
- b) eficiente em relação ao controle do patógeno considerado;
- c) adequado ao meio ambiente e seja inócuo ao ser humano, animais e plantas;

- d) solubilidade, distribuição, tenacidade, aderência e cobertura, compatibilidade com outros produtos químicos (inseticidas), estabilidade e não corrosivo;
- e) economicidade;

3.1. Ação fungistática, fungitóxica e antiesporulante

A fungistase é denominada como a inibição temporária da germinação e crescimento fúngico, o que muitas vezes leva à morte do fitopatógeno, devido ao impedimento de sua nutrição necessária e imediata. Esta propriedade está correlacionada à eficiência do fungicida em relação ao patógeno considerado. A fungitoxicidade e especificidade dizem respeito a ação do produto contra determinado fungo (Quadro 3 - anexo), ou um número restrito desses fitopatógenos. Por exemplo, o enxofre apresenta maior fungitoxicidade e especificidade para o controle de *Oídio* sp. do que os ditiocarbamatos. O Metalaxyl apresenta alta especificidade no controle de oomicetos e também apresenta elevada ação antiesporulante, isto é, impedem a produção de esporos, sem afetarem o crescimento micelial do fungo. Esta propriedade antiesporulante, está correlacionada com a eficiência e especificidade do fungicida, sendo mais acentuada nos sistêmicos. A solubilidade varia de acordo com o tipo de fungicida empregado. Os sistêmicos devem apresentar alta solubilidade para que o ingrediente ativo possa mais facilmente penetrar e translocar-se no interior da planta para atingir os tecidos afetados pelo fungo e controlar a doença.

3.2. Eficiência em relação ao patógeno considerado

A especificidade, outra característica de grande importância, para que os fungicidas apresentem alta eficiência no controle das doenças, especialmente os sistêmicos, que devem apresentar modo de ação específico, atuando num ponto definido (sítio) do interior e/ou do ciclo do patógeno, na síntese de proteínas, mitose, na cadeia de transporte de elétron, etc. Por essa razão, aplicações múltiplas desses produtos químicos podem, muitas vezes com o tempo, causar o aparecimento de raças novas e resistentes aos fungicidas específicos, na população do patógeno. Num programa de controle a doenças de plantas, onde tais

produtos são recomendados, deve-se utilizá-los de modo racional, alternando-os com fungicidas protetores, para evitar o aparecimento de formas resistentes dos patógenos.

3.3. Adequação dos fungicidas ao meio ambiente, ao homem e aos animais

Com relação ao meio ambiente, deve-se atentar para o fato de que alguns fungicidas não são biodegradáveis (mercuriais). Outros se decompõem somente a longo prazo. Esses produtos, além de poluidores do meio ambiente, colocam em risco a vida da fauna, rios, riachos, lagos e, indiretamente ao homem.

Todo fungicida deve ser inócuo ao homem, animais, plantas, a microorganismos benéficos e ao meio ambiente. Por exemplo, a utilização de fungicidas seletivos a determinados Oomicetos; o Metalaxyl cuja ação é altamente específica aos gêneros *Phytophthora* e *Pythium*. Os triazóis também apresentam alta especificidade quanto ao patógeno a controlar; por exemplo, o Ciproconazole para ferrugens (Quadro 3 - anexo), o Triciclazole para o controle de brusone do arroz.

Os fungicidas não devem ser tóxicos ao homem e aos animais, principalmente àqueles aplicados diretamente na proteção do órgãos comestíveis, como frutas, hortaliças e cereais. A importância da toxidez de fungicidas é tão grande para a saúde humana, que nos países desenvolvidos existem leis que controlam rigorosamente as tolerâncias e limitações dos resíduos nos diversos produtos de origem agrícola para o consumo humano e de animais. A fitotoxidez é influenciada principalmente pela concentração do fungicida e pela temperatura do ambiente. O conhecimento dessas propriedades possibilita a redução de perdas na produção. Por exemplo, em cucurbitáceas, deve-se aplicar com muita precaução, fungicidas à base de cobre e de enxofre. A ação fitotóxica destes produtos se manifesta pela redução no crescimento, queda das flores e frutos, crestamento, produção reduzida e redução da fotossíntese.

Em termos de Brasil, a utilização indiscriminada de produtos químicos tem causado sérios danos ao meio ambiente, fato que ainda hoje é observado em culturas de interesse econômico como na batata e no tomate, onde o uso exagerado de alguns fungicidas protetores, resulta em sério e indesejável impacto ambiental.

3.4. Características de solubilidade, facilidade de aplicação, redistribuição, tenacidade, aderência e cobertura, compatibilidade com outros produtos químicos (inseticidas), estabilidade e não corrosivo

Os produtos erradicantes (anexo), devem também ser solúveis em água, para remover as estruturas patogênicas da superfície das áreas atacadas da planta. A tenacidade ou resistência às intempéries deve estar presente no fungicida, principalmente se for protetor. Um bom produto antifúngico não deve ser decomposto por hidrólise e por reações fotoquímicas, pela volatilização ou sublimação e principalmente não deve ser lavado pela água da chuva ou irrigação por aspersão. Esta característica é mais importante para os fungicidas protetores, que devem persistir por longo período na superfície tratada, sem serem removidos ou decompostos, a fim de prevenir infecções por fitopatógenos.

A redistribuição também é uma característica mais aplicada aos fungicidas protetores, que atuam prevenindo infecções. Há sempre necessidade do fungicida protetor ser redistribuído pela água da chuva ou de irrigação, pois, por mais perfeita que seja feita a pulverização sempre ficam espaços descobertos da planta sem proteção, e a redistribuição aumentará muito a área coberta com o produto, e por consequência aumentará a proteção da planta contra o ataque dos fitopatógenos.

A compatibilidade de um fungicida com outros produtos é muito importante, como por exemplo na cultura do café é comum a aplicação simultânea de fungicida contra a ferrugem e inseticida contra o bicho mineiro ou contra a broca e, também micronutrientes (boro e zinco) na mesma aplicação. Substâncias compatíveis são aquelas que ao serem misturadas não apresentam qualquer tipo de alteração em suas características (Zambolim et al., 1995). Um fungicida é incompatível com um inseticida quando, da associação de ambos resulta a perda de eficiência do fungicida ou do inseticida ou de ambos. Em alguns casos a incompatibilidade se manifesta como fitotoxidez.

A compatibilidade é tão importante nos fungicidas protetores, quanto nos sistêmicos, podendo ser física, química ou biológica. Física, quando é possível a mistura dos ingredientes sem que haja absorção ou repulsão entre ambos. Química, quando as propriedades dos componentes não são alteradas na mistura e biológica quando o resultado da mistura for eficiente para o controle da doença, praga ou

da deficiência nutricional que se deseja controlar.

A aderência e cobertura são características essenciais mais atinentes aos fungicidas protetores, que atuam na superfície dos órgãos da planta, para protegê-los. Estas duas características dependem das propriedades do fungicida, da sua formulação, da superfície da planta (presença ou ausência de pêlos), do equipamento de pulverização utilizado.

A estabilidade é a capacidade de uma formulação química fúngica permanecer ativa por longo tempo, mantendo suas características e ação tóxica.

A facilidade de aplicação é uma característica desejável aos fungicidas, para evitar-se qualquer tipo de deposição ou sedimentação do produto no fundo do recipiente de aplicação e comprometer sua eficiência no controle do patógeno em questão.

Evitar fungicidas que causem corrosão nos equipamentos de aplicação. Os fungicidas cúpricos são freqüentemente apontados como causadores de corrosão da lataria de tratores e de partes metálicas dos pulverizadores. Por ocasião do uso desses fungicidas, deve-se ter o máximo cuidado no sentido da proteção da lataria com óleo queimado na graxa, para diminuir os riscos da corrosão.

3.5. Economicidade

Todo fungicida tem que ser econômico, pois seu emprego, por mais eficiente que seja, do ponto de vista técnico, está condicionado ao fator econômico. Para avaliar-se a economicidade da aplicação de um fungicida deve-se levar em conta, além do preço dos itens relacionados anteriormente, a dosagem e os intervalos de aplicação. Em certos casos, a baixa dosagem e os intervalos de aplicação de um fungicida de preço elevado são tão compensadores que recomendam sua aplicação em substituição a um produto que, à primeira vista, é mais barato. O preço do fungicida é apenas um dos componentes do custo de operação; muitas vezes o que mais encarece é a mão-de-obra e o equipamento utilizado. Nesse particular, a pulverização em baixo volume, podendo-se ter economia de 50-70% do trabalho, 30-50% do tempo e até do produto gasto na pulverização.

3.6. Características essenciais aos fungicidas sistêmicos

As características dos sistêmicos com propriedades fungicidas ou fungistáticas são: penetração, movimento dentro da planta, toxicidade seletiva e estabilidade metabólica (Zambolim et al., 1997).

3.6.1. Penetração

Como primeiro passo da translocação, o fungicida deve penetrar na planta, seja via radicular, foliar, através do caule ou das sementes. O sucesso da penetração de um fungicida depende de sua solubilidade relativa em lipídios, que constituem-se nos componentes básicos da cutícula foliar, que atua impedindo a penetração dos fungicidas para o interior da planta.

As sementes e frutos de plantas herbáceas possuem cutícula semelhante à das folhas, por isso apresentam os mesmos problemas de penetração de fungicidas.

A penetração pelas raízes é muito eficiente devido ao fato destas não apresentarem barreiras com aquelas existentes nas folhas. A penetração via raiz depende das características de cada fungicida considerado. Após a penetração na planta, se observar, os fungicidas obrigatoriamente irão penetrar no xilema ou no floema do sistema vascular, para serem transportados à longas distâncias.

3.6.2. Movimento dentro da planta

A faixa de Caspary da endoderme das raízes, constitui-se numa barreira importante localizada no apoplasto, contudo os fungicidas sistêmicos podem difundirem-se através da membrana celular. O movimento dentro da planta envolve o transporte no xilema e floema. A translocação pode ser de uma face para outra, de uma folha (translaminar), ascendente (apoplástica) ou descendente (simplasto) em raros casos.

O transporte de fungicidas tanto via radicular, quanto por via foliar, o fungicida, dependendo de suas propriedades, poderá translocar pelo floema. Em movimento dentro da planta, dependerá também, de seu fluxo livre dentro dos vasos. Há produtos que se aderem às paredes do xilema, enquanto que outros parecem permanecer livres. O movimento de fungicidas pelo simplasto requer como primeira condição,

que o produto químico seja capaz de atravessar a plasmalema e entrar no protoplasma (Zambolim et al., 1997). Esse movimento no simplasto é inevitavelmente conectado com o transporte de fotoassimilados, acompanhando as relações fonte-dreno da planta, isto é, as folhas verdes que produzem e exportam assimilados, são consideradas como "fontes", enquanto que os órgãos em crescimento ou de armazenamento, com demanda de assimilados, são os "drenos". Sendo portanto, esse movimento dependente da relação fonte-dreno presente em determinado estágio de desenvolvimento da planta (Zambolim et al., 1997). O modelo de distribuição e extensão do movimento pelo xilema é determinado pelo gradiente de potencial entre a água e o solo.

O transporte se processa usualmente direto das raízes para as áreas onde ocorre a transpiração, principalmente para as folhas. Os fungicidas transportados pelo xilema não apresentam movimento descendente a partir das folhas expandidas. Se eles forem aplicados na base da folha, são preferencialmente, transportados para o ápice das mesmas.

3.6.3. Toxicidade seletiva (Quadro 3 - anexo)

É condição requerida aos fungicidas sistêmicos, pois estes devem coexistir intimamente em contato com os patógenos e os sistemas bioquímicos das plantas. Essa propriedade varia também com a espécie de planta envolvida. A seletividade entre sistemas do patógeno e da planta é devida a vários fatores, entre os quais destacam-se a sensibilidade diferencial dos patógenos e dos tecidos da planta e diferenças de permeabilidade das organelas. Além dos fungicidas apresentarem seletividade entre planta e fungo, podem apresentar também entre fungos. Esta propriedade não é evidente nos protetores, mas é marcante nos fungicidas sistêmicos. Os fungicidas sistêmicos podem ser específicos para determinados grupos e/ou de doenças, como ferrugens, carvões, míldios pulverulentos, etc. (Zambolim et al., 1997).

3.6.4. Estabilidade metabólica

Quando o fungicida penetra nas células da planta está sujeito a degradação por ação de muitos enzimas presentes no metabolismo celular. Para que o fungicida seja efetivo, deve resistir a degradação.

Sua estrutura química deve permitir sua penetração, translocação na planta e entrada na célula, onde deverá seletivamente inibir a ação ou matar o patógeno sem afetar a planta e por fim, seu efeito deve ser duradouro, sem se degradar, para manter a planta sadia.

Entre os fungicidas sistêmicos (Quadro 3 - anexo), os Benzimidazoles (Benomyl, Thiabendazole, Carbendazin, Tiofanato, Tiofanato metílico e Fuberidazole). Esse grupo de compostos fúngicos além de apresentar grande similaridade (uma determinada raça que apresente certo grau de resistência a qualquer um deles, normalmente apresenta também resistência cruzada aos demais), tanto em seu aspecto fugistático, quanto em suas estruturas químicas, sendo ativos contra muitas doenças, incluindo oídios. Porém, não possuem ação contra bacterioses (Zambolim et al., 1997). A maior limitação ao uso dos benzimidazóis deve-se seguramente ao desenvolvimento de resistência de alguns fungos aos componentes desse grupo. A partir da década de 70, com o advento e o amplo uso de fungicidas sistêmicos, o controle químico de fungos problemáticos como os oomicetos sofreu grandes mudanças, porque esses fungicidas são seletivos e específicos, para determinados patógenos alvos, sem serem fitotóxicos às culturas, pois são absorvidos ao nível dos tecidos, onde agem preventivamente e/ou curativamente (Kimati, 1987).

Os fungicidas anti-oomicetos, possuem ação fulminante contra a classe dos oomicetos (Azevedo, 1993). Nessa classe de fungos se incluem as espécies de fitopatógenos mais destrutivas que se conhece. Uma série de importantes doenças são causadas por esses fungos, entre as quais citam-se: a requeima da batata, o míldio da videira (*Plasmopara viticola*), o mofo azul do fumo (*Peronospora tabacina*) e doenças radiculares como tombamentos, podridões radiculares, gomose dos citros (*Phytophthora* spp.) e podridão do colo da macieira (*Phytophthora cactorum*) (Azevedo, 1993).

Atualmente dispõe-se de cinco classes de fungicidas sistêmicos com boa atividade sobre fungos da classe dos oomicetos: os Carbamatos (Protiocarb, Propamocarb), os Isoxazoles (Himexazol), os Cyanoacetamidas-oximes (Cymoxanil), os Etil-fosfanatos (Fosetyl-Al) e as Fenilamidas (Metalaxyl, Furalaxyl, Benalaxyl, Ofurace e Oxadixyl) (Schiwinm & Staub, 1982; Schwinm, 1983, Cohen & Coffey, 1986). Segundo esses mesmos autores, as Fenilamidas constituem-se na classe mais importante no controle de oomicetos (Staub & Hubele, 1981). O fungicida mais conhecido e importante desse grupo é o Metalaxyl cuja eficiência de controle se estende além dos oomicetos que atacam as

folhas (Bruch et al., 1988), para outros fungos do solo (Anderson & Bruzzell, 1982; Veiga et al., 1992). O uso do Metalaxyl no Brasil ainda está restrito ao controle de doenças da parte aérea e de sementes, porém, é um produto versátil, com várias formulações disponíveis no mercado (Schwinm & Staub, 1982). Uma característica marcante do Metalaxyl é o seu efeito inibidor da formação de esporângios em várias espécies de *Phytophthora* spp. (Bruck et al., 1980; Coffey & Joseph 1985) e inibição da produção de oosporos e clamidosporos desse fungo (Coffey et al., 1984b). As propriedades antiesporulantes do Metalaxyl são extremamente fundamentais para o efeito desse produto em doenças da parte aérea (foliares) das plantas e para o efeito supressivo sobre a atividade de propágulos de patógenos do solo (Pereira et al., 1988; Azevedo & Silva, 1987 e Valdebenito-Sanchez 1991).

Os fungicidas organofosforados, Pirazophos e Kitazin, são recomendados para o controle específico da brusone do arroz (*Pyricularia orizae*). O Kitazin (Kitazin P) é recomendado para o uso específico contra a brusone do arroz, porém, o Pirazophos (Afugan) pode ser utilizado no controle de oídios e míldios em grande número de culturas. Além destes produtos, há outros fungicidas que interferem na biossíntese da melanina, tais como Bim, produto desenvolvido em 1976, altamente eficiente no controle da brusone do arroz, mas sem nenhum efeito contra as demais doenças da cultura (Kimati, 1995). O Piroquilon, também recomendado para o controle da brusone do arroz e do trigo (Kimati, 1995).

Do grupo dos Imidazoles, o Imazalil, é um fungicida mais utilizado no tratamento de sementes de cereais, mas pode ser aplicado no controle de doenças da parte aérea das plantas. Possui atividade específica contra oídios, manchas foliares e fusariose. Outro fungicida deste grupo, é o Procloraz, que possui muito boa atividade no controle de septoriose e antracnoses. O Triflumizole é o mais recente dos Imidazoles, possuindo ação protetora, curativa e translaminar, tem sido utilizado principalmente no controle de doenças de frutíferas. Os fungicidas do grupo das piperazinas (Triforine), Piridinas (Buthiobate e Pyrifenox), Pirimidinas (Fenarimol, Nuarimol, Ethirimol e Dimethirimol) (anexo), foram lançados no mercado em 1980, para utilização em aplicações foliares, para o controle de podridão parda do pêssego, sarna da macieira, manchas foliares de diversas culturas, mal das folhas da seringueira, oídios, cercosporiose, carvões e fusariose (Picinini, 1994).

O grupo dos Triazóis ou Triazoles (Quadro 4 - anexo), são fungicidas orgânicos, de ação sistêmica, de grande importância.

Possuindo elevada ação tóxica sobre a formação de ácidos graxos integrantes da membrana celular dos fungos. A importância e utilização destes compostos na agricultura evoluíram rapidamente nos últimos anos, em consequência de suas características positivas, entre as quais destacam-se:

- a) elevada fungitoxicidade a grande número de patógenos causadores de importantes doenças, como ferrugens, oídios e manchas foliares, em olerícolas, frutíferas e em cereais;
- b) rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais, evitando perda por lixiviação e, ao mesmo tempo, permitindo boa distribuição na planta;
- c) ação curativa sobre infecções já iniciadas, podendo ser utilizadas com base em níveis de controle pré-estabelecidos, evitando-se gastos com aplicações preventivas, muitas vezes desnecessárias;
- d) efeito residual prolongado, possibilitando o uso de doses reduzidas e/ou de maiores intervalos entre aplicações e reduzindo o número de tratamentos;
- e) instabilidade dos fungos resistentes, diminuindo o risco da perda da eficiência.

Os principais fungicidas do grupo dos Triazoles em uso no Brasil são: o Triadimefon (Bayleton), introduzido em 1973, para o controle de ferrugens e oídios. Atualmente seu uso é amplo no tratamento de doenças em olerícolas (alho e cucurbitáceas), em frutíferas, em feijoeiro e em cafeeiro; o Triadimenol, lançado em 1977, para o controle de doenças de sementes causadas por fungos em cereais de inverno. Também pode ser utilizado no controle de oídio e gramíneas, protegendo as plantas das infecções iniciais. Dependendo da sua formulação, pode ser utilizado via solo ou na parte aérea do cafeeiro; o Propiconazole, que caracteriza-se pelo seu amplo espectro de ação, controlando eficientemente ferrugens, oídios e manchas foliares induzidas por fungos, para frutíferas e olerícolas, pois tem apresentado grande potencial em pesquisas realizadas.

O Tebuconazole apresenta ação similar ao propiconazole, controlando eficientemente manchas de alternária e Cercosporiose. O Ciproconazole, tem sido utilizado no controle de ferrugens do trigo e do café, podendo ser utilizado com sucesso no controle de manchas foliares de cereais de inverno. O Triciclazole possui uso bastante específico no controle de Pyricularia grisea, em trigo, podendo ser

aplicado às sementes, às plantas ou diretamente no solo. Além dos Triazoles mencionados, existem outros em estudo e que serão futuramente lançados no mercado brasileiro.

4. Modo de aplicação dos fungicidas no controle de fitopatógenos:

Em geral, os fungicidas podem ser empregados para o controle de fungos fitopatogênicos para:

a) Proteção de folhagem:

Neste caso, os fungicidas são aplicados nas plantas em crescimento, através de pulverização ou polvilhamento, a fim de protegerem folhas e brotações novas, evitando-se a ocorrência e penetração dos fungos.

b) Tratamento de sementes:

Muitos fungicidas, eliminam estruturas de fungos, externa e internamente nas sementes. Este tratamento químico pode evitar a disseminação de doenças e conferir proteção contra alguns patógenos do solo.

c) Proteção de ferimentos:

Os tecidos de plantas vivas expostos por ferimentos de poda, desbrota, capina, etc., podem ser protegidos contra a penetração de fungos fitopatogênicos, aplicando-se preventivamente uma pasta fúngica.

d) Desinfestação do solo:

Muitos fungicidas, quando aplicados ao solo sob forma de fumigação, solução, ou grânulos, podem evitar ou reduzir a população de organismos do solo.

e) Tratamento pós-colheita:

O tratamento de frutos e outras partes vegetais utilizadas para a alimentação com fungicidas após a colheita, é de grande importância, porque visa a proteção de frutos etc., contra o ataque de organismos que causam podridões, durante o período de armazenamento, transporte e comercialização.

f) Quimioterapia:

Na quimioterapia, empregam-se fungicidas sistêmicos que apresentam a capacidade de curar uma infecção já instalada no interior dos tecidos da planta.

5. Fatores que influenciam a ação dos fungicidas no controle de fitopatógenos

A alta fungitoxicidade constitui-se na principal propriedade requerida nos fungicidas, mas outras características exercem grande influência em condições de campo. Estas características devem ser comprovadas pelo fungicida em teste de campo, para ser considerado eficiente no controle de doenças. Existe uma série de fatores físicos e químicos que atuam sobre o desempenho do produto.

5.1. Fatores físicos

5.1.1. Depósito na superfície das plantas

Diz respeito mais aos fungicidas protetores, que em geral, possuem textura muito fina. Apresentam-se como formulações de pós-molháveis ou secos, orgânicos ou inorgânicos, com baixa solubilidade, e podem ser pulverizados ou polvilhados sobre as plantas. Para que as partículas se depositem na superfície das plantas, é necessário que elas tenham movimento adequado para superar as forças de repulsão que atuam na região da fitosfera. Estas forças podem ser naturais, de natureza eletrostática ou originam-se de correntes de convecção causadas por diferenças entre a superfície da folha e o microclima ao redor da planta. Também o jato de ar proporcionado pela máquina no momento da pulverização, ao arrastar ou lançar as partículas, tende a resvalar na superfície das plantas. Portanto, as partículas devem ter um espaço de tempo suficiente para atingir a superfície das plantas, ao invés de ser levada pela corrente de ar ou ficar sujeita à ação da deriva, provocando perdas e tornando a aplicação deficiente. Quando o líquido veiculador evapora, as partículas do fungicida ficam aderidas à superfície da planta.

A quantidade de fungicida depositada na superfície da planta é diretamente proporcional à sua concentração na suspensão. Os fatores que podem afetar este relacionamento são a variação no tamanho das partículas e o depósito depois do escoamento.

A deposição das partículas dos fungicidas nos locais de possível penetração do patógeno é o ponto de maior importância a ser considerado na aplicação de um fungicida. Por exemplo, para o controle da ferrugem do cafeeiro com fungicidas protetores, a pulverização deve atingir a face inferior das folhas para evitar que o fungo penetre pelos estômatos.

A importância da deposição dos produtos químicos no local onde ocorre a penetração dos patógenos é maior para os fungicidas protetores, pois os sistêmicos de um modo geral, movem-se bem no sentido translaminar (entre uma superfície e outra do limbo foliar), acropetal (que se desenvolve em direção ao ápice da folha) e no sentido ascendente nas plantas.

O ângulo de contato da gota com a superfície da planta, é muito importante para se determinar se a suspensão irá espalhar-se uniformemente na superfície da planta. Um ângulo de contato que se aproxima de zero, indica que as forças de adesão entre o líquido e a superfície, são tão altas como as forças entre as moléculas que separam os líquidos, de modo que as gotas na pulverização formam um verdadeiro filme sobre as folhas. Se o ângulo de contato das gotas se aproxima de 180° , indica que não houve boa molhabilidade e, nesse caso, as gotas podem espalhar-se na superfície, sem molhá-la. Pode-se adicionar surfactantes não iônicos na formulação para se obter melhoria nos depósitos sobre folhas e plantas.

5.1.2. Tamanho das partículas

O tamanho das partículas, segundo literatura abundante a respeito, exerce função importante no fenômeno de tenacidade, principalmente para os fungicidas à base de cobre e enxofre. Há evidências de que também a forma das partículas é importante.

As gotas maiores e os agregados de gotas menores são facilmente levados pela ação da chuva, enquanto que as gotas formadas por partículas pequenas aderem mais fortemente à folhagem. Há, porém, casos em que a quantidade de fungicida removida é diretamente proporcional à quantidade depositada.

Com apenas o depósito do fungicida na superfície foliar não estará garantida a efetividade do produto (protetor), em condições de campo. O fungicida deve ser redistribuído de maneira que ofereça a máxima proteção nos locais de infecção. Há sempre necessidade do fungicida protetor ser redistribuído pela água da chuva ou de irrigação, pois por mais perfeita que seja a pulverização, sempre ficam espaços descobertos da planta, sem proteção, e a redistribuição aumentará muito a área coberta com o produto, e por consequência aumentará a proteção da planta contra o ataque dos fitopatógenos considerados. Depósitos formados por gotas de diâmetro maior, aplicados a alto volume, não

foram afetados significativamente pela ação da chuva. A obtenção de uma melhor eficiência no controle de doenças, com gotículas menores, pode ser explicada pela melhor cobertura da planta com o produto.

5.1.3. Tenacidade

A medida que o fungicida for sendo depositado na superfície da planta, há necessidade de se considerar os fatores físicos que irão mantê-los em atividade fungitóxica na superfície tratada.

Entre os fatores físicos que influenciam a tenacidade incluem-se:

- a) tamanho e forma das partículas;
- b) presença de agregados;
- c) distribuição na superfície da planta;
- d) natureza do composto;
- e) intensidade e duração das condições adversas do meio ambiente.

A tenacidade de um fungicida sobre a superfície é influenciada também pela distribuição das gotas. A intensidade das condições adversas do ambiente é importante, em relação a adesão dos fungicidas na superfície da planta. Chuvas pesadas, mais do que as leves, podem afetar o depósito do fungicida, mesmo em mistura com substâncias de propriedades aderentes. Da mesma forma, chuvas leves, porém contínuas, podem ter o mesmo efeito que as pesadas.

5.2. Fatores químicos

5.2.1. Fotólise

Na presença da luz solar, alguns produtos químicos sofrem alterações em sua composição, devido a absorção de energia suficiente para causar dissociação da molécula em fragmentos. De um modo geral, os fungicidas usados na proteção de plantas são sujeitos à fotólise, pelo fato de suas formulações serem constituídas de partículas muito finas, com alta superfície específica. Por isso podem se dissolver facilmente em um filme d'água, sobre as folhas, onde estão sujeitas a ação da luz solar. Esta, afetará mais os compostos que absorvem energia na faixa do espectro visível ou próximo ao ultravioleta. Os fungicidas do grupo das quinonas e o Maneb, são fotossensitivos. Devido a esse fator, o fungicida Chloranil é mais efetivo como protetor de sementes e o Dichlone é mais efetivo tanto em pulverizações na

parte aérea das plantas, quanto como protetor de sementes.

5.2.2. Hidrólise

Os compostos de amido éster, ou que contenham átomos reativos de halogênio ou nitro-grupos, tendem a hidrolisar-se na presença de água, formando compostos inertes ou com aspecto de atividade modificado. O fungicida Glyodin perde sua fungitoxicidade quando formulado, como pasta com água quente. Outros fungicidas como, Folpet, Captan, etc., que contêm átomos de halogênio reativos, são hidrolisados em suspensão aquosa. Acredita-se que nesse caso o halogênio é substituído por uma oxidrila. O Captan se decompõe vagarosamente em pH 7,0 e, rapidamente em pH alcalino, na presença de hidróxido de sódio. O fungicida PCNB que possui um nitro-grupo ativo, hidrolisa-se na presença de umidade e produz o pentaclorofenol (PCF). Ambos são considerados bons fungicidas, mas o PCNB é mais aconselhável para o tratamento do solo e o PCF, para proteção de madeira.

Na interação dos fungicidas com a atmosfera, de um modo geral, são sujeitos à oxidação. Alguns compostos podem perder suas atividades fungitóxicas, enquanto que outros podem ser ativados durante o processo de oxidação.

5.2.3. Fitotoxicidade

Um produto químico pode ser um excelente fungicida, mas se for fitotóxico, na prática, seu uso no controle de doenças de plantas pode ser limitado, pois tais compostos, ao penetrarem na planta, reagem com o protoplasma das células das plantas ou formam quelatos com metais essenciais, porém, deve-se considerar além da característica de economicidade existe uma série de fatores na aplicação racional de um fungicida como:

- a) Identificação correta do agente causal envolvido no quadro sintomatológico:

Freqüentemente, quem não entende do assunto, confunde muitas vezes o ataque de pragas, como: ácaros, insetos e deficiências nutricionais, com doenças bióticas, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematóides. Até mesmo os especialistas, por vezes necessitam de maiores estudos e análise para realizar a identificação correta de

determinadas doenças, cujos sintomas são semelhantes. Devendo-se ter o máximo cuidado para não se realizar aplicações desnecessárias de produtos químicos, por mero desconhecimento do verdadeiro agente etiológico das doenças.

b) Espécie de planta envolvida:

Muitas vezes os fungicidas são aplicados em espécies de plantas, como por exemplo, hortaliças (alface, cebolinha, coentro, almeirão, couve-flor, repolho, brócolis e moranguinha), sem que hajam estudos experimentais, registro e permissão legal do uso de produtos para tais culturas. Além de se considerar a sensibilidade das espécies de plantas aos fungicidas, há sempre a possibilidade da ocorrência de fitotoxidez.

c) Severidade da doença:

Todo e qualquer controle químico deve ser feito mediante o exame da planta e sintomatologia, para verificação se a doença constitui ameaça quanto a redução da produção e da produtividade das culturas. Deve-se ainda observar se a doença atingiu o nível de dano econômico à cultura a ser protegida, antes de iniciar qualquer tipo de tratamento da doença. Sabe-se que doença é o resultado da interação de um hospedeiro suscetível, presença do patógeno (raças virulentas) e ambiente favorável. Na grande maioria dos casos não são observados esses fatores, principalmente os relativos ao ambiente. Os fatores climáticos, como: temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade são de importância primordial no desenvolvimento de uma doença. A temperatura é um fator que afeta muito a incidência e severidade das doenças. A maior ou menor severidade das doenças nas culturas está em função de uma série de fatores, os quais devem ser do conhecimento de quem irá realizar qualquer tipo de controle químico de uma doença. Devendo-se ter em mente que, as doenças devem ser controladas quando a severidade atingiu determinado valor em porcentagem de área atacada e que acima deste, haverá comprometimento da produtividade e produção e possível antieconomicidade do tratamento. Portanto, o clima e a severidade devem sempre serem observados na recomendação de fungicidas nas culturas.

d) Intervalo e número de aplicações:

Para o controle químico de doenças de plantas, o calendário prévio de pulverizações devem ser evitados. Qualquer tipo de tratamento antes do seu início, deve ser consubstanciado pelo conhecimento de todos os fatores predisponentes da doença e período de incubação do patógeno e estágio fenológico da planta, pois esses cuidados podem representar

perda total da cultura, se medidas de controle da doença não forem imediatamente tomadas.

O intervalo entre aplicações (IA) de fungicidas de contato, é calculado pela relação do número de dias necessários para se completar o período de incubação (PI) de um patógeno, dividido por dois, isto é, $IA = PI \text{ (dias)} / 2$.

e) Dosagem do produto:

A dosagem correta do produto a ser empregada no controle das doenças de plantas, já vem especificada para cada espécie de patógeno numa determinada cultura. O uso de produtos acima das dosagens normais não é recomendado pois pode causar fitotoxidez nas culturas, aumentar a quantidade de resíduos do produto nas partes tratadas em índices acima do permitido, colocando em risco o meio ambiente pelo aumento da quantidade residual no solo e água, e causar desequilíbrio biológico atuando em microorganismos benéficos e/ou favorecendo outras espécies de patógenos.

Normalmente a unidade em que a dosagem vem indicada é kg ou l do produto por hectare. Nesse caso recomenda-se fazer a calibração "in loco" do equipamento, levando-se em consideração, o tipo de máquina, tipos e quantidade de bicos na barra, abertura dos bicos, velocidade do trator.

O que não deve ser esquecido numa aplicação é que o produto deve atingir o alvo, isto é, no caso de doenças da parte aérea das plantas é a superfície vegetativa (folhas, ramos, caule e frutos), onde o patógeno inicia o ataque, realizando-se uma cobertura uniforme das plantas.

f) Período de carência (PC) do produto:

O período de carência do produto deve ser entendido como sendo o tempo em dias, desde a última aplicação do produto e a data de colheita. Esse período constitui-se no tempo necessário para que o produto decomponha-se em outros componentes não tóxicos às plantas, ao homem e ao meio ambiente.

6. Referências bibliográficas

ANDERSON, T. R.; BUZZELL, R. I. Efficacy of Metalaxyl in controlling Phytophthora root and stalk rot of soybean cultivars differing in field tolerance. *Plant disease*, v.66. p.144-145. 1982.

- AZEVEDO, I. A. **Fungicidas antioomycetos**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, v.1, p.319-347, 1993.
- AZEVEDO, I. A.; SILVA, L. Avaliação preliminar de fungicidas no controle de *Phytophthora capsici* em morango. **Fitopatologia Brasileira**, v.12, p.29 (resumos), 1987.
- BRAGA, J. R. Fungicidas ditiocarbamatos no controle de doenças das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.1, p.349-368, 1993.
- BRUCK, R. I.; FRY, W.E.; APPLE, A. E. Effect of metalaxyl, on acylalanine fungicide, on developmental stages of *Phytophthora infestans*. **Phytopathology**, v.70, p.597-601. 1980.
- COFFEY, M. D.; KLURE, L. J.; BOWER, L. A. Variability to metalaxyl of isolates of *Phytophthora cinnamoni* and *P. citricola*. **Phytopathology**, v.75, p.1042-1046. 1984b.
- COFFEY, M. D.; JOSEPH, M. C. Effects of phosphorous and fosetyl-Al on the life cycle of *Phytophthora cinnamoni* and *P. citricola*. **Phytopathology**, v.75, p.1042-1046. 1985.
- COHEN, Y.; COFFEY, M. D. Sistemics fungicides and the control of oomycetes. **Annual Review of Phytopathological**, v.24, p. 311-338. 1986.
- HERSHBERGER, L.; AECE, G. T. (ed). Benomyl. Genova, **World Health Organization**. 1993.
- HORSFALL, J. G. Fungicides and their action, Waalthom: Chronica Botânica. 1945, 239p.
- KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas e a importância do monitoramento. **Agrotécnica**, v.1, p.5-7. 1987.
- KIMATI, H. **Controle químico**. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. ed. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. v.1, p.761-784, 1995.
- LYR, H. **Modern selective fungicides properties, applicatins, mechanisms of actions**. Jena: Gustav Fisher. Verlag. 1995, 595p.
- PEREIRA, J. C. R.; ALMEIDA, L. C. C de; SANTOS, A. F. dos; ALBUQUERQUE, P. E. D. de. Aspectos correlatos à fungicidas para o controle da queima da seringueira. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, p.1189-192. 1988.
- PICININI, E. C. Fungicidas inibidores da síntese de esteróis, I. Triazoles. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.2, p.335-355, 1994.
- PICININI, E. C. Fungicidas Benzimidazoles. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.2, p.357-413, 1994.

- PICININI, E. C. Fungicidas inibidores da biossíntese de ergosterol Piridinas, pirimidinas e piperazinas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v 5, p.353-386, 1997.
- SCHWINN, F.J. New developments in demial control of Phytophthora. In: ERWIN, D. C.; BARTNICKI, G.; TSAO, P.H. (ed) *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. **Annual Phytopathological Society**, p.71-80, 1983.
- SCHWINN, F.J; STAUB, T. **Oomycetes fungicides**. In: LYR, H. modern selective fungicides: properties, applications, mechanisms of actions. Jena. Gustav Fischer. p.323-346. 1996.
- STAUB, T. H.; HUBELE, A. **Recent advances in the chemical control of oomycetes**. In: WEGLER, H.; VON, R. (ed). *Chemie der pflanzenchutz- und schädlingsbekämpfungsmittel*. Berlin: Springer-Verlag, 1981. p.389-442.
- VALBEDENITO-SANHUEZA, R. M. Controle químico da podridão de raízes em macieira, causada por *Phytophthora cactorum*, no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, v.16, p.25-30, 1991.
- VEIGA, P. ; FACAO, M. J.; OLIVEIRA, G. H. N. Avaliação da eficiência de diferentes doses de Ridomil 50 BR (Metalaxyl) no controle do amarelão do fumo, causado por *Pythium* sp. em lavoura. **Fitopatologia Brasileira**, v. 17, p.74, 1992.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; CHAVES, G.M. **Controle químico de doenças de plantas**. Brasília: ABEAS, 1995, 307p.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do; SILVA, M.B. da. **Controle de doenças de plantas**. Brasília: ABEAS, 1997, 120p.

Anexos

Quadro 1. Descrição dos principais tipos de instrumentos jurídicos		
Instrumento	Características	Exemplos
1. Testamento	Declaração de vontade unilateral, feita por pessoa capaz, com o intuito de dispor de seus bens após a morte.	Testamento solene, Testamento cerrado, Testamento particular, Testamento oral.
2. Contrato	Acordo de vontades entre duas ou mais partes, com o intuito de criar, modificar ou extinguir uma obrigação.	Compra e venda, Doação, Locação, Empréstimo, Sociedade, Casamento.
3. Lei	Norma jurídica emanada do Poder Legislativo, com o intuito de estabelecer regras gerais de conduta para todos os cidadãos.	Constituição, Leis Ordinárias, Leis Complementares, Decretos Legislativos.
4. Decretos	Atos administrativos emanados do Poder Executivo, com o intuito de regulamentar a aplicação das leis.	Decreto, Portaria, Resolução, Circular.
5. Jurisprudência	Conjunto de decisões judiciais que servem de base para a interpretação e aplicação do direito.	Súmula do Supremo Tribunal Federal, Acórdãos do Superior Tribunal de Justiça.
6. Doutrina	Conjunto de ideias e teorias elaboradas por juristas, com o intuito de explicar e interpretar o direito.	Tratados, Monografias, Artigos de Revista.
7. Costumes	Regras de conduta estabelecidas pela comunidade, com o intuito de regular a vida social.	Costume local, Costume profissional, Costume comercial.
8. Tratados	Acordos internacionais entre dois ou mais Estados, com o intuito de estabelecer regras de conduta entre eles.	Tratado de Comércio e Navegação, Tratado de Paz e Amizade.
9. Resoluções	Atos administrativos emanados do Poder Judiciário, com o intuito de regulamentar a aplicação das leis.	Resolução do Conselho Nacional de Justiça, Resolução do Conselho Nacional de Procuradores-Gerais.
10. Portarias	Atos administrativos emanados do Poder Executivo, com o intuito de regulamentar a aplicação das leis.	Portaria do Ministério da Justiça, Portaria do Ministério da Saúde.
11. Decretos	Atos administrativos emanados do Poder Executivo, com o intuito de regulamentar a aplicação das leis.	Decreto do Presidente da República, Decreto do Governador do Estado.
12. Leis	Normas jurídicas emanadas do Poder Legislativo, com o intuito de estabelecer regras gerais de conduta para todos os cidadãos.	Constituição, Leis Ordinárias, Leis Complementares, Decretos Legislativos.

Quadro 1. Utilização dos principais fungicidas protetores e orgânicos adicionais e microorganismos controlados.

Fungicida	Utilização	Microorganismos controlados
1. Enxofre: Enxofre elementar	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos.
Calda sulfo-cálcica	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos.
2. Cúpricos: Hidróxido de cobre	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos.
Óxido cuproso	Tratamento de sementes e parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos.
Sulfato básico de cobre	Tratamento de sementes e parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos.
Oxicloreto de cobre	Tratamento de sementes e parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos.
3. Ditiocarbamatos: Thiram	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos: Monílinia, Colletotrichum, Fusarium, Sphaceloma e Rhizoctonia.
Ziram	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos: Peronospora; Imperfeitos: Monílinia, Venturia, Septoria; Oídium, Colletotrichum e Botrytis.
Maneb	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos: Peronospora e Phytophthora; Imperfeitos: Alternária, e Colletotrichum.
Mancozeb	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Oomicetos e Imperfeitos.
4. Compostos aromáticos Chlorotalonil	Tratamento do solo e parte aérea da planta	Fungos: Oomicetos e Ascomicetos: Mycosphaerella
Dicloran	Tratamento do solo e parte aérea das plantas	Fungos Imperfeitos: Dydinella Botryodiplodia, Alternária e Colletotrichum.
PCNB	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos Imperfeitos.

Quadro 1. Continuação.

Fungicida	Utilização	Microorganismos controlados
5. Compostos heterocíclico halogenados Captan	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos Imperfeitos.
Captafol	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos Imperfeitos.
Folpet	Tratamento de sementes	Fungos Imperfeitos.
Dyrene	Tratamento de sementes	Fungos: Basidiomicetos: Uromyces, Puccinia; Imperfeitos e Oomicetos.
6. Orgânicos adicionais Dodine	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos: Basidiomicetos: Uromyces, Puccinia; Imperfeitos e Oomicetos.
Dichlofenamid	Tratamento da parte aérea das plantas	Fungos (Alternária, Septória e Phytophthora).

Fonte: Zambolim et al., 1995

Quadro 2. Utilização e microorganismos controlados pelos principais fungicidas erradicantes.

Fungicida	Utilização	Microorganismos Controlados
Brometo de metila + Cloropricina	Desinfestação do solo	Biocida
Dazonet	Tratamento do solo	Biocida (não bactericida)
Metam-sódio	Fumigação do solo	Biocida (não bactericida)
Formol	Fumigação do solo	Biocida
Quintozene (PCNB)	Tratamento do solo	Fungos (vários)
Etridiazol	Tratamento do solo e de sementes	Fungos: Oomicetos

Fonte: Zambolim et al., 1995

Quadro 3. Principais fungicidas sistêmicos e doenças controladas.

Nome técnico	Produto comercial	Doenças controladas
Carboxin	Vitavax	Ferrugem do feijoeiro, manchas foliares, podridões de raízes e colo de vários hospedeiros, carvões, cárie de cereais, etc.
Pyracarbolid	Sicarol	Ferrugem do feijoeiro (Uredinales, carvões e tombamento de mudas (Rhizoctônia solani).
Benomyl	Benlate	Manchas foliares, antracnose, verrugose, brusone, môfos, vassoura-de-bruxa, seca-de-ramos, cancro-de-hastes, septoriose, fusariose, mal de Sigatoka, carvões, sarna-da-macieira, cárie dos cereais, cercosporiose, mal-das-folhas da seringueira, podridão de sementes, míldio pulverulento, etc.
Tiofanato metílico	Cercobyn Cycosin	Ferrugens, antracnose, manchas foliares, môfos, septoriose, cercosporiose, podridões de sementes, oídios, mancha angular de feijoeiro, fusariose, etc.
Metalaxyl	Ridomil	Gomose dos citros, podridão de raízes de frutíferas e míldios pulverulentos.
Oxadixyl	Sandofan	Requeima do tomate, da batata e míldio da videira.
Prothiocarb	Previcur	Gomose dos citros, podridão do colo, cancro do caule da seringueira, podridões de raízes, requeima da batata e míldios.
Hymexazol		Podridões de raízes e fusariose.
Cymoxanil	Curzate	Míldio (videira e das cucurbitáceas) e requeima da batata.
Fosetyl-Al ou Efosite-Al	Aliette	Míldios pulverulentos e gomose dos citros, podridão do colo, cancro do caule da seringueira, podridões de raízes.
Probenazole	Oryzemate	Brusone do arroz.
Chloroneb	Denosam	Rizoctoniose ou podridão de raízes e colo.
Tridemorph	Calixin	Míldios pulverulentos, mal de Sigatoka, ferrugens e oídios.
Ediphenphos Pyrzophos Kitazin	Kitazin-P Afugan Kitazin	Brusone do arroz. Brusone do arroz. Brusone do arroz e trigo e míldios pulverulentos.
Imazalil	Fungadlor	Manchas foliares (Pyrenophora e Phoma), septoriose e fusariose, cercosporiose e mal de Sigatoka em banana.

Quadro 3. Continuação.

Nome técnico	Produto comercial	Doenças controladas
Prochloraz	Sportak	Míldios pulverulentos, septoriose, manchas foliares (Pyrenophora e Phoma), sarna da macieira, podridões de raízes e colo, oídio de gramíneas, mal de Sigatoka em banana, antracnose em café e fusariose em cereais.
Fenapanil Triflumizole	Sisthane	Míldios pulverulentos, sarna da macieira, podridão parda do pêssago, mal de Sigatoka, ferrugens, mal-das-folhas da seringueira, e manchas foliares.
Triforine	Saprol	Míldios pulverulentos, ferrugens, sarna da macieira, podridão parda do pêssago, podridões de raízes e oídios.
Buthiobate Pirifenox	Rondo Rondo M	Podridão parda do pêssago, sarna da macieira e manchas foliares de frutíferas, ferrugens e míldio pulverulento de frutíferas.
Fenarimol Ethirimol	Rubigan Milgo	Sarna da macieira, manchas foliares, mal das folhas da seringueira, mal de Sigatoka, cercosporiose, oídios, carvões e cárie dos cereais.
Triadimefon Triadimenol	Bayleton Baytan	Podridões dos frutos de abacaxi, sarna da macieira, manchas foliares, oídios, septoriose, ferrugens e mal-das-folhas da seringueira.
Propiconazole	Tilt	Ferrugens (alho, café e cereais), oídio (cucurbitáceas e cereais) septoriose dos cereais, manchas foliares (frutíferas e cereais), mal de Sigatoka em banana, carvões, cárie dos cereais, podridão dos frutos de abacaxi e mal-das-folhas da seringueira.
Ciproconazol	Alto 100	Ferrugens (feijoeiro, trigo, cafeeiro e maçã), sarna da maçã e cercosporiose do amendoim.
Flutriazole	Impact	Oídio dos cereais, ferrugens (café e cereais), manchas de folhas de beterraba, podridão parda do pêssago, cercosporiose da beterraba, mal de Sigatoka em banana e septoriose dos cereais.
Tebuconazole	Folicur	Ferrugem (cereais), oídio (cereais), septoriose (cereais), cercosporiose da beterraba e mancha foliares (cereais, leguminosas, etc.)
Difenoconazol	Score	Ferrugens (cereais, café, feijão e amendoim), oídio dos cereais, septoriose dos cereais, manchas foliares (cereais, amendoim), fusariose de cereais, carvões e cárie de cereais, mal de Sigatoka em banana, brusone do arroz, mancha de alternária em batata e tomate.

Quadro 3. Continuação.

Nome técnico	Produto comercial	Doenças controladas
Diniconazole	Spotless	Manchas foliares (videira, maçã e beterraba), sarna da maçã, mancha de alternária em maçã, oídio em beterraba, septoriose de cereais e carvões e cárie de cereais.
Fluzilazole, Bromuconazol Epoxiconazole Hexconazole Triticonazole	Punch	Oídios (cereais, cucurbitáceas e frutíferas), ferrugens dos cereais, cercosporiose (cereais, leguminosas etc.), manchas foliares (amendoim, frutíferas e leguminosas), septoriose de cereais, etc.), mal de Sigatoka da banana, e sarna da macieira.
Triciclazole	Bim	Brusone do arroz.

Fonte Zambolim et al., 1997.



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura e do Abastecimento***

BR 364 km 5,5 – C. Postal: 406 - CEP 78900-970 – Porto Velho / RO

Fone: (0xx69)222-3080 Fax (069)222-3857 / 222-3070

www.cpafrro.embrapa.br E-mail: sac@cpafrro.embrapa.br

**Ministério da
Agricultura e do
Abastecimento**

