

FL
4313

ISSN 0101-6644



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - CNPT
Passo Fundo, RS

ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DE DOENÇAS DO TRIGO



Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
Passo Fundo, RS

1988

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República: José Sarney

Ministério da Agricultura: Iris Rezende Machado

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

Presidente: Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores: Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

Francisco Ferrer Berzerra

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO - CNPT

Chefe: Luiz Ricardo Pereira

Chefe Adjunto Técnico: Aroldo Galon Linhares

Chefe Adjunto Administrativo: Pedro Paulino Risson

ISSN 0101.6644

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - CNPT

Passo Fundo, RS

ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DE DOENÇAS DO TRIGO

Erlei M. Reis

José Maurício C. Fernandes

Edson C. Picinini

Centro Nacional de Pesquisa de Trigo

Passo Fundo, RS

1988

EMBRAPA-CNPT. Documentos, 7/1988.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

EMBRAPA-CNPT
BR 285 Km 174
Telefone: (054) 312-3444
Telex: (054) 5319
Caixa Postal 569
99001 - Passo Fundo, RS

Tiragem: 10.000 exemplares

Comitê de Publicações
Presidente: João Carlos Soares Moreira
Membros: Erlei Melo Reis
 Gilberto Omar Tomm
 Ana Christina Albuquerque Zanatta
 Geraldino Peruzzo
 Milton Costa Medeiros

Editor: Benami Bacaltchuk

Desenhos: Liciane Toazza Duda Bonatto

Fotos: Erléi Melo Reis, José Maurício C. Fernandes

Datilografia: Fátima Maria De Marchi, Roselaine de Souza, Nedir Rosa-
ne Schneider

Reis, Erlei M.

Estratégias para o controle de doenças do trigo, por Erlei M. Reis, José Maurício C. Fernandes e Edson C. Picinini. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1988.

50p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 7).

1. Trigo-Doenças-Controle-Estratégia. I. Fernandes, José Maurício C., Colab. II. Picinini, Edson C., Colab. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, RS. IV. Título. V. Série.

CDD 633.1193

© EMBRAPA-1988

APRESENTAÇÃO

A tecnologia desenvolvida pela pesquisa para a cultura do trigo, no Brasil, vem evoluindo, significativamente, nos últimos anos. Na área de melhoramento genético, verifica-se que as novas cultivares têm, comprovadamente, um potencial de produtividade superior a 25 % ou mais que as cultivadas na década de 70. Na área de manejo e de conservação de solo, as atuais recomendações permitem uma execução de preparo de solo com um custo de 50 % inferior e, praticamente, sem risco de erosão.

Hoje, entre as várias técnicas disponíveis para trigo, a tecnologia de controle de doenças, tanto da parte aérea como do sistema radicular, talvez seja a mais pesquisada e a de uso mais racional. Estudos de práticas culturais para evitar o ataque de doenças; uso de cultivares resistentes; identificação de níveis de danos que permitem administrar, com maior segurança, a convivência com as doenças; identificação de princípios ativos mais eficientes e menos tóxicos; identificação de organismos e de métodos para controle biológico estão, hoje, sendo pesquisados e empregados não só por pesquisadores em campos experimentais, mas, especialmente, por produtores em suas fazendas.

A presente publicação procura apresentar, com detalhes, algumas das estratégias disponíveis para o controle das doenças do trigo, de tal forma a permitir que se maximize a produção, otimizando o uso das práticas recomendadas e, conseqüentemente, contribuir, decisivamente, para a estabilidade das altas produções já, hoje, alcançadas.

O Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, como instituição que lidera e coordena a pesquisa tritícola nacional, tem a satisfação de editar esta publicação que, temos a certeza, em muito auxiliará técnicos e produtores que se dedicam a essa cultura em nosso país.

Luiz Ricardo Pereira
Chefe do CNPT

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. CAUSAS DAS PRINCIPAIS DOENÇAS DO TRIGO.....	8
3. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DE EPIDEMIOLOGIA.....	11
3.1. Conceitos.....	11
3.2. Fatores determinantes de doenças parasitárias.....	12
4. PREDOMINÂNCIA DOS PATÓGENOS DO TRIGO SEGUNDO AS REGIÕES TRITÍCOLAS BRASILEIRAS.....	17
5. CLASSIFICAÇÃO DOS FUNGOS PATOGÊNICOS DO TRIGO, SEGUNDO SEUS REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS E SUAS IMPLICAÇÕES NA SOBREVIVÊNCIA E NA ESTRATÉGIA DE CONTROLE.....	18
5.1. Biotróficos.....	18
5.2. Necrotróficos.....	19
FOTOS.....	21
6. ESTRATÉGIAS DE CONTROLE.....	32
6.1. Rotação de culturas.....	33
6.2. Eliminação de plantas voluntárias.....	35
6.3. Eliminação de hospedeiros secundários.....	35
6.4. Uso de sementes sadias.....	36
6.5. Uso de cultivares resistentes.....	39
6.6. Uso de fungicidas.....	41
7. CONCLUSÕES.....	47
8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	48

Erlei M. Reis¹

José Maurício C. Fernandes¹

Edson C. Picinini²

1. INTRODUÇÃO

Por que é difícil produzir trigo no Brasil? A tecnologia empregada em países auto-suficientes e/ou exportadores é mais desenvolvida do que a aqui disponível? A simples importação de cultivares de trigo ou qualquer outra tecnologia resolveria o problema da triticultura brasileira?

Perguntas como estas têm sido, freqüentemente, feitas por políticos, por produtores, por agentes de assistência técnica e por pesquisadores.

As dificuldades existentes quanto à produção de trigo devem-se à ocorrência e à severidade de doenças, as quais estão relacionadas com às adversidades climáticas.

No Sul do país (Sul do paralelo 24^{OS}) o clima é muito instável (no ano e entre anos), principalmente, em relação à precipitação pluviométrica e à temperatura. Esta região caracteriza-se pelo excesso hídrico durante o período de desenvolvimento do trigo. A ocorrência de chuvas freqüentes durante o espigamento, aliada à alta temperatura, contribuindo para o ataque severo de doenças, constitui-se na principal causa da instabilidade das safras.

¹ Eng.-Agr., Ph.D., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, EMBRAPA, Caixa Postal 569, 99001 - Passo Fundo, RS.

² Eng.-Agr., M.Sc., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, EMBRAPA, Caixa Postal 569, 99001 - Passo Fundo, RS.

Para melhor compreensão das interações entre requerimentos climáticos e zoneamento do trigo no Brasil, aconselha-se o estudo do trabalho de Mota (1982).

O clima úmido e quente favorece o desenvolvimento de numerosas doenças.

Trabalhos realizados no Rio Grande do Sul demonstraram que o requerimento hídrico do trigo é 320 mm durante seu ciclo. A precipitação normal, em Passo Fundo, RS, no período de desenvolvimento do trigo (junho-novembro), é de 920 mm o que comprova o excesso de umidade existente.

A umidade excessiva e as temperaturas altas satisfazem as condições requeridas ao desenvolvimento de doenças fúngicas. Além disso, não se deve esquecer que o excesso ocorrente, sem dúvida, é também, responsável pela erosão avassaladora dos solos brasileiros com reflexos negativos na produtividade das culturas.

Ao norte do paralelo 24°S, a temperatura média é mais elevada e com a dominância de déficits hídricos de abril a agosto. Esta região também é sujeita a geadas durante o espigamento (junho-julho).

Este trabalho objetiva fornecer aos técnicos envolvidos na área de produção de trigo conhecimentos sobre fatores que determinam a ocorrência das principais doenças do trigo no Brasil, de origem outra que não virótica, assim como as diferentes estratégias de controle que podem ser usadas.

2. CAUSAS DAS PRINCIPAIS DOENÇAS DO TRIGO

A maioria das doenças de plantas são causadas por microorganismos parasitas os quais extraem seus nutrientes do hospedeiro suscetível. Entre estes, os fungos são os mais comuns. Ao parasitarem os hospedeiros, os fungos produzem os sintomas das doenças.

Quando se necessita manejar os patógenos, precisa-se entender como esses microorganismos invadem as plantas, como se desenvolvem nelas e, também, como sobrevivem de um ano agrícola para o outro. A

maioria dos fungos parasitas de plantas formam esporos os quais podem ser produzidos livremente na superfície das plantas (ex. agentes causais de ferrugens e da helmintosporiose) ou dentro de corpos frutíferos (ex. agentes causais de septoriose e de giberela). No segundo caso, os esporos são liberados pela água. Posteriormente, os esporos livres e os liberados de corpos frutíferos são disseminados pelo vento ou pelos respingos de chuva ou por ambos e depositados na superfície do tecido suscetível. Na presença de umidade (orvalho ou chuva), iniciam o processo de germinação emitindo um tubo germinativo ao longo do limbo foliar. Uma vez o tubo germinativo encontrando aberturas naturais, tais como os estômatos, são formadas estruturas especiais, apressórios, e o tubo de penetração termina por estabelecer a infecção na planta (Figura 1a). Alguns fungos, entretanto, podem penetrar diretamente através das células da epiderme. Neste processo de infecção, provavelmente, envolvem enzimas. Uma vez dentro da planta, o tubo germinativo cresce formando derivações tipo rede tubular, denominadas de micélio, o qual extrai o alimento do hospedeiro. Em alguns casos, estruturas especiais denominadas de haustórios são formadas para penetrar cada célula, individualmente, visando a extração alimentar mais eficiente e que menos danos cause ao hospedeiro. De uma maneira geral, num período de 8 a 10 dias, uma nova geração de esporos é produzida (cerca de 300.000 em um picnídio de *Septoria tritici*) pela erupção do micélio ou pela organização deste em corpos frutíferos.

Numerosos tipos de fungos podem atacar as plantas e é natural que estes apresentem variações no seu ciclo de vida, na maneira como são disseminados e em sua sobrevivência. Alguns organismos podem sobreviver nos restos culturais ou na semente ou mesmo no solo, a exemplo de *Bipolaris sorokiniana* (sin. *Helminthosporium sativum*), agente causal da helmintosporiose do trigo. Outros, no entanto, só sobrevivem em hospedeiros vivos como é o caso dos agentes causais das ferrugens e do oídio do trigo.

Algumas bactérias podem também causar doenças infecciosas no trigo. A infecção bacteriana em trigo, geralmente, caracteriza-se por sintomas distintos iniciando por lesões do tipo encharcamento ou anarsarca terminando por causar o colapso de todo o tecido colonizado. O

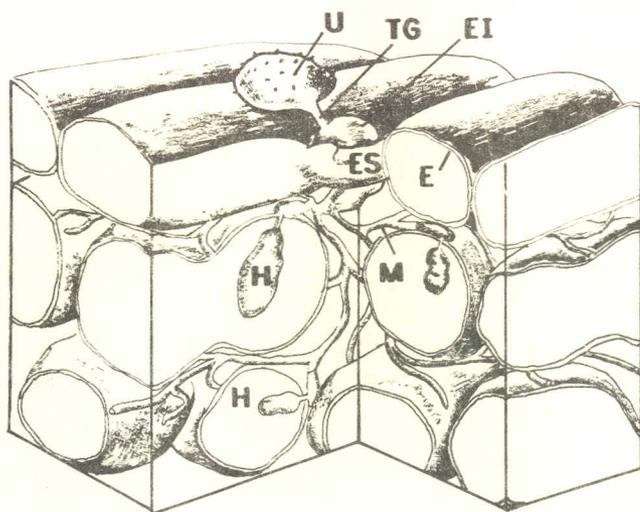


Figura 1a. Processo infeccioso de *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* originando-se com a germinação de um uredosporo na superfície foliar: U - Uredosporo; TG - Tubo germinativo; EI - Estrutura de infecção; ES - Estômato; E - Epiderme; H - Haustório; M - Micélio.

processo infectivo por bactérias difere daquele descrito para a maioria dos fungos. A penetração no tecido foliar dá-se pelas aberturas naturais e pelos ferimentos envolvidos por um filme de água com células bacterianas em suspensão. Uma vez dentro da planta, as bactérias patogênicas como *Xanthomonas*, por exemplo, multiplicam-se muito rapidamente e, neste processo, várias enzimas produzidas interferem na estrutura da parede celular fazendo com que estas colapsem deixando fluir todo citoplasma o qual contém os substratos necessários ao crescimento bacteriano. Desta forma, um número enorme de células bacterianas são produzidas. Em geral, sob condições quentes e úmidas, as células bacterianas espalham-se num processo rápido, principalmente, pelas gotículas de chuva. Como outro organismo qualquer, as bactérias, também, apresentam mecanismos próprios de sobrevivência.

Outras entidades que também causam doenças em trigo são os vírus. Os vírus somente podem se multiplicar em tecidos vivos nos quais causam doenças. A maioria dos vírus necessita de um vetor para ser transmitido de planta para planta e, nesse caso, é necessário conhecer-se a biologia do vetor para o seu controle. Os vírus, normalmente, não sobrevivem em restos culturais, porém, podem sobreviver nos vetores e, mesmo, em sementes. No caso do trigo, no Brasil, os fitovírus são transmitidos por pulgões (vírus do nanismo amarelo da cevada) ou por um fungo de solo (vírus do mosaico do trigo).

3. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DE EPIDEMIOLOGIA

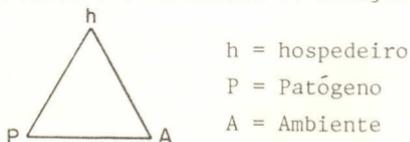
3.1. Conceitos

Epidemiologia é a ciência que estuda o desenvolvimento da doença numa população de plantas; é o aumento da intensidade da doença numa população de plantas limitado em tempo e em espaço.

A epidemiologia envolve estudos de interações entre as populações do hospedeiro, do patógeno e do homem. A epidemiologia trata, portanto, do estudo dos fatores que afetam a velocidade de aumento da doença em populações de plantas.

3.2. Fatores determinantes de doenças parasitárias

3.2.1. Triângulo dos fatores determinantes de doenças bióticas.



Representa-se, nesta figura geométrica a interdependência dos fatores hospedeiro, patógeno e ambiente para que ocorra uma doença. O patógeno (P) representa o agente causal de doenças bióticas ou parasitárias. Os principais são os fungos. O hospedeiro (h) é a planta de trigo a qual é a fonte nutritiva preferencial dos patógenos da cultura.

Os patógenos são, nutricionalmente, dependentes do hospedeiro (substrato nutricional).

Por isto, os patógenos, em sua luta pela sobrevivência, procuram não se separar do hospedeiro. A separação significa a possibilidade de risco de não reencontrar a fonte nutricional e sucumbir por inanição, por competição e por antibiose.

Os patógenos mantêm contato físico com a planta durante a estação de cultivo (causando danos econômicos), com plantas vivas vegetando fora da estação normal de cultivo (plantas voluntárias), com restos culturais e com sementes infectadas ou permanecem livres no solo, esperando pela disponibilidade do alimento. A infecção de sementes representa o mecanismo de sobrevivência mais eficiente, pois não há a separação do patógeno da fonte nutricional. O triângulo é mantido. Fica, indefinidamente, garantida a união do parasita à fonte nutricional.

Na natureza os patógenos procuram se manter junto ao hospedeiro vivo, de seus restos culturais ou da semente.

As condições ambientais (A) representam o conjunto de fatores

climáticos e edáficos que envolvem patógeno-hospedeiro. Dos fatores climáticos, os mais importantes são a umidade e a temperatura.

A umidade é fator determinante essencial à ocorrência de doenças parasitárias em plantas. A temperatura age como um catalizador, ou seja, retarda ou acelera o processo de reprodução. O número de gerações de um patógeno (de esporo a esporo) é função da temperatura. No caso da ferrugem do colmo do trigo, por exemplo, causada por **Puccinia graminis f.sp. tritici**, a duração do ciclo biológico do fungo (de uredosporo a uredosporo), sob condições favoráveis de umidade é função da temperatura: 22 dias a 5°C, 15 dias a 10°C e 5 a 6 dias com temperatura de 23°C. Ao contrário de como algumas pessoas pensam, a baixa temperatura (geadas) não é letal aos patógenos de trigo no Brasil: apenas retarda sua reprodução.

Quanto à umidade, o importante não é a precipitação total ou o excesso hídrico, mas sim, a duração de água livre ou molhamento (forma líquida) na superfície dos órgãos verdes da planta de trigo.

Os patógenos respondem a estímulos os quais são interpretados como sinais do ambiente. Os patógenos são, desta forma, influenciados pelo ambiente que lhes orienta. A relação estímulo-resposta é obrigatória. Assim, qualquer alteração ou mudança ambiental que leve a alterar o comportamento de um microorganismo, é um estímulo. Por exemplo, a presença de água livre (que é um sinal do ambiente) é o estímulo indutor da germinação de esporos de algumas espécies de fungos. Os esporos de **Puccinia spp.**, de **Bipolaris spp.** e de **Pyricularia spp.** são disseminados pelo vento. Quando isto ocorre, sob tempo seco, são depositados na superfície dos órgãos verdes do trigo permanecendo em dormência, à espera do estímulo que é a água livre. Uma vez existindo água livre (orvalho, neblina ou chuva), inicia o processo de germinação. Há exceções: os conídios de **Erysiphe graminis f.sp. tritici** não requerem água livre para germinar. Os esporos assexuados de **Stagonopora nodorum** e **Septoria tritici**, são disseminados sempre veiculados por gotículas de água. A radiação ultravioleta tem ação letal sobre os esporos livres dos fungos, sendo que aqueles pigmentados a exemplo de **B. sorokiniana**, são os que apresentam maior resistência a estes. Por outro lado, conídios hialinos, como os de **Septoria spp.**, são inativados em poucas horas pela radiação ultravioleta.

Os processos de germinação e de penetração são interrompidos se ocorrer o secamento da superfície foliar durante o desenvolvimento daqueles. Se secar e o patógeno não tiver se estabelecido como parasita, ocorrerá sua morte. Na natureza, grande número de propágulos perde, assim, sua viabilidade.

A velocidade do processo de germinação, de penetração e de estabelecimento parasitário é função de temperatura, havendo um requerimento térmico mínimo, um ótimo e um máximo. Na faixa térmica ótima, o processo todo ocorre no espaço de tempo mais curto. Quanto maior for o número de ciclos biológicos do patógeno, maior é o número de ciclos secundários da doença e, conseqüentemente, mais severa será a sua intensidade.

Período crítico é um período de tempo (horas) no qual o clima (molhamento e temperatura) é favorável à germinação de esporos, penetração nos tecidos suscetíveis e no qual dá-se o estabelecimento do patógeno como parasita. Em outras palavras, é o número de horas que a superfície do órgão suscetível tem que permanecer molhada, a uma dada temperatura, para que o processo de infecção seja completado (germinação, penetração e extração inicial de nutrientes do hospedeiro). Está assim estabelecido o parasitismo que é detrimental à planta. Após o estabelecimento poderá, cessar o molhamento, porém isto não determinará a morte do propágulo. Posteriormente, ocorrerão o surgimento e o desenvolvimento dos sintomas e a final esporulação do patógeno na lesão. Encerra-se, assim, um ciclo da doença.

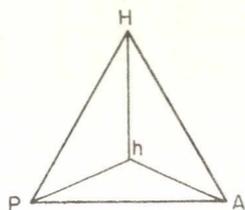
É evidente, conforme descrito anteriormente, que o determinante do nível de severidade de uma doença não é a precipitação total, mas, sim, o número de períodos críticos que ocorrem durante o ciclo do trigo. Comparando-se a região Sul com a ao Norte do paralelo 24°S, verifica-se que, devido à maior freqüência de chuvas, o número de períodos críticos é maior na primeira, porém a temperatura média é mais baixa e às vezes compensa, fazendo com que nestas a severidade das doenças seja menor. Na região Norte, mais quente e mais seca, quando ocorrem estações chuvosas, a exemplo do ano de 1982, com numerosos períodos críticos durante o ciclo da cultura, as doenças, como helminthosporiose, manifestam-se avassaladoramente.

Quanto maior o número de períodos críticos ocorrentes durante a cultura do trigo, maior será o número de ciclos biológicos do fungo numa planta e mais intensos serão os danos da doença. O inverso é verdadeiro.

Deve-se enfatizar a importância da interação entre a temperatura e o número de horas requeridas de molhamento. O período crítico será mais curto quando a temperatura for ótima ao crescimento do patógeno. Como discutido anteriormente, o processo de penetração é bloqueado pela morte do tubo germinativo quando o molhamento cessar antes de completar-se a penetração. Grande número de esporos perde a viabilidade porque o período crítico não é satisfeito, sendo muito curto, não possibilitando a complementação do processo infeccioso. Na Tabela 1, procuram-se apresentar dados de literatura relativos à duração do molhamento em função da temperatura, satisfazendo o período crítico. A duração do orvalho, para alguns patógenos, não satisfaz este período. Convém salientar que quanto mais próximo do solo, maior a duração do molhamento. Por outro lado, no caso de *Pyricularia* sp., o orvalho propicia período de molhamento suficiente.

Determinar a duração do período de molhamento (horas) é importante para que se entenda o estabelecimento de um patógeno como parasita e o posterior desenvolvimento de ciclos secundários. No Brasil, praticamente, a temperatura que em geral é elevada, não é limitante ao desenvolvimento de doenças do trigo. A umidade, portanto, é o fator predisponente mais determinante.

3.2.2. Tetraedro dos fatores determinantes de epidemias



H = homem (agricultor)

h = hospedeiro (trigo)

P = patógeno (microrganismo)

A = ambiente (umidade e temperatura)

De acordo com as afirmações de Zadoks & Schein 1979, sob condições práticas, o homem é outro fator importante no manejo da doença. Ao

Tabela 1. Requerimentos térmicos e duração do período de molhamento dos órgãos suscetíveis para o estabelecimento da infecção por alguns patógenos do trigo.

Doença	Agente causal	Temperatura °C	Duração do molhamento horas	Autor
Bruzone	Pyricularia sp.	18	14	Ou 1972
		21	12	Ou 1972
		27	10	Ou 1972
		24-28 (ótimo)	16-24	Ou 1972
Ferrugem do Colmo	Puccinia graminis f.sp. tritici	19-22	10	Barcellos 1982
Ferrugem da Folha	P. recondita f.sp. tritici	16-18	10	Barcellos 1982
Giberela	Gibberella zeae	20	60	Andersen 1948
		25	48	Andersen 1948
Helminthosporiose	Bipolaris sorokiniana	≥ 18	9-24	Couture & Suttor 1978
Mal-do-pé	Gaeumannomyces graminis var. tritici	12-20	-	Butler 1961
Mancha amarela da folha	Dreschlera tritici-repentis	18-28	30	Luz & Bergstrom 1986
Mancha salpicada da folha	Septoria tritici	20-25	72-96	Eyal et al. 1987
Mancha da gluma	Stagonospora nodorum	20-25	48-72	Fernandes 1985
Oídio	Erysiphe graminis f.sp. tritici	15-22	-	Wiese 1977

invés de um triângulo é proposto um tetraedro. Por isto, nesta figura geométrica, o homem (H) é colocado no vértice superior devido à influência marcante que exerce sobre os três fatores determinantes da doença: hospedeiro-patógeno-ambiente. É o homem que decide quais as práticas culturais e que tipo de cultivar a serem usadas na lavoura. Desta maneira, consciente ou inconscientemente, o agricultor exerce influência sobre a planta e ambiente, afetando, também, a população do patógeno, contribuindo, assim, para o aumento ou para o declínio da intensidade de doenças na lavoura.

A intensidade de uma doença de trigo pode ser dependente das práticas culturais usadas pelo agricultor.

4. PREDOMINÂNCIA DOS PATÓGENOS DO TRIGO SEGUNDO AS REGIÕES TRITÍCOLAS BRASILEIRAS

De uma maneira geral, os parasitas obrigatórios, como os causadores das ferrugens (*Puccinia* spp.) e do oídio (*E. graminis* f.sp. *tritici*) ocorrem em todas as regiões tritícolas do Brasil, variando de ano para ano a severidade da infecção. O oídio nas condições das regiões Centro e Centro Sul é observado em altos níveis de infecção, especialmente, sob irrigação.

Quanto aos patógenos causadores de manchas foliares, existe uma separação espacial, mais ou menos definida, quanto à intensidade de ocorrência. A mancha marrom, causada por *B. sorokiniana*, predomina nas regiões mais quentes, como nos estados do Paraná, de Mato Grosso do Sul, de São Paulo, de Minas Gerais e nas Missões do Rio Grande do Sul. Por outro lado, *S. nodorum* (Sin. *S. nodorum*) predomina no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. *Septoria tritici* ocorre com menor frequência que os acima citados, ocorre apenas em anos com períodos longos de molhamento da superfície foliar associado à temperaturas amenas. Por outro lado, *Dreschlera tritici-repentis* parece apresentar uma adaptação semelhante a todas as regiões tritícolas.

As doenças que atacam, predominantemente, a espiga, como a giberela (*Gibberella zeae*), podem atacar o trigo, teoricamente, em todas

as regiões tritícolas, uma vez que o inóculo primário abunda em todas as regiões, durante todo o ano. Entretanto, as condições climáticas, no momento da floração (antese), é que irão determinar a ocorrência da doença. A mesma consideração poderia ser feita para a brusone (*Pyricularia* sp.).

A mancha estriada da folha do trigo, uma doença de origem bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*), tem sido encontrada em sementes oriundas de todas as regiões tritícolas do Brasil; entretanto, os danos econômicos devido a esta doença têm sido observados apenas nas regiões com temperaturas mais elevadas, como as ao Norte do paralelo 24°S.

As doenças do sistema radicular, como a podridão comum (*B. sorokiniana*) e o mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*), parecem estar amplamente distribuídas no Brasil; entretanto, danos econômicos estão associados a regiões mais frias com alta precipitação pluviométrica.

5. CLASSIFICAÇÃO DOS FUNGOS PATOGENICOS DO TRIGO, SEGUNDO SEUS REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS E SUAS IMPLICAÇÕES NA SOBREVIVÊNCIA E NAS ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

Onde são encontrados os parasitas do trigo nos meses em que este não está sendo cultivado? De onde os patógenos partem para reencontrarem a planta de trigo, sua principal fonte nutricional? Certamente que para responder estas perguntas são necessários estudos profundos da biologia de cada patógeno no que diz respeito aos seus mecanismos de sobrevivência. O conhecimento da biologia e principalmente, dos mecanismos de sobrevivência, possibilita o emprego de outras medidas de controle que não sejam através do uso de fungicidas ou de cultivares resistentes.

5.1. Biotróficos

São aqueles parasitas que extraem seus nutrientes, única e exclusivamente, de tecidos vivos. Exercem o parasitismo somente em

plantas vivas e apresentam um alto grau de especificidade. A morte de tecidos do hospedeiro significa, portanto, o final do parasitismo deste grupo de patógenos. Os teliosporos (esporos de resistência) de **Puccinia** spp., apesar de se encontrarem em tecidos mortos, não constituem inóculo ao trigo nas condições brasileiras. O mesmo parece ser verdadeiro para os ascocarpos de **E. graminis tritici** encontrados em restos culturais de trigo. Sua principal oportunidade de sobrevivência, durante os meses nos quais o trigo não é cultivado (Sul: janeiro a maio; Norte: outubro a março), é em plantas de trigo voluntárias (guaxas, tiguera, extemporâneas). Por isto, este grupo de patógeno não é controlado pela rotação de culturas, pela destruição dos restos culturais e por manejo do solo.

O principal mecanismo de sobrevivência dos biotróficos é o parasitismo de plantas de trigo voluntárias.

5.2. Necrotróficos

Ao contrário dos biotróficos, os necrotróficos tem a habilidade de extrair nutrientes de tecidos mortos do hospedeiro. Grosseiramente poder-se-ia dizer que estes vivem como saprófitas em plantas vivas. Isto significa que, primeiro, determinam a morte de pequenas áreas do limbo foliar pela ação de toxinas ou de enzimas. Após a morte celular, passam a extrair seus nutrientes das áreas necrosadas. As manchas foliares são tecidos mortos no hospedeiro vivo. Enquadram-se, aqui, os agentes causais de manchas foliares como: **B. sorokiniana**, **D. tritici-repentis**, **S. nodorum**, **S. tritici** e **X. campestris** pv. **undulosa**. Fazem também parte deste grupo **G. graminis** var. **tritici**, **G. zeae** e **Pyricularia** spp., embora não causem manchas foliares.

Os necrotróficos se estabelecem como parasitas quando o hospedeiro está vivo e continuam a nutrir-se de seus constituintes mesmo após a morte da planta. Portanto, nos restos culturais de trigo, são encontrados viáveis, produzindo esporos enquanto existirem nutrientes disponíveis.

Enquanto existirem restos culturais de trigo numa lavoura, ali estarão presentes os patógenos necrotróficos. Os agricultores têm o

hábito ou a necessidade de plantar trigo todos os anos na mesma área (monocultura). Assim fazendo, estarão, inconscientemente, realimentando os patógenos que estão a perecer pela decomposição de restos culturais. O produtor desta forma, contribui para manter e para aumentar o inóculo, ampliando como conseqüência, a intensidade das doenças. É o efeito de práticas culturais que beneficiam ou que prejudicam os patógenos. É o manejo das epidemias em prol dos patógenos. É o homem, através da adoção de práticas culturais, quem decide a intensidade de uma epidemia na lavoura.

Os fungos necrotróficos são encontrados colonizando os restos culturais do trigo.

G. graminis var. **tritici** sobrevive, principalmente, em tecidos coronais infectados. É o micélio presente nestes tecidos que representa a principal estrutura infectiva desse fungo. A baixa habilidade de competição saprofítica deste que, o impede, após ou durante a decomposição dos restos culturais, de trocar de substratos saprofiticamente. Só tem a habilidade de infectar as plantas quando estas estão vivas.

A maioria dos necrotróficos, por serem menos especializados do que o primeiro grupo, em relação a requerimentos nutricionais, aproveitam-se de outras oportunidades de sobrevivência. São encontrados, também, parasitando plantas de trigo voluntárias.

Alguns deles podem sobreviver como micélio dormente no endosperma da semente de trigo como **B. sorokiniana**, **P. tritici-repentis**, **S. nodorum**, **G. zeae**. **X. campestris** pv. **undulosa** sobrevive principalmente infestando as sementes.

B. sorokiniana pode sobreviver, também, como conídios livres no solo os quais permanecem dormentes sob micostase por até 37 meses. O papel epidemiológico destas estruturas no solo deve ser investigado. Provavelmente, devem servir de inóculo para infectar bainhas e folhas basais do trigo. Entre os patógenos do trigo, este é o que apresenta maior número de opções de sobrevivência: restos culturais infectados, plantas voluntárias, hospedeiros secundários, semente infectada e conídios dormentes no solo.



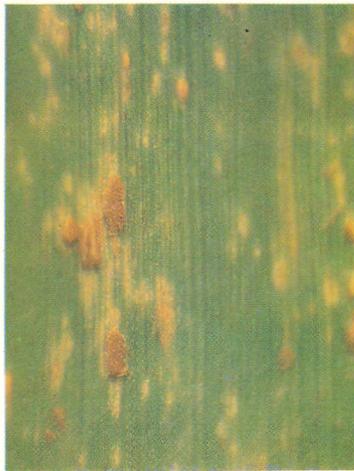
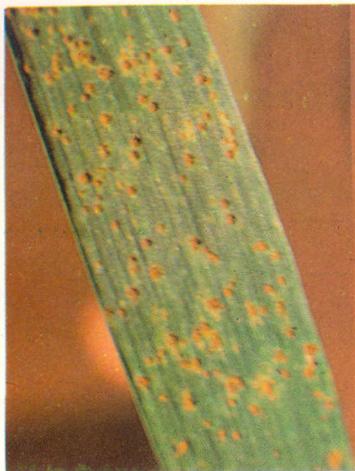
Figuras 1 e 2. Oídio ou cinza (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*).



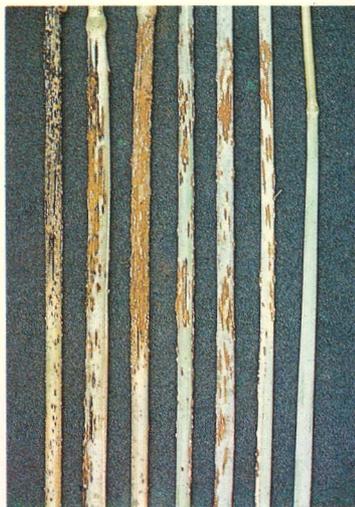
Figura 3. Oídio ou cinza (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*).



Figura 4. Ferrugem da folha *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*).



Figuras 5 e 6. Ferrugem da folha (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*).



Figuras 7 e 8. Ferrugem do colmo (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*).



Figura 9. Ferrugem linear (*Puccinia striiformis*).

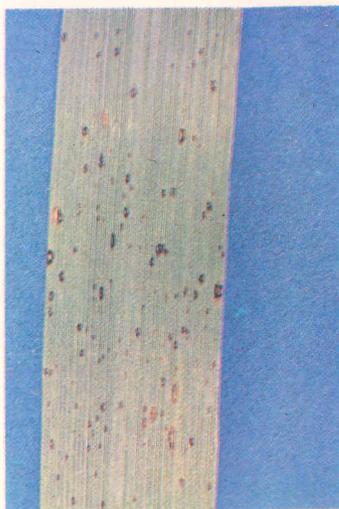


Figura 10. Helmintosporiose (*Helminthosporium sativum* = *Dreschlera sorokiniana*).



Figura 11. Helmintosporiose gluma. em

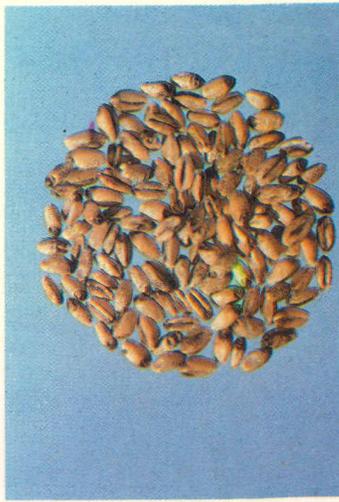


Figura 12. Helmintosporiose em semente.



Figura 13. Helminthosporiose em plântulas de trigo.



Figura 14. Helminthosporiose em coleóptilo e mesocótilo.



Figura 15. Lesões de *Dreschlera sorokiniana* na plúmula.



Figura 16. Mancha da folha (*Stagonospora* = *Septoria nodorum*).



Figura 17. Sintomas de *Septoria nodorum* em nós de trigo.

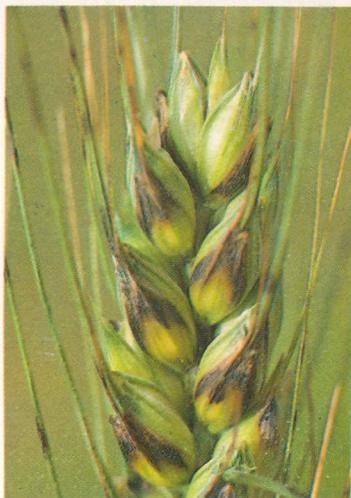


Figura 18. Sintomas em glumas.



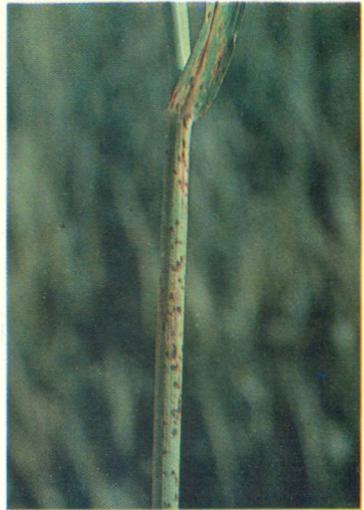
Figura 19. Sintomas em plântula (*Septoria nodorum*).



Figura 20. Mancha salpicada da folha (*Septoria tritici*).



Figuras 21 e 22. Mancha salpicada da folha (*Septoria tritici*).



Figuras 23 e 24. Sintomas de *Helminthosporium tritici-repentis*.



Figura 25. Sintomas de **Helminthosporium tritici-repentis**.



Figura 26. Sintomas de **Gibberella zeae**.



Figura 27. Sintomas de **Gibberella zeae**.



Figura 28. Sintomas do mal-do-pé (**Gaeumannomyces graminis var. tritici**).



Figuras 29 e 30. Sintomas do mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. **tritici**).



Figuras 31 e 32. Sintomatologia da brusone (*Pyricularia* sp.).



Figuras 33 e 34. Sintomatologia da brusone (*Pyricularia* sp.).



Figuras 35 e 36. Sintomatologia da bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*).



Figuras 37 e 38. Sintomatologia da bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*).



Figura 39. Virus do Nanismo Amarelado da Cevada.



Figura 40. Virus do Mosaico Comum do Trigo.



Figura 41. Carvão do trigo (*Ustilago tritici*).



Figura 42. Sintomas de melanismo.

G. zeae pode produzir peritécios saprofiticamente (sem causar doença em plantas vivas) em tecidos senescentes ou mortos de inúmeras gramíneas, entre as quais, ao considerar-se a densidade de peritécios em tecidos nodais e colmos, merece destaque, em ordem de importância: **Brachiaria plantaginea**, **Pennisetum purpureum**, **P. clandestinum**, **Paspalum dilatatum**, **P. urviley**, **P. pauciciliatum**, **Bromus catharticus** e **Panicum maximum**. A presença destas gramíneas em alta densidade (em lavouras ou à beira de estrada) sobre as quais produz-se abundante quantidade de inóculo, inviabiliza o controle de giberela pela rotação de culturas de trigo com outras espécies de inverno não suscetíveis. **Pyricularia** sp., também, apresenta a peculiaridade de produzir conídios num grande número de hospedeiros tornando-a, praticamente, incontrolável pela rotação de culturas.

As principais fontes de inóculo de **G. zeae** e de **Pyricularia** spp. são as gramíneas invasoras e nativas mortas.

6. ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

Mesmo sob condições climáticas adversas à cultura de trigo e, portanto, favoráveis ao desenvolvimento de inúmeras doenças causadas por fungos, é possível, pelo uso da tecnologia gerada pelas instituições de pesquisas brasileiras, obter-se o controle econômico das doenças. O sucesso depende das práticas adotadas pelo produtor. A ele cabe a tomada de decisões, as quais serão favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento das doenças. Na luta contra os fitopatógenos do trigo, deve-se, portanto, empregar integradamente todas as medidas de controle disponíveis, independente do tamanho da propriedade agrícola ou da área cultivada com trigo. Práticas adotadas isoladamente não se mostram tão eficientes, como quando usadas conjuntamente. Isto é quase que obrigatório, porque o clima é muito favorável à ocorrência de epidemias (numerosos períodos críticos durante o desenvolvimento do trigo).

Na luta contra os fitopatógenos do trigo não use medidas de controle isoladas. Some práticas de combate.

6.1. Rotação de culturas

É a principal medida de controle dos parasitas necrotróficos que sobrevivem em restos culturais de trigo, tais como: **G. graminis** var. **tritici** (a única medida de controle), **S. tritici**, **S. nodorum**, **B. sorokiniana**, **D. tritici-repentis** e **X. campestris** pv. **undulosa**. As exceções são **G. zeae** e, provavelmente, **Pyricularia** sp. que possuem outras fontes de inóculo mais abundante do que os restos culturais do trigo, da cevada, do triticale e do milho.

Gibberella zeae não é controlável pela rotação de culturas.

Com a rotação de culturas controla os patógenos que dependem dos restos culturais para sua sobrevivência? O princípio é a erradicação por supressão do alimento. Os patógenos que dependem nutricionalmente dos restos culturais do trigo, perecem por inanição, por competição e por antibiose durante o processo biológico de decomposição e posterior mineralização da matéria orgânica. Do húmus os fitopatógenos não obtêm nutrientes ou energia. Os fungos necrotróficos que ocorrem em trigo, não apresentam estrutura de resistência (oosporos, clamidosporos, esclerócios) de modo a permitir-lhe sobreviverem livres no solo após a decomposição dos restos culturais. Este é o fato que os torna passíveis de controle por rotação de culturas, por um período relativamente curto (18-24 meses), no qual permanecem colonizando, ativamente, os restos culturais em estruturas vegetativas. Quando não houver mais fonte energética ou nutricional nos restos culturais, os patógenos necrotróficos estarão eliminados, salvo os conídios dormentes no solo ou quando o patógeno infecta plantas voluntárias. Os patógenos terminam por tornarem-se fonte nutricional aos demais organismos constituintes normais da microfauna do solo.

A colonização de restos culturais de trigo é o mais importante mecanismo de sobrevivência de **G. graminis** var. **tritici**. Portanto, o trigo não deve retornar a ser cultivado na mesma lavoura enquanto ali existirem seus restos culturais infectados, onde ocorre, continuamente, a multiplicação dos necrotróficos. A presença de resíduos garante e indica, também, a presença dos patógenos, em condições de semeadura

direta, a decomposição é mais lenta e maior a quantidade de resíduo cultural que se encontra sobre o solo, quando comparada com a convencional. No entanto, deve-se ter em mente que a semeadura direta é a prática mais eficiente no controle da erosão e que, por isto, deve ter sua adoção incrementada. A sua viabilidade depende, exclusivamente, do seu uso integrado com a rotação de culturas.

Semeadura direta favorece a sobrevivência e a multiplicação dos necrotróficos, mas é viabilizada pela rotação de culturas.

A semeadura do trigo, na mesma área, garante a sobrevivência dos parasitas necrotróficos por tempo indefinido, por que garante a sua fonte nutricional. A principal fonte nutricional destes é o trigo. A rotação de culturas elimina o patógeno do tetraedro, um dos fatores determinantes da epidemia, por decisão do homem. Assim a doença ocorrerá em níveis abaixo do nível de dano econômico quando o trigo voltar a ser cultivado na área que sofreu rotação.

A rotação de culturas não controla os parasitas biotróficos.

O trigo pode voltar a ser cultivado na mesma área somente após a mineralização completa de seus restos culturais. No RS, este período é de, aproximadamente, 12 meses. Quando se deixa uma área sem o cultivo do trigo por um inverno, decorreram-se 18 meses desde a colheita até a nova semeadura [colheita em dezembro (ano 1) na região Sul e plantio em junho (ano 2)]. Na região Norte, o período de decomposição da palha pode ser menor. O período mais seco (de maio a setembro), no entanto, deve retardar a ação dos microorganismos, o que pode ser compensado pelas altas temperaturas e pela umidade durante o verão.

O plantio de trigo na mesma área, em anos consecutivos, realimenta os necrotróficos a cada 6 meses.

Dados de pesquisa têm mostrado que, para a região Sul, o trigo

só deve voltar a ser cultivado, na mesma área, após a rotação com culturas alternativas não suscetíveis aos patógenos (aveia, ervilhaca, tremoço, colza, etc.) ou pousio por dois invernos.

O sistema de dois invernos de rotação tem-se mostrado eficiente e econômico na região dos Campos Gerais do Paraná (Ponta Grossa, Castro e Tibagi). Nesta região, são usadas, como culturas alternativas, a aveia, o tremoço e a ervilhaca.

Como não existem dados de pesquisas e, portanto, recomendações oficiais, sugere-se, para a região Norte, a rotação de inverno: trigo-aveia-trigo-aveia, etc. com plantios de soja no verão. Outras espécies não suscetíveis podem também ser cultivadas. Isto, certamente, contribuiria de forma decisiva para o controle da helmintosporiose, uma das principais doenças do trigo na região.

6.2. Eliminação de plantas voluntárias

Os agentes causais das ferrugens e do oídio sobrevivem, principalmente, em plantas vivas de trigo que vegetam de forma espontânea, no verão-outono. Nelas são também encontrados, às vezes, os parasitas necrotróficos.

As plantas voluntárias devem ser, desta maneira, prontamente eliminadas da área de cultivo, de terraços, de murunduns, de curvas de nível, de bordas de lavouras no início do seu desenvolvimento, antes que sejam infectadas e nelas se multipliquem os fitopatógenos. Isto assegura a passagem dos biotróficos entre duas safras de trigo. Destas plantas os uredosporos e conídios são levados pelo vento ao novo plantio.

A rotação de culturas não controla os patógenos deste grupo, porque estes não têm aptidão nutricional para sobreviverem nos restos culturais.

6.3. Eliminação de hospedeiros secundários

As gramíneas invasoras ou nativas, já mencionadas, servem de fonte nutricional a alguns necrotróficos como *B. sorokiniana*, *S. nodorum* e *G. zaeae*. Não é tarefa fácil, mas, à medida do possível, tais

gramíneas deveriam ser eliminadas das áreas de cultivo e de seus arredores. As lavouras com altas infestações de plantas daninhas apresentam maior potencial de inóculo dos patógenos que nelas se multiplicam.

Por exemplo, em levantamento realizado no Rio Grande do Sul, por dois anos, em 23 locais, envolvendo 6 diferentes espécies de gramíneas presentes em lavouras de trigo em fase de colheita, observou-se **S. nodorum** em 2 % e **B. sorokiniana** em 20 % das amostras, na média geral. A frequência de ocorrência de gramíneas invasoras variou de 0 a 6 diferentes espécies nas lavouras estudadas.

6.4. Uso de sementes sadias

Os principais fungos patogênicos veiculados pela semente de trigo são **B. sorokiniana**, **S. nodorum**, **D. tritici-repentis** e **F. graminearum**. Epidemiologicamente, os dois primeiros são os mais importantes. Destes, **B. sorokiniana** é o mais dificilmente controlado por fungicidas. Desconhece-se a importância de **F. graminearum** e de **Pyricularia** spp. do ponto de vista epidemiológico, uma vez que as fontes de inóculo primário são muito numerosas.

Pelo tratamento de sementes, visa-se a não introduzir os patógenos **B. sorokiniana** e **S. nodorum** nas áreas das quais foram eliminadas por outras práticas culturais. Procedendo-se o plantio de sementes infectadas em áreas de rotação ou de pousio, estar-se-á anulando o efeito de controle dos necrotróficos já obtido.

A semente só é importante como fonte de inóculo em áreas onde nunca se cultivou trigo ou naquelas que sofreram rotação de culturas por um ou dois invernos, ou pousio por dois ou mais anos. Destas áreas foram suprimidos os necrotróficos pela rotação ou pousio e pela eliminação de plantas voluntárias. A única possibilidade dos patógenos necrotróficos reencontrarem o trigo sob estas situações é a sua associação com a semente, onde permanecem como micélio dormente durante o armazenamento. Tem sido bem descrito e documentado como ocorre a infecção da semente e a forma pela qual **B. sorokiniana** e **S. nodorum** retornam os órgãos radiculares e aéreos do trigo.

A sanidade da semente só deve ser considerada em áreas novas ou naquelas em que se pratica a rotação de culturas ou o pousio.

Dados de pesquisa têm mostrado que sementes com baixo nível de infecção de **B. sorokiniana** é que devem ser tratadas. Os trabalhos de pesquisa, conduzidos em laboratórios e em casa de vegetação, com fungicidas empregados no tratamento de sementes, têm evidenciado que a eficiência de controle é maior em lotes de baixa infecção.

Devem-se produzir sementes com um nível de infecção baixo de modo que, quando tratadas, a taxa de transmissão de **B. sorokiniana** seja zero, isto é, controle de 100 %.

O controle de patógenos na semente com fungicida é mais eficaz em lotes com baixa infecção.

Para a ocorrência de uma epidemia de **S. nodorum**, sob condições climáticas favoráveis, o número de unidades de inóculo primário por m² necessários, é muito baixo, provavelmente, menos do que 20 (Gráfico 1). Portanto, o uso de fungicidas na parte aérea para o controle de manchas foliares pode ser, consideravelmente reduzido se o inóculo inicial for baixo.

O principal mecanismo de sobrevivência de **X. campestris** pv. **undulosa** é a associação a sementes de trigo. A presença das células bacterianas na superfície e internamente na semente ocorre por ocasião do espigamento e da colheita. Uma medida de controle eficiente é a produção de sementes livres deste patógeno. Para isto ser obtido, a doença não pode ocorrer nas plantas, ou seja, as lavouras produtoras de sementes devem ser livres da doença. Por isto, campos de produção de sementes devem ser eliminados caso se constate a presença deste patógeno. Como medida complementar, devem ser realizados testes de laboratório para certificar que os lotes de semente estão livres da bactéria ou com níveis incipientes de infecção. Ainda não se dispõe de produtos químicos para o tratamento de sementes visando ao controle desta bactéria.

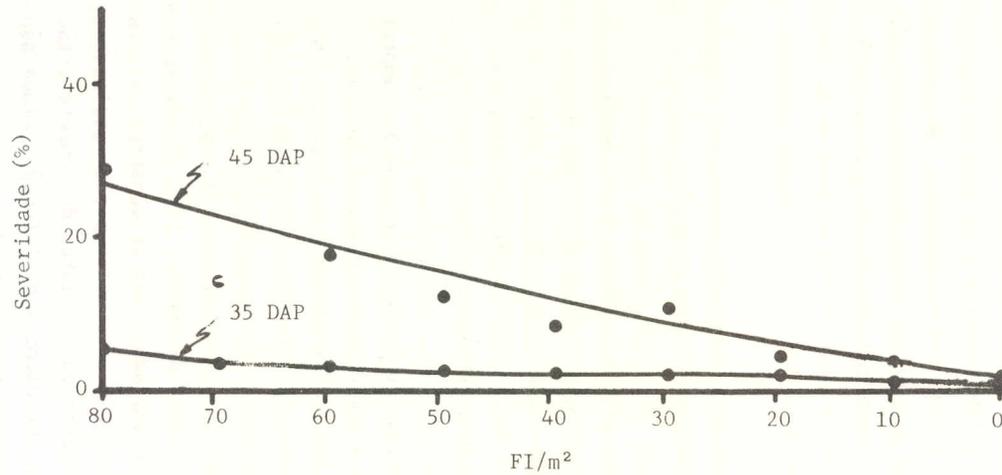


Gráfico 1. Relação entre fontes de inóculo (FI) de *Stagonospora nodorum* e percentagem de área foliar infectada aos 35 e 45 dias após o plantio (DAP), respectivamente.

6.5. Uso de cultivares resistentes

O uso de cultivares resistentes é o método mais barato, mais fácil e mais seguro de controle de doenças.

Resistência é a habilidade da planta hospedeira de suprimir ou retardar, em algum grau de intensidade, a atividade de um organismo patógeno. Esta ação de supressão ou de retardamento é devida aos mecanismos de resistência que atuam no hospedeiro. Em geral, a defesa das plantas contra os patógenos é tanto por mecanismos de defesa estruturais que agem com barreiras físicas e inibem o patógeno de ganhar entrada e invadir a planta, ou por intermédio de reações bioquímicas que têm lugar nas células e nos tecidos das plantas, produzindo substâncias que são tóxicas ao patógeno ou criando condições que inibem o crescimento do patógeno na planta.

Geneticamente, a resistência pode ter uma herança simples ou complexa e a relação do controle genético da resistência e da virulência precisa ser considerado. Devido à base genética encontrada nos sistemas patógeno-hospedeiro, verifica-se um maior nível de resistência aos fungos biotróficos do trigo do que aos necrotróficos. Isto justifica porque, na primeira situação, a base genética é mais estreita e pode ser mais facilmente manipulada.

O curto período de utilização na lavoura de cultivares que apresentam resistência específica (poucos genes) a ferrugens e a oídio, por exemplo, tem levado os melhoristas a procurar outro tipo de resistência na qual se selecionam cultivares que apresentem um desenvolvimento mais lento das doenças, a exemplo da cultivar CNT 8.

Outros tipos de resistência, embora não genéticos como o escape, também devem ser considerados em um contexto geral. Como exemplo, cita-se a resistência da cevada à giberela porque, nesta espécie, as anteras (órgãos suscetíveis) dificilmente são expostas ao ambiente externo logo após a fecundação.

No Gráfico 2, observa-se o comportamento de algumas cultivares de trigo quando expostas a diferentes níveis de enfermidades, como oídio, mancha da gluma e ferrugem da folha em ordem de importância no ano tritícola de 1986.

Como já discutido, o desenvolvimento de cultivares resistentes a

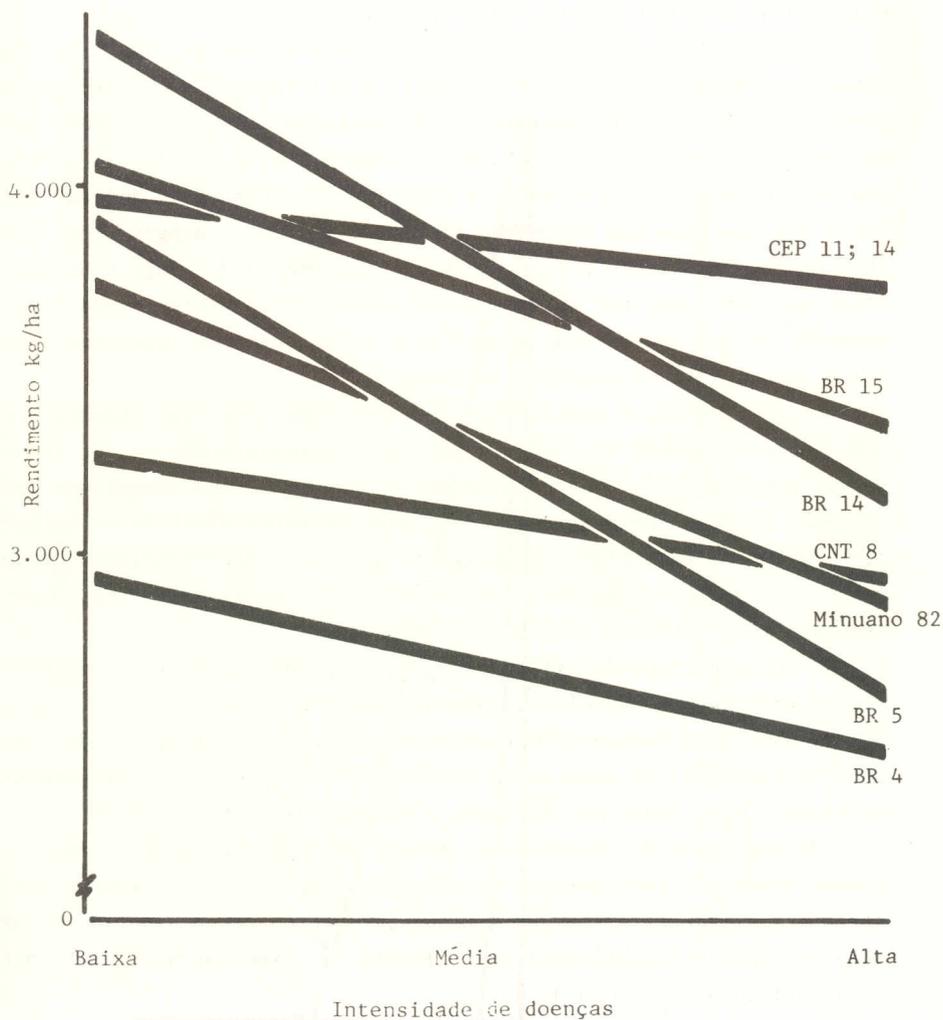


Gráfico 2.

Comportamento de cultivares de trigo frente ao complexo das doenças. As variedades mais resistentes apresentam um menor ângulo de inclinação.

patógenos biotróficos é mais facilmente obtido do que os necrotróficos. Apesar disto, como resultado do esforço dos programas de melhoramento de trigo, as cultivares brasileiras, de uma maneira geral, apresentam maior grau de resistência aos agentes causais das septorioses, das helmintosporioses e ao da giberela, do que às estrangeiras.

Como já considerada, a medida preferencial de controle à **P. recondita** f.sp. **tritici**, **P. graminis** f.sp. **tritici** e a **E. graminis** f.sp. **tritici** é o uso de variedades resistentes, pois estes patógenos não são controláveis pela rotação de culturas.

6.6. Uso de fungicidas

Controle de Oídio - O tratamento de sementes com produtos sistêmicos do grupo dos triazóis oferecem uma proteção às plantas em torno de 45 dias contra **E. graminis** f.sp. **tritici**. Em cultivares muito suscetíveis e em regiões onde a doença ocorre com freqüência, o controle via semente é considerado viável técnica e economicamente.

Controle de Ferrugem - Nas lavouras em que a cultivar for suscetível à ferrugem da folha (**P. recondita** f.sp. **tritici**), recomenda-se aplicar fungicida quando 50 % das plantas apresentarem as primeiras pústulas. Esta aplicação deve ser feita em qualquer estágio de desenvolvimento do trigo (exceto após o início da formação dos grãos), independente do número de folhas atacadas e de percentagens da área foliar contendo pústulas. Lembra-se que as maiores reduções de rendimento de trigo causado por este patógeno ocorrem quando a doença inicia nos primeiros estádios de desenvolvimento. Quando for necessário o controle por fungicidas, deve ser dada preferência aos triazóis sistêmicos por apresentarem maior fungitoxidade, maior espectro de ação e maior poder residual. Não se aplicam estes fungicidas na ausência de pústulas, ou seja, preventivamente, pois eles têm ação protetora e erradicante.

Quanto à ocorrência de ferrugem do colmo (**P. graminis** f.sp. **tritici**) os mesmos princípios são válidos: diferem apenas no fato de que o período necessário para completar um ciclo secundário, no caso de ferrugem do colmo, é menor do que ferrugem da folha. Mesmo ocorrendo entre o período aquoso e leitoso do desenvolvimento do grão, pode

ocasionar danos. Para usar fungicidas respeite o período de carência.

Controle de manchas foliares - Aqui estão envolvidos os patógenos **B. sorokiniana**, **D. tritici-repentis**, **S. nodorum** e **S. tritici**. No controle químico das doenças deste grupo deve-se levar em conta o estágio de desenvolvimento do trigo e o nível de intensidade das doenças. O controle deve ser feito a partir da elongação (1º nó visível), quando a percentagem da área foliar destruída pelos patógenos atingir o nível de 5 a 10 %. Caso este nível não seja atingido deve-se, aguardar e fazer determinações posteriores. Na determinação do nível crítico, não são consideradas as folhas apicais em expansão nem as basais mortas: apenas as verdes bem expandidas. Devem-se destacar todas estas folhas a serem avaliadas. Posteriormente, gradue a intensidade das manchas foliares individualmente para cada uma (% de área foliar morta). Em etapa subsequente, some os valores e divida pelo total de folhas amostradas. Quando esta média estiver entre 5 e 10 %, proceda o tratamento com fungicida. Se não for atingido o nível de 5 % não deve ser realizada a pulverização. Deve-se, portanto, continuar a proceder as avaliações. Se o nível ultrapassar a 10 % significa que as avaliações foram precedidas com intervalos muito grandes ou tardiamente. O retorno econômico esperado da aplicação, neste caso, é diminuído. Em regiões onde é freqüente a ocorrência de chuvas, deve-se dar preferência quando necessário, ao uso de fungicida triazóis sistêmicos, porém sem aplicá-los preventivamente.

Controle de Gibberela - A pesquisa ainda não dispõe de todas as informações suficientes para o controle eficaz desta doença. As maiores dificuldades de controle existentes dizem respeito à esporadicidade de sua ocorrência, do momento oportuno de se proceder a aplicação de fungicidas e ao período de proteção requerido.

Esta é uma doença de infecção floral. Os ascósporos de **G. zeae** são depositados nas anteras expostas, germinam e atingem o ovário pelo crescimento micelial através do filete.

A gibberela manifesta-se, com maior freqüência, em regiões quentes, onde ocorrem chuvas prolongadas durante a floração do trigo. Para ocorrer a infecção, são requeridas 30-48 h de molhamento contínuo das espigas e temperaturas de 22-25°C.

Os órgãos suscetíveis são, portanto, as anteras e estas devem

ser protegidas pelo fungicida, a fim de prevenir a infecção. Para melhor compreensão do momento oportuno de controle, deve-se observar as Gráficos 3 e 4 onde estão ilustradas, respectivamente, as curvas de espigamento e de antese da cultivar Trigo BR 14, no ano de 1986. Verifica-se que a exposição máxima de anteras ocorreu do 6º ao 7º dia após o início da antese e esta teve uma duração de 25 dias. Considerando-se que são as anteras que devem ser protegidas pelo fungicida, a aplicação deste deveria ser procedida do 6º ao 7º dia, de modo a oferecer proteção ao maior número de anteras (momento oportuno da pulverização). Pulverizações procedidas após a floração (ausência de órgãos suscetíveis) não são justificáveis. O controle desta doença deve ser preventivo, mesmo utilizando-se fungicida de ação sistêmica, como são os benzimidazóis, visto que, devido às características inerentes a este fungo, não se consegue o controle após o aparecimento dos sintomas. Por outro lado, para órgãos de plantas com muito baixa transpiração, como são as flores e suas partes (antera, filete, etc.), os fungicidas sistêmicos não são translocados, ficando a ação principal dos mesmos limitada somente à proteção superficial e de penetração. Deduz-se, também, que duas pulverizações oferecem maior eficácia do que apenas uma, ao considerar-se a duração da antese (Gráfico 4). Esta dura 4 dias numa espiga, 12 dias numa planta e 25 dias numa lavoura.

O alvo a ser protegido pelo fungicida é, portanto, a antera e esta permanece exposta por poucos dias, sendo substituídas por outras que não receberam fungicida. As anteras que não recebem o fungicida, estão sujeitas à infecção: apesar de os benzimidazóis serem sistêmicos, estes não são translocados pelo floema, mas, sim, pelo xilema e este não ocorre no filete.

Nada se sabe da qualidade da deposição do fungicida requerida para a cobertura e para a proteção das anteras em pulverizações a campo.

A importância econômica de uma doença deve ser considerada quando se tem que tomar decisões para seu controle químico, pois estão envolvidos aumentos no custo de produção. As perdas de rendimento de grãos de trigo, causadas pela giberela, de 1984 a 1987 (média de 9 levantamentos nestes anos), atingiram um valor estimativo mínimo de

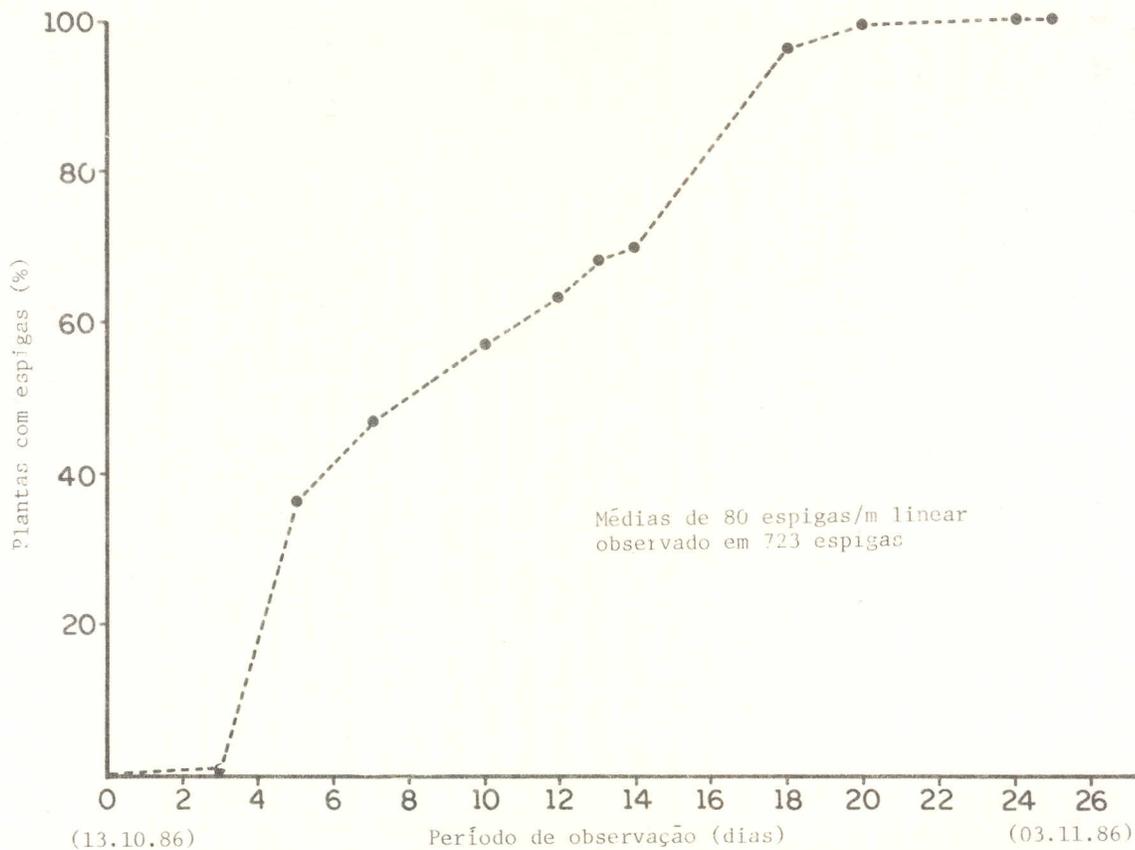


Gráfico 3. Curva de espigamento de trigo BR 14, semeado em 24.07.86.

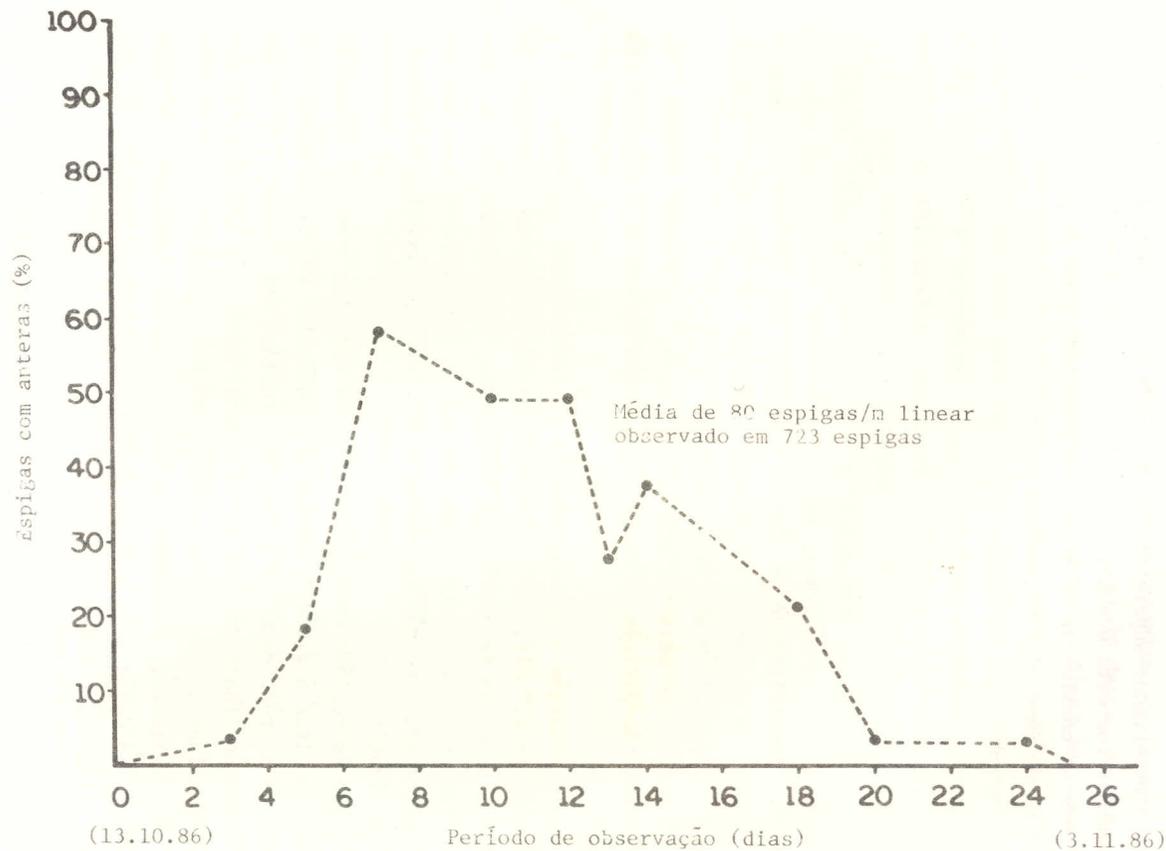


Gráfico 4. Evolução da antese em trigo BR 14 semeado em 24.07.86.

12 kg/ha, um máximo de 274 kg/ha com uma média de 170 kg/ha. Visualmente, o observador superestima a severidade e as perdas em rendimento causadas por esta doença.

Deve-se considerar as seguintes probabilidades de proceder-se a aplicação de fungicida no momento oportuno:

a) quando, ocorrem chuvas prolongadas durante mais de 2 dias consecutivos, durante o período de máxima exposição de anteras, não é possível proceder-se a aplicação preventiva do fungicida no momento oportuno e então, dependendo da temperatura, ocorrerá a infecção;

b) quando, a floração ocorre sob tempo seco, é, então, possível proceder-se a aplicação, mas, se não ocorrerem chuvas posteriores, não haverá possibilidade de ocorrer a doença, por não ter sido satisfeito o período mínimo de molhamento requerido à infecção, tornando-se desnecessário o uso de fungicida;

c) quando, no entanto, após a aplicação, ocorrerem chuvas, as anteras estarão protegidas da infecção o que determina o controle da doença.

Nesta situação o melhor controle obtido tem sido de 60 %.

Conclui-se, pois, que a probabilidade de obter-se controle da giberela, pelo uso preventivo de fungicidas, é de apenas 33 %. Deve-se lembrar que nova ocorrência de chuvas levará à infecção das anteras extrudadas que não receberam o fungicida por ocasião da primeira pulverização.

Todas as regiões tritícolas de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul são sujeitas à giberela devido à freqüência de chuvas durante o período de florescimento do trigo. Nas regiões mais frias, I e II (do RS), a probabilidade de ocorrência é menor devido às temperaturas serem mais baixas do que as requeridas para a infecção.

Provavelmente, pelo desenvolvimento de novos fungicidas, o controle químico desta doença possa ser mais eficazmente obtido. No momento, deixa muito a desejar.

A giberela não é controlada pela rotação de culturas, não se dispõem de cultivares resistentes e o controle químico não tem se mostrado satisfatório.

Finalmente, deve considerar-se que o mecanismo de escape à infecção de *G. zeae* pode ser explorado no controle desta doença. Pelo escalonamento da época de semeadura, obtém-se a floração também em épocas diferentes. Desta maneira, a doença somente ocorrerá quando o florescimento coincidir com condições climáticas favoráveis ao estabelecimento do parasita.

7. CONCLUSÕES

As estratégias recomendadas baseiam-se no uso integrado de todas as medidas de controle disponíveis.

Convém enfatizar, novamente, que em clima adverso, como o que aqui ocorre durante o desenvolvimento do trigo, é exigido o somatório de todas as medidas disponíveis para se obter o controle econômico das doenças.

Na luta contra os fitopatógenos não devem ser usadas medidas de controle isoladamente. Some práticas.

Por exemplo, em lavouras em que não é praticada a rotação de culturas (monocultura) e a semente plantada é infectada e sem tratamento com fungicida, é máximo o potencial de inóculo dos parasitas necrotróficos. Neste caso, os níveis de infecção (5-10 %) ocorrerão precocemente e com maior freqüência, o que determinará o uso de 2 a 3 pulverizações com fungicidas em órgãos aéreos, às vezes até mais, aumentando o custo de produção e inviabilizando a adoção de controle químico. Sob tais condições, quando coincidirem chuvas freqüentes que impeçam a aplicação no momento correto, a lavoura estará sob a ameaça de grandes perdas no rendimento.

Nestas circunstâncias, o homem está manejando a doença a favor dela, contribuindo para a sua máxima intensidade. Infelizmente, a grande maioria das lavouras de trigo no Brasil o fazem em monocultura. Desta forma, o agricultor está realimentando os patógenos a cada seis meses.

Sob monocultura aumenta a necessidade do uso de fungicidas em órgãos aéreos.

Por outro lado, sob rotação de culturas ou pousio por 2 ou 3 invernos, plantando-se semente com baixo nível de infecção por patógenos e tratada com fungicidas eficientes, eliminando-se plantas voluntárias e hospedeiros secundários, estará se erradicando o inóculo da área, principalmente dos necrotróficos de órgãos radiculares e de órgãos aéreos. Desta forma, sendo muito reduzido o inóculo na lavoura, os níveis de infecção para controle (5-10 %) ocorrerão mais tardiamente ou não serão atingidos. Isto, conseqüentemente, determina a redução do número de aplicação de fungicidas em órgãos aéreos ou a sua não aplicação nos casos dos níveis foliares não atingirem 5 %. Por isto, convém repetir-se que, não sendo atingidos os níveis, mesmo ocorrendo doenças foliares, não se devem usar fungicidas desnecessariamente.

O uso de fungicidas em órgãos aéreos é reduzido pelo somatório de todas as medidas de controle disponíveis.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 2 ed., New York, Academic Press, 1978. 703p.
- ANDERSEN, A.L. The development of **Gibberella zeae** headblight of wheat. **Phytopathology**, St. Paul, **38**:595-611, 1948.
- BARCELLOS, A.L. As ferrugens do trigo no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **Trigo no Brasil**. Campinas, 1982. v.2, cap. 10, p.345-419.
- BUTLER, F.C. **Root and foot rot diseases of wheat**. Waga Waga, Agricultural Research Institute, 1961. 98p. (Science Bulletin, 77).
- COUTURE, L. & SUTTON, J.C. Control of spot blotch in barley by fungicide applications timed according to wheat factors. **Phytoprotection**, Quebec, **59**:65-75, 1978.

- CUNFER, B.M. & NELSON, L.R. **Proceedings of the septoria diseases of wheat workshop.** Georgia, University of Georgia College of Agriculture, 1976. 69p. (Agriculture Experiment Stations. Special Publication, 4).
- EYAL, Z.; SCHAREN, A.L.; PRESCOTT, J.M. & GINKEL, M. Van. **The septoria diseases of wheat; concepts and methods of disease management.** México, CIMMYT, 1987. 46p.
- FERNANDES, J.M. **Epidemiological and biological aspects of Septoria nodorum Berk., a pathogen of wheat in Eastern Washington.** Washington, Washington State University, 1985. 127p. Tese Doutorado.
- FERNANDES, J.M.C. & PICININI, E.C. **Doenças do trigo; como determinar a melhor época de controle.** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT. s.d., n.p.
- FERNANDES, J.M.C., PICININI, E.C. & PRESTES, A.M. Relação entre a distribuição espacial de *Stagonospora nodorum* (Berk.) Cast. & Germ. E incidência de mancha da gluma do trigo. **Fitopatol. bras.**, Brasília, 12(2):136, 1987.
- LINHARES, W.I. Oídio do trigo. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **Trigo no Brasil.** Campinas, 1982. v.2, cap. 11, p.423-71.
- LINHARES, W.I. & FERNANDES, J.M.C. Sobrevivência de *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* Marchal., no verão, na região do Planalto do Rio Grande do Sul. **Fitopatol. bras.**, Brasília. (no prelo).
- LUZ, W.C. & BERGSTROM, G.C. Effect of temperature on tan spot development in spring wheat cultivars differing in resistance. **Can. J. Plant Pathol.**, Ottawa, 8(4):451-4, 1986.
- McKINNEY, H.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **J. Agric. Res.**, Washington, 26(5):195-217, 1923.
- McNEW, G.L. The nature, origin, and evolution of parasitism. In: HORSALL, J.G. & DIMOND, A.E., eds. **Plant pathology**, New York, Academic Press, v.2, p.2-66. 1960.
- MOTA, F.S. da. Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **Trigo no Brasil.** Campinas, 1982. v.1, Cap. 2, p.27-61.
- OU, S.H. **Rice diseases.** Kew, Commonwealth Mycological Institute, 1972. 368p.

- PRESTES, A.M. Transmissão de *Septoria nodorum* Berk. das sementes para órgãos aéreos do trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14, Londrina, PR, 1986. **Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1986. p.209-10. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 8).
- REIS, E.M. **Doenças do trigo nº 1; podridão comum de raízes.** São Paulo, CNDA, 1985. 43p.
- REIS, E.M. **Doenças do trigo II; mal-do-pê.** Passo Fundo, APASSUL, 1986. 29p.
- REIS, E.M. **Doenças do trigo III; fusariose.** São Paulo, Berck Sharp & Dahme Química e Farmacêutica, 1985. 28p.
- REIS, E.M. **Doenças do trigo IV; septorioses.** São Paulo, Ciba Geigy, 1987. 29p.
- REIS, E.M. **Patologia de sementes de cereais de inverno.** São Paulo. CNDA, 32p.
- REIS, E.M. Sobrevivência de fitopatógenos. In: ENCONTRO PAULISTA DE PLANTIO DIRETO, 1, Piracicaba, SP, 1987. **Plantio direto.** Piracicaba, FEALQ/ESALQ/USP, 1987. p.73-89.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 19, Pelotas, RS, 1987. **Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo para a cultura do trigo em 1987.** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1987. 74p.
- SHANER, G. Effect of environment on fungal leaf blights of small grains. **Annu. Rev. Phytopathol.**, Palo Alto, 1981. 19:273-96, 1981.
- VAN DER PLANK, J.E. **Plant diseases: epidemic and control.** New York, Academic Press, 1963. 365p.
- WESTPHALEN, S.L. Evapotranspiração de uma cultivar precoce de trigo (*Triticum aestivum* L.) através de evapotranspirômetro "tipo thorthwaite". I. Relações com evaporação do tanque classe A e radiação solar global. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 12, Cascavel, PR, 1982. **Solos, ecologia, fisiologia e práticas culturais.** [Porto Alegre], IPAGRO, 1982. p.68-79.
- WIESE, M.V. **Compendium of wheat diseases.** St. Paul, The American Phytopathological Society, 1977. 106p.
- ZADOKS, J.C. & SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management.** New York, Oxford University Press, 1979. 427p.

/ras

ADMINISTRAÇÃO E EQUIPE TÉCNICA

ADMINISTRAÇÃO

Luiz Ricardo Pereira	Chefê
Aroldo Gallon Linhares	Chefe Adjunto Técnico
Pedro Paulino Risson	Chefe Adjunto Administrativo
Liane Matzenbacher	Relações Públicas

PROGRAMA COOPERATIVO DE PESQUISA AGRÍCOLA CONVÊNIO IICA-CONE SUL/BID - PROCISUR

Milton Costa Medeiros	Coordenador
-----------------------	-------------

EQUIPE MULTIDISCIPLINAR

Agostinho Dirceu Didonet	Fisiologia
Amarilis Labes Barcellos	Fitopatologia
Ana Christina A. Zanatta	Banco de Germoplasma
*Antonio Faganello	Desenvolvimento Máquina Agrícola
Arcênio Sattler	Desenvolvimento Máquina Agrícola
Ariano Moraes Prestes	Fitopatologia
Armando Ferreira Filho	Difusão de Tecnologia
Augusto Carlos Baier	Melhoramento de Triticale
Benami Bacaltchuk	Difusão de Tecnologia
Cantídio N.A. de Sousa	Melhoramento de Trigo
Delmar Pottker	Solos e Práticas Culturais
**Dionísio Brunetta	Melhor. e Experimentação de Trigo
*Dirceu Neri Gassen	Entomologia
Edar Peixoto Gomes	Melhoramento de Trigo
Edson Clodoveu Picinini	Fitopatologia
*Euclides Minella	Melhoramento de Cevada
Erivelton S. Roman	Solos e Práticas Culturais
Erlei Melo Reis	Fitopatologia
Fernando J. Tambasco	Entomologia
Gabriela L. Tonet	Entomologia

Colaboração:

