INCIDENCIA, TRANSMISSAO E CONTROLE DE *Bipolaris sorokiniana*
EM SEMENTES DE TRIGO.

CARLOS ALBERTO FORCELINI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSE OTAVIO M. MENTEN

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitopatologia.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Abril - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

F697i Forcelini, Carlos Alberto
Incidência, transmissão e controle de Bipolaris sorokiniana em sementes de trigo. Piracicaba, 1992.
114p. illus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Fungo fitopatogênico 2. Helmintosporiose do trigo 3. Podridão comum da raiz do trigo 4. Trigo - Semente - Doença I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.11

INCIDENCIA, TRANSMISSAO E CONTROLE DE *Bipolaris sorokiniana*
EM SEMENTES DE TRIGO.

CARLOS ALBERTO FORCELINI

Aprovada em: 27/04/1992

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Otavio Machado Menten

ESALQ/USP

Prof. Dr. Armando Bergamin Filho

ESALQ/USP

Prof. Dr. Erlei Melo Reis

EMBRAPA/CNPT

Prof. Dr. JOSE OTAVIO MACHADO MENTEN

Orientador .

A esposa Eveli
e a filha Bruna,
minhas companheiras
em todos os momentos,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo pela valiosa oportunidade proporcionada;

A Universidade de Passo Fundo e à CAPES pelo suporte financeiro à realização do curso;

Ao professor Dr. José Otavio Machado Menten, não apenas pela segura e clara orientação, mas, também, pela dedicação e amizade com que acolheu este orientado;

Ao colega Erlei Melo Reis, pelo exemplo de incansável dedicação profissional;

Aos professores do Departamento de Fitopatologia, que, além de grandes mestres, foram, sobretudo, exemplos de vida;

Aos funcionários da ESALQ, especialmente os do Departamento de Fitopatologia, pela indispensável retaguarda;

Aos novos e eternos amigos, por serem cúmplices de momentos inesquecíveis;

A meus pais e irmãos pelo apoio e incentivo; em especial a irmã Nice pela revisão ortográfica;

Aos funcionários da FA-UPF, especialmente Juceli, Ionara e Dileta, pelo auxílio prestado;

Aos estagiários do Laboratório de Fitopatologia, sobretudo a Luiz Francisco Spaniol e Moisés Ecco, pela colaboração nos experimentos;

As bibliotecárias do CNPT/EMRAPA, pela disponibilidade e atenção dedicadas;

A colega Flávia Patrício (CATI/SP) e aos amigos Augusto C.P. Goulart (EMBRAPA/DOURADOS) e Seiji Igarashi (UEL/LONDRINA) pelas sementes cedidas;

Ao Sr. Cornélio Van Vliet (HOLAMBRA) pela cessão de área para trabalhos de campo;

A todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a execução deste trabalho;

A Deus, em especial, pois nada me teria sido dado se não fosse vontade do Senhor.

SUMARIO

	Página
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. O trigo no Brasil	03
2.2. Principais doenças da cultura do trigo ..	05
2.3. Principais patógenos transmitidos por se- mentes de trigo	07
2.4. Helminthosporiose	08
2.4.1. Importância econômica	08
2.4.2. Sintomatologia	09
2.4.3. Etiologia	11
2.4.4. Ciclo biológico de <i>B. sorokiniana</i> ..	12
2.4.4.1. Em órgãos aéreos	12
2.4.4.2. No sistema radicular ..	16
2.4.5. Medidas gerais de controle	16
2.4.5.1. Eliminação do patógeno veiculado na semente ..	17
2.4.5.2. Eliminação do patógeno da área cultivada	17

2.5. Transmissão semente - planta de <i>B. sorokiniana</i>	19
2.5.1. Importância epidemiológica	19
2.5.2. Métodos para detecção da trans- mi	23
2.5.3. Fatores que afetam a transmissão	25
2.5.4. Controle químico da transmissão pelo tratamento de sementes	28
2.5.4.1. Importância do trata- mento de sementes	28
2.5.4.2. Objetivos do tratamento de sementes de trigo ..	30
2.5.4.3. Fungicidas recomendados	32
3. MATERIAL E METODOS	34
3.1. Determinação da incidência de <i>B. sorokiniana</i> em sementes	34
3.2. Determinação da taxa de transmissão de <i>B. sorokiniana</i>	36
3.3. Avaliação da velocidade de transmissão de <i>B. sorokiniana</i>	38
3.4. Efeito da incidência na semente sobre a transmissão de <i>B. sorokiniana</i>	38
3.5. Efeito da localização do inóculo na se- mente sobre a transmissão de <i>B.</i>	

sorokiniana	39
3.6. Efeito da temperatura ambiente na transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	39
3.7. Efeito da profundidade de semeadura sobre a transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	40
3.8. Efeito do armazenamento da semente sobre a transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	41
3.9. Efeito do substrato de semeadura na transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	42
3.10. Efeito do tratamento químico da semente sobre a incidência e transmissão de <i>B.sorokiniana</i> e emergência de plântulas ..	42
3.10.1. Fungicidas avaliados	43
3.10.2. Mistura dos fungicidas às sementes	43
3.10.3. Controle da incidência de <i>B.sorokiniana</i>	45
3.10.4. Controle da transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	45
3.10.5. Efeito sobre a emergência	45
3.11. Análise estatística	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1. Velocidade de transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	47
4.2. Efeito da incidência em sementes na e-	

emergência de plântulas e na transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	50
4.3. Efeito da localização do inóculo na semente sobre a emergência de plântulas e a transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	57
4.4. Efeito da temperatura ambiente na emergência de plântulas e na transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	59
4.5. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas e na transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	65
4.6. Efeito do armazenamento de sementes de trigo sobre a emergência de plântulas e a incidência e transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	69
4.7. Efeito do substrato de semeadura sobre a transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	78
4.8. Efeito do tratamento químico da semente na emergência de plântulas e na incidência e transmissão de <i>B.sorokiniana</i>	80
5. CONCLUSÕES	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Velocidade da emergência e da transmissão, em dias, de <i>B. sorokiniana</i> aos órgãos aéreos do trigo	48
Tabela 2: Efeito da incidência de <i>B. sorokiniana</i> em sementes de trigo sobre a emergência de plântulas e transmissão aos órgãos aéreos e radiculares	51
Tabela 3: Efeito da desinfestação de sementes com hipoclorito de sódio na emergência do trigo, na incidência e na transmissão de <i>B. sorokiniana</i> aos órgãos aéreos ...	58
Tabela 4: Efeito da temperatura na emergência de plântulas e na transmissão de <i>B. sorokiniana</i> a partir de sementes de trigo, cultivar IAC-24, com diferentes incidências do patógeno	60
Tabela 5: Efeito da profundidade de semeadura sobre a emergência do trigo e transmissão de <i>B. sorokiniana</i> aos órgãos aéreos	66
Tabela 6: Efeito de duas condições de armazenamento sobre a incidência de <i>B. sorokiniana</i> em sementes de trigo	70
Tabela 7: Efeito de duas condições de armazenamento na emergência de plântulas a partir de sementes de trigo infectadas com <i>B. sorokiniana</i>	72
Tabela 8: Efeito de duas condições de armazenamento sobre a transmissão de <i>B. sorokiniana</i> aos órgãos aéreos do trigo	75
Tabela 9: Efeito de diferentes substratos à semeadura sobre a transmissão de <i>B. sorokiniana</i> a partir de sementes de trigo, cultivar BR-23	79

Tabela 10: Controle da incidência de <i>B. sorokiniana</i> em sementes de trigo pelo tratamento com fungicidas, 1989	81
Tabela 11: Controle da transmissão de <i>B. sorokiniana</i> aos órgãos aéreos pelo tratamento das sementes com fungicidas, 1989	83
Tabela 12: Controle da incidência de <i>B. sorokiniana</i> em sementes de trigo pelo tratamento com fungicidas, 1990	85
Tabela 13: Controle da transmissão de <i>B. sorokiniana</i> aos órgãos aéreos pelo tratamento das sementes com fungicidas, 1990	87
Tabela 14: Controle médio da incidência e transmissão de <i>B. sorokiniana</i> obtido pelo tratamento de sementes com fungicidas em 1989 e 1990	90
Tabela 15: Eficiência relativa entre o controle da incidência e da transmissão de <i>B. sorokiniana</i> pelo tratamento de sementes de trigo com fungicidas	93
Tabela 16: Efeito do controle químico de <i>B. sorokiniana</i> sobre a emergência de sementes de trigo, 1989	96
Tabela 17: Efeito do controle químico de <i>B. sorokiniana</i> sobre a emergência de sementes de trigo, 1990	98

INCIDENCIA, TRANSMISSAO E CONTROLE DE *Bipolaris sorokiniana*
EM SEMENTES DE TRIGO.

Autor: Carlos Alberto Forcelini

Orientador: José Otavio Machado Menten

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a taxa de transmissão de *Bipolaris sorokiniana* aos órgãos aéreos e radiculares do trigo. Foram utilizadas várias amostras de sementes naturalmente infectadas, submetidas a diferentes condições de temperatura, profundidade de semeadura, tempo de armazenamento, desinfestação e tratamento químico.

Os experimentos foram executados em Piracicaba-SP e Passo Fundo-RS, utilizando-se os métodos de papel de filtro com congelamento e o exame de plântulas desenvolvidas a partir da semeadura em substrato de areia, contida em caixas plásticas.

Na média de nove amostras, com incidência entre 6% e 84%, *B. sorokiniana* foi transmitido ao mesocótilo,

coleóptilo e plúmula, em percentuais de 68,7%, 71,5% e 20,1%, respectivamente, os dois primeiros iguais entre si e superiores ao último.

Tanto para o coleóptilo quanto à plúmula, a transmissão foi detectada a partir do 7^o dia após a semeadura, cresceu até o 21^o e estabilizou após.

A temperatura exerceu efeito sobre as sementes com incidência igual ou superior a 38%, determinando maior transmissão ao sistema radicular a 15-20^oC, maior passagem à parte aérea a 20-25^oC e maior morte de plântulas a 25-30^oC.

A desinfestação das sementes com hipoclorito não afetou significativamente a transmissão do patógeno, demonstrando ser este processo dependente do inóculo presente no interior da semente.

A profundidade de semeadura (1, 3 e 5cm) não exerceu efeito sobre a transmissão ao coleóptilo, porém, a transmissão à plúmula foi beneficiada pela semeadura superficial (1cm).

O armazenamento das sementes à temperatura de 25+3^oC, durante 8 meses, reduziu a sobrevivência do patógeno na semente sem, contudo, afetar a sua transmissão.

Dos substratos de areia, areia estéril e solo estéril obteve-se transmissões semelhantes entre si. Na semeadura em solo não estéril, a transmissão foi 5,9% menor que a verificada em areia.

Os fungicidas triadimenol e iprodione + tiram evitaram a transmissão de *B. sorokiniana* em sementes com incidência até 43,7%. Acima deste valor foram eficientes os fungicidas carboxim + prochloraz (57%), fembuconazole e difenoconazole (63%).

A eficiência dos fungicidas sobre a transmissão foi 5% superior à verificada à incidência.

O tratamento de sementes não resultou em aumentos significativos na emergência de plântulas.

INCIDENCE, TRANSMISSION AND CONTROL OF *Bipolaris sorokiniana*
ON WHEAT SEEDS.

Author: Carlos Alberto Forcelini

Adviser: José Otavio Machado Menten

SUMMARY

Through some simulated field situations, the transmission of *Bipolaris sorokiniana* from seed to plumule, coleoptile and subcrown internode of wheat was determined. Samples of naturally infected seeds were submitted to different temperatures, sowing depth, storage time, desinfestation and chemical treatment.

The experiments were carried out in Piracicaba and Passo Fundo, in the states of São Paulo and Rio Grande do Sul, respectively. The seed incidence of *B. sorokiniana* was detected by the deep freezing test and its transmission by the seedling symptom test.

Among nine samples with seed incidence from 6% to 84%, *B. sorokiniana* was transmitted to subcrown internode, coleoptile and plumule in percents of 68.7%,

71.5% and 20.1%, respectively.

Coleoptile and plumule transmission was detected from the 7th day after sowing, increased up to the 21th day when it stabilized.

Temperature effects were observed only in seeds with incidence similar to or higher than 38%. Temperatures between 15-20°C favored the transmission to subcrown internode, while higher transmission to coleoptile and plumule occurred at 20-25°C. The number of dead seedlings was increased by temperatures above 25°C.

Seed desinfestation with sodium hypochloride did not influence the transmission. The same occurred with sowing depth in regarding the transmission to the coleoptile. Sowing depth of 1 cm increased transmission to the plumule.

Seed storage at 25+-3°C for 8 months reduced seed survival of *B.sorokiniana* but did not affect the transmission.

Sand, sterilized sand e sterilized soil substracts showed similar transmissions. In non sterilized soil the transmission was 5.9% less than in non sterilized sand.

Seed treatment with triadimenol and iprodione + thiram avoided the transmission in seeds with 43,7% of *B.sorokiniana* incidence. In seeds with 57% of incidence was efficient the carboxin + prochloraz while the fembuconazole and difenoconazole controled the transmission

in seeds with 57% of *B.sorokiniana* incidence.

The fungicide efficiency upon the transmission was 5% higher than those verified for the incidence.

The seed treatment didn't increase the seedling emergence.

1.0. INTRODUÇÃO

Bipolaris sorokiniana (sinônimos *Helminthosporium sativum*, *Drechslera sorokiniana* e *Helminthosporium californicum*) é um patógeno que afeta os órgãos aéreos e radiculares do trigo, causando doença conhecida como helmintosporiose e podridão comum de raízes.

Levantamentos realizados no Rio Grande do Sul, demonstraram que somente a podridão comum de raízes é responsável por perdas de até 20% no rendimento de grãos de trigo. No estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, prejuízos jamais vistos em outros países foram atribuídos à helmintosporiose.

Em áreas novas ou naquelas onde se pratica a rotação de culturas ou o pousio e a eliminação dos outros hospedeiros, a semente infectada representa o único inóculo capaz de introduzir e estabelecer o patógeno a campo.

Análises de sanidade de sementes de trigo comercializadas, no Brasil, têm demonstrado a presença constante de *B. sorokiniana*, com níveis iguais ou maiores que 90%.

Tentativas para o estabelecimento de padrões de sanidade para o uso e comercialização de sementes de

trigo, bem como de critérios para racionalizar e otimizar o tratamento químico das mesmas, tem esbarrado na falta de maiores informações sobre a importância epidemiológica do inóculo veiculado pela semente, sobretudo quanto à magnitude da transmissão semente-planta.

A velocidade e a intensidade deste processo é variável, pois depende, entre outros, de fatores como a incidência do patógeno na semente, da localização do inóculo, da temperatura ambiente no local de plantio, a profundidade de semeadura, o período de armazenamento, o tipo de substrato e o tratamento químico.

Por este motivo, este trabalho se propõe a avaliar o efeito destes fatores sobre a transmissão de *B. sorokiniana* da semente aos órgãos aéreos e radiculares do trigo.

Os dados obtidos permitirão avaliar a qualidade sanitária da semente, antecipar seu comportamento a campo e, convenientemente, decidir sobre o seu destino.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. O trigo no Brasil.

Embora sem confirmação, há evidências que o trigo tenha sido introduzido no Brasil por Martim Affonso de Souza, no período das Capitanias Hereditárias (CARMO, 1911^{1/} citado por TOMASINI, 1982).

Apesar de, inicialmente, ter sido cultivado em diversos estados, tais como Pernambuco, Alagoas, Bahia, Goiás, Rio de Janeiro e São Paulo, com o passar do tempo, seu cultivo ficou mais restrito aos estados do Paraná, Santa Catarina e, principalmente, Rio Grande do Sul (BAYMA, 1960). Nos últimos anos, porém, a cultura voltou a expandir-se, incorporando novas áreas localizadas nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais (TOMASINI, 1982).

Conforme dados do SEAB/DERAL (1990), citados por ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ (OCEPAR) (1991), a produção brasileira de trigo, em 1990,

^{1/} CARMO, A.G. O problema nacional da produção de trigo. Rio de Janeiro, 1911.

foi da ordem de 3.452.305 toneladas, a qual, considerada a área tritícola brasileira, cerca de 2.676.794 ha, fez uma produtividade média de 1.290 kg/ha. Tal produtividade, apesar de baixa em termos mundiais, representa aumentos significativos em relação à da década passada, fato este atribuído ao desenvolvimento tecnológico da cultura no Brasil. Exemplificando, TOMASINI (1991) afirma que a produtividade média do trigo no Rio Grande do Sul aumentou 59% no período de 1968 a 1988.

Entre os fatores responsáveis por este incremento podem ser citados, segundo BRUNETTA (1989), épocas de semeaduras mais definidas, cultivares mais produtivas e recomendadas para cada tipo de solo, correção, descompactação e conservação do solo, rotação de culturas e controle químico de moléstias.

Entretanto, a crescente demanda de trigo no Brasil não tem sido atenuada pela produção nacional, o que tem mantido o país na posição de tradicional importador (TOMASINI, 1982).

Segundo MOTA (1982), a baixa produtividade brasileira deve-se ao fato do trigo ser cultivado em uma região ecológica que, comparada às demais regiões tritícolas mundiais, pode ser considerada marginal. O clima, úmido do sul do país, associado a períodos de temperaturas relativamente elevadas, é muito propício às doenças, as quais constituem o principal fator limitante da produção.

2.2. Principais doenças da cultura do trigo.

No Sul do Brasil (latitudes superiores a 24°S), o clima é muito instável, principalmente em relação à precipitação pluvial e à temperatura. Esta região caracteriza-se pelo excesso hídrico durante o período de desenvolvimento do trigo. Trabalhos realizados no Rio Grande do Sul demonstraram que o requerimento hídrico do trigo é de 320 mm durante seu ciclo. A precipitação normal, em Passo Fundo-RS, por exemplo, no período de desenvolvimento da cultura (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 (REIS et al, 1988).

Dentre as doenças ocorrentes no Sul do Brasil, destacam-se a ferrugem da folha, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* (Rob ex Desm.), a mancha da gluma, *Phaeosphaeria nodorum* (anamorfa: *Stagonospora nodorum* (Berk.) Cast & Germ.), a mancha marrom, *Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib.) Drechs. ex Dastur (anamorfa: *B.sorokiniana* (Sacc. in Sorok), a giberela, *Gibberella zeae* (Schw.) Petch (anamorfa: *Fusarium graminearum* (Schw.), o mal-do-pé, *Gaeumannomyces graminis* f.sp. *tritici*, o oídio, *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* (Dc. ex Merat) e o VMT, vírus do mosaico do trigo, (PICININI & FERNANDES, 1988). Mais recentemente, a brusone, *Pyricularia oryzae* Cav. (IGARASHI,

1988a) e a mancha amarela, *Drechslera tritici repentis*, (METHA, 1985; PICININI, 1990), passaram a receber atenção especial.

As doenças, quando ocorrem em grande intensidade, ocasionam consideráveis perdas no rendimento de grãos. Segundo dados do INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR) (1978), as perdas de produção causadas pelo complexo de doenças estão entre 40 a 60%, dependendo do ano, variedade e local, podendo atingir níveis de até 100% em determinadas lavouras.

Entre as medidas de controle das doenças do trigo, o emprego de cultivares resistentes é, sem dúvida, a medida mais econômica e eficaz. Entretanto, não se dispõe, até o momento, de cultivares resistentes a todas as enfermidades. Outras medidas, como a rotação de culturas, a incorporação de restos culturais, a eliminação de hospedeiros secundários (gramíneas nativas) e trigos voluntários auxiliam na redução do inóculo dos patógenos (REUNIAO DA COMISSAO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO - RCCSBPT, 1989). Além destas, dispõem-se ainda do controle químico, tanto a nível de semente como de parte aérea, prática cujo uso expressivo movimenta no Brasil, anualmente, um mercado de US\$ 50.000.000 (CALEGARO,^{1/}).

¹ CALEGARO, P. (Bayer do Brasil S.A., São Paulo) Comunicação Pessoal. 1991.

2.3. Principais patógenos transmitidos por sementes de trigo.

A semente de trigo transporta e transmite uma série de microorganismos fitopatogênicos dentre os quais, no Brasil, são citados: *B.sorokiniana* (Sacc. in Sorok.) Shoem., *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Drech., *Fusarium graminearum* Schw, *Stagnospora nodorum* (Berk.) Cast. & Germ., *Ustilago tritici*, *Tilletia carle*, *Pyricularia oryzae*, *Alternaria* sp., *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* e *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* (DIEHL et al., 1985; IGARASHI, 1988; LUZ et al., 1976; LUZ, 1987; METHA & IGARASHI, 1981; PRESTES, 1986; RICHARDSON, 1979 e REIS, 1987).

Levantamentos da sanidade de sementes de trigo comercializadas no Brasil têm demonstrado a presença constante de *B.sorokiniana*. As incidências variam conforme o ano, local e cultivar, podendo atingir valores próximos a 100% (COSTA et al., 1991; DIEHL et al., 1985; GOULART & PAIVA, 1989; LUZ et al., 1976; NASSER, 1987 e REIS, 1988). Sementes com alta incidência podem não germinar ou as plântulas produzidas podem morrer precocemente, reduzindo a densidade de plantas a campo (LASCA et al., 1984a; LASCA et al., 1986 e REIS, 1988a).

Por outro lado, a transmissão semente - planta do patógeno permite o estabelecimento de focos

iniciais da doença a campo, a partir dos quais originam-se os ciclos secundários da helmintosporiose (FORCELINI & REIS, 1988b; FORCELINI et al, 1989 e REIS, 1981).

Por estes motivos, *B.sorokiniana* é o mais importante patógeno associado à semente de trigo e, normalmente, o alvo principal do tratamento de sementes (FORCELINI, 1991).

2.4. Helmintosporiose.

2.4.1. Importância econômica.

A helmintosporiose, também denominada de mancha marrom, é amplamente distribuída nas principais regiões tritícolas do Brasil e, frequentemente, agrava-se quando as condições climáticas favoráveis, como altos valores de umidade e temperatura, manifestam-se (OSÓRIO, 1982). Tais condições são mais comuns nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Distrito Federal (CARDOSO & KIMATI, 1980; LUZ, 1982).

No Paraná, foram registrados vários casos de epidemias em diversas lavouras e regiões, com prejuízos econômicos, notadamente nos anos de 1976, 1979, 1980, 1982 e 1983 (METHA & IGARASHI, 1985 citados por IGARASHI, 1988b).

Em levantamentos realizados no Rio Grande do

Sul, de 1979 a 1981, as perdas devidas à podridão comum de raízes foram elevadas, atingindo, aproximadamente, 20%. Considerando o total de 3.082.902 toneladas de trigo produzidas no estado, no mesmo período, as perdas causadas atingiram, aproximadamente, 617.000 toneladas do cereal (DIEHL, 1982).

Tanto no Rio Grande do Sul como no Paraná, epifitias ocorrem principalmente onde o trigo é cultivado anualmente na mesma área, sem a observância do pousio ou da rotação de culturas no inverno (DIEHL, 1979; DIEHL et al., 1982 & DIEHL, et al, 1983).

As epifitias causadas pela helmintosporiose, ao nível em que são relatadas no Brasil, não são mencionadas em outros países (METHA, 1978).

2.4.2. Sintomatologia.

O patógeno apresenta a peculiaridade de utilizar como substrato todos os órgãos dos cereais de inverno. Disto decorrem duas fases distintas da doença: a) interferência no processo fotossintético, quando o ataque ocorre em órgãos verdes como folhas, bainhas, colmos, glumas, aristas e sementes em formação (o nome comum desta fase é helmintosporiose); b) interferência na procura e absorção de água e nutrientes, que constitui a fase da doença que ocorre em órgãos subterrâneos como raízes

seminais, mesocótilos, raízes secundárias e coroa; nesta fase, a helmintosporiose denomina-se podridão comum de raízes. Os cereais de inverno (centeio, cevada, trigo e triticales) são suscetíveis à helmintosporiose (REIS, 1988a).

Os sintomas manifestam-se, inicialmente, em plântulas originadas a partir de sementes infectadas. Neste processo, o fungo cresce a partir da semente e coloniza o coleóptilo, sobre o qual aparecem lesões castanho-escuras. Se, no entanto, o micélio penetrar e se desenvolver no interior do coleóptilo, as manchas poderão ser observadas sobre a plúmula que emergir. No caso de lotes com alta incidência, a morte de plântulas em pré e, principalmente, pós-emergência, pode ser verificada. Tais sintomas são também originados a partir de inóculo presente no solo e restos culturais (METHA, 1978; REIS, 1988a; WIESE, 1977).

Nas folhas, aparecem, primeiramente, pequenas manchas alongadas de cor marrom-escura à negra. As manchas bem desenvolvidas são tipicamente elípticas, com abundante esporulação negra, principalmente na parte central. Quando as lesões coalescem, a folha fica crestada, seca e morre prematuramente (METHA, 1978).

Processo semelhante ocorre na espiga, onde as espiguetas infectadas, quando mortas, apresentam cor palha, tornando-se negras quando há frutificação do fungo (MEHTA, 1978; WIESE, 1977 e ZILLINSKI, 1984).

Sementes infectadas, originadas a partir de espigas doentes, podem ou não exibir o sintoma de "ponta preta", bem como apresentar aspecto enrugado (LUZ, 1982).

Lesões de cor castanho-escuras verificam-se também nos nós e, às vezes, entre-nós, podendo ocorrer estrangulamento, com conseqüente quebra e morte da planta (PICININI et al., s.d. e MEHTA, 1978).

2.4.3. Etiologia.

A helmintosporiose tem como agente causal o fungo *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok) Shoem [sinônimos *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram & Jain; *Helminthosporium sativum* Pamm., King & Bakke; *Helminthosporium californicum* Mackie & Paxton], teleomorfo *Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib) Drechsl, ex Dastur (LUZ, 1976 e REIS, 1988a).

Atualmente, o gênero *Helminthosporium* encontra-se dividido em três outros gêneros, assim constituídos: *Bipolaris*, *Drechslera* e *Exserohilum*. Em acordo a essa nova taxonomia, a espécie *Helminthosporium sativum* passou a ser denominada *Bipolaris sorokiniana* (ALCORN, 1983; MUCHOVEJ, et al., 1988).

B. sorokiniana (Sacc. in Sorok.) Shoem forma conidióforos solitários ou em pequenos grupos, retos ou flexuosos, marrom-escuros, com dimensões de 60-240 um x 6-10

um, contendo de 1 a 6 confídios inseridos acropleurogenamente. Apresenta célula endógena politétrica, simpodial e cicatrizada. Os confídios são pardo-escuros, curvados ou retos, fusóides a largamente elipsoidais, paredes espessas no centro e mais delgadas em direção aos ápices, mais largos no centro, ápices arredondados, com cicatriz distinta na célula basal, com 6 a 9 septos e dimensões de 68,0-98,6 x 23,8-um. O tubo germinativo é do tipo semiaxial e origina-se a partir de uma ou de ambas as células polares do confídio. As colônias, em BDA, apresentam coloração pardo-olivácea a muito escura, tornando-se geralmente mais claras nas bordas, cobertas com confídios pretos brilhantes, dando assim à colônia a aparência preta brilhante (CHIDAMBARAM et al., 1973; ELLIS, 1971).

2.4.4. Ciclo biológico de *Bipolaris sorokiniana*.

Como mencionado anteriormente, *B. sorokiniana* pode atacar todos os órgãos do trigo, do que resultam duas fases distintas da doença, a helmintosporiose (parte aérea) e a podridão comum de raízes (sistema radicular).

2.4.4.1. Em órgãos aéreos.

As principais fontes de inóculo de *B. sorokiniana* são sementes e restos culturais infectados (centeio, cevada, trigo e triticales), plantas voluntárias e

hospedeiros secundários, como gramíneas de verão, e confídios dormentes livres no solo. A partir destas fontes de inóculo, o fungo é disseminado aos órgãos verdes do trigo, tecido preferencial no parasitismo (REIS, 1988a).

O fungo sobrevive ao período entre uma safra e outra em sementes infectadas, nas quais permanece em estado de dormência devido ao baixo teor de umidade (12 a 13%). Durante este período, que dura geralmente seis meses, o patógeno perde parcialmente sua viabilidade (VECHIATO & LASCA, 1985 e VECHIATO et al., 1987).

Após a semeadura, a semente hidrata-se, dando início aos processos de germinação e emergência. Nesta mesma oportunidade, o fungo passa do estágio de dormência ao de crescimento vegetativo, fazendo com que o micélio, que estava no endosperma da semente, cresça na superfície da cariopse. O micélio atinge o coleóptilo, crescendo em sua superfície até alcançar a extremidade localizada fora do solo, onde ocorre a esporulação. Pode haver, também, a penetração do micélio no coleóptilo, determinando a infecção da plúmula em seu interior. Quando este fato ocorre, a plúmula, ao emergir, mostra uma ou várias lesões em seu limbo. Ocorre, também, às vezes, a deformação ou anomalia das plântulas emergidas oriundas de semente infectada (REIS, 1981, 1982, 1985, 1987 e 1988a).

Uma vez ocorrendo necrose dos tecidos, há a esporulação do fungo, visto que *B.sorokiniana* é patógeno

necrotrófico, isto é, utiliza-se de tecidos mortos como fonte de nutrientes, somente esporulando em tais tecidos. Assim sendo, a partir destas lesões necróticas, os esporos são levados pelo vento, sob clima seco, atingindo as folhas superiores e as de plantas vizinhas, onde se iniciam os ciclos secundários da doença nos órgãos aéreos. É possível observar-se a ocorrência da doença nesse órgão no primeiro ano de cultivo, mesmo em regiões sem o cultivo anterior do hospedeiro (REIS, 1988a; REIS et al., 1988).

Em áreas de monocultivo, principalmente sob semeadura direta, os restos culturais constituem importante fonte de inóculo. Após a colheita, a esporulação do fungo continua sobre a palha do trigo. Os confídios aí produzidos são levados ao solo ou transportados pelo vento e respingos de chuva às plântulas do novo plantio. Os restos culturais remanescentes na superfície do solo ficam estrategicamente posicionados em relação às plântulas, facilitando a inoculação. Esta fonte de inóculo é a mais abundante na infecção da cultura estabelecida em monocultura (REIS & SANTOS, 1987; REIS, 1988b).

Outra fonte de inóculo é o solo contendo confídios dormentes, originados pela multiplicação do fungo em plantas vivas infectadas e, principalmente, sobre restos culturais deixados na superfície do solo. Tais confídios podem manter a viabilidade por até 37 meses (REIS, 1989), sendo disseminados às folhas basais das plantas do novo

plantio (REIS et al., 1983 e 1985).

Além da aveia, centeio, cevada, trigo e triticales, *B.sorokiniana* tem sido isolado, também, de lesões radiculares de algumas gramíneas forrageiras, invasoras e nativas (REIS et al., 1985). Tais hospedeiros secundários podem contribuir para a infecção do trigo ou infestação do solo (DIEHL, 1983 e REIS, 1982).

As sementes de trigo, deixadas na lavoura por ocasião da colheita, originam plantas que vegetam durante o verão, sobretudo em sistema de semeadura direta da cultura sucessora. Dada a sua amplitude térmica, 24-28°C, *B.sorokiniana* tem condições de utilizar tais plantas para sua sobrevivência, dando continuidade à ação parasitária e, provavelmente, produzindo grande quantidade de propágulos (REIS, 1988a).

Estas fontes de inóculo permitem a introdução do patógeno na cultura e o início do ciclo da doença ou fase parasitária. Nas plantas, a infecção ocorre quando a temperatura média for $\geq$ a 18°C e o período de molhamento superior a 18 horas. Em condições de alta umidade e temperaturas entre 25 e 28 °C, ocorre a multiplicação do fungo, originando vários ciclos secundários e permitindo a infecção das folhas novas superiores, glumas e sementes (DIEHL, 1982; REIS & SANTOS, 1987 e REIS et al., 1988).

2.4.4.2. Em órgãos radiculares.

Por ocasião do processo de germinação e emergência, o micélio do patógeno pode colonizar as raízes primárias ou seminais e o coleóptilo. Colonizando internamente o coleóptilo, o fungo atinge o mesocótilo ou entre-nó subcoronal, originando os sintomas da podridão comum de raízes observáveis a campo, sobretudo em regiões onde o trigo é cultivado sob baixa precipitação pluviométrica. A medida que as plantas desenvolvem-se em condições de alta temperatura e umidade, a colonização prossegue, havendo a infecção das coroas e bainhas das folhas basais, as quais morrem prematuramente. Nestes tecidos necrosados e sob presença de luz, o fungo esporula abundantemente, permitindo-lhe atingir os órgãos aéreos de plantas vizinhas (DIEHL, 1982; REIS, 1981 e 1982).

2.4.5. Medidas gerais de controle.

Consideradas as três principais fontes de inóculo de *B. sorokiniana*, as quais sejam sementes infectadas, restos culturais deixados sobre o solo e solo contendo conídios dormentes, o controle eficiente pode ser obtido pela adoção de medidas que reduzam, ao máximo, o inóculo naquelas. Assim sendo, as medidas gerais de controle da helmintosporiose e podridão comum de raízes são a eliminação do patógeno da semente e da área cultivada.

2.4.5.1. Eliminação do patógeno veiculado na semente.

Com este objetivo, dois aspectos devem ser considerados. O primeiro deles diz respeito à utilização de sementes saudáveis, produzidas em lavouras submetidas à rotação de culturas, suficientemente isoladas de outros locais cultivados com cereais de inverno e, preferivelmente, em áreas não superiores a 30 ha para facilitar o controle químico (REIS et al, 1988).

O segundo está relacionado ao tratamento das sementes infectadas. Neste caso, é importante o levantamento da sanidade da semente de trigo comercializada e a identificação dos compostos mais eficazes no controle do patógeno (FORCELINI & REIS, 1988a; FORCELINI, 1991 e VALARINI, 1986).

2.4.5.2. Eliminação do patógeno da área cultivada.

Dado o caráter necrotrófico do fungo *B. sorokiniana*, os restos culturais de trigo, centeio, triticale e cevada constituem a principal fonte nutricional do patógeno na ausência do hospedeiro vivo. Durante a decomposição destes restos culturais, o patógeno obtém os nutrientes essenciais à sua sobrevivência.

Nas condições do Sul do Brasil, um período de doze meses é requerido à mineralização de tais restos culturais (REIS, 1988a). Quando deixada na superfície, a

palha decompõe-se mais lentamente, razão pela qual, em um sistema de semeadura direta, um período maior é necessário.

O monocultivo de trigo realimenta o patógeno a cada seis ou sete meses, permitindo-lhe a continuidade do ciclo vital. Contrariamente, a rotação de culturas, por um período de tempo necessário à mineralização dos restos culturais, determina a morte por inanição do patógeno, sendo, por este motivo, a medida de controle recomendável.

Além da sobrevivência em restos culturais, os confídios de *B. sorokiniana* podem permanecer viáveis no solo por até 37 meses (REIS, 1989), o que exigiria três invernos seguidos de rotação de culturas com espécies não suscetíveis. Apesar da infectividade destes confídios, demonstrada por REIS (1988b), a eliminação completa dos mesmos pela rotação de culturas não é necessária.

Cabe salientar que a rotação de culturas tem sucesso, quando acompanhada da eliminação das plantas voluntárias e hospedeiros secundários.

O melhoramento genético visando resistência à podridão comum de raízes e à helmintosporiose tem sido pesquisado, porém sem sucesso (DIEHL, 1982; DIEHL et al., 1980).

Em experimentos realizados por REIS & BAIER (1983), nos quais comparou-se o comportamento de cereais de inverno em relação à podridão comum de raízes, verificou-se que a aveia foi a mais resistente (GI=grau de infecção =

4,2%); o centeio intermediário (GI = 16,2%) e o trigo e a cevada os mais suscetíveis (GI 46,7 e 49,7%, respectivamente).

2.5. Transmissão semente-planta de *Bipolaris sorokiniana*.

2.5.1. Importância.

Em patologia de sementes, entende-se por transmissão (da semente à planta) a parte do ciclo entre a fonte de inóculo/disseminação e a colonização da planta hospedeira. É fundamental que se distinga a transmissão do transporte. Transporte é a disseminação do patógeno através da semente, que pode ser detectado e quantificado por meio dos testes de sanidade. Transmissão implica o transporte (disseminação) que proporciona uma infecção bem sucedida, dando origem a uma planta doente (MENTEN & BUENO, 1987).

A transmissão de patógenos por sementes é reconhecida como um excelente método pelo qual os fitopatógenos: (a) são introduzidos em novas áreas; (b) sobrevivem na ausência do hospedeiro; (c) são selecionados e disseminados como raças específicas a determinados hospedeiros; (d) são distribuídos através da população de plantas como focos primários de inóculo (MENTEN, 1986).

Segundo o modo pelo qual o patógeno é

transportado com a semente e se desenvolve posteriormente na planta, NEERGARD (1979) estabeleceu oito tipos principais de ciclos de patógenos transmitidos pelas sementes. Dentre estes, o mecanismo de infecção extra-embriônica, seguida por infecções locais, corresponde ao processo desenvolvido por *B. sorokiniana* em trigo.

Na literatura, são raros os trabalhos envolvendo a transmissão de *B. sorokiniana*, sendo mais comum o estudo de outras espécies patogênicas pertencentes à mesma família.

Neste sentido, AULAKH et al. (1974), comparando a incidência de *Drechslera oryzae* em sementes e em plântulas de arroz, obtiveram uma relação de 1,0 : 0,8, ou seja, 80% das sementes infectadas transmitiram o patógeno. Segundo os mesmos autores, para sementes com incidências entre 9 e 49%, uma estreita relação pode ser observada entre infecção na semente e na planta.

HOUSTON & OSWALD (1948)^{1/} e SHANDS (1934)^{2/}, citados por TEVIOTDALE & HALL (1976), determinaram a taxa de transmissão de *Helminthosporium gramineum* em cevada. Segundo estes autores, o patógeno foi transmitido em 20% das sementes de cevada naturalmente infectadas, ao passo que em

¹ HOUSTON, B.R. & OSWALD, J.W. Methods of inoculation of barley with the stripe disease, *Helminthosporium gramineum*. *Phytopathology*, v.38, p.915, 1948.

² SHANDS, H.L. Temperature studies on stripe of barley. *Phytopathology*, v.24, p.364-83, 1934.

sementes inoculadas a transmissão foi de 90%.

JORGENSEN (1974 e 1980), demonstrou a transmissão de *Cochliobolus sativus*, *Pyrenophora graminea* e *Pyrenophora teres* a partir de sementes de cevada. Com relação aos dois últimos patógenos, o autor comparou ainda a transmissão determinada em casa-de-vegetação e a observada no campo. No caso de *P. graminea*, a transmissão obtida em casa-de-vegetação foi geralmente superior à de campo, ocorrendo o contrário com *P. teres*. Em ambos os casos, a correlação média obtida foi da ordem de 0,89.

No Brasil, METHA & IGARASHI (1981) e REIS (1981 e 1982), ao considerarem as sementes de trigo infectadas por *B. sorokiniana* como fonte de inóculo para a podridão comum de raízes e helmintosporiose do trigo, foram os primeiros a enfocar o significado epidemiológico da transmissão semente-planta. A partir deste momento, a presença do patógeno na semente passou a ser considerada não apenas como um fator capaz de afetar suas qualidades fisiológicas (germinação e vigor), mas, principalmente, como uma importante fonte de inóculo primário para o estabelecimento de epidemias a campo.

DIEHL et al. (1983) demonstraram a transmissão de *B. sorokiniana* da semente ao sistema radicular do trigo, sua importância no estabelecimento da doença, bem como o efeito do tratamento químico na sua redução.

FORCELINI & REIS (1988b) e FORCELINI et al. (1989), estudando a taxa de transmissão de *B. sorokiniana* em casa-de-vegetação, constataram ser esta superior a 60%, fato que possibilita um número elevado de plantas doentes logo após a emergência. Diante de condições ambientais favoráveis, tais como temperatura igual ou maior que 18°C e 9 a 24 horas de molhamento foliar (COUTURE & SUTTON, 1978), originam-se inúmeros ciclos secundários da helmintosporiose, do que resultam prejuízos à cultura só minimizados pelo uso de fungicidas na parte aérea.

Em trabalhos realizados com cevada, FORCELINI & REIS (1987) e FORCELINI et al. (1990b) determinaram a taxa de transmissão de *Drechslera teres*. Segundo os autores, o patógeno foi transmitido em 20% das sementes infectadas, transmissão esta que, diante de condições ambientais favoráveis, permitiu a infecção de 100% das plantas logo aos 60 dias após a emergência.

Semelhantemente, PRABHU & VIEIRA (1989) evidenciaram a transmissão de *Drechslera oryzae* em arroz como sendo da ordem de 47%, que foi considerada alta pelos autores.

Ao demonstrarem a transmissão destes fungos e a importância no estabelecimento de doenças a campo, estes trabalhos vieram reforçar o papel epidemiológico do inóculo associado à semente.

2.5.2. Métodos para detecção da transmissão.

Para METHA (1979), a incidência de um patógeno na semente, determinada pelo teste de sanidade em laboratório, superestima a verdadeira infecção que pode ocorrer no campo. Na opinião do referido autor, o uso de técnicas para determinar a incidência nas plântulas elimina o efeito das estirpes não patogênicas, refletindo melhor o que acontece a campo. Se uma boa correlação entre os percentuais de incidência em sementes e em plântulas é observada, então a recomendação para o tratamento de sementes pode ser feita com base no teste de sanidade.

Com este objetivo, algumas técnicas têm sido utilizadas e descritas na literatura.

NEERGARD (1979) e AGARWAL & SINCLAIR (1987), sugeriram o teste de transmissão em tubos de ensaio com ágar. Neste método, tubos de ensaio (25 cm altura) são preparados com ágar-água (1,8 a 2,0%) e esterilizados, recebendo cada qual, posteriormente, uma semente desinfestada. Procede-se a incubação a 20°C, 12 x 12 horas de fotoperíodo, durante quatorze dias, quando então se faz a inspeção das plântulas. Os autores recomendam este método principalmente para a avaliação da transmissão de fungos do gênero *Drechslera* e *Bipolaris* em trigo e cevada.

METHA & IGARASHI (1981) estudaram a transmissão semente-planta de *B. sorokiniana*, utilizando-se

da sementeira em areia não esterilizada, contida em bandejas plásticas, incubadas em câmara de crescimento durante 12 dias sob temperatura de 21°C (± 1). Neste teste, cada bandeja (dimensões não mencionadas pelos autores) recebeu 200 (4x50) sementes de trigo. Quando da avaliação, as plantas foram cuidadosamente arrancadas e observadas quanto à presença de sintomas no coleóptilo e raízes.

Método semelhante, descrito por REIS (1987), preconiza a sementeira a 5cm de profundidade, em substrato de areia ou solo esterilizado, contido em caixas de madeira ou plástico. Neste método, 100 sementes são empregadas, avaliando-se as plantas 30 dias após.

JORGENSEN (1980), estudou a transmissão de *P. graminea* e *P. teres* através do transplante de sementes pré-germinadas. Inicialmente, as sementes foram colocadas sobre discos de papel de filtro, embebidos em água, e mantidas por 7 dias a 10°C . Posteriormente, procedeu-se ao transplante individual para recipientes de plástico contendo areia, mantidos em casa-de-vegetação a $18-20^{\circ}\text{C}$. A avaliação foi realizada duas semanas após o transplante.

FORCELINI et al. (1990a) compararam os métodos citados por NEERGARD (1979), AGARWAL & SINCLAIR (1987) e REIS (1987) quanto à transmissão de *B. sorokiniana* em sementes de trigo e cevada. Conforme os autores, o exame de plântulas desenvolvidas sobre substrato de areia, além de prático, permite detectar maior percentual de transmissão,

sobretudo à parte aérea.

2.5.3. Fatores que afetam a transmissão.

O xó da doença a campo pode ser variável, pois, dependendo das condições de campo, uma série de fatores influenciam a taxa de transmissão do patógeno (MENTEN & BUENO, 1987).

Entre estes fatores, AGARWAL & SINCLAIR (1987), NEERGARD (1979) e LEACH (1979) citam a temperatura, a umidade do solo, a quantidade e viabilidade do inóculo na semente, a localização do mesmo em relação à anatomia da semente, a influência da microflora do solo, o pH, a fertilidade e outros.

Neste sentido, LEUKEL et al. (1933) estudaram o efeito da temperatura sobre a transmissão de *D. graminea* em cevada. De acordo com este trabalho, a passagem do fungo aos órgãos aéreos foi favorecida por temperaturas menores ou iguais a 15°C, sendo completamente inibida a 20°C.

WOOD (1962) estudou a influência da temperatura nos danos provocados por *B. sorokiniana* em cereais de inverno. Verificou que os danos mais severos ocorreram quando as plântulas foram expostas a temperaturas de 10°C ou menos e 34°C ou mais, consideradas desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura. Afirma o autor que, aparentemente, o efeito da temperatura foi maior sobre o

hospedeiro do que propriamente sobre o fungo.

TEVIOTDALE & HALL (1976) afirmaram que a taxa de transmissão de *H. gramineum* em cevada foi substancialmente influenciada pela temperatura. Segundo os autores, a transmissão foi maior em temperaturas abaixo de 12°C; praticamente nula a 15°C ou mais e influenciada pelo tempo que as sementes ou plântulas ficaram expostas às baixas temperaturas.

Para SMITH (1929) e YU (1936), o inóculo de *H. gramineum*, presente na superfície de sementes de cevada, foi considerado sem importância na transmissão deste fungo, evidenciando que a fração infectante é que exerce efeito sobre a transmissão.

MEAD (1942), afirmou que o tegumento das sementes é um sítio comum de infecção pelo micélio de muitos fungos imperfeitos como *B. sorokiniana* em trigo e cevada.

Contrariando o que foi relatado por SMITH (1929) e YU (1936), TEVIOTDALE & HALL (1976) demonstraram que o o inóculo localizado no pericarpo ou tegumento foi mais efetivo na transmissão de *H. gramineum* em cevada.

METHA & IGARASHI (1981), encontraram baixa correlação entre a incidência de *H. sativum* na semente, detectada pelo papel de filtro, e a incidência observada em plântulas. Esta diferença os autores atribuem ao fato de uma grande parte das sementes terem sido apenas contaminadas e não infectadas. Fato semelhante foi observado em cevada

por JORGENSEN (1974).

METHA & IGARASHI (1981), também compararam oito cultivares de trigo de 36 amostras com incidências semelhantes e verificaram taxas de transmissão variáveis entre elas.

Trabalhos (VECHIATO & LASCA, 1985 e VECHIATO et al., 1987) evidenciaram também que, após oito meses de armazenamento em condição ambiente, o inóculo presente na semente teve sua viabilidade significativamente reduzida, o mesmo não ocorrendo com as sementes conservadas a baixa temperatura (5 a 10°C) ou em câmara seca. Entretanto, considerando-se o intervalo entre a colheita e a semeadura subsequente, nunca superior a seis meses, esta estratégia de controle não se mostra relevante.

Além dos fatores discutidos, segundo LEACH (1979), a transmissão semente-planta de patógenos pode ser afetada pelo pH do solo, pela incidência do patógeno na semente e pela microflora tanto da semente quanto do solo. Sobre este último, o autor afirma que a microflora do solo exerce maior influência sobre patógenos localizados superficialmente ou patógenos pouco adaptados ao solo. Entretanto, este não é o caso de *B. sorokiniana*, visto ser um patógeno infectante da semente e adaptado ao solo, razões pelas quais espera-se que o efeito supressivo do solo seja pequeno.

2.5.4. Controle da transmissão pelo tratamento de sementes com fungicidas.

2.5.4.1. Importância do tratamento de sementes.

As sementes constituem-se no mais eficiente mecanismo de sobrevivência e transmissão de patógenos (MENTEN, 1986 e MENTEN & BUENO, 1987). Por este motivo, quando infectadas ou infestadas, e, a fim de evitar-se o estabelecimento de doenças a campo, sobretudo em áreas novas ainda livres das mesmas, as sementes devem ser tratadas com compostos químicos eficientes (FORCELINI, 1991).

O tratamento de sementes apresenta como vantagens ser econômico, de fácil execução e seguro ao homem e ambiente (SOAVE & MORAES, 1987).

Os métodos de tratamento da semente podem ser físicos, biológicos e químicos. Este último, devido à sua eficiência e praticidade, tem sido o mais empregado.

No Brasil, em função da importância econômica e transmissão de importantes patógenos, o trigo é a cultura para a qual mais se utiliza tratamento de sementes (FORCELINI, 1991). No entanto, embora a importância desta prática, nem todos os produtores fazem uso dela. Exemplificando, o tratamento de sementes foi prática comum no Paraná entre 1987 e 1990 (FERREIRA FILHO & IGNACZAK, 1991), enquanto que, no Mato Grosso do Sul, apenas 8% dos

produtores o fizeram em 1990 (PÍPOLO, 1991).

Segundo CALEGARO^{1/}, a área de trigo cultivada com sementes tratadas em 1987, 1988, 1989 e 1990 foi da ordem de 1.017.000 ha, 1.200.000 ha, 592.000 ha e 560.000 ha, respectivamente. Para atender a esta demanda, 270.000, 320.000, 157.000 e 150.000 kg de fungicidas foram comercializados, movimentando um mercado de U\$ 8.250.000, 9.800.000, 4.800.000 e 4.600.000, respectivamente. Cerca de 85% deste montante correspondeu ao fungicida triadimenol; 10% à mistura iprodione + tiram e 5% aos demais produtos, entre os quais se incluem o tiram, o benomil, o captam e a mistura carboxim + tiram.

Neste sentido, é grande o interesse com relação ao tratamento de sementes de trigo, existindo uma gama de novos compostos mais seguros e eficazes, sendo desenvolvidos e avaliados (FORCELINI, 1991). Entretanto, para que os resultados e benefícios do tratamento de sementes possam ser otimizados, o autor chama a atenção para alguns cuidados inerentes ao próprio tratamento e ao manejo da cultura.

2.5.4.2. Objetivos do tratamento de sementes de trigo.

Segundo REIS (1987), o tratamento de sementes

¹ CALEGARO, P.R. Bayer do Brasil S.A. São Paulo, SP, 1991. Comunicação pessoal.

de trigo tem como finalidade:

a) erradicar fungos fitopatogênicos biotróficos (carvão e cárie) veiculados interna e externamente pela semente;

b) evitar o crescimento micelial de fungos necrotróficos (*Bipolaris*, *Septoria* e *Fusarium*) infectantes, na superfície da semente, de modo a não atingirem o coleóptilo ou as raízes seminais e assim evitar a transmissão

c) reduzir a fonte de inóculo primária;

d) reduzir o número de aplicações de fungicidas em órgãos aéreos, como uma consequência da erradicação do patógeno na principal fonte de inóculo nas áreas em que foi praticada a rotação de culturas ou o pousio;

e) controlar, quando necessário, fungos biotróficos não associados à semente e que infectam os órgãos aéreos no início do desenvolvimento da cultura, como por exemplo, *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*.

Considerando-se os itens b, c e d, os quais fazem referência, entre outros patógenos, a *B. sorokiniana*, percebe-se que o tratamento de sementes não tem por objetivo aumentar o poder germinativo e a emergência, mas sim reduzir aos níveis mais baixos possíveis a taxa de transmissão do patógeno.

Segundo REICHENBACH (1987), sementes já debilitadas por microorganismos ou por más condições de

colheita e armazenamento não são revigoradas por meio do tratamento de sementes. Por este motivo, o primeiro passo a ser observado é a qualidade da semente a ser tratada, a qual deve possuir, antes de tudo, bom vigor e poder germinativo. Neste sentido, FORCELINI (1991) afirma que a melhoria das qualidades fisiológicas da semente poderá ser consequência mas não objetivo do tratamento de sementes.

Para REIS et al. (1988), o tratamento de sementes não deve objetivar a proteção contra o inóculo presente no solo ou em restos culturais, pois estes devem ser erradicados, preferencialmente, pela rotação de culturas. Concordando, METHA (1978) coloca que, se, além da semente, o solo estiver altamente infestado com o patógeno, além de antieconômico, o tratamento de sementes será de pouca ou nenhuma importância prática.

Com o tratamento de sementes de trigo visa-se não introduzir os patógenos, especialmente *B. sorokiniana* e *Septoria nodorum*, nas áreas onde estes foram eliminados por outras práticas culturais. Procedendo-se a semeadura de sementes infectadas em áreas de rotação ou de pousio, estar-se-á anulando o efeito de controle dos patógenos necrotróficos já obtido (REIS et al., 1988).

Portanto, a sanidade da semente, bem como seu tratamento, devem ser considerados em áreas novas ou naquelas em que se pratica a rotação de culturas ou o pousio.

2.5.4.3. Fungicidas recomendados

Segundo as recomendações da RCCSBPT (1989) e RCSBPT (1991), os fungicidas mais eficientes no controle de *B. sorokiniana*, via tratamento de sementes, são iprodione + tiram, triadimenol, triadimenol + iprodione e carboxim + tiram.

Ainda sem registro e, portanto, não recomendados oficialmente, outros fungicidas têm sido desenvolvidos e selecionados como eficientes para impedir a transmissão semente-planta de *B. sorokiniana*. Entre estes podem ser citados os compostos à base de flutriafol, guazatina e tebuconazole (FORCELINI & REIS, 1988a e 1988b), iminocadina (FORCELINI et al., 1989), além de triflumizole, difenoconazole, procloraz, carboxim + procloraz, diniconazole e fembuconazole (FORCELINI, 1991).

Inúmeros trabalhos têm sido realizados visando a avaliar a eficiência de fungicidas sobre *B. sorokiniana*, muitos dos quais determinam apenas o controle in vitro, não considerando a transmissão do patógeno. Com relação a este fato, FORCELINI (1991) menciona que as avaliações realizadas em placa de petri, especialmente como no método do papel de filtro com congelamento, tendem a superestimar a eficiência de alguns fungicidas protetores ou de contato e, principalmente, subestimar o efeito de compostos sistêmicos, uma vez que não consideram a sua

translocação e ação no interior da planta.

Por este motivo, métodos baseados na determinação da taxa de transmissão do patógeno, como o sugerido por REIS (1987), têm refletido melhor o que acontece a campo.

3. MATERIAL E METODOS

3.1. Determinação da incidência de *B. sorokiniana* em sementes.

Estes estudos foram conduzidos no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, em Piracicaba-SP.

A incidência de *B. sorokiniana* na semente foi detectada *in vitro*, utilizando-se o método do papel de filtro com congelamento, sugerido por LASCA et al. (1987) e MENTEN (1988).

Para tanto, foram utilizadas placas de Petri plásticas LabTec, com diâmetro de 90 mm, e discos de papel de filtro Inlab, tipo 10, com densidade de 80 g/m² e 90 mm de diâmetro.

As placas de Petri foram, previamente, desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio (1,37%) e álcool etílico (96 GL), e, posteriormente, revestidas com três discos de papel de filtro embebidos em água destilada. Para cada amostra a ser analisada, preparou-se 16 placas, divididas em repetições de quatro placas, cada qual

recebendo 25 sementes, o que totalizou de 100 por repetição e 400 por amostra. As sementes foram dispostas, nas placas, em dois círculos com 15 e nove sementes, respectivamente, mais uma ao centro.

Distribuíram-se as placas em bandejas, conduzindo-as à câmara de incubação, onde permaneceram 24 horas à temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. e fotoperíodo de 12 x 12 horas, proporcionado por lâmpadas fluorescentes tipo "day light" de 40 w, posicionadas 40 cm acima das placas e a 20cm entre si. Após o período inicial de hidratação das sementes, visando a morte do embrião, procedeu-se o congelamento à temperatura de -18°C , durante 24 horas, findo o qual, reconduziram-se as sementes à câmara de incubação por mais cinco dias, nas mesmas condições anteriormente descritas. Empregou-se o delineamento experimental de unidades completamente casualizadas.

A avaliação constou da determinação do número de sementes com esporulação de *B. sorokiniana*, sob microscópio estereoscópico. Foram consideradas infectadas as sementes que apresentavam conídios formados sobre conidióforos eretos. Nos casos duvidosos, procedeu-se ao preparo de lâminas, observação mediante microscópio ótico composto e identificação de acordo com as características descritas por CHIDAMBARAM et al. (1973). Os resultados foram expressos como percentual de incidência ou percentual de unidades infectivas.

As sementes empregadas em todos os testes foram armazenadas em câmara fria regulada a $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e reanalisadas quando do estabelecimento de cada experimento. As amostras de sementes utilizadas em 1989 foram provenientes de campos colhidos em 1988, nos estados do Paraná, de São Paulo e do Mato Grosso do Sul. Em 1990, empregou-se sementes colhidas na safra de 1989, no Rio Grande do Sul.

3.2. Determinação da taxa de transmissão de *B. sorokiniana*.

Os testes *in vivo*, para determinação da taxa de transmissão de *B. sorokiniana*, foram conduzidos junto ao Campo Experimental do Departamento de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, em Piracicaba-SP, bem como na Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo-RS. Em ambos os locais, empregou-se a metodologia descrita por REIS (1987).

Tais estudos desenvolveram-se tanto em condições de casa-de-vegetação quanto em condições ambiente. Nesta última, fez-se uso de uma estrutura de madeira, sem paredes, cuja cobertura de plástico transparente + sombrite (50%) foi disposta a 2,5 m do solo e 1,5 das plantas. Tal procedimento foi adotado para impedir a incidência de chuva, permitir livre movimentação de ar e evitar o superaquecimento comum em casa-de-vegetação.

Cada unidade experimental constou de uma caixa de plástico rígido, com dimensões de 30 x 45 x 10 cm, fundo perfurado, preenchida com areia de rio lavada. Em cada caixa, perfurou-se 100 orifícios com 3 cm de profundidade e 0,7 cm de diâmetro, equidistantes 2 cm entre si, cada qual recebendo uma semente. Para cada tratamento utilizou-se quatro unidades, distribuídas em um delineamento completamente casualizado.

As caixas foram mantidas sobre estrado de madeira, a 1,0 m acima do solo, mediante irrigação periódica para manutenção da capacidade de campo. O tempo compreendido entre a semeadura e a avaliação variou conforme o objetivo do experimento, sendo este descrito nos itens subsequentes. A partir de termômetro do tipo máxima-mínima colocado junto às plantas, fez-se, diariamente, anotações das temperaturas máximas, mínimas e médias.

Quando da avaliação, as plantas foram cuidadosamente removidas, lavadas e contadas, separando-se as lesionadas. A partir destas, secções de 1 cm do sistema radicular (mesocótilo e raízes primárias) e coleóptilo, foram retiradas, desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (1,37%), por um minuto, e submetidas à câmara úmida por 72 horas para confirmação da infecção. No cômputo da transmissão, foram consideradas as plantas cujas lesões apresentaram esporulação de *B. sorokiniana*.

A taxa de transmissão foi determinada

dividindo-se o percentual de plântulas doentes pelo percentual de sementes infectadas. Fazendo-se a operação inversa, obteve-se a relação entre incidência e transmissão. Estabeleceu-se a taxa de transmissão de *B. sorokiniana* para o sistema radicular e parte aérea da planta.

3.3. Avaliação da velocidade de transmissão de *B. sorokiniana*.

Avaliou-se o intervalo de tempo, em dias, entre a semeadura e o aparecimento das primeiras lesões da helmintosporiose. Determinações do número total de plantas e número de plantas doentes foram realizadas aos 7, 14, 21, e 28 dias após a semeadura, realizada em 24.08.89. Estabeleceu-se a taxa de transmissão correspondente a cada uma delas. Este experimento foi composto por nove amostras, representadas por três cultivares de trigo, com incidências médias de *B. sorokiniana* em suas sementes: IAC-24: 18, 19 e 38%; IAC-60: 19, 38 e 58,5%; IAC-18: 23, 37 e 48%.

3.4. Efeito da incidência na semente sobre a transmissão de *B. sorokiniana*.

Este experimento visou avaliar o efeito de diferentes níveis de incidência sobre a transmissão de *B. sorokiniana*. Para tanto, nove amostras de semente de trigo, cultivar IAC-24, contendo 7,5%, 18%, 26%, 38%, 45%,

57%, 65%, 73% e 84% de incidência natural por foram utilizadas. A semeadura foi realizada no dia 29.04.89 e, 21 após, procedeu-se a avaliação do percentual de plântulas emergidas e a taxa de transmissão do patógeno.

3.5. Efeito da localização do inóculo na semente sobre a transmissão de *B.sorokiniana*.

Este experimento visou determinar a localização do inóculo de *B.sorokiniana* na semente e seu efeito sobre a transmissão. Nove amostras de sementes de trigo, naturalmente portadoras de *B.sorokiniana*, em diferentes níveis, pertencentes às cultivares IAC-24 (18%, 38% e 57%), IAC-60 (19%, 38,5% e 58,5%) e IAC-18 (23%, 37% e 48%), foram utilizadas neste ensaio. Em um dos tratamentos, 400 sementes, foram submetidas à desinfestação (asepsia superficial) com hipoclorito de sódio a 1,37%, durante três minutos, imersão em água destilada estéril para remoção do excesso de desinfetante e secas em papel toalha. O outro tratamento constou de sementes sem desinfestação. Posteriormente, procedeu-se a análise de sanidade e a semeadura (05.05.89) para avaliação da taxa de transmissão, esta última realizada aos 21 dias.

3.6. Efeito da temperatura ambiente na transmissão de *B.sorokiniana*.

Estudou-se o efeito da temperatura ambiente sobre a transmissão de *B.sorokiniana*. Utilizou-se nove amostras de sementes de trigo, cultivar IAC-24, com 7,5%, 18%, 26%, 38%, 45%, 57%, 65%, 73% e 84% de incidência natural pelo patógeno. Tais amostras foram, primeiramente, analisadas quanto a sanidade *in vitro* e, posteriormente, semeadas em caixas plásticas com areia para a avaliação da taxa de transmissão. Três faixas térmicas, 15-20 °C., 20-25 °C. e 25-30 °C., foram obtidas através da semeadura em diferentes locais e épocas. Estes foram, respectivamente: a) condição ambiente, Passo Fundo-RS, em 01.06.89; b) condição ambiente, Piracicaba-SP, em 29.04.89 e c) casa-de-vegetação, Piracicaba-SP, em 29.04.89. Diariamente, por intermédio de termômetros tipo máxima-mínima, aferiu-se a amplitude térmica. As avaliações foram realizadas aos 21 dias em Piracicaba-SP e aos 25 dias após a semeadura em Passo Fundo-RS.

3.7. Efeito da profundidade de semeadura sobre a transmissão de *B.sorokiniana*

Estudou-se o efeito de três profundidades (1cm, 3cm e 5cm) de semeadura do trigo sobre a transmissão de *B. sorokiniana*. Nove amostras de sementes, distribuídas

em três cultivares com diferentes incidências do patógeno, IAC-24 (18%, 38% e 57%), IAC-60 (19%, 38,5% e 58,5%) e IAC-18 (23%, 37% e 48%), foram avaliadas em cada profundidade. Após a semeadura em areia, realizada em 09.09.89, as caixas foram mantidas à temperatura ambiente até 21 dias, quando procedeu-se à coleta das plantas para avaliação.

3.8. Efeito do armazenamento da semente sobre a transmissão de *B.sorokiniana*.

Estudou-se o efeito de duas condições de armazenamento, temperatura ambiente ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$) e câmara fria ($10 \pm 2^{\circ}\text{C}$), sobre a transmissão. No primeiro caso, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em armário no Laboratório de Patologia de Sementes da ESALQ/USP. No segundo, as sementes foram igualmente acondicionadas em sacos de papel, porém mantidas em câmara fria. Em ambos os casos, fez-se o acompanhamento diário da temperatura através de leitura de um termômetro tipo máxima-mínima. O período de armazenamento foi de oito meses (04/05/89 a 09.01.90), durante os quais, mensalmente, duas amostras de 300 sementes foram retiradas para análise de sanidade e teste de transmissão. Neste experimento, empregou-se seis amostras de sementes com diferentes incidências do patógeno, pertencentes às cultivares IAC-24 (18%, 38% e 57%) e IAC-60 (19%, 38,5% e

58,5%).

3.9. Efeito do substrato de semeadura na transmissão de *B.sorokiniana*.

Avaliou-se o efeito de quatro diferentes substratos sobre a transmissão de *B.sorokiniana* a partir da semente. Foram utilizados: a) areia de rio; b) areia de rio esterilizada; c) solo e d) solo esterilizado. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, percentente a unidade de mapeamento Passo Fundo, tendo sido coletado a partir de áreas tradicionalmente cultivadas com cereais de inverno, exceto nos anos de 1987, 1988, e 1989. Para cada substrato, três amostras da cultivar BR-23, com 27,5%, 43,0% e 55,4% de incidência natural, foram testadas. Os recipientes contendo substrato foram mantidos em temperatura ambiente durante 25 dias, quando procedeu-se à coleta das plantas para avaliação. Este experimento foi realizado em Passo Fundo-RS, durante o mês de abril de 1990.

3.10. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas sobre a transmissão de *B.sorokiniana*.

Em dois experimentos realizados em 1989 e 1990, avaliou-se a eficácia de fungicidas em reduzir a transmissão semente-planta de *B.sorokiniana*. No primeiro ano, empregou-se os cultivares IAC-24, IAC-5 e ANAHUAC, com

57, 42 e 23,5% de incidência, respectivamente. A eficiência dos fungicidas foi determinada a nível de laboratório e casa-de-vegetação em experimentos realizados em Piracicaba-SP. Em 1990, os cultivares foram o IAC-60, IAC-24 e BR-23, com 63, 43,7 e 27,5% de incidência, respectivamente. Testes em laboratório e casa-de-vegetação foram realizados em Passo Fundo-RS.

3.10.1. Fungicidas avaliados.

Os fungicidas avaliados estão relacionados no Quadro 1.

3.10.2. Mistura dos fungicidas às sementes.

Na mistura das sementes com os produtos foram utilizados erlenmeyers com capacidade de 2000 ml, providos de tampões de borracha. Os produtos formulados como pós molháveis, suspensões concentradas ou suspensões aquosas foram, previamente, diluídos em água destilada, utilizada na proporção de 1,5% da quantidade de semente. Metade desta suspensão foi distribuída pelo interior do frasco e após acrescentadas as sementes, as quais foram agitadas manualmente durante cinco minutos. Adicionou-se, então, a segunda metade, prosseguindo-se a agitação por mais cinco minutos até completa distribuição e cobertura. Os produtos formulados como pós secos foram acrescentados diretamente às

sementes e misturados a elas durante dez minutos. Na testemunha sem fungicida, agitou-se as sementes apenas com água destilada. Uma vez tratadas, as sementes repousaram 24 horas sobre papel toalha, sendo, após, armazenadas em câmara fria a 10+-20C até as datas de avaliação e de semeadura (período não superior a dez dias).

Quadro 1: Fungicidas e / ou misturas avaliados no controle da transmissão semente - planta de *B. sorokiniana*, em trigo.

Ingrediente ativo	Grupo químico	Modo de ação ^{1/}		Formulação ^{2/}	Concentração (%)	Dose i.a. g/100kg	Avaliado em	
		S	P				1989	1990
- Carboxim	carboximida	x		PM	75,0	150,0	x	
- Carboxim + Procloraz	carboximida	x		PS	27,5 + 7,5	82,5 + 22,5	x	
- Carboxim + Tiram	carboximida	x		PM	75,0 + 75,0	93,7 + 93,7	x	x
- Diniconazole	triazol	x		PM	12,5	6,0	x	
- Fembuconazole	triazol	x		CE	6,0	40,0		x
- Flutriafol	triazol	x		PS	2,5	7,5	x	x
- Imibemconazole	triazol	x		PM	15,0	30,0		x
- Iprodione + Carbendazim	hidantoina		x	SC	35,0 + 17,5	52,5 + 26,2	x	
- Iprodione + Tiram	benzimidazol	x		SC	17,5	26,2		
- Iprodione + Mancozeb	hidantoina		x	PS	20,0 + 60,0	50,0 + 150,0	x	x
- Mancozeb + Carbendazim	ditiocarbamato		x	PS	60,0	150,0		
- Carbendazim	ditiocarbamato		x	PM	53,0 + 17,0	106,0 + 34,0	x	
- Procloraz	benzimidazol	x		PM	17,0	34,0		
- Tebuconazole	imidazol	x		PS	10,0	50,0	x	x
- Tebuconazole + Tiram	triazol	x		PS	2,5 + 2,5	5,0 + 5,0	x	x
- Tiram	triazol	x		PS	2,5 + 70,0	5,0 + 210,0	x	
- Tiram	ditiocarbamato		x	PS	70,0	140,0	x	
- Triadimenol	ditiocarbamato		x	PS	70,0	140,0		
- Triadimenol	triazol	x		PS	25,0	40,0	x	x
- Triflumizole	triazol	x		PM	30,0	45,0	x	x
- Triflumizole	triazol	x		PM	15,0 + 15,0	30,0 + 30,0	x	x
- Tiof. Metílico	benzimidazol	x		PM	45,0	90,0		

1/ S = sistêmico e P = protetor;

2/ PS = pó seco, PM = pó molhável, SC = suspensão concentrada e SA = suspensão aquosa.

3.10.3. Controle da incidência de *B. sorokiniana*.

Empregou-se o método do papel de filtro com congelamento e 400 sementes por tratamento. O percentual de controle foi calculado com base na redução da incidência nas sementes tratadas em relação à testemunha sem fungicidas.

3.10.4. Controle da transmissão de *B. sorokiniana*.

Utilizou-se o teste de transmissão em caixas com substrato areia, no qual 400 sementes de cada tratamento e amostra foram analisadas. Tais caixas foram mantidas em condições de temperatura ambiente, protegidas apenas por cobertura de plástico e sombrite. Calculou-se o controle com base na redução da taxa de transmissão proporcionada pelos fungicidas em relação à testemunha não tratada.

3.10.5. Efeito sobre a emergência.

Determinou-se a emergência através da semeadura em caixas com areia, sendo 100 sementes por caixa e duas caixas por tratamento. As avaliações foram realizadas aos 21 e 25 dias para os experimentos localizados em Piracicaba-SP e Passo Fundo-RS, respectivamente. Os resultados são expressos em percentagem.

3.11. Análise estatística.

Os resultados expressos em percentagem foram submetidos à análise pelo teste de Lilliefors a fim de verificar-se a necessidade de transformação. Nos casos positivos, estes foram recalculados segundo arco seno da raiz de $x/100$ ou $x + 0,5/100$, quando de valores nulos.

As médias foram submetidas à análise de variância e, na sequência, contrastadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Todos os cálculos foram processados através do "software" SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), versão 3.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Velocidade de transmissão de *B.sorokiniana* a partir de sementes.

Avaliou-se o tempo, em dias, que *B.sorokiniana* necessitou para passar da semente à parte aérea do trigo, onde ocorre a esporulação e disseminação do patógeno. Os resultados deste experimento são apresentados na Tabela 1.

A primeira variável avaliada foi a emergência de plântulas, cujos percentuais, aos 7, 14, 21, e 28 dias, foram, respectivamente, de 80,8%, 83,5%, 85,0% e 84,0%. Os três últimos foram iguais entre si e superiores ao primeiro, indicando que, a partir do 14^o dia, a emergência estabilizou. Este comportamento foi diferente apenas nas sementes com incidência média de 20,0%, onde a emergência foi estatisticamente igual em todas as épocas.

Com relação à taxa transmissão de *B.sorokiniana* ao coleóptilo, esta ocorreu, nas quatro épocas analisadas, em percentuais de 12,5%, 39,0%, 62,5% e 66,2%, respectivamente. Entre épocas, a taxa transmissão

apresentou acréscimos significativos até o 21^o dia, estabilizando após.

Tabela 1: Velocidade de emergência e de transmissão, em dias, de *B. sorokiniana* aos órgãos aéreos do trigo.^{1/}

Cultivar	Incidência (%)	Taxa de transmissão (%) ^{2/}											
		Emergência (%)				Coleóptilo				Total ^{2/}			
		7	14	21	28 dias	7	14	21	28 dias	7	14	21	28 dias
IAC-60	19,0	92,0	89,0	90,0	88,0	0,0	17,7	46,8	55,3	28,6	23,6	58,5	55,3
IAC-24	18,0	88,0	85,0	85,0	86,0	12,6	45,5	84,6	80,6	48,4	45,5	85,1	80,6
IAC-18	23,0	80,0	86,0 ^{3/}	85,0	84,0	5,4	30,3	61,4	63,3	43,5	75,8	61,4	63,3
Média	20,0	86,7A	87,0A	87,0A	86,0A	6,0C	31,0B	64,3A	66,0A	40,2B	48,0B	68,0A	66,0A
IAC-60	38,0	87,0	82,0	90,0	88,0	15,1	40,2	61,4	63,0	47,5	51,1	61,4	63,0
IAC-24	38,0	83,0	90,0	90,0	91,0	34,4	64,3	73,1	70,7	53,9	64,3	76,0	70,7
IAC-18	37,0	83,0	87,0	88,0	87,0	3,3	31,1	60,0	61,5	22,8	37,3	61,4	61,5
Média	37,7	84,0B	86,0AB	89,0A	89,0A	18,0C	45,0B	65,0A	65,1A	41,0B	51,0AB	66,0A	65,1A
IAC-60	58,0	69,0	73,0	79,0	77,0	10,0	40,7	64,9	66,2	50,0	46,7	64,9	66,2
IAC-24	56,0	65,0	76,0	73,0	71,0	19,2	42,3	68,5	69,0	60,4	56,4	68,5	69,0
IAC-18	59,0	74,0	75,0	78,0	73,0	13,1	42,0	68,0	67,0	55,6	50,8	68,0	67,0
Média	58,0	69,0B	75,0AB	77,0A	74,0AB	14,0C	42,0B	67,0A	67,0A	55,0B	51,0B	67,0A	67,0A
Média geral		80,88	83,5A	85,0A	84,0A	12,5C	37,0B	62,5A	66,2A	44,4B	50,0B	67,1A	66,2A
<hr/>													
CV (%) TUKEY 5%		Média				Média				Média			
		3,7 ^{4/}				16,3 ^{5/}				7,8 ^{4/}			
		2,6				14,6				11,8			
		2,9				13,8				8,9			
		2,5				10,7				8,5			

1/ Semeadura em areia, a 3 cm de profundidade.

2/ Coleóptilo + plúmula.

3/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

4/ CV para valores transformados segundo arco seno da raiz de $x/100$; na tabela são expressas as médias originais.

5/ CV para valores transformados segundo arco seno da raiz de $x + 0,5/100$; na tabela são expressas as médias originais.

Entre cultivares, o IAC-24 foi o que

apresentou, especialmente na primeira avaliação, maior transmissão do patógeno. Além de sua suscetibilidade, trata-se de cultivar precoce e de porte baixo (RCCSBPT, 1989), apresentando coleóptilo mais curto que os demais, fato que deve ter favorecido a passagem do fungo, o que também foi verificado em relação às folhas.

A taxa de transmissão total, na média do experimento, ocorreu em percentuais de 44,4%, 50,0%, 67,1% e 66,2%, do menor para o maior intervalo entre a semeadura e a avaliação, respectivamente. Entre épocas, a taxa transmissão aos 7 dias foi igual à detectada aos 14 dias, sendo ambas inferiores às verificadas aos 21 e 28 dias, estas últimas também iguais entre si.

Verifica-se que a transmissão à plúmula e ao coleóptilo ocorreu em dois momentos diferentes, ou seja, entre o 7^o e o 14^o dia e entre o 14^o e 21^o dia, respectivamente.

Em ambos os casos, coleóptilo e folha, a taxa de transmissão estabilizou aos 21 dias. Considerando-se que a emergência da cultura não ocorre antes de uma semana, pode-se afirmar que, em um período de 14 dias, praticamente todo o inóculo de *B.sorokiniana* presente na semente foi transmitido aos órgãos aéreos. Desta forma, é de se esperar uma grande produção de propágulos, com o início dos ciclos secundários da doença logo nas primeiras três semanas da cultura no campo.

Por outro lado, considerando-se que a totalidade da transmissão verificou-se até o 21^o dia após a semeadura, avaliações posteriores a esta data são desnecessárias.

4.2. Efeito da incidência na semente sobre a emergência de plântulas e transmissão de *B. sorokiniana*.

A emergência de plântulas de trigo e a taxa de transmissão de *B. sorokiniana* ao mesocótilo, coleóptilo e plúmula, obtidas em função da incidência do patógeno na semente, são apresentadas na Tabela 2.

Analisando-se primeiramente a taxa de transmissão de *B. sorokiniana*, verifica-se que esta foi, na média do experimento, de 68,7% para o mesocótilo, 71,5% para o coleóptilo e de 20,1% à plúmula, sendo as duas primeiras iguais entre si e superiores a última. Tais percentuais correspondem a relações incidência e transmissão de 1,00 : 0,69, 1,00:0,72 e 1,00:0,20, respectivamente.

As taxas de transmissão semelhantes, verificadas entre o mesocótilo e o coleóptilo são compreensíveis, visto que, até o coleóptilo se tornar senescente, o mesocótilo é envolvido por este.

Com relação à taxa de transmissão detectada ao mesocótilo, observa-se que esta variou de 59,1% a 76,3%, sendo superior à ocorrida para o coleóptilo apenas nas

sementes com 15% de incidência. Entre as amostras, embora os diferentes percentuais de incidência do patógeno na semente, a transmissão foi homogênea, não demonstrando proporcionalidade.

Tabela 2: Efeito da incidência de *B. sorokiniana* em sementes de trigo sobre a emergência de plântulas e transmissão aos órgãos aéreos e radiculares.

Cultivar	Incidência (%)	Taxa de transmissão (%) ^{1/}			Emergência (%)
		Mesocótilo	Coleóptilo	Plúmula	
IAC-24	6,0	70,5	71,4	21,5	93,0
IAC-24	15,0	72,6	68,4	22,6	86,0
IAC-24	26,0	59,1	62,4	16,8	88,0
IAC-24	38,0	62,6	65,4	16,3	84,0
IAC-24	45,0	65,4	72,1	20,2	81,0
IAC-24	57,0	69,8	73,1	19,0	70,0
IAC-24	65,0	76,3	75,7	21,3	65,7
IAC-24	74,0	70,4	76,9	20,8	66,0
IAC-24	84,0	71,9	78,1	22,6	55,0
Média		68,7 A ^{2/}	71,5 A	20,1 B	76,5

CV (%) (TUKEY 5%)^{3/} 6,1

^{1/} Semeadura em areia; 400 (4x100) sementes por lote; avaliação realizada 25 dias após a semeadura.

^{2/} Médias seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

^{3/} CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela são expressas as médias originais.

Quanto à transmissão de *B. sorokiniana* ao coleóptilo, a maior taxa foi justamente obtida a partir das sementes com incidência mais elevada (84%). Contrariamente,

as sementes com 6% e 15% de incidência, transmitiram o patógeno em percentuais 71,4% e 68,4%, respectivamente, que foram superiores aos verificados nas sementes com 26% e 38% de incidência. Comportamento semelhante a este foi observado em relação ao mesocótilo e à plúmula, assim como em outros experimentos deste trabalho, mostrando ser esta uma tendência das sementes com menor incidência.

Na busca de uma explicação para este fato, as amostras que apresentavam menor incidência e maior transmissão de *B.sorokiniana* foram reanalisadas em laboratório. Observou-se, então, que nestas sementes a presença de fungos saprófitas era reduzida, sendo *B.sorokiniana* o único patógeno detectado. Acredita-se, portanto, que a ausência de antagonistas na semente tenha permitido o livre crescimento do patógeno, determinando assim taxas de transmissão elevadas.

Ao iniciar-se este experimento tinha-se como hipótese de trabalho a de que ambos os fatores, incidência e transmissão, fossem proporcionais. Assim, utilizando-se sementes com incidências cada vez menores poder-se-ia obter transmissão zero para o patógeno, o que permitiria dispensar o tratamento destas sementes. Diante dos resultados apresentados, é portanto, pouco provável zerar a passagem do fungo à planta.

Com relação à transmissão do patógeno à plúmula, verifica-se que esta foi de apenas 20,1%, ou seja,

70,7% e 71,9% inferior às observadas ao mesocótilo e coleóptilo, respectivamente.

Segundo REIS (1988), o aparecimento de lesões iniciais na plúmula é consequência do desenvolvimento de *B.sorokiniana* no interior do coleóptilo durante a fase de emergência. Contrariamente, quando a colonização desenvolve-se externamente os sintomas manifestam-se no coleóptilo. Diante dos resultados obtidos, verifica-se, portanto, que a evolução do patógeno através do coleóptilo foi predominantemente externa.

Os dados de incidência e transmissão foram submetidos à análise de regressão. Entretanto, devido à elevada taxa de transmissão exibida pelas sementes com 6% e 15% de incidência, as correlações não foram significativas.

Se, no entanto, as amostras A e B forem suprimidas da análise, a precisão aumenta e algumas equações podem ser utilizadas para representar a relação entre a incidência e a transmissão (Quadro 2 e Figura 1).

As equações obtidas podem permitir que, a partir da análise de sanidade da semente, se possa estimar a quantidade de plantas doentes a campo. Assim sendo, seria interessante a incorporação de tais informações às recomendações para a cultura do trigo, anualmente editadas pelas Comissões Sul, Centro-Sul e Centro-Brasileira de Trigo.

Quadro 2: Equações obtidas a partir da análise de regressão entre a incidência em sementes e a transmissão de *B. sorokiniana* aos órgãos aéreos e radiculares do trigo^{1/}.

Modelo ^{2/}	Coeficiente de determinação (R ²) ^{3/}	
<hr/>		
<u>Mesocótilo</u>		
Linear:	Y = 0,2452 + 0,0054 X	0,73
<u>Plúmula</u>		
Linear:	Y = 0,1014 + 0,0014 X	0,79
<u>Coleóptilo</u>		
Linear:	Y = 0,2758 + 0,0057 X	0,91

1/ Não inclui as amostras A e B.

2/ Y = transmissão e X = incidência de *B. sorokiniana*.

3/ Significativo a 1%.

Outra variável analisada neste experimento foi a emergência das plântulas, cujo comportamento manifestou-se inversamente proporcional à incidência de *B. sorokiniana* nas sementes.

Entre as diferentes amostras, a emergência variou de 55,0% a 93,0%, ficando abaixo do padrão (80%) apenas nas sementes com incidência igual ou maior que 57%. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por CLARK & WALLEN (1969), LASCA et al. (1984a), LASCA et al. (1986) e REIS (1988a), segundo os quais, plântulas originadas a partir de sementes com alta incidência podem não germinar ou emergir e morrer precocemente, reduzindo a densidade de plantas a campo.

Figura 1: Efeito da incidência de *B. sorokiniana* em sementes de trigo sobre a transmissão ao coleóptilo, mesocótilo e plúmula.

Os percentuais de emergência também foram submetidos à análise de regressão em relação à incidência de *B.sorokiniana* nas sementes das nove amostras. Entre os modelos testados, o linear ($-0,93$), o quadrático ($-0,96$), o cúbico ($-0,96$) e o de raiz quadrada ($-0,95$), foram os com melhor correlação. Novamente, aqui, o modelo linear ($Y = 0,97 - 0,4598X$) foi o escolhido para representar o efeito detrimental da presença de *B.sorokiniana* sobre a emergência da cultura.

Em trabalho realizado com doze amostras de sementes de trigo dos cultivares IAC-13, IAC-18, Paraguai-281, Anahuac e Alondra, LASCA et al. (1984b) verificaram a existência de correlação negativa da incidência na semente com a germinação ($-0,50$) e emergência ($-0,72$).

GOULART & PAIVA (1991b), trabalhando com sementes que apresentavam sintomas (ponta preta) de infecção por *B.sorokiniana*, obtiveram correlação de $-0,75$ entre a incidência na semente com a germinação e emergência.

Neste experimento, a correlação observada, superior a $-0,90$, foi provavelmente decorrência do uso de um único cultivar, fato que determinou maior uniformidade nos resultados.

4.3. Efeito da localização do inóculo na semente sobre a emergência de plântulas e transmissão de *B. sorokiniana*.

Neste experimento, sementes sem e com desinfestação por hipoclorito de sódio foram submetidas à determinação da emergência de plântulas e à incidência e transmissão de *B. sorokiniana* ao coleóptilo do trigo. Os resultados nele gerados estão contidos na Tabela 3.

Analisando-se, inicialmente, a incidência de *B. sorokiniana* em sementes, verificou-se que a desinfestação com hipoclorito de sódio exerceu efeito significativo sobre a mesma, o qual se traduziu na redução dos percentuais detectados, que foi da ordem de 15,1% (37,2 - 31,6%) na média do experimento. Entre os três níveis de incidência (19,0%, 37,7% e 55,0%), a redução ocorreu em percentuais de 10,5, 13,3 e 18,2%, respectivamente, indicando que a fração do patógeno aderida externamente à superfície, foi proporcional ao total detectado na semente. Por esta razão, o efeito da desinfestação não foi significativo nas sementes com 19,0% de incidência, porém o foi nas demais.

Quando, entretanto, analisado sob o aspecto da transmissão de *B. sorokiniana*, o efeito da desinfestação deixou de ser significativo, tendo sido de apenas 5,6%, 5,3% e 1,4%, para as sementes com 19,0%, 37,7% e 55,0%, e de 4,0% na média do experimento. A redução da taxa de transmissão

Tabela 3: Efeito da desinfestação de sementes com hipoclorito de sódio, na emergência do trigo, na incidência e na transmissão de *B. sorokiniana* aos órgãos aéreos^{1/}.

Nível de incidência	Cultivar	Incidência (%)		Emergência (%)		Taxa de Transmissão (%)	
		SD ^{2/}	CD ^{3/}	SD	CD	SD	CD
Baixo	IAC-24	15,0	20,0	85,0	89,0	100,0	100,0
	IAC-60	19,0	21,0	88,0	85,0	67,0	57,0
	IAC-18	23,0	10,0	84,0	92,0	48,0	46,0
	Média	19,0 A ^{4/}	17,0 A	85,7 A	88,7 A	71,7 A	67,7 A
Médio	IAC-24	38,0	38,0	77,0	74,0	55,0	46,0
	IAC-60	38,0	31,0	79,0	83,0	48,0	48,0
	IAC-18	37,0	29,0	88,0	88,0	69,0	68,0
	Média	37,7 A	32,7 B	81,4 A	81,8 A	57,0 A	54,0 A
Alto	IAC-24	57,0	41,0	59,0	65,0	71,0	71,0
	IAC-60	58,0	44,0	65,0	76,0	64,0	61,0
	IAC-18	50,0	50,0	82,0	79,0	77,0	78,0
	Média	55,0 A	45,0 B	68,7 A	73,0 A	71,0 A	70,0 A
Média Geral		37,2 A	31,6 B	78,6 A	81,2 A	66,6 A	63,9 A
CV(%) / DMS (TUKEY 5%)			13,2 ^{5/}		3,0 ^{5/}		30,1/36,4
			4,6		6,2		16,8/16,2
			4,9		8,8		9,1/ 8,4
Geral			6,9		6,2		13,2/13,0

1/ Para o coleóptilo.

2/ Sem desinfestação.

3/ Com desinfestação por hipoclorito de sódio a 1,37% durante 3 minutos.

4/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

5/ Transformados segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela são expressas as médias originais.

foi inversamente proporcional à incidência do patógeno na semente, demonstrando ser a fração contaminante pouco importante à transmissão do patógeno. Portanto, epidemiologicamente, o que interessa é o inóculo que está dentro da semente. Aliás, este é um fato já observado em outros patógenos e culturas, razão pela qual, a fim de que

se possa ter uma correlação entre os dados de incidência e transmissão, recomenda-se que as sementes sejam sempre desinfestadas.

Estes resultados assemelham-se aos obtidos, em cevada por JORGENSEN (1974), mas diferem do que afirmam METHA & IGARASHI (1981), segundo os quais, a baixa correlação entre o teste em papel de filtro com o realizado em plântulas pode ser atribuída ao fato de muitas sementes serem apenas contaminadas e não infectadas.

Outra variável não influenciada pela desinfestação da semente foi a emergência das plântulas, cujo benefício, de apenas 3,3%, não foi estatisticamente significativo.

A explicação para estes fatos deve estar relacionada ao potencial de inóculo do patógeno, o qual, por estar em menor quantidade e desprotegido no exterior da semente, detém menos energia para transmitir-se às demais partes da plântula por ocasião da germinação.

4.4. Efeito da temperatura ambiente na emergência de plântulas e na transmissão de *B. sorokiniana*.

A Tabela 4 reúne os percentuais de emergência de plântulas e a taxa de transmissão de *B. sorokiniana*, obtidos a partir de sementes de trigo, cultivar IAC-24, com diferentes níveis de incidência.

Analisando-se, primeiramente, a emergência, verificou-se que esta foi inversamente proporcional à temperatura. Na média das nove amostras de sementes utilizadas e para as três faixas térmicas estudadas (15-20, 20-25 e 25-30°C), os percentuais de emergência foram, respectivamente, de 80,9, 76,6 e 73,0%, havendo diferença significativa apenas entre o primeiro e o último.

Tabela 4: Efeito da temperatura na emergência de plântulas e na taxa de transmissão de *B. sorokiniana* a partir de sementes de trigo, cultivar IAC-24, com diferentes incidências do patógeno.

Incidência (%)	Emergência (%)			Taxa de Transmissão (%) ^{1/}		
	15-20	20-25	25-30 °C	15-20	20-25	25-30 °C
6	95,0 A ^{2/}	93,0 A	88,0 B	68,3 B	71,4 AB	75,7 A
15	91,0 A	86,5 B	83,0 B	62,1 B	68,4 A	69,8 A
26	88,3 A	88,0 A	81,0 B	58,1 B	62,4 AB	66,5 A
38	87,3 A	84,0 A	84,0 A	63,3 B	72,1 A	54,5 C
45	85,0 A	81,1 A	81,0 A	59,2 B	65,4 A	56,4 B
57	76,0 A	70,0 B	66,0 B	52,3 B	73,1 A	54,6 B
65	73,0 A	65,7 B	64,5 B	60,5 B	75,7 A	64,1 B
74	68,0 A	66,0 B	60,0 B	62,1 B	78,1 A	57,2 B
84	65,0 A	55,0 B	49,3 C	62,3 B	76,9 A	64,9 B
Média	80,9 A	76,6 AB	73,0 B	60,9 B	71,5 A	62,6 B
CV (%) / DMS (TUKEY 5%)			1,9/3,4			4,1/5,8
			3,0/4,6			3,2/4,4
			2,7/4,5			5,2/6,4
			3,1/5,2			3,6/4,5
			2,7/4,4			3,0/3,6
			3,1/4,3			4,8/5,7
			2,4/3,2			3,5/4,6
			4,4/5,7			5,4/6,5
			4,2/5,3			5,6/6,6
Média			3,1/5,0			4,0/5,8

1/ Para o coleóptilo.

2/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si (Tukey 5%).

Na análise individual, as sementes com incidência inferior ou igual a 45% apresentaram emergência semelhante entre as temperaturas de 15-20 e 20-25°C. A partir de 57% de incidência, entretanto, as temperaturas entre 20-25°C exerceram efeito detrimental sobre a emergência, tornando-a inferior à verificada na faixa de menor temperatura.

Com relação às taxas de transmissão de *B.sorokiniana*, em função da temperatura, observou-se que estas foram da ordem de 60,9%, 71,5% e 62,6% para 15-20°C, 20-25°C e 25-30°C, respectivamente. Estatisticamente, a primeira e a última foram iguais entre si e inferiores à verificada na temperatura de 20-25°C.

Obsserva-se que, a partir das sementes com 38% de incidência, as taxas de transmissão começaram a se diferenciar, definindo o efeito da temperatura sobre a transmissão. Uma das explicações para este fato está ligada ao maior número de plântulas mortas, tanto em pré quanto, principalmente, em pós-emergência, verificado na condição de maior temperatura. Nesta situação, a temperatura mais elevada imprimiu maior intensidade à ação do patógeno, o qual, ao invés de transmitir-se aos órgãos aéreos, provocou a morte da plântula.

Na condição de temperatura entre 15 e 20°C, a passagem de *B.sorokiniana* aos órgãos aéreos também foi menor à verificada na faixa térmica intermediária. Neste caso, a

temperatura revelou-se inadequada à passagem do patógeno aos órgãos aéreos.

Na faixa térmica de 15 a 20°C, as plântulas apresentaram predominância de lesões no sistema radicular, especialmente no mesocótilo. Nas demais temperaturas, a taxa de transmissão ao sistema radicular foi inferior à verificada na parte aérea da planta. Estes fatos sugerem que baixas temperaturas, durante as fases de germinação e emergência, podem restringir o patógeno ao sistema radicular da planta.

Segundo COUTURE & SUTTON (1978), para que infecções por *B.sorokiniana* possam ocorrer, a temperatura deve ser igual ou superior a 18°C e o período de molhamento entre 9 e 24 horas.

REIS & BARCELLOS (1988) determinaram, em câmara de crescimento, os períodos críticos requeridos para o estabelecimento parasitário de *B.sorokiniana*, ou seja, temperatura igual ou maior que 20°C e mais de 15 horas de molhamento.

METHA (1978), afirma que temperaturas entre 20 e 25°C são ótimas para o desenvolvimento de *B.sorokiniana* em meio de cultura, enquanto que, a campo, o desenvolvimento da doença é maior na faixa de 25 a 30°C.

Para NASSER (1987), as condições ótimas para o desenvolvimento da helmintosporiose são a alta umidade e temperaturas entre 20 e 25°C.

Informações sobre a temperatura requerida por *B. sorokiniana* para sua transmissão não são disponíveis. Entretanto, se consideradas as temperaturas ideais para o desenvolvimento da helmintosporiose, a maior taxa transmissão obtida na faixa térmica de 20 a 25°C pode ser considerada absolutamente normal.

No Rio Grande do Sul, entre as suas diversas regiões tritícolas, a semeadura do trigo pode ser efetuada entre 05/05 e 31/07, sendo preferencial o período entre 15/05 e 20/07 (RCSBPT, 1991). Neste período, a temperatura média do ar pode variar de 11,8 a 15,6°C na região Norte, de 14,3 a 15,0°C na Depressão Central e de 12,6 a 13,7°C nas regiões Sul e Sudoeste (RIO GRANDE DO SUL-SECRETARIA DA AGRICULTURA, 1974).

Portanto, considerando-se as temperaturas requeridas pelo patógeno e as vigentes no Rio Grande do Sul, na época da semeadura e emergência da cultura do trigo, é de se esperar que a transmissão aos órgãos aéreos seja inferior às verificadas neste experimento. Conclui-se assim que, às condições citadas, o inóculo de *B. sorokiniana*, presente na semente, é mais importante à ocorrência da podridão comum de raízes do que, propriamente, à helmintosporiose.

Contrariamente, nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e outros, onde a semeadura do trigo transcorre nos meses de março, abril e maio (OCEPAR, 1991), com temperaturas elevadas, é de se esperar que a

transmissão seja maior à parte aérea das plantas, contribuindo assim à ocorrência da helmintosporiose.

De fato, a podridão comum de raízes é responsável por perdas de até 20% da produção de trigo do Rio Grande do Sul (DIEHL, 1982), ao passo que epidemias da helmintosporiose, como as verificadas no Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, causam prejuízos jamais vistos em outros países (METHA, 1978; METHA & IGARASHI, 1981).

Entretanto, em levantamentos realizados por DIEHL et al. (1985), detectou-se que *B.sorokiniana* é o principal patógeno presente em sementes de trigo no Rio Grande do Sul, fato reforçado por FORCELINI (1991), que considera este fungo o alvo principal do tratamento de sementes de trigo. A exceção de alguns locais, as temperaturas vigentes durante grande parte do ciclo do trigo são desfavoráveis à ocorrência da helmintosporiose, fato comprovado facilmente a campo. Como explicar, então, que, não sendo a doença de ocorrência comum, pode, o seu agente, ser o patógeno mais frequentemente encontrado nas sementes da cultura? De que modo as sementes resultam infectadas por *B.sorokiniana*? Talvez uma explicação fosse a de que o patógeno permaneceria latente durante as fases do ciclo da cultura que antecedem o espigamento, ressurgindo por ocasião deste, quando a temperatura da primavera já lhe é mais favorável. Assim, permitir-se-ia a infecção das sementes antes das mesmas serem colhidas. Contudo, esta é apenas uma

hipótese que, assim como outras, somente será confirmada ou explicada com a realização de mais trabalhos.

4.5. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas e na transmissão de *B.sorokiniana*.

Avaliou-se a emergência de plântulas e a taxa de transmissão de *B.sorokiniana* a partir de sementes de trigo estabelecidas em três diferentes profundidades. Os resultados de tais avaliações são apresentados na Tabela 5.

A primeira variável avaliada foi a emergência das plântulas, cujo comportamento foi inversamente proporcional à profundidade de semeadura. Na média do experimento, diferenças significativas foram verificadas apenas entre a menor (1cm) e a maior (5cm) profundidade. Com exceção das sementes com 55,2% de incidência, na profundidade de 5cm, todos os demais apresentaram emergência igual ou superior ao valor padrão de 80% (MINISTERIO DA AGRICULTURA, 1987).

Com relação à taxa de transmissão de *B.sorokiniana* ao coleóptilo, nas profundidades de 1, 3 e 5cm, os percentuais verificados foram 63,8, 80,0 e 65,0%, respectivamente. Diferenças significativas para esta variável só foram verificadas nas sementes com incidência de 20,0%, onde a profundidade de 3cm proporcionou maior transmissão. Na média do experimento, no entanto, a

transmissão foi estatisticamente igual em todas as profundidades.

Tabela 5: Efeito da profundidade de semeadura sobre a emergência do trigo e transmissão de *B. sorokiniana* aos órgãos aéreos.

Nível de Cultivar incidência	Incidência (%)	Taxa de transmissão (%)									
		Emergência (%)			Coleóptilo			Folhas			
		1	3	5cm	1	3	5cm	1	3	5cm	
Baixo	IAC-24	18,0	95,0	95,0	85,0	52,6	99,4	78,4	37,1	35,0	19,4
	IAC-60	19,0	95,0	96,0	89,0	67,1	90,0	80,0	38,9	32,4	26,5
	IAC-18	23,0	95,0	90,0	90,0	48,9	86,6	61,2	27,5	17,5	18,6
	Média	20,0	95,0A ^{1/}	93,7A	88,0B	56,2B	92,0A	73,2AB	34,5A	28,3AB	21,5B
Médio	IAC-24	38,0	91,0	87,0	89,0	63,6	78,6	65,1	26,1	12,1	5,8
	IAC-60	38,5	86,0	93,0	86,0	72,5	83,8	42,3	33,2	19,5	4,1
	IAC-18	37,0	100,0	95,0	80,0	58,0	43,4	54,6	26,5	13,5	6,1
	Média	37,8	92,3A	91,7A	85,0A	64,7A	68,6A	54,0A	28,6A	15,0B	5,3C
Alto	IAC-24	57,0	94,0	85,0	75,0	72,8	68,1	63,2	28,1	18,6	14,0
	IAC-60	58,5	90,0	81,0	79,0	66,5	86,5	58,4	24,6	21,0	15,2
	IAC-18	50,0	89,0	86,0	78,0	71,9	83,9	81,8	38,5	16,2	10,7
	Média	55,2	91,0A	84,0B	77,3C	70,4A	79,5A	67,8A	30,4A	18,6B	13,3B
Média Geral			92,8A	89,8AB	83,4B	63,8A	80,0A	65,0A	30,9A	19,6B	13,9B
<hr/>											
CV (%) / DNS (TUKEY 5%)				1,8/3,2		18,1/24,5				24,0/13,2	
				4,7/8,3		19,9/26,4				16,9/ 5,6	
				2,4/4,0		10,9/15,6				18,4/ 7,6	
Geral				3,1/5,7		13,4/17,4				19,3/ 8,8	

1/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

Quanto à transmissão às folhas, esta ocorreu em percentuais de 30,9, 19,6 e 13,9%, respectivamente, para as três profundidades consideradas, 1, 3 e 5cm. Estes valores foram, na média, 69,1% inferiores aos verificados

para o coleóptilo.

Segundo REIS (1981 e 1982), quando, por ocasião da germinação da semente e emergência da plântula, o fungo passa do estado de dormência ao de crescimento vegetativo, saindo do endosperma e crescendo sobre a cariopse, a colonização do coleóptilo pode ocorrer tanto externa quanto internamente. No primeiro caso, as lesões se manifestam sobre a própria estrutura, especialmente na sua extremidade; no segundo, os sintomas se localizam no limbo da plúmula emergida.

Assim, a taxa de transmissão à plúmula, 69,1% menor do que a verificada no coleóptilo, pode indicar a frequência com que *B. sorokiniana* coloniza interna ou externamente esta estrutura. Neste raciocínio e segundo o dado acima, a proporção entre a colonização externa e interna do coleóptilo seria de 4,1 : 1,0.

A passagem do fungo às folhas foi sensivelmente beneficiada pela semeadura a 1cm, a qual, à excessão das sementes com incidência média de 20%, foi superior às demais. Considerando-se que o coleóptilo cresce no máximo 1cm acima da superfície do solo (MUNDSTOCK, 1983), o caminho percorrido pelo patógeno foi de apenas 2cm, o que explica a maior transmissão verificada na semeadura superficial.

Contrariamente, a expectativa de que as

semeaduras mais profundas pudessem determinar maior infecção do coleóptilo não foi, estatisticamente, confirmada.

Sendo *B.sorokiniana* um patógeno necrotrófico, isto é, que se utiliza de tecidos mortos como fonte de nutrientes, a esporulação ocorre sobre lesões necróticas, tanto na extremidade do coleóptilo como na folha. Assim sendo, a partir destas lesões e sob clima seco, os esporos são levados pelo vento, atingindo as folhas superiores e as plantas vizinhas, onde se iniciam os ciclos secundários da helmintosporiose (REIS, 1988a; REIS et al., 1988).

Deste modo, embora estrategicamente melhor posicionada à disseminação dos esporos, a contribuição da folha na origem de ciclos secundários da doença é, provavelmente, pequena em função da menor transmissão a partir da semente. Por outro lado, sendo maior a passagem à extremidade do coleóptilo, mais numerosas são as fontes de inóculo, do que se espera maior participação no estabelecimento da doença entre as plantas. Assim, considera-se a transmissão ao coleóptilo epidemiologicamente mais importante do que a verificada à plúmula. Além do mais, a profundidade de semeadura pode variar de 2 a 5cm (RCSBPT, 1991) ou de 3 a 6cm (RCCSBPT, 1989), dependendo da região, época e teor de umidade do solo. Nestas profundidades, em face dos resultados obtidos neste trabalho, é de se esperar uma menor transmissão de *B.sorokiniana* às folhas, fato que reforça a importância epidemiológica da transmissão,

colonização e esporulação que ocorrem na extremidade do coleóptilo das plântulas.

4.6. Efeito do armazenamento de sementes de trigo sobre a emergência de plântulas e a incidência e transmissão de *B. sorokiniana*.

A primeira variável avaliada foi a sobrevivência do patógeno ao longo dos meses, cujos resultados estão na Tabela 6.

As sementes armazenadas em temperatura ambiente ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$) apresentaram, aos zero (04/05/89), dois, quatro, seis e oito meses, os seguintes percentuais de incidência: 38,0%, 37,2%, 35,3%, 30,3% e 19,3%. A análise estatística destes resultados revelou que os dois primeiros foram semelhantes entre si, indicando que, já a partir do quarto mês, a viabilidade do fungo decaiu, sendo esta 50% menor na última avaliação realizada aos oito meses.

Entre os diferentes níveis de incidência (baixo, médio e alto), a redução observada entre a primeira e a última avaliação foi da ordem de 18,9%, 63,1% e 49,6%, demonstrando que o efeito do armazenamento à temperatura ambiente foi mais pronunciado sobre as sementes com média e alta incidência. Entre os cultivares, IAC-24 e IAC-60, a redução de viabilidade do patógeno foi semelhante.

Na condição de câmara fria, as cinco avaliações realizadas aos zero, dois, quatro, seis e oito

Tabela 6: Efeito de duas condições de armazenamento sobre a sobrevivência de *B. sorokiniana* em sementes de trigo.

Nível de incidência	Cultivar	0 3/	Temperatura ambiente 1/			Incidência (%) 2/					
			2	4	6	8 meses	0	2	4	6	8 meses
Baixo	IAC-24	18,0	20,0	29,0	12,0	18,0	18,0	21,0	24,0	28,0	18,0
	IAC-60	19,0	24,0	19,0	18,0	12,0	19,0	18,0	24,0	14,0	10,0
	Média	18,5AB	22,0AB	24,0A	15,0B	15,0B	18,5AB	19,5AB	24,0A	21,0AB	14,0B
Médio	IAC-24	38,0	31,0	32,0	28,0	16,0	38,0	37,0	37,0	38,0	28,0
	IAC-60	38,0	28,0	29,0	24,0	12,0	38,0	34,0	31,0	28,0	24,0
	Média	38,0A	29,5B	30,5B	26,0B	14,0C	38,0A	35,5A	34,0A	33,0A	26,0B
Alto	IAC-24	57,0	60,0	47,0	46,0	14,0	57,0	59,0	54,0	60,0	44,0
	IAC-60	58,0	60,0	56,0	54,0	34,0	58,0	57,0	60,0	54,0	48,0
	Média	57,5AB	60,0A	51,5AB	50,0B	29,0C	57,5A	58,0A	57,0A	57,0A	46,0B
Geral		38,0A	37,2AB	35,3B	30,3C	19,3D	38,0A	37,7A	38,3A	37,0A	28,7B
CV (%) (TUKEY 5%) 5/		Média A				8,7		10,5			
		Média B				3,5		4,9			
		Média C				4,7		2,6			
		Média Geral				1,5		3,9			

1/ 25 ± 3°C

2/ 10 ± 2°C

3/ 04/05/89.

4/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

5/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela estão contidas as médias originais.

meses detectaram *B. sorokiniana* em 38,0%, 37,7%, 38,3%, 37,0% e 28,7% delas, respectivamente. Estatisticamente, apenas o último valor foi inferior aos demais, indicando que mesmo na temperatura de 10±2°C, a viabilidade do fungo começou a diminuir a partir do oitavo mês.

Entre os níveis de incidência (baixo, médio e alto), as reduções de viabilidade verificadas entre o início

e o final do período de armazenamento foram da ordem de 24,3%, 31,6% e 20,0%, tendo sido significativas apenas para os dois últimos. Também aqui, a maior redução de viabilidade do patógeno foi verificada nas sementes com níveis médios de incidência.

Os resultados obtidos a partir do armazenamento das sementes à temperatura ambiente são semelhantes aos relatados por LASCA & VECHIATO (1985) e VECHIATO et al. (1987), em trabalhos realizados com o mesmo fungo. Nestes trabalhos, os autores, demonstraram que, em sementes de trigo armazenadas em condição ambiente, a viabilidade do inóculo foi reduzida depois de oito meses, fato que não ocorreu com as sementes conservadas em temperaturas entre 5 e 10°C ou em câmara seca.

Contrariamente, no entanto, a temperatura média à qual as sementes foram submetidas na câmara fria, não foi suficiente para manter inalterada a viabilidade do patógeno, como relatado nos trabalhos citados anteriormente. Provavelmente, este fato esteja relacionado às diferentes condições de temperatura utilizadas, as quais foram, neste trabalho, de 10±2°C, enquanto, naqueles, de 5°C.

A Tabela 7 apresenta os resultados relativos à avaliação da emergência de plântulas.

Observando-se, primeiramente, os resultados obtidos a partir das sementes armazenadas em temperatura ambiente, verificou-se que, aos zero, dois, quatro, seis e

oito meses, as sementes apresentaram percentuais médios de emergência de 75,5%, 88,3%, 86,7%, 88,3% e 77,7%, respectivamente.

Tabela 7: Efeito de duas condições de armazenamento na emergência de plântulas a partir de sementes de trigo infectadas com *B.sorokiniana*.

Lote	Cultivar	Incidência (%)	Emergência (%)										
			1/ Temperatura ambiente					2/ Câmara fria					
			0 3/	2	4	6	8 meses	0	2	4	6	8 meses	
A	IAC-24	18,0	85,0	89,0	85,0	86,0	80,0	85,0	82,0	93,0	82,0	80,0	
	IAC-60	19,0	79,0	90,0	90,0	96,0	78,0	79,0	94,0	90,0	88,0	77,0	
	Média		82,0bc	89,5ab	87,5abc	91,0a	79,0c 4/	82,0b	88,0ab	91,5a	85,0ab	78,5b	
B	IAC-24	38,0	77,0	92,0	83,0	90,0	80,0	77,0	79,0	90,0	72,0	78,0	
	IAC-60	38,0	88,0	90,0	87,0	88,0	72,0	88,0	84,0	90,0	88,0	62,0	
	Média		82,5bc	91,0a	85,0ab	89,0ab	76,0c	82,5ab	81,5ab	90,0a	80,0ab	70,0b	
C	IAC-24	57,0	59,0	82,0	89,0	84,0	82,0	59,0	69,0	83,0	84,0	74,0	
	IAC-60	58,0	65,0	87,0	86,0	86,0	74,0	65,0	78,0	91,0	78,0	78,0	
	Média		62,0c	84,5ab	87,5a	85,0a	78,0b	62,0c	73,5b	87,0a	81,0ab	76,0ab	
Média Geral			75,5b	88,3a	86,7a	88,3a	77,7b	75,5b	81,0b	89,8a	82,0b	74,8b	
CV (%) (TUKEY 5%) 5/			Média A					4,0					4,4
			Média B					3,6					6,7
			Média C					2,9					3,6
			Média Geral					2,0					3,0

1/ 25+-30°C

2/ 10+-2°C

3/ 04/05/89

4/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

5/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela estão contidas as médias originais.

Estatisticamente, os percentuais verificados entre o segundo e o sexto mês de armazenamento foram semelhantes entre si, superando os observados aos zero e

oito meses. Individualmente, os três níveis de incidência apresentaram a mesma tendência.

Correlacionando-se estes resultados com os dados de incidência de *B.sorokiniana*, anteriormente obtidos em laboratório, verifica-se que estas variáveis foram inversamente proporcionais, ou seja, a emergência aumentou à medida que a viabilidade do patógeno foi reduzida.

Tratando-se de um patógeno que afeta as qualidades fisiológicas da semente (BARROS & SALGADO, 1983; BARROS et al., 1983; LASCA et al., 1986; LINE et al., 1973; LINHARES et al., 1978 e MACJACEK et al., 1954), o comportamento descrito no parágrafo anterior é perfeitamente compreensível.

Contrariando este raciocínio, porém, a avaliação das sementes que permaneceram armazenadas durante oito meses revelou percentual significativamente menor em todas as amostras. Provavelmente, a menor emergência aqui verificada foi consequência de deteriorações fisiológicas da própria semente.

Nas sementes conservadas à temperatura de $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$, a emergência tendeu a se comportar de modo semelhante ao do verificado na condição ambiente. Entretanto, devido à conservação da viabilidade do patógeno, a variação entre os percentuais de emergência apresentou amplitude menor. Como consequência, apenas a observada no quarto mês foi, estatisticamente, superior às demais.

Novamente aqui, a emergência determinada após 8 meses de armazenamento apresentou tendência à redução, fato que ocorreu justamente quando foram detectados os menores percentuais de incidência pelo patógeno, comprovando que, neste caso, a redução da emergência esteve relacionada à viabilidade do embrião.

Completando este experimento, a Tabela 8 reúne as informações sobre a transmissão de *B. sorokiniana* ao coleóptilo, obtidas a partir das sementes armazenadas nas duas condições.

As sementes armazenadas durante zero, dois, quatro, seis e oito meses, à temperatura de $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, quando analisadas pelo teste de transmissão, revelaram percentuais de 67,5%, 64,9%, 66,5%, 93,0% e 98,4%, respectivamente. Foi possível observar que estes valores mantiveram-se estáveis nos quatro primeiros meses, aumentando significativamente a partir de então.

Desta forma, verifica-se que a taxa de transmissão comportou-se de modo inverso à incidência detectada em laboratório, contrariando a idéia inicial de que ambos fossem proporcionais.

A princípio, algumas hipóteses poderiam explicar tal comportamento. Uma delas seria a de que o patógeno, mesmo não tendo mais viabilidade para crescer e ser detectado no teste de papel de filtro, ainda teria energia suficiente para transmitir-se aos órgãos aéros da

planta. Esta alternativa parece pouco provável, uma vez que, na maior parte dos casos já relatados por este trabalho, a transmissão foi geralmente menor que o transporte, confirmando o que afirmam MENTEN & BUENO (1987). Assim, em termos de requerimento de energia, a transmissão parece ser um processo mais exigente.

Tabela 8: Efeito de duas condições de armazenamento sobre a transmissão de *B. sorokiniana* aos órgãos aéreos^{1/} do trigo.

Nível de incidência	Cultivar	Incidência (%)	Taxa de transmissão (%)									
			Temperatura ambiente ^{2/}					Câmara fria ^{3/}				
			0 ^{4/}	2	4	6	8 meses	0	2	4	6	8 meses
Baixo	IAC-24	18	61,7	62,0	60,7	90,6	90,3	61,7	69,5	63,8	67,8	80,3
	IAC-60	19	66,8	63,3	64,2	100,0	100,0	66,8	64,4	60,8	83,2	100,0
	Média		64,28 ^{5/}	62,68	62,48	95,3A	95,2A	64,28	67,08	62,38	75,5AB	90,2A
Médio	IAC-24	38	64,7	65,2	63,1	100,0	100,0	64,7	61,5	61,1	89,3	87,1
	IAC-60	38	67,3	63,6	71,4	100,0	100,0	67,3	73,5	73,9	100,0	100,0
	Média		66,08	64,48	67,28	100,0A	100,0A	66,08	67,58	67,58	94,7A	93,6A
Alto	IAC-24	57	71,4	69,0	72,1	100,0	100,0	71,4	73,9	71,1	67,5	81,1
	IAC-60	59	73,1	66,3	67,7	67,4	100,0	73,1	62,8	71,5	71,3	100,0
	Média		72,28	67,78	69,98	83,7AB	100,0A	72,28	68,48	71,38	69,48	90,6A
Geral			67,5C	64,9C	66,5C	93,0B	98,4A	67,58	67,68	67,08	79,9AB	91,5A
CV (%) (TUKEY 5%) ^{6/}			Média				9,3					11,1
			Média				1,8					10,8
			Média				12,1					10,1
			Geral				4,9					9,6

1/ Para o coleóptilo.

2/ 25±3°C.

3/ 10±2°C.

4/ 04/05/89.

5/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

6/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela estão contidas as médias originais.

Outra hipótese, a princípio mais viável, estaria relacionada à emergência, a qual aumentou à medida que a viabilidade de *B. sorokiniana*, na semente, foi reduzida. Isto significa que, em muitas delas, a colonização pelo patógeno estava afetando suas qualidades fisiológicas, não permitindo sua germinação. Para fins de transmissão, portanto, estas sementes não foram contabilizadas, uma vez que as plântulas delas originadas não emergiram ou emergiram e logo foram mortas. Por outro lado, à medida que, no transcorrer do armazenamento, o fungo foi diminuindo sua viabilidade, algumas sementes até então afetadas puderam germinar, fato comprovado pelo aumento do percentual de emergência. Entretanto, embora não mais capaz de afetar a germinação e emergência, o patógeno ainda dispunha de energia suficiente para ser transmitido, do que resultaram plantas infectadas e que foram, nesta oportunidade, contabilizadas na transmissão.

Uma terceira explicação poderia estar relacionada à localização do inóculo na semente. Segundo esta hipótese, a fração contaminante do inóculo perde a viabilidade de forma mais rápida, tendo assim menor possibilidade de ser transmitida. Com o passar do tempo, todo o inóculo que for detectado no teste de sanidade corresponderia à fração infectante, a qual, por estar preservada no interior da semente, teria viabilidade suficiente para se transmitir. Desta forma, a taxa de

transmissão observada nas plântulas seria muito próxima da incidência detectada na semente.

Por outro lado, é provável que ambas as três hipóteses estejam, simultaneamente, influenciando este processo e possam assim serem utilizadas para explicar o aumento da taxa de transmissão ao longo dos oito meses de armazenamento.

Esta tendência foi evidenciada com maior intensidade nas sementes com média (38%) e alta (58%) incidência, justamente aquelas que, no teste de sanidade, apresentaram perda maior de viabilidade ao longo do armazenamento.

Analisando-se a transmissão ocorrida a partir de sementes conservadas a temperatura de $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$, verifica-se que esta foi, aos zero, dois, quatro, seis e oito meses de armazenamento, da ordem de 67,5%, 67,6%, 67,0%, 79,9% e 91,5%, respectivamente. Estatisticamente, os quatro primeiros valores foram iguais entre si, revelando a estabilidade da taxa de transmissão nas sementes armazenadas nesta condição de temperatura. Aumento significativo só foi verificado a partir de oito meses de armazenamento.

Comparando-se estes resultados com os dados de incidência (Tabela 6), verifica-se que esta última variável também permaneceu estável durante os seis primeiros meses, diminuindo após. Esta redução influenciou positivamente a taxa de transmissão, a qual elevou-se,

repetindo o comportamento verificado nas sementes armazenadas à temperatura ambiente. Diante destes resultados observa-se que, as alterações dos valores de incidência e taxa de transmissão, verificadas ao longo do armazenamento, foram inversamente proporcionais.

4.7. Efeito do substrato de semeadura sobre a transmissão de *B. sorokiniana*.

Observando-se a Tabela 9, verifica-se que as taxas de transmissão observadas nos substratos de areia, areia estéril, solo e solo estéril, foram, respectivamente, de 78,7%, 78,1%, 73,8% e 75,0%. Excetuando-se o substrato constituído de solo não esterilizado, nos demais a taxa de transmissão foi estatisticamente igual.

Dos quatro tipos de substratos utilizados, o que melhor representou as condições reais de campo foi o solo não submetido à esterilização, visto que este foi coletado a partir de áreas tradicionalmente cultivadas com cereais de inverno, exceto nos últimos três anos. Nesta condição, a transmissão foi 5,9% menor do que a verificada em areia, o substrato utilizado nos demais experimentos deste trabalho.

Esta diferença, relativamente pequena, pode ser devida a reações de antibiose exercidas por outros microorganismos habitantes normais do solo. Neste sentido,

LEACH (1979) afirma que maior influência é observada no caso de patógenos localizados superficialmente na semente e/ou pouco adaptados ao solo. Considerando-se que a maior parte do inóculo está localizada no interior da semente (Tabela 3) e que *B.sorokiniana* é um patógeno apto a sobreviver no solo através de conídios dormentes (REIS, 1988), compreende-se a pequena redução verificada na taxa de transmissão obtida a partir da semeadura em solo não estéril.

Tabela 9: Efeito de diferentes substratos à semeadura^{1/} sobre a taxa de transmissão de *B.sorokiniana* a partir de sementes de trigo, cultivar BR-23.

Incidência (%)	Taxa de Transmissão ^{2/} (%)			
	Areia	Areia estéril ^{3/}	Solo	Solo estéril ^{3/}
27,5	73,5 a ^{4/}	72,1 a	68,2 b	71,9 a
43,0	78,6 ab	81,3 a	73,8 c	75,2 bc
55,4	84,2 a	80,9 b	79,6 b	78,0 b
Média 41,9	78,7 a	78,1 a	73,8 b	75,0 ab
CV (%) (TUKEY 5%) ^{5/}				1,8
				1,8
				2,7
				2,5

1/ Semeadura a 3 cm de profundidade; avaliação realizada 25 dias após.

2/ Para o coleóptilo.

3/ Autoclavagem a 120-127 °C durante 30 minutos.

4/ Médias, na linha, seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

5/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela são apresentadas as médias originais.

Por outro lado, a mesma diferença poderá representar uma margem de segurança na aplicação a campo dos resultados obtidos nos testes de transmissão.

A semeadura em areia, visando a determinação da taxa de transmissão semente-planta, já foi utilizada em outros trabalhos, entre os quais os realizados por METHA & IGARASHI (1981), REIS (1987), FORCELINI & REIS (1988) e FORCELINI et al. (1989).

Segundo FORCELINI et al. (1990), que compararam o teste de transmissão em areia com o de tubos com ágar (NEERGARD, 1979; AGARWAL & SINCLAIR, 1987), a areia apresenta como vantagens a cor clara e a fácil remoção pela água, não mascarando, assim, as manchas provocadas por *B.sorokiniana* em plântulas de trigo e cevada.

4.8. Efeito do tratamento químico da semente sobre a emergência de plântulas e a incidência e transmissão de *B.sorokiniana*.

Os primeiros resultados se referem ao controle da incidência (Tabela 10) de *B.sorokiniana*, obtido no experimento conduzido em 1989.

Na média do ensaio, os fungicidas proporcionaram controle de 90,6%, 86,5%, 81,6%, para as amostras A, B e C, respectivamente. Entre as amostras A e C, a eficiência do tratamento diminuiu 9%. Considerando-se que

a incidência de *B.sorokiniana*, nas mesmas amostras, variou de 23,5% a 57,0%, tendo, portanto, uma amplitude de 33,5%, pode-se deduzir que, para cada 1,0% de acréscimo na incidência, a eficiência dos fungicidas foi diminuída de 0,27%.

Tabela 10: Controle da incidência^{1/} de *B.sorokiniana* em sementes de trigo pelo tratamento com fungicidas, 1989.

Ingrediente Ativo	Dose i.a. g/100kg	Controle (%)			Média
		Amostra A	B	C	
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a ^{2/}
Triflumizole	45,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Flutriafol	7,5	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Triadimenol	40,0	100,0	100,0	98,8	99,6 a
Triflumizole + tiofanato metílico	30,0 + 90,0	100,0	97,1	95,7	97,6 ab
Carboxim + procloraz	82,5 + 22,5	100,0	95,2	91,6	95,6 bc
Procloraz	50,0	100,0	94,1	87,5	93,9 cd
Difenoconazole	30,0	96,8	93,0	88,0	92,6 d
Nancozeb + carbendazim	106,0 + 34,0	96,4	90,1	88,9	91,8 d
Tebuconazole + tiram	5,0 + 210,0	88,4	79,2	71,5	79,7 e
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	85,9	82,0	68,8	78,9 e
Diniconazole	6,0	79,4	73,5	67,6	73,5 ef
Carboxim	150,0	73,8	67,2	58,2	66,4 f
Tiram	140,0	68,1	66,0	59,4	64,5 f
Tebuconazole	5,0	70,7	59,3	47,9	59,3 f
Média		90,6	86,5	81,6	
Testemunha ^{3/}		23,5	42,0	57,0	
CV (%) (TUKEY 5%) ^{4/}					6,1

1/ Método do papel de filtro com congelamento; média de 200 (4x50) sementes por tratamento.

2/ Médias seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

3/ Incidência de *B.sorokiniana*.

4/ CV para valores transformados segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela são apresentadas as médias originais.

Na média das três amostras, os fungicidas

iprodione + tiram, triflumizole e flutriafol erradicaram o inóculo do patógeno na semente. Deve-se considerar, entretanto, que a semente mais infectada apresentava 57% de incidência, quando, muitas vezes, as sementes comercializadas apresentam percentuais superiores a este.

Embora estatisticamente inferiores aos tratamentos padrões (triadimenol e iprodione + tiram), os fungicidas mancozeb + carbendazim, difenoconazole e procloraz apresentaram controle superior a 90%.

Os fungicidas tebuconazole + tiram, carboxim + tiram, diniconazole, carboxim, tiram e tebuconazole reduziram a incidência em percentuais inferiores a 80%, sendo, estatisticamente, inferiores aos demais produtos.

Quando analisadas *in vivo* (Tabela 11), obteve-se transmissão do patógeno, das três amostras (A, B e C), em taxas de 54,3%, 62,6% e 78,1%, respectivamente. Nas sementes tratadas, estes valores foram reduzidos em 94,2%, 89,4% e 82,7%, praticamente a mesma eficiência verificada sobre a incidência em laboratório.

Muitos fungicidas melhoraram sensivelmente a eficiência, ao passo que outros não evitaram a transmissão do fungo nos mesmos percentuais apresentados em laboratório. Este comportamento será abordado sumariamente, quando forem discutidos os resultados contidos nas Tabelas 14 e 15.

No teste de transmissão, à exceção dos

tratamentos com carboxim + tiram, mancozeb + carbendazim, carboxim e tiram, todos os demais reduziram a passagem de

Tabela 11: Controle da transmissão^{1/} de *B.sorokiniana* aos órgãos aéreos pelo tratamento das sementes com fungicidas, 1989.

Ingrediente Ativo	Dose i.a. g/100kg	Controle (%)			Média
		Amostra A	B	C	
Triadimenol	40,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a ^{2/}
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Triflumizole	45,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Triflumizole + tiofanato metílico	30,0 + 90,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Carboxim + procloraz	82,5 + 22,5	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Difenoconazole	30,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Tebuconazole + tiram	5,0 + 210,0	100,0	100,0	97,6	99,2 a
Diniconazole	6,0	100,0	100,0	94,6	98,2 a
Procloraz	50,0	100,0	98,3	95,4	97,9 a
Tebuconazole	5,0	100,0	96,1	88,9	95,0 ab
Flutriafol	7,5	100,0	93,7	80,0	91,2 ab
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	94,1	77,6	62,0	77,9 b
Mancozeb + carbendazim	106,0 + 34,0	93,5	79,3	60,0	77,6 b
Carboxim	150,0	71,4	57,3	40,2	56,3 c
Tiram	140,0	53,7	39,2	22,3	38,4 d
Média		94,2	89,4	82,7	
Testemunha ^{3/}		54,3	62,6	78,1	
CV (%) (TUKEY 5%) ^{4/}					13,7

^{1/} Semeadura em areia; 200 (4x50) sementes por tratamento; avaliação realizada em coleóptilos aos 21 dias após a sementeira.

^{2/} Médias seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

^{3/} Percentagem de transmissão para lotes com 23,5%, 43% e 57% de incidência por *B.sorokiniana*.

^{4/} CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de $x/100$; na tabela são expressas as médias originais.

B.sorokiniana aos órgãos aéreos em percentuais superiores a 90%, sendo iguais entre si.

Nota-se, também, que, à medida que a

incidência de de *B.sorokiniana* na semente foi maior, a eficiência dos tratamentos foi reduzida. Assim, na amostra A, o controle total foi obtido por onze tratamentos; na amostra B, por oito; enquanto que, na C, apenas seis (triadimenol, iprodione + tiram, triflumizole, triflumizole + tiofanato metílico, carboxim + procloraz e difenoconazole) impediram a transmissão do patógeno.

Estes resultados demonstraram que, à medida que sementes menos infectadas forem produzidas, comercializadas e utilizadas, o produtor poderá dispor de mais opções para o tratamento, podendo optar por produtos e/ou doses econômicas.

Como os resultados apresentados pelos tratamentos com triflumizole e triflumizole + tiofanato metílico foram estatisticamente iguais, verifica-se que apenas o triflumizole tem fungitoxicidade a *B.sorokiniana*, não havendo, portanto, motivo para o uso da mistura. Poderia-se argumentar que a presença do tiofanato metílico permitiria o controle simultâneo de *F.graminearum*, porém, epidemiologicamente, o inóculo deste fungo, presente na semente, não é importante.

Os dados de controle da incidência e da transmissão de *B.sorokiniana* obtidos na segunda parte do trabalho, realizada em 1990, são apresentados nas Tabelas 12 e 13, respectivamente.

Para as três amostras testadas, com 27,5%,

43,7% e 63,0% de incidência, o controle médio obtido pelos fungicidas foi de 95,8%, 92,1% e 82,4%, respectivamente, mostrando, novamente, ser inversamente proporcional à incidência.

Tabela 12: Controle da incidência^{1/} de *B. sorokiniana* em sementes de trigo pelo tratamento com fungicidas, 1990.

Ingrediente Ativo	Dose i.a. g/100kg	Controle (%)			Média
		Amostra A	B	C	
Flutriafol	7,5	100,0	100,0	100,0	100,0 a ^{2/}
Triflumizole	45,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Triflumizole + tiofanato metílico	30,0 + 90,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Triadimenol	40,0	100,0	100,0	90,6	96,9 ab
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	100,0	98,9	94,3	97,7 ab
Fenbuconazole	40,0	100,0	96,6	96,0	97,5 ab
Iprodione + carbendazim	52,5 + 26,2	100,0	99,4	90,6	96,7 ab
Difenoconazole	30,0	100,0	95,4	83,0	92,8 ab
Procloraz	50,0	100,0	91,4	86,8	92,7 ab
Tebuconazole	5,0	89,1	85,1	86,8	87,0 b
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	100,0	94,8	64,1	86,3 b
Imibenconazole	30,0	84,0	67,3	34,0	61,8 c
Média		95,8	92,1	82,4	
Testemunha ^{3/}		27,5	43,7	63,0	
CV (%) (TUKEY 5%) ^{4/}					12,3

1/ Método do papel de filtro com congelamento; 200 (4x50) sementes por tratamento.

2/ Médias seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

3/ Incidência (%) de *B. sorokiniana*.

4/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela estão contidas as médias originais.

Para a amostra A, com 27,5% de incidência, dos doze fungicidas avaliados, apenas o tebuconazole e o imibenconazole não erradicaram o patógeno da semente. Já na

segunda amostra, com 43,7% de incidência, o número de tratamentos com controle total foi reduzido a quatro, correspondendo aos fungicidas flutriafol, triflumizole, triflumizole + tiofanato metílico e triadimenol. Destes quatro fungicidas, os três primeiros continuaram com a mesma eficiência no controle da incidência (63,0%) presente na amostra C, demonstrando serem bastante fungitóxicos a *B.sorokiniana*.

Na média das três amostras, porém, os fungicidas procloraz, difenoconazole, iprodione + carbendazim, fembuconazole, iprodione + tiram, triadimenol, triflumizole + tiofanato metílico, triflumizole e flutriafol, com percentuais de controle entre 92,7% e 100,0%, foram iguais entre si. Os tratamentos à base de tebuconazole e carboxim + tiram, com 87,0% e 86,3% de eficiência, foram estatisticamente inferiores ao flutriafol, triflumizole e triflumizole + tiofanato metílico, porém iguais aos fungicidas padrões (triadimenol e iprodione + tiram) utilizados. Com controle de apenas 61,8%, inferior a todos os demais, ficou o fungicida imibemconazole.

Na avaliação realizada em plântulas (Tabela 13), das sementes das amostras A, B e C, com 27,5%, 43,7% e 63,0% de incidência, obteve-se a transmissão de *B.sorokiniana* em taxas de 79,8%, 86,2% e 92,0%, respectivamente. Estes valores foram reduzidos em percentuais de 98,9%, 96,6% e 88,6% pelos fungicidas

utilizados, os quais, comparativamente, foram superiores aos verificados *in vitro*.

Tabela 13: Controle da transmissão^{1/} *B. sorokiniana* aos órgãos aéreos pelo tratamento das sementes com fungicidas, 1990.

Ingrediente Ativo	Dose i.a. g/100kg	Controle (%)			Média
		Amostra A	B	C	
Difenoconazole	30,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a ^{2/}
Fenbuconazole	40,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Tebuconazole	5,0	100,0	100,0	100,0	100,0 a
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	100,0	100,0	98,1	99,4 a
Triadimenol	40,0	100,0	100,0	98,0	99,3 a
Triflumizole	45,0	100,0	100,0	95,6	98,5 a
Iprodione + carbendazim	52,5 + 26,2	100,0	100,0	94,1	98,0 ab
Triflumizole + tiofanato metílico	30,0 + 90,0	100,0	97,9	96,1	98,0 ab
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	100,0	100,0	87,6	95,8 abc
Procloraz	50,0	100,0	100,0	66,5	88,8 abc
Flutriafol	7,5	96,8	87,8	64,9	83,2 bc
Imibenconazole	30,0	96,1	86,0	62,0	81,4 c
Média		98,9	96,6	88,6	
Testemunha ^{3/}		79,8	86,2	92,0	
CV (%) (TUKEY 5%) ^{4/}					10,8

1/ Semeadura em areia; 200 (4x50) sementes por tratamento; avaliação realizada em coleóptilos aos 25 dias após a semeadura.

2/ Médias seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

3/ Percentagem de transmissão para lotes com 27,5%, 43,7% e 63,0% de incidência de *B. sorokiniana*.

4/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x100; na tabela estão contidas as médias originais.

Quanto à eficiência demonstrada nos dois testes, verifica-se uma inversão na posição dos fungicidas, ou seja, os tratamentos que erradicaram o patógeno na semente não impediram a sua transmissão para os órgãos aéreos do trigo. Neste sentido, o flutriafol foi o que

mostrou redução mais acentuada, diminuindo sua eficiência de 100,0% para 83,2%. Contrariamente, o difenoconazole, o fembuconazole e o tebuconazole, com 92,8%, 97,5% e 87,0% de eficiência *in vitro*, elevaram seu controle a 100,0%, impedindo a passagem do fungo.

Estatisticamente, entretanto, os fungicidas foram muito semelhantes entre si, de tal modo que apenas o flutriafol e o imibenconazole apresentaram, no final, controle inferior ao obtido pelos fungicidas padrões triadimenol e iprodione + tiram.

Dos fungicidas avaliados nestes experimentos, apenas o triadimenol, o iprodione + tiram, o carboxim + tiram e o tiram são atualmente comercializados. Dentre estes fungicidas, o triadimenol é utilizado em 85% dos casos e o iprodione + tiram em 10% (vide página 29), representando a quase totalidade das sementes de trigo tratadas. Para estes fungicidas, verificou-se que a transmissão foi evitada (100%) quando sementes com incidência de até 43,7% foram tratadas. Neste sentido, consideradas estas informações, a incidência limite de *B.sorokiniana* em sementes de trigo jamais deveria ser superior a este valor, sob pena de não se ter o controle ideal ou 100%.

Por outro lado, na média dos trabalhos realizados em 1989 e 1990, os tratamentos com carboxim + tiram e, principalmente, tiram isoladamente, não evitaram a transmissão de *B.sorokiniana*, razão pela qual, sob este

ponto de vista, não deveriam ser recomendados.

Para melhor discussão, as médias dos controles *in vitro* (Tabela 12) e *in vivo* (Tabela 13) foram agrupadas na Tabela 14, apresentada na sequência. Na referida tabela, constam os resultados obtidos nos experimentos realizados em 1989 e 1990, alguns dos quais são média de três amostras, enquanto outros são de seis.

Com relação ao controle avaliado em laboratório, verificou-se que, em 1989, este foi de 86,% contra 92,4% em 1990. Entre os fungicidas, a eficiência observada em ambos os anos foi muito semelhante, exceção feita ao tratamento com tebuconazole, cuja performance melhorou, em 1990, em decorrência da substituição da formulação suspensão concentrada pela de pó seco, proporcionando melhor distribuição do produto sobre as sementes.

Na média dos dois anos, apenas o triflumizole e o flutriafol erradicaram o inóculo do fungo na semente sem, no entanto, diferir dos tratamentos com difenoconazole, fenguconazole, carboxim + procloraz, triadimenol, iprodione + tiram, triflumizole + tiofanato metílico, procloraz e mancozeb + carbendazim, todos com eficiência acima de 90%. Os fungicidas menos eficientes em laboratório, com um controle abaixo de 70%, foram o imibenconazole, o carboxim e o tiram.

Tabela 14: Controle médio da incidência^{1/} e transmissão^{2/} de *B. sorokiniana* obtido pelo tratamento de sementes de trigo com fungicidas em 1989^{3/} e 1990^{4/}.

Ingrediente ativo	Dose i.a. g/100 kg	Controle (%)					
		Incidência			Transmissão		
		1989	1990	Média	1989	1990	Média
Difenoconazole	30,0	92,6	92,8	92,7 ab	100,0	100,0	100,0 a
Fenbuconazole	40,0		97,5	97,5 ab		100,0	100,0 a
Carboxim + procloraz	82,5 + 82,5	95,6		95,6 ab	100,0		100,0 a
Triadimenol	40,0	99,6	96,9	98,2 a	100,0	99,3	99,7 ab
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	100,0	97,7	98,8 a	100,0	99,4	99,7 ab
Triflumizole	45,0	100,0	100,0	100,0 a	100,0	98,5	99,3 ab
Tebuconazole + tiram	5,0 + 210,0	79,7		79,7 bc	99,2		99,2 abc
Triflumizole + tiof. metílico	30,0 + 90,0	97,6	100,0	98,8 a	100,0	98,0	99,0 abc
Diniconazole	6,0	73,5		73,5 bc	98,2		98,2 abc
Iprodione + carbendazim	52,5 + 26,2		96,7	96,7 ab		98,0	98,0 abc
Tebuconazole	5,0	59,3	87,0	73,2 bc	95,0	100,0	97,5 abc
Procloraz	50,0	93,9	92,7	93,3 ab	97,9	88,8	93,4 abc
Flutriafol	7,5	100,0	100,0	100,0 a	91,2	83,2	87,2 abc
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	78,9	86,3	82,6 bc	77,9	95,8	86,9 abc
Imibenconazole	30,0		61,8	61,8 c		81,4	81,4 bcd
Mancozeb + carbendazim	106,0 + 34,0	91,8		91,8 ab	77,6		77,6 cde
Carboxim	150,0	66,4		66,4 c	56,3		56,3 de
Tiram	140,0	64,5		64,5 c	38,4		38,4 e
Média		86,2	92,4	87,0	88,8	95,2	89,5
CV (%) (TUKEY 5%) ^{5/}		10,6			11,1		

1/ Método do papel de filtro com congelamento; 200 (4x50) sementes por lote e por tratamento.

2/ Semeadura em areia; 200 (4x50) sementes por lote e por tratamento; avaliação realizada aos 21 dias (1989) e 25 dias (1990) após a semeadura.

3/ Sementes com 23,5%, 42,0% e 57,0% de incidência por *B. sorokiniana*.

4/ Sementes com 27,5%, 43,7% e 63,0% de incidência por *B. sorokiniana*.

5/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de $x/100$; na tabela são apresentadas as médias originais.

Entretanto, os dados mais importantes são os relativos ao controle da transmissão de *B. sorokiniana*, cuja média é apresentada na última coluna da Tabela 14. Observando estes resultados, verifica-se que, em 1989, o

controle médio da transmissão foi de 88,8%, sendo de 95,2% em 1990, fato devido à eliminação dos tratamentos à base de mancozeb+ carbendazim, carboxim e tiram isoladamente, os menos eficientes no ensaio conduzido no primeiro ano.

Entre os fungicidas, a única alteração de comportamento verificada ocorreu com a mistura carboxim + tiram, cuja eficiência elevou-se de 77,9% para 95,8%, a princípio, devido ao uso de uma amostra mais recente do produto.

Na média dos dois anos, não foram eficientes os fungicidas imibenconazole, mancozeb + carbendazim, carboxim e tiram. Os demais controlaram a passagem do fungo ao coleóptilo em percentuais de 86,9% a 100,0%, sendo o difenoconazole, o fembuconazole e o carboxim + procloraz os únicos a evitar a transmissão de *B.sorokiniana*.

Alguns destes fungicidas foram avaliados em outros trabalhos. Neste sentido, GOULART et al. (1990), empregando os fungicidas iprodione + tiram, triflumizole + tiofanato metílico, triadimenol, tebuconazole e prochloraz, erradicaram o inóculo de *B.sorokiniana* presente em 19,5% das sementes utilizadas.

Em 1990, GOULART & PAIVA (1991) utilizaram sementes com 29,5% de infecção. Neste experimento, apenas iprodione + tiram apresentou controle total.

Em outro trabalho, GOULART & PAIVA (1992) destacaram o controle de *B.sorokiniana* proporcionado pelos

fungicidas difenoconazole e carboxim + tiram. Entretanto, nenhum dos compostos conseguiu eliminar o inóculo presente na semente.

Os fungicidas diniconazole, triflumizole, triflumizole + tiofanato metílico, triadimenol, tebuconazole e tebuconazole + tiram foram avaliados por MARTINS et al. (1991a e 1991b), sendo que nenhum deles apresentou controle total.

Tanto nos trabalhos de GOULART et al. (1990) e GOULART & PAIVA (1991), como nos de MARTINS et al. (1991a e 1991b), a eficiência dos fungicidas avaliados foi inferior à obtida neste trabalho. Fatos como este podem ser atribuídos às diferentes metodologias e critérios de avaliação utilizados, os quais, consequentemente, geram podem gerar diferentes resultados. Por tais motivos, torna-se importante a padronização dos parâmetros utilizados na avaliação de fungicidas em tratamento de sementes de trigo, para a qual sugere-se a metodologia descrita e utilizada neste trabalho.

Em cada experimento, os valores de incidência foram divididos pelas taxas de transmissão, obtendo-se assim, para cada fungicida, a eficiência relativa entre ambos (Tabela 15). Com base nos resultados verificados no teste de papel de filtro, em laboratório, tais valores poderão servir para estimar o controle dos fungicidas sobre a transmissão de *B. sorokiniana* a campo.

Tabela 15: Eficiência relativa entre o controle da incidência e da transmissão de *B.sorokiniana* pelo tratamento de sementes de trigo com fungicidas.

Ingrediente Ativo	Dose i.a. g/100kg	Incidência / Transmissão						Controle mínimo da incidência 37 (%)	
		1989 ^{1/}			1990 ^{2/}				
		Amostras			Amostras				
		A	B	C	A	B	C		
Imibenconazole	30,0	1,14	1,28	1,82				1,41	70,9
Tebuconazole	5,0	1,41	1,62	1,86	1,12	1,18	1,15	1,37	73,0
Diniconazole	6,0	1,26	1,36	1,40				1,34	74,6
Tebuconazole + tiram	5,0 + 210,0	1,13	1,26	1,36				1,24	80,6
Difenoconazole	30,0	1,03	1,07	1,14				1,08	92,6
Carboxim + procloraz	82,5 + 22,5	1,00	1,05	1,09				1,05	95,2
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	1,09	0,95	0,90	1,00	1,05	1,37	1,05	95,2
Fenbuconazole	40,0				1,00	1,03	1,04	1,02	98,0
Iprodione + carbendazim	52,5 + 26,2	1,00	1,00	1,04				1,01	99,0
Triadimenol	40,0	1,00	1,00	1,01	1,01	1,00	1,08	1,01	99,0
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,04	1,01	99,0
Procloraz	50,0	1,00	1,04	1,09	1,00	1,09	0,77	1,00	100,0
Triflumizole + tiof. metílico	30,0 + 90,0	1,00	1,03	1,04	1,00	0,98	0,96	1,00	100,0
Triflumizole	45,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,99	-
Flutriafol	7,5	1,00	0,94	0,80	0,97	0,88	0,65	0,87	-
Carboxim	150,0	0,97	0,85	0,69				0,85	-
Mancozeb + carbendazim	106,0 + 34,0	0,97	0,88	0,67				0,84	-
Tiram	140,0	0,79	0,59	0,37				0,59	-
Média		1,04	1,04	1,02	1,02	1,05	1,14	1,05	

1/ Sementes com 23,5%, 42,0% e 57,0% de incidência por *B.sorokiniana*.

2/ Sementes com 27,5%, 43,7% e 63,0% de incidência por *B.sorokiniana*.

3/ Requerido para controlar a transmissão em 100%.

Observando-se a referida tabela, verifica-se que a eficiência relativa variou de 0,59 a 1,41, tendo-se como média geral 1,05. Isto significa que o efeito dos fungicidas sobre a transmissão de *B.sorokiniana* foi 5% superior ao obtido sobre a incidência.

Entre os fungicidas, o procloraz e o triflumizole + tiofanato metílico apresentaram eficiência

relativa igual a 1,0, indicando que o controle exercido por estes compostos foi igual tanto em laboratório quanto a campo.

Os fungicidas triflumizole, flutriafol, carboxim, mancozeb + carbendazim e, principalmente, tiram foram os que apresentaram relação inferior a 1,0, demonstrando serem menos eficientes no controle da transmissão do fungo.

Os demais tratamentos apresentaram eficiência relativa variável entre 1,01 e 1,41, ou seja, o controle da transmissão pode ser de 1% a 41% superior ao observado no teste de papel de filtro em laboratório. Entre estes fungicidas, o imibenconazole, o tebuconazole, o diniconazole e o tebuconazole + tiram foram os que evidenciaram maior amplitude entre os dois parâmetros. Este fato concorda com o que afirmou FORCELINI (1991), que sendo melhor absorvidos pela plântula, os fungicidas sistêmicos apresentam, geralmente, melhor desempenho nos testes realizados *in vivo*.

Como observados nos experimentos anteriores, o controle *in vivo* de *B.sorokiniana* pode ser obtido em percentuais de até 100%, ou seja, com os compostos hoje em desenvolvimento, pode-se pensar na erradicação do patógeno da semente. Assim sendo, os fungicidas devem proporcionar controle total da transmissão, o que somente poderá ser obtido por aqueles que apresentarem eficiência relativa igual ou superior a 1,0.

Em acordo com o discutido no parágrafo anterior, a Tabela 15, em sua última coluna, apresenta, em relação a cada fungicida, o percentual mínimo de controle em laboratório requerido para, uma vez multiplicado pelo fator de eficiência relativa, elevar a eficiência a campo até 100%. Neste sentido, observa-se que estes valores variaram de 70,9% a 100,0%, sendo tanto maiores quanto menor for o fator de eficiência relativa.

Verifica-se, portanto, que através da análise da sanidade de sementes tratadas, realizada em laboratório, tem-se plenas condições de avaliar a eficácia de um fungicida em reduzir a transmissão de *B.sorokiniana* para as plântulas a campo. Desta forma, seria interessante que tabelas como esta fossem divulgadas entre os laboratórios de patologia de sementes, pois assim, ter-se-ia um diagnóstico completo do problema e uma economia grande, sobretudo de tempo.

Tratando-se de um patógeno que afeta a germinação das sementes, o controle de *B.sorokiniana* por fungicidas pode resultar em incrementos no percentual de emergência das plântulas a campo (BARROS & SALGADO, 1983; BARROS et al., 1983; LASCA et al., 1984 e 1986).

Neste sentido, aproveitando-se as sementeiras realizadas para avaliar o controle da transmissão do patógeno, avaliou-se também a emergência de plântulas. Os resultados de tais avaliações são apresentados nas Tabelas

16 e 17.

Tabela 16: Efeito do controle químico de *B. sorokiniana* sobre a emergência^{1/} de plântulas de trigo, 1989.

Ingrediente ativo	Dose i.a. g/100kg	Emergência (%)			Média
		Amostra A	B	C	
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	89,0	85,2	80,0	84,8 a ^{2/}
Tebuconazole + tiram	5,0 + 210,0	87,0	83,0	78,0	82,7 ab
Triflumizole	45,0	86,0	83,3	78,0	82,4 ab
Triflumizole + tiofanato metílico	30,0 + 90,0	86,0	81,0	78,6	81,9 ab
Carboxim + procloraz	82,5 + 22,5	84,6	82,0	76,0	80,9 ab
Tebuconazole	5,0	82,0	83,0	77,0	80,7 ab
Triadimenol	40,0	83,0	80,0	78,0	80,3 ab
Flutriafol	7,5	84,0	82,0	75,0	80,3 ab
Difenoconazole	30,0	83,0	82,5	75,1	80,2 ab
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	85,4	82,0	73,0	80,1 ab
Procloraz	50,0	80,0	82,0	76,0	79,3 ab
Mancozeb + carbendazim	106,0 + 34,0	84,0	80,0	72,5	78,8 ab
Carboxim	150,0	81,0	80,0	72,0	77,7 ab
Diniconazole	6,0	80,0	80,0	72,0	77,4 ab
Tiram	140,0	78,0	79,0	70,0	75,7 b
Média		83,5	81,7	75,4	80,2
Testemunha ^{3/}		85,0	78,0	66,0	76,3 b
CV (%) (TUKEY 5%) ^{4/}					5,0

1/ Em substrato de areia; avaliação realizada aos 21 dias após a semeadura.

2/ Médias seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

3/ Sementes com 23,5%, 43,0% e 57% de incidência por *B. sorokiniana*.

4/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela são apresentadas as médias originais.

Em 1989 (Tabela 16), as sementes utilizadas apresentavam 23,5%, 43,0% e 57% de incidência, fato que determinou percentuais de emergência de 85,0%, 78,0% e 66,0%, respectivamente, à testemunha. Com exceção das

sementes da amostra A, com menor incidência, a emergência dos demais foi aumentada pelo tratamento das sementes, resultando em acréscimos de 3,7% e 9,4%, respectivamente.

Exceto alguns efeitos fitotóxicos (atrofiamento do coleóptilo) verificados nos tratamentos com diniconazole e procloraz, nos demais, a emergência verificada foi proporcional ao controle do patógeno. Na média das três amostras porém, apenas a mistura iprodione + tiram superou significativamente a testemunha.

As amostras B e C, com 43% e 57% de incidência, respectivamente, apresentaram, para a testemunha, emergência de 78% e 66%, inferiores portanto, ao padrão de 80% estabelecido pela legislação brasileira de sementes. Quando tratadas, apenas a B elevou a emergência ao padrão, demonstrando que o benefício do tratamento não se aplicou a todas as sementes.

No experimento realizado em 1990 (Tabela 17), *B. sorokiniana* estava presente em 27,5%, 43,7% e 63,0% das sementes das amostras A, B e C, respectivamente. Para estas sementes, o tratamento proporcionou acréscimos da ordem de 0,4%, -1,2% e 6,5%, respectivamente, demonstrando ter sido importante apenas na amostra com incidência mais elevada, sem, no entanto, elevar a germinação ao nível padrão.

Nas sementes tratadas com o fungicida fembuconazole, verificou-se, numericamente, menor emergência que a testemunha, fato atribuído à sua formulação

concentrado emulsionável, fitotóxica à semente. Na média do experimento, nenhum fungicida foi significativamente superior à testemunha.

Tabela 17: Efeito do controle químico de *B. sorokiniana* sobre a emergência^{1/} de plântulas de trigo, 1990.

Ingrediente Ativo	Dose i.a. g/100kg	Emergência (%)			Média
		Amostra A	B	C	
Difenoconazole	30,0	99,0	92,0	80,0	90,3 a2/
Triadimenol	40,0	95,0	94,0	81,0	90,0 a
Triflumizole + tiof. metílico	30,0 + 90,0	94,0	95,0	81,0	90,0 a
Iprodione + carbendazim	52,5 + 26,2	95,0	92,0	82,0	89,7 a
Procloraz	50,0	95,0	94,0	80,0	89,7 a
Iprodione + tiram	50,0 + 150,0	92,0	93,0	83,0	89,3 a
Tebuconazole	5,0	94,0	95,0	78,0	89,0 a
Triflumizole	7,5	97,0	88,0	80,0	88,3 a
Imibemconazole	30,0	93,0	88,0	82,0	87,7 ab
Carboxim + tiram	93,7 + 93,7	95,0	86,0	79,0	86,7 ab
Flutriafol	45,0	91,0	85,0	81,0	85,7 ab
Fenbuconazole	40,0	81,0	75,0	55,0	70,3 b
Média		93,4	89,8	78,5	87,2
Testemunha sem fungicida ^{3/}		93,0	91,0	72,0	85,3 ab
CV (%) (TUKEY 5%) ^{4/}					10,4

1/ Em substrato de areia; avaliação realizada aos 25 dias após a semeadura.

2/ Médias seguidas pela mesma letra são iguais entre si.

3/ Sementes com 27,5%, 43,7% e 63,0% de incidência de *B. sorokiniana*.

4/ CV para médias transformadas segundo arco seno da raiz de x/100; na tabela são apresentadas as médias originais.

Novamente neste experimento, as sementes com incidência de 63,0%, mesmo quando tratadas, apresentaram emergência abaixo do padrão de 80%, indicando que, para sementes com incidências desta ordem, o tratamento não

melhorou a emergência das plântulas.

GOULART & PAIVA (1991) verificaram que, em sementes não tratadas, a emergência foi inferior ao padrão, quando sementes com 29,5% de incidência por, *B.sorokiniana*, foram utilizadas. Nas amostras tratadas, a emergência foi afetada adversamente a partir de uma incidência de 33,5%.

MARTINS et al. (1991b), observaram aumentos de 27% a 81% na emergência de sementes tratadas com os fungicidas diniconazole, diniconazole + clorotalonil e triadimenol. Em outro trabalho, (MARTINS et al., 1991a), onde foram utilizados os fungicidas tebuconazole, triadimenol, tiram, anilazina e captam, isoladamente ou em misturas, o tratamento de sementes não influenciou a densidade de plantas.

Outros trabalhos realizados por LINE et al. (1973), LINHARES et al. (1978), BARROS & SALGADO (1983), BARROS et al. (1983) e LASCA et al. (1985), foi destacado o benefício do tratamento de sementes sobre a emergência da cultura do trigo.

Nos trabalhos citados, os aumentos de emergência foram significativos apenas nos lotes menos infectados, confirmando os resultados obtidos neste experimento e indicando que sementes já debilitadas pelo patógeno não são recuperadas pelo tratamento com fungicida.

Além do mais, ao longo deste trabalho, pode-se observar (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 7, 16 e 17) que a

emergência da cultura somente foi afetada pelo patógeno, quando a sua incidência na semente ocorreu em percentuais próximos ou superiores a 50%. Conseqüentemente, se o objetivo do tratamento de sementes de trigo fosse simplesmente elevar a germinação ao padrão, todas as sementes com incidências inferiores a 50% não necessitariam ser tratadas.

Analisando, entretanto, a transmissão de *B.sorokiniana*, verifica-se que este comportamento é bem diferente. Por exemplo, considerando-se uma semente com 50% de incidência, uma taxa de transmissão ao coleóptilo de 71,5% (Tabela 2) e uma população de 3.000.000 de plantas por hectare, ter-se-ia a helmintosporiose presente, no início do ciclo da cultura, em 1.072.500 plantas. Logo, se analisado apenas do ponto de vista da melhoria da emergência, propiciado pelo tratamento da semente com fungicidas, este imenso inóculo inicial não seria alvo do tratamento.

Por estas razões, REIS et al. (1988) e FORCELINI (1991) salientam que a melhoria das qualidades fisiológicas da semente poderá ser consequência, mas não o objetivo do tratamento de sementes de trigo.

Diante do exposto, deduz-se que o estabelecimento de padrões para o tratamento de sementes de trigo não deve considerar o efeito do patógeno sobre a emergência, mas sim o papel epidemiológico do inóculo

presente na semente, ainda desconsiderado.

Neste sentido, METHA (1986) afirma que o nível ideal de tolerância seria zero, o que, na prática, o autor considera muito difícil ou quase impossível. Por esta razão, para o Paraná, a incidência tolerada de *B. sorokiniana* na semente foi estabelecida em 20%. Acima deste percentual, o tratamento de sementes deve ser realizado.

Consideradas as taxas de transmissão elevadas, observadas neste trabalho, desconsiderar as sementes que apresentam incidência inferior a 20%, é uma omissão muito perigosa, face às condições ambientais, favoráveis à ocorrência de epidemias, que predominam em muitas regiões.

Por outro lado, a tolerância acima colocada estaria anulando todos os benefícios obtidos através da rotação de culturas, uma vez que o patógeno sempre teria possibilidade de voltar à área de onde foi eliminado pela rotação. Esta é uma das razões pelas quais, até pouco tempo atrás, recomendava-se um intervalo de três anos entre uma safra e outra de trigo. Tal fato ocorria devido à desconsideração do papel epidemiológico do inóculo associado a semente, que a cada novo cultivo introduzia o patógeno na área onde este fora eliminado pela rotação.. Atualmente, entretanto, considerando-se que a decomposição dos restos culturais não excede a 15 meses e que, sementes com baixa incidência podem ser tratadas com sucesso, o intervalo entre

um cultivo de trigo e outro pode ser reduzido para um ano apenas.

Também, deve-se considerar que de nada valeria a pena o desenvolvimento de fungicidas altamente eficientes, visando a erradicação do patógeno da semente, se as sementes com inferior a 20% não forem tratadas. Saliencia-se, mais uma vez, que o tratamento de sementes é tanto mais eficaz quanto menor for a incidência do patógeno na semente.

A nível da Comissão Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo, que envolve os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, padrões como este não foram estabelecidos. Acredita-se, no entanto, que, em lotes com incidência superior a 40%, o inóculo do patógeno dificilmente seria erradicado pelo tratamento com fungicida, razão pela qual tais lotes deveriam ser descartados (ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE SEMENTES DO RIO GRANDE DO SUL, 1988).

Nas Tabelas 11 e 13 deste trabalho, observa-se que alguns fungicidas, hoje comercializados ou em desenvolvimento, mostraram potencial para impedir a transmissão de *B. sorokiniana*, mesmo quando este está presente em mais de 40% das sementes de um lote. Em um primeiro momento, este fato poderia permitir a ampliação do limite para descarte de lotes. Entretanto, considerando-se que, a campo, a execução do tratamento de sementes é, muitas vezes,

deficiente, resultando em menor eficiência, a manutenção do limite de 40% representaria uma margem de segurança no controle da transmissão.

REIS et al. (1988) discutem que o tratamento de sementes é tanto mais eficiente quanto menor for a incidência de um patógeno na semente. Para *B.sorokiniana*, os resultados gerados neste trabalho são um exemplo claro deste comportamento. Neste sentido, deve-se produzir sementes com baixa incidência, para que estas, quando tratadas com fungicidas e doses eficientes, não transmitam o patógeno.

5. CONCLUSÕES

Na média de nove amostras, com incidência entre 6% e 84%, *B. sorokiniana* foi transmitido ao mesocótilo, coleóptilo e plúmula, em taxas de 68,7%, 71,5% e 20,1%, respectivamente.

A transmissão ocorreu entre sete e 21 dias após a semeadura.

A passagem do patógeno da semente à plantula ocorreu por conta do inóculo presente no interior da semente.

Com relação à temperatura, a transmissão ao coleóptilo foi mais acentuada entre 20 e 25°C, enquanto que, abaixo desta, a passagem foi maior ao sistema radicular. Acima de 25°C, verificou-se maior morte de plântulas em pré e pós-emergência.

Apenas a transmissão à plúmula foi influenciada pela profundidade de semeadura.

O armazenamento da semente por oito meses não reduziu a transmissão de *B. sorokiniana*.

A taxa de transmissão verificada em solo não estéril foi 5,9% inferior à observada em areia.

Os fungicidas triadimenol e iprodione + tiram evitaram a transmissão de *B.sorokiniana* em sementes com 43,7% de incidência. Acima deste valor foram eficientes os fungicidas carboxim + prochloraz (57%), fembuconazole e difenoconazole (63%).

A eficiência dos fungicidas sobre a transmissão foi 5% superior à verificada para a incidência.

O tratamento de sementes não resultou em aumentos significativos na emergência de plântulas, não devendo, portanto, ser recomendado com este objetivo.

LITERATURA CONSULTADA

- AGARWAL, V.K. & SINCLAIR, J.B.. Principles of seed pathology. vol.2. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1987. 168 p. 11.
- ALCORN, J.L. Generic concepts in *Drechslera*, *Bipolaris* and *Exserohilum*. *Mycotaxon*, v.17, p.1-86, 1983.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SEMENTES DO RIO GRANDE DO SUL. Recomendações para a cultura do trigo. Passo Fundo: APASSUL, 1988. p.2-3. (Boletim Informativo, 31)
- AULAKH, K.S.; MATHUR, S.B. & NEERGAARD, P. Comparison of seed-borne infection of *Drechslera oryzae* as recorded on blotter and in soil. *Seed Sci. & Technol.*, v.2, p.285-391, 1974.
- BARROS, B.C. & SALGADO, C.L.. Efeito do tratamento de sementes de trigo sobre a emergência e rendimento de grãos. *Summa Phytopathologica*, v.9, n.1-2, p.128-139, 1983.
- BARROS, B.C.; SALGADO, C.L. & LASCA, C.C.. Ação de fungicidas in vitro sobre a germinação e microflora de sementes de trigo. *Summa Phytopathologica*, v.9, n.1-2, p.118-127, 1983.
- BAYMA, A.da C. Trigo. v.1. Rio de Janeiro: S.I.A., 1960. p.97.
- BRUNETTA, D. Tecnologia e senso empresarial na produção do trigo. *Agrotécnica Ciba-Geigy*, n.5, 1989. p.5-7.
- CARDOSO, E.J.B.N. & KIMATI, H. Doenças do trigo. In: GALLI, F. Coord. Manual de fitopatologia, v.2, ed.2. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1980. p.553-573.
- CHIDAMBARAM, P.; MATHUR, S.B. & NEERGAARD, P. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia*, v.10, p.165-207, 1973.
- CLARK, R.V. & WALLIN, V.R.. Seed infection of barley by *Cochliobolus sativus* and its influence on yield. *Can.*

- Plant. Surv., v.49, p.60-64, 1969.
- COSTA, D.C.; VIEIRA, N.E.; BRAZ, A.J.B.P. & ZORDAN, M.S.
Levantamento de fungos associados às sementes de trigo (*Triticum aestivum*) procedentes da região do Sudoeste Goiano. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Resumos..., Dourados: EMBRAPA/UEPAE, 1991. p.108.
- COUTURE, L. & SUTTON, J.C. Control of spot blotch in barley by fungicide applications timed according to wheat factors. *Phytoprotection*, v.59, p.65-75, 1978.
- DIEHL, J.A.. Comon root rot of wheat in Brazil. *Plant Dis. Rep.*, v.63, p.1020-1022, 1979.
- DIEHL, J.A.. Doenças de raízes do trigo. Passo Fundo: EMBRAPA /CNPT, 1982. 15p. (Circular Técnica, 3).
- DIEHL, J.A. Reação de gramíneas à podridão comum de raízes causadas por *Cochliobolus sativus*. *Fitopatol. Bras.*, v.8, n.1, p.9-12, 1983.
- DIEHL, J.A. Efeito do tratamento de sementes de trigo com fungicidas no controle de *Cochliobolus sativus* e *Phaeosphaeria nodorum*. *Fitopatol. Bras.*, v.12, n.3, p.181-184, 1987.
- DIEHL, J.A.; SOUZA, M.A.; ROSA, A.P.M. & ANDRADE, J.M.V.. Doenças radiculares do trigo em Minas Gerais e Distrito Federal. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.17, n.11, p.1627-1631, 1982.
- DIEHL, J.A.; PICININI, E.C.; SARTORI, J.F. & FERNANDES, J.M.C.. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas no controle da podridão comum de raízes de trigo. *Fitopatol. Bras.*, v.8, p.065-071, 1983.
- DIEHL, J.A.; BACALTHUCK, B. & FERREIRA FILHO, A.. Fungos patogênicos presentes em sementes de trigo no Rio Grande do Sul e Paraná. *Rev. Bras. Sem.*, v.7, p.81-89, 1985.
- ELLIS, M.B. *Dematiaceous hyphomycetes*. Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 608p.11.
- FERREIRA FILHO, A. & IGNACZAK, J.C. Uso de tecnologia em trigo no Paraná, em São Paulo e no Mato Grosso do Sul (1987-1990). In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Resumos..., Dourados: EMBRAPA/UEPAE, 1991. p.27.
- FORCELINI, C.A. Tratamento de sementes de trigo no Brasil. In: MENTEN, J.O.M. Patógenos em sementes: detecção, danos e

- controle químico. SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES ESALQ, 2. Anais..., Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991. p. 247-64.
- FORCELINI, C.A. & REIS, E.M.. Efeito do tratamento de sementes de cevada com fungicidas no controle e desenvolvimento da mancha reticulada da folha causada por *Helminthosporium teres* Sacc. (= *Pyrenophora teres*). Fitopatol. Bras., v.12, p.83-87, 1987.
- FORCELINI, C.A. & REIS, E.M.. Controle de *Helminthosporium sativum*, *Septoria nodorum*, *Fusarium graminearum* e *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* pelo tratamento de sementes de trigo com fungicidas. Fitopatol. Bras., v.13, p. 28-31, 1988a.
- FORCELINI, C.A. & REIS, E.M.. Controle de *Drechslera sorokiniana* pelo tratamento de sementes de trigo com fungicidas. Fitopatol. Bras., v.13, n.2, p.119, 1988b.
- FORCELINI, C.A.; ECCO, M.; REIS, E.M. & MENTEN, J.O.M.. Controle de *Drechslera sorokiniana* pelo tratamento de sementes de trigo com fungicidas. In: REUNIAO DA COMISSAO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 5. Ata..., Cornélio Procópio: C.A.COTIA, 1989. p.10.
- FORCELINI, C.A.; GARCIA, L.; MENEZES, N. & MENTEN, J.O.M. Transmissão de *Drechslera sorokiniana* (= *Helminthosporium sativum*) da semente ao sistema radicular e parte aérea do trigo e cevada, avaliada sob dois métodos. In: REUNIAO DA COMISSAO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 6. Ata..., Campinas: IAC, 1990a. p.7.
- FORCELINI, C.A.; ECCO, M. & REIS, E.M. Epidemiologia de *Drechslera teres* associado a sementes de cevada. Fitopatol. Bras., v.15, n.2, p.135, 1990b.
- GOULART, A.C.P. & PAIVA, F.A. Fungos associados a sementes de trigo produzidas em Mato Grosso do Sul. In: REUNIAO DA COMISSAO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 5. Ata..., Cornélio Procópio: C.A.COTIA, 1989. p.10.
- GOULART, A.C.P.; PAIVA, F.A.; MESQUITA, A.N. & MORAES, A.G. Tratamento químico de sementes de trigo para o controle de *Pyricularia pryzae* Cav. e *Helminthosporium sativum* Pam. King & Bakke. In: REUNIAO DA COMISSAO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 6. Ata..., Campinas: IAC, 1990. p.7.
- GOULART, A.C.P. & PAIVA, F.A. Eficiência de alguns fungicidas no tratamento químico de sementes de trigo com diferentes

- níveis de *Helminthosporium sativum*. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Resumos..., Dourados: EMBRAPA / UEPAE, 1991a. p.97.
- GOULART, A.C.P. & PAIVA, F.A. Associação de *Helminthosporium sativum* com sementes de trigo com "ponta preta". In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Resumos..., Dourados: EMBRAPA/UEPAE, 1991b. p.85.
- IGARASHI, S. Brusone do trigo: histórico e distribuição geográfica no Paraná. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 15. Resumos..., Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1988a. p.157.
- IGARASHI, S. Trigo: uma cultura exigente. Sinal Verde, n.6, p.3-6, 1988b.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Recomendações no controle químico das doenças e pragas do trigo no Paraná. Londrina: IAPAR, 1978. 10p. (Circular, 8).
- JORGENSEN, J. Occurrence and importance of seed-born inoculum of *Cochliobolus sativus* on barley seed in Denmark. Acta Agriculture Scandinavia, v.24, p.49-54, 1974.
- JORGENSEN, J. Comparative testing of barley seed for inoculum of *Pyrenophora graminea* and *Pyrenophora teres* in greenhouse and field. Seed. Sci. & Technol., v.8, n.3, p.377-381, 1980.
- LASCA, C.C.; VALARINI, P.J.; BARROS, B.C. & CHIBA, S. Avaliação de danos ocasionados por *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) com diferentes níveis de infecção. Fitopatol. Bras., v.9, p.381, 1984a.
- LASCA, C.C.; VALARINI, P.J. & CHIBA, S. Efeito do tratamento de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) com diferentes níveis de infecção por *Helminthosporium sativum*, sobre a germinação e emergência. Fitopatol. Bras., v.9, p.381, 1984b.
- LASCA, C.C.; BARROS, B.C.; VALARINI, P.J. & CHIBA, S. Eficiência de fungicidas no controle de *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo. Summa Phytopathologica, v.10, n.1-2, p.108, 1985.
- LASCA, C.C.; BARROS, B.C. & CASTRO, J.L.. Danos à cultura do trigo ocasionados por *Helminthosporium sativum* veiculado por sementes. Summa Phitopathologica, v.12, n.1-2, p.17, 1986.

- LASCA, C.C.; VECHIATO, M.H. & SCHMIDT, J.R. Seleção de métodos para detecção de *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo. *Summa Phytopathologica*, v.13, n.1-2, p.14, 1987.
- LEACH, C.M.. A theoretical consideration of the epidemiology of seed-borne plant pathogens. In: YORINORI, J.T.; SINCLAIR, J.B.; METHA, Y.R. & MOHAN, S.K.. eds. *Seed pathology - problems and progress* (Proceedings of First American Workshop on Seed Pathology. 10-18/04/1977). Londrina: IAPAR, 1979. p.227-233.
- LEUKEL, R.W.; DICKSON, J.G. & JOHNSON, A.G. Effects of certain environmental factors on stripe disease of barley and the control of the disease by seed treatment. U.S. Dep. Agric., 1933. 39p. (Tech. Bull., 341).
- LINE, R.F.; HOFFMANN, J.A. & WALDHER, J.T.. Effect of seed treatments on plant stand, yield, and test weight on winter wheat in eastern Washington and Oregon. *Plant. Dis. Rep.*, v.57, p.1006-1009, 1973.
- LINHARES, A.G.; IGNACZAK, J.C. & COLA, J.E.. Efeito do tratamento de semente sobre a emergência e produção em trigo. In: REUNIAO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 10, Porto Alegre. Resumos..., Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1978. p.124-131.
- LUZ, W.C.da. Mancha marrom. In: OSORIO, E.A. Trigo no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1982a. p.525-29.
- LUZ, W.C.da. Identificação dos principais fungos das sementes de trigo. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1987. 28p. (Circular Técnica, 1).
- LUZ, W.C.; LUZZARDI, G.C. & SANTIAGO, J.C.. Importância de *Helminthosporium sativum* P.K.B., em sementes de trigo no Brasil. In: REUNIAO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 8, Ponta Grossa. Resumos..., Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1976. p. 115- 119.
- MACJACEK, J.E.; WALACE, H.A.H.; MEAD, H.W. & BROADFOOT, W.C.. A study of some seed-borne diseases of cereals in Canada III. Effect of rate of seedling, percentage of infested kernels, and weeds, on the yield of plot sown with treated and nontreated seed. *Can.J.Agr.Sci.*, v.34, p.240-251, 1954.
- MARTINS, J.C.; LENZI, E.A.; VALERIO, M.A.; FERNANDES, M.V. & BONETTI, L.C. Tratamento de sementes de trigo com fungicidas para o controle de helmintosporiose (*Helminthosporium sativum*). In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16.

Resumos..., Dourados: EMBRAPA/UEPAE, 1991a. p.119.

MARTINS, J.C.; LENZI, E.A.; VALERIO, M.A.; FERNANDES, M.V. & BONETTI, L.C. Utilização de fungicidas em tratamento de sementes de trigo visando o controle de helmintosporiose (*Helminthosporium sativum*). In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Resumos..., Dourados: EMBRAPA / UEPAE, 1991b. p.120.

MEAD, H.W. Host-parasite relationships in a seed-borne disease of barley caused by *Helminthosporium sativum* Pammel, King & Bakke. Can. J. Res. Sect. C, v.20, p.501-23, 1942.

MENTEN, J.O.M. Importância da semente na transmissão de patógenos. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2, Campinas. Palestras..., Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.27-40

MENTEN, J.O.M. Testes de sanidade de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES ESALQ, 1. Palestras..., Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1988. p.

MENTEN, J.O.M. & BUENO, J.T.. Transmissão de patógenos pelas sementes. In: SOAVE, J. & WETZEL, M.M.V.S.. Patologia de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.164-191.

METHA, Y.R.. Doenças do trigo e seu controle. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 1978. 190 p. 11.

METHA, Y.R.. Factors involved in economical seed treatment with special reference to wheat. In: YORINORI, J.T.; SINCLAIR, J.B. METHA, Y.R. & MOHAN, S.K.. Seed pathology - problems and progress (Proceedings of First American Workshop on Seed Pathology, 10-18/04/1977). Londrina: IAPAR, 1979. p.173-178

METHA, Y.R. Influência do sistema de cultivo na incidência da mancha amarela do trigo. Fitopatol. Bras., v.10, n.2, p.247, 1985.

METHA, Y.R. Estabelecimento de padrões de tolerância para sanidade, no campo e na semente. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2. Palestras..., Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.41-47.

METHA, Y.R. & IGARASHI, S.. Sanidade de sementes de trigo no Paraná, seu efeito na infecção do sistema radicular e controle. In: REUNIAO DA COMISSAO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 7. Ata..., Ponta Grossa, 1981. p.18.

- MINISTERIO DA AGRICULTURA. Normas de produção de semente fiscalizada. Porto Alegre: Delegacia Federal da Agricultura/RS e CESM/RS, 1987. 76p.
- MOTA, F.S.da. Clima e Zoneamento para a triticultura no Brasil. In: OSORIO, E.A. Trigo no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1982. v.1, cap.2, p.27-61.
- MUCHOVEJ, J.J.; MUCHOVEJ, R.M.C. & RIBEIRO-NESIO, M.L. Taxonomia de *Drechslera*, *Bipolaris* e *Exserohilum*. Fitopatol. Bras., v.13, n.3, p.211-223, 1988.
- MUNDSTOCK, C.M. Cultivo dos cereais de estação fria. Porto Alegre: UFRGS, 1983. 265p.
- NASSER, L.C.B.. Testes de sanidade de sementes de trigo. In: SOAVE, J. & WETZEL, M.M.V.S.. Patologia de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.469-479.
- NEERGARD, P.. Seed pathology. v.1. London: The MacMillan Press Ltd., 1979. 889p. 11.
- ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. Recomendações técnicas para a cultura do trigo no estado do Paraná. Cascavel, 1991. 108p. (Boletim Técnico, 28).
- OSORIO, E.A.. Genética e melhoramento. In: OSORIO, E.A.. Trigo no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1982. p.145-197.
- PICININI, E.C. O controle de uma doença em potencial. Correio Agrícola Bayer, n.01/90, 1990. p.7-9
- PICININI, E.C. & FERNANDES, J.M.C.. Controle químico de doenças do trigo. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, Passo Fundo, 1988. 18p. (Documentos, 6).
- PICININI, E.C.; DIEHL, J.A. & PRESTES, A.M. Trigo: guia de identificação e controle das doenças. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, s.d.
- PIPOLO, A.E. Avaliação de tecnologias utilizadas na cultura do trigo em Mato Grosso do Sul (Safrá 1990). In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Resumos..., Dourados: EMBRAPA/UEPAE, 1991. p.25.
- PRABHU, A.S. & VIEIRA, N.R.de A. Sementes de arroz infectadas por *Drechslera oryzae*: germinação, transmissão e controle. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1989. 39p. (Boletim de Pesquisa, 7).
- PRESTES, A.M. Transmissão de *Septoria nodorum* Berk. das

- sementes para órgãos aéreos do trigo. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14, Londrina, 1986. Resultados de pesquisa do CNPT/EMBRAPA... Passo Fundo: EMBRAPA / CNPT, 1986. p.209-10. (EMBRAPA/CNPT Documentos, 8).
- REICHENBACH, J.W. Aspectos técnicos do tratamento de sementes Correio Agrícola Bayer, n.1/87, p.2-5, 1987.
- REIS, E.M.. Podridão de raízes seminais e lesões foliares do trigo (*Triticum aestivum* L.) associadas a *Helminthosporium sativum* Pam., King & Bakke, transmitido pela semente. Summa Phytopathologica, v.7, p.39-44, 1981.
- REIS, E.M.. Sementes de trigo infectadas por *Helminthosporium sativum*: fonte de inóculo para a podridão comum das raízes e seu controle pelo tratamento com fungicidas. Summa Phytopathologica, v.8, p.29-38, 1982.
- REIS, E.M.. Doenças do trigo: podridão comum de raízes. São Paulo: CNDA, 1985. 43p. 11.
- REIS, E.M.. Patologia de sementes de cereais de inverno. São Paulo: CNDA, 1987. 32p. 11.
- REIS, E.M. Doenças do trigo I: podridão comum de raízes - helmintosporiose. São Paulo: CNDA, 1988a. 20p. 11.
- REIS, E.M.. Infectividade de propágulos de *Helminthosporium sativum* no solo ao trigo. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 15. Resumos..., Passo Fundo: EMBRAPA / CNPT, 1988b. p.157.
- REIS, E.M. Longevity of *Cochliobolus sativus* propagules in soil. Fitopatol. Bras., v.14, n.3/4, p.205-207, 1989.
- REIS, E.M. & BAIER, A.C. Reação de cereais de inverno à podridão comum de raízes. Fitopatol. Bras., v.8, n.2, p.277-281, 1983.
- REIS, E.M.; SANTOS, H.P. & LHAMBY, J.C.B. Rotação de culturas I: Efeito sobre podridões radiculares do trigo em 1981 e 1982. Fitopatol. Bras., v.8, n.3, p.431-7, 1983.
- REIS, E.M.; ARGENTA, J.A. & VELLOSO, J.A.R.O. Esporulação de *Helminthosporium sativum* em tecidos senescentes de algumas espécies de plantas daninhas da família Graminae, sob condições naturais. Fitopatol. Bras., v.10, n.3, p.643-48, 1985.
- REIS, E.M. & SANTOS, H.P. The increased sporulation of

Cochliobolus sativus on above ground tissues of small grains and its relationship to the origin of soil inoculum density. Fitopatol.Bras., v.12, p.206-208, 1987.

REIS, E.M. & BARCELLOS, A.L. Geração de informações básicas para o desenvolvimento de um sistema de previsão de algumas doenças do trigo. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 15. Resumos..., Passo Fundo: EMBRAPA / CNPT, 1988. p. 147.

REIS, E.M.; PICININI, E.C. & FERNANDES, J.M.C.. Estratégias para o controle de doenças do trigo. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1988. 50p. (Documentos, 7).

REUNIAO DA COMISSAO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 5, 1989. Recomendações técnicas para a cultura do trigo no estado do Paraná-1989. Cornélio Procopio: CAC - CC, 1989. 75p.

REUNIAO DA COMISSAO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 23, 1991. Recomendações da Comissão Sul Brasileira de Trigo para a cultura do trigo em 1991. Cruz Alta: FUNDACEP - FECOTRIGO, 1991. 54p.

RICHARDSON, M.J. An annotated list of seed-borne diseases. 3ed. Zurich: International Seed Testing Association, 1979. 320p. (Phytopathological Papers, 23).

RIO GRANDE DO SUL-Secretaria da Agricultura. Observações meteorológicas. Porto Alegre, 1974. 179p.

SMITH, N.J.G. Observations of the *Helminthosporium* diseases of cereals in Britain. Ann. Appl. Biol., v.16, p.236-60, 1929.

SOAVE, J. & MORAES, S.A.de. Medidas de controle das doenças transmitidas por sementes. In: SOAVE, J. & WETZEL, M.M.V.da S. Patologia de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.192-259.

TEVIOTDALE, B.L. & HALL, D.H.. Factors affecting inoculum development of *Helminthosporium gramineum*. Phytopathology, v.66, p.295-301, 1976.

TOMASINI, R.G.A.. Evolução histórica e aspectos econômicos. In: OSORIO, E.A.. Trigo no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1982. p.1-26.

TOMASINI, R.G.A. Evolução da produtividade de trigo a nível de experimentação e de lavoura em três municípios e no

- Estado do Rio Grande do Sul. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Resumos..., Dourados: EMBRAPA / UEPAE, 1991. p.64.
- VALARINI, P.J. Tratamento de sementes de trigo. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2. Palestras..., Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.161-67.
- VECHIATO, M.H. & LASCA, C.C. Sobrevivência do fungo *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo. *Summa Phitopathologica*, v.11, n.1-2, p.20, 1985.
- VECCHIATO, M.H.; LASCA, C.C. & VALARINI, P.J.. Sobrevivência do fungo *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) armazenadas. *Fitopatol. Bras.*, v.12, n.3, p.226- 231, 1987.
- WIESE, M.V. Compendium of wheat diseases. St.Paul: The American Phytopathological Society, 1977. 106p.
- WOOD, L.S. Relation of variation in *Helminthosporium sativum* to seedling blight of small grains. *Phytopathology*, v.52, p.493-98, 1962.
- YU, T.F. Studies on stripe disease (*Helminthosporium gramineum* Rabh.) of barley. *Rev. Appl. Mycol.*, v.15, p.567-68, 1936.
- ZILINSKI, F.J. Common diseases of small grain cereals: a guide to identification. México: CYMMYT, 1983. 141p. 11.