

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO: QUALIDADE
COMERCIAL, ERRADICAÇÃO E TRANSMISSÃO DE *Fusarium
verticillioides***

FRANCINE REGIANINI NERBASS

Lages (SC), Março de 2008

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

FRANCINE REGIANINI NERBASS

Eng^a. Agrônoma

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO: QUALIDADE
COMERCIAL, ERRADICAÇÃO E TRANSMISSÃO DE *Fusarium*
*verticillioides***

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

LAGES, SC

2008

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Nerbass, Francine Regianini.

Tratamento de sementes de milho: qualidade comercial,
erradicação e transmissão de *Fusarium verticillioides*. /
Lages, 2008.
79 p.

Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências
Agroveterinárias / UDESC.

1. Milho – Doenças e pragas - Controle. 2. Milho –
Sementes - Temperatura. 3. Fungos na agricultura.
I. Título.

FRANCINE REGIANINI NERBASS

Graduada em Agronomia – UDESC/CAV – Lages-SC.

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO: QUALIDADE
COMERCIAL, ERRADICAÇÃO E TRANSMISSÃO DE *Fusarium
verticillioides***

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado em: 06 / 03 /2008
Pela banca examinadora:

Homologado em:
Por

Dr. Ricardo Trezzi Casa
Orientador – UDESC/Lages-SC

Dr. Ricardo Trezzi Casa
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado em
Produção Vegetal

Ph.D. Amauri Bogo
UDESC/Lages-SC

Dr. Osmar Klauberg Filho
Coordenador do Programa de Mestrado em
Agronomia

Ph.D. Erlei Melo Reis
Universidade de Passo Fundo/UPF
Passo Fundo/RS

Dr. Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias – UDESC/Lages-SC

Ph.D. Luis Sangoi
UDESC/Lages-SC

**LAGES
Santa Catarina - Brasil
Março - 2008**

Aos meus amados pais João Martinho Nerbass e Maria Cristina pelos ensinamentos e pelo exemplo de vida.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar comigo em todos os momentos, dando-me proteção, amor, coragem e ânimo para que pudesse vencer as etapas para alcançar aos meus objetivos.

Ao mestre Ricardo Trezzi Casa pela sua orientação, amizade, e oportunidade de trabalhar com pesquisa no decorrer destes dois anos e pelos ensinamentos transmitidos.

A Universidade do Estado de Santa Catarina pela oportunidade de realização do curso.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo, durante estes dois anos.

Aos professores do curso pelo empenho e qualidade de ensino ministrado.

Aos colegas de mestrado João Martinho e Fernando Gava por todos os momentos que passamos juntos.

As bolsistas de iniciação científica Heloisa e Patrícia pela colaboração nos trabalhos desenvolvidos no laboratório.

Aos participantes da banca examinadora por terem aceitado o convite.

A todas as pessoas que torcem por mim e a todas que amo,

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

As sementes infectadas constituem importante fonte de inóculo primário para os fungos causadores de deterioração de sementes, podridões radiculares, podridões da base do colmo e da espiga em milho. Os trabalhos foram conduzidos em laboratório e tiveram como objetivos avaliar a sanidade de sementes de milho comercializadas no estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, determinando a incidência e a frequência de ocorrência de fungos associados às sementes; identificar fungicidas em tratamento de sementes com ação erradicante contra *Fusarium verticillioides*; ajustar doses de fungicidas para controle erradicativo de *F. verticillioides*; avaliar tratamentos de sementes com fungicidas erradicativos de *F. verticillioides* em relação à germinação e emergência de plântulas e quantificar a taxa de transmissão de *F. verticillioides* da semente para mesocótilo, coroa e coleóptilo de plântulas em sementes com e sem tratamento, semeadas em solo sob cinco temperaturas. De 224 amostras de sementes comerciais avaliadas, as maiores frequências de ocorrência e incidências foram obtidas para os fungos *F. verticillioides*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus flavus* com valores médios de ocorrência de 86,6%, 69,6%, 63,8% e incidência de 14,0%, 12,4% e 8,4%, respectivamente. Os resultados demonstraram que o fungicida mais utilizado pelas companhias de sementes para tratamento foi o princípio ativo fludioxonil+metalaxil. Concluiu-se que o tratamento de sementes não está erradicando os principais fungos da semente. Teste com fungicidas, misturas e doses, em amostra de sementes de milho com 41,0% de incidência de *F. verticillioides*, indicaram melhor controle com carbendazim+tolilfluanida (99,0%), carbendazim (95,5%) e carbendazim+tiram (78,0%). O ajuste de dose foi feito nesses fungicidas com o híbrido AS 1535 com 37% de incidência de *F. verticillioides*, testando dose indicada pelo fabricante, 25%, 50%, 75% e 100% superior à indicada. O princípio ativo carbendazim isolado não erradicou o fungo. Os fungicidas carbendazim+tiram (dose 75% superior à indicada) e carbendazim+tolilfluanida (doses superiores à indicada) erradicaram o fungo *F. verticillioides* “in vitro”. Em câmaras climatizadas a transmissão de *F. verticillioides* foi eficiente na temperatura de 21 e 27 °C para o mesocótilo e coroa em sementes não tratadas. Nas temperaturas superiores a 21 °C, o controle da transmissão não foi alcançado pelo tratamento de semente, demonstrando que a eficácia do fungicida em erradicar *F. verticillioides* deve ser avaliada “in vivo”. A maior intensidade de podridão radicular foi verificada na testemunha aos 21 °C com 34,7%, sendo que nesta temperatura não foram detectados sintomas de podridão de raízes em sementes tratadas com tolilfluanida+carbendazim. A menor emergência de plântulas foi obtida na testemunha a 15°C. A 15°C e 18 °C, esses fungicidas proporcionaram incremento na população de plantas emersas. A partir de 21°C o tratamento de sementes não influenciou na população de plantas. Os fungicidas tolilfluanida+carbendazim e carbendazim+tiram apresentaram os melhores resultados no controle da transmissão de *F. verticillioides*. Pode-se

concluir que a semente é fonte de inóculo primário para *F. verticillioides* e que a taxa de transmissão é influenciada pela temperatura do solo e que a emergência de plântulas em condições de semeadura de solo frio pode ser melhorada com o tratamento de sementes.

Palavras-chave: Controle químico. Fungicidas. Fusariose. Patologia de semente. Temperatura. *Zea mays*.

ABSTRACT

The infected seeds are an important primary inoculum source for fungus that cause seed deterioration and root rot, stalk rot and ear in corn. This study was performed in laboratory and aimed to assess the sanity of maize seeds treated with fungicides commercialized in Santa Catarina and Rio Grande do Sul states determining the incidence and frequency of fungus associated with seed occurrence; identify fungicides in seeds treatment with eradicating action against *Fusarium verticillioides* ; adjust fungicides doses to the eradicated control of *F. verticillioides* ; assess the seed treatments with fungicides eradicatives of *F. verticillioides* related with germination and emergence of seedlings and quantify the *F. verticillioides* transmission rate from seeds to the mesocotyl, crown and coleoptile of seedlings from seeds with and without the treatment, sowed in soil under five different temperatures. From 224 samples of commercial seeds the highest frequencies of occurrence and incidence were obtained for *F. verticillioides*, *Penicillium* spp. and *Aspergillus flavus* fungi with occurrence medium values of respectively 86,6%, 69,6%, 63,8% and incidence of 14,0%, 12,4% and 8,4%. The results showed that the most used fungicide by seed companies for seed treatment was the mixture fludioxonil + metalaxil. It is concluded that the seed treatment is not eradicating the main fungi of seed. Test with fungicides, blends and doses, in a sample of maize seeds with 41% of *F. verticillioides* incidence showed better control with carbendazim+tolyfluanid, carbendazim and carbendazim+thiram. The rate adjust was done in these fungicides with AS 1535 hybrid with 37% of *F. verticillioides* incidence, testing rate indicated by manufacturer, 25%, 50%, 75% and 100% beyond than indicated. The carbendazim active principle isolated did not eradicate the fungus. The fungicides carbendazim+ thiram (rate 75% beyond than indicated) and carbendazim+ tolylfluanid (rate beyond than indicated) eradicated the “in vitro” *F. verticillioides* fungus. In climatized grout chambers was determined that the *F. verticillioides* transmission was efficient in the temperature of 21 and 27°C to the mesocotyl and crown in treatment without fungicide. In the temperatures higher than 21°C the control of transmission was not achieved by seed treatment, supporting that the fungicide efficacy in eradicate *F. verticillioides* must be evaluated “in vivo”. The highest intensity of root rot was verified in the check control in 21°C with 34.7%, whereas in this temperature were not detected root rottenness symptoms in seeds treated with tolylfluanid+carbendazim. The minor seedlings emergence was obtained at 15°C. At 15°C and 18°C these fungicides proportionate increase in the emerged plant population. From 21°C on the seed treatment did not influence in the plant population. The fungicides tolylfluanid+carbendazim and carbendazim+thiram showed the best results of *F. verticillioides* control of transmission. It is possible conclude that the seed is source of primary inoculum to *F. verticillioides*, the transmission rate is influenced by soil temperature

and the seedling emergence in cold soil sowing conditions can be improved with treatment of seeds.

Keywords: Chemical control. Fungicides. Fusariosis. Seed pathology. Temperature. *Zea mays*.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Frequência e incidência de fungos em sementes de milho comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra agrícola de 2006/07. Lages, SC ... 34
- Tabela 2 – Incidência média de fungos em sementes de milho tratadas com diferentes misturas de fungicidas, comercializadas em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul na safra de 2006/07 37
- Tabela 3 – Frequência de ocorrência de fungos em sementes de milho tratadas com diferentes misturas de fungicidas, comercializadas em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul na safra de 2006/07 38
- Tabela 4 – Fungicidas e doses utilizados no tratamento de sementes de milho no híbrido AS 1560 “*in vitro*”. Lages,SC, 2007 43
- Tabela 5 – Incidência e controle de *Fusarium verticillioides* e viabilidade de sementes de milho tratadas com fungicidas. Lages, SC, 2007 47
- Tabela 6 – Transmissão de *Fusarium verticillioides* (%) da semente ao mesocótilo, coroa e coleótilo de plantas de milho em função da temperatura 59
- Tabela 7 – Intensidade de podridão radicular (%) de plântulas de milho em função do tratamento de sementes com fungicidas e da temperatura do solo..... 64
- Tabela 8 – Percentagem final de plantas emersas em função da temperatura do solo e do tratamento de sementes de milho com fungicidas..... 66

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Frequência de ocorrência de fungos em sementes de milho comercializadas tratadas com fungicidas em SC e RS na safra de 2006/07 35
- Figura 2 – Incidência de fungos em sementes de milho comercializadas tratadas com fungicidas em SC e RS na safra de 2006/07 35
- Figura 3 – Incidência de *F. verticillioides* em função da dose de carbendazim indicada pelo fabricante, e 25, 50, 75, 100% superior à indicada 48
- Figura 4 – Incidência de *F. verticillioides* em função da dose de carbendazim+tiram indicada pelo fabricante, e 25, 50, 75, 100% superior à indicada 48
- Figura 5 – Incidência de *F. verticillioides* em função da dose de carbendazim+tolilfluanida indicada pelo fabricante, e 25, 50, 75, 100% superior à indicada 48
- Figura 6 – Classes de intensidade usadas na avaliação de podridões radiculares de cereais de inverno 55
- Figura 7 – Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes tratadas com tolilfluanida+carbendazim para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleótilo (c) de plantas de milho em função da temperatura 60
- Figura 8 – Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes tratadas com carbendazim para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleótilo (c) de plantas de milho em função da temperatura 61

- Figura 9 – Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes tratadas com carbendazim+tiram para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleóptilo (c) de plantas de milho em função da temperatura 62
- Figura 10 – Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes sem tratamento de fungicidas para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleóptilo (c) de plantas de milho em função da temperatura 63
- Figura 11 – Relação entre temperatura do solo 15 °C (a), 18 °C (b), 21 °C (c), 24 °C (d) e 27 °C (e) e tratamento de sementes com fungicidas na emergência de plantas em função do tempo após a semeadura. Lages, SC, 2008..... 67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 IMPACTO DAS DOENÇAS NA PRODUÇÃO DE MILHO	18
2.2 FUNGOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES	19
2.3 IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DA SEMENTE INFECTADA	19
2.3.1 Implicação na população de plantas	20
2.3.2 Implicação na transmissão de fungos	22
2.3.3 Implicação na podridão radicular	23
2.3.4 Implicação na podridão da base do colmo.....	23
2.4 MEDIDAS GERAIS DE CONTROLE DOS FUNGOS ASSOCIADOS AS SEMENTE	25
3 SANIDADE DE SEMENTES DE MILHO COMERCIALIZADAS NA SAFRA DE 2006/07 EM SANTA CATARINA E NO RIO GRANDE DO SUL	28
3.1 RESUMO	28
3.1.1 Abstract.....	29
3.2 INTRODUÇÃO.....	30
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
3.5 CONCLUSÕES	38

4 CAPÍTULO II: EFICÁCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM FUNGICIDAS NO CONTROLE DE <i>Fusarium verticillioides</i>	39
4.1 RESUMO	39
4.1.1 Abstract.....	40
4.2 INTRODUÇÃO.....	41
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.5 CONCLUSÕES	49
5 RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA DO SOLO E TRATAMENTO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS NA EMERGÊNCIA DE PLANTAS DE MILHO E NO CONTROLE DA TRANSMISSÃO DE <i>Fusarium verticillioides</i>	50
5.1 RESUMO	50
5.1.1 Abstract.....	51
5.2 INTRODUÇÃO.....	52
5.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
5.3.1 Transmissão	55
5.3.2 Emergência de plantas	56
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
5.4.1 Transmissão	57
5.4.2 Emergência de plantas	65
5.5 CONCLUSÕES	68
6 CONCLUSÕES GERAIS	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo dos grãos, é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Atualmente, com o aumento na demanda por etanol e os sucessivos cortes nas exportações de milho norte-americanas, houve um crescimento das cotações internacionais do produto e um aumento da concorrência por área semeada entre as culturas do milho, soja e trigo nos Estados Unidos. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), deve haver aumento da área plantada de milho para atender a demanda da produção de biocombustíveis, sendo que o governo dos Estados Unidos subsidiou a cultura na ordem de US\$ 8,7 bilhões (USDA, 2007).

O milho, a nível mundial, representa a primeira cultura em volume de produção com mais de 699,3 milhões de toneladas produzidas em 2006. No Brasil, têm importância na alimentação humana e animal, com produção aproximada 50.567,8 mil toneladas na safra 2006. O estado de Santa Catarina cultivou 706,3 mil hectares, com produtividade de 5.470 kg.ha⁻¹, sendo a maior da Região Sul (CONAB, 2007).

A produção de milho cresceu no Brasil em função principalmente da introdução de cultivares mais produtivas, em conjunto com a utilização de práticas culturais que visam maximizar a produtividade, além do aumento da área cultivada com semeaduras de segunda época ou safrinha (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2004). O potencial de rendimento do milho pode ser comprometido pela fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, população de plantas, época de semeadura, potencial produtivo do híbrido, e competição com agentes nocivos, como plantas daninhas, pragas e doenças (SANDINE & FANCELLI, 2000; FANCELLI & DOURADO-NETO, 2004; SILVA *et al.*, 2006).

As doenças do milho ocorrem em todos os locais onde o cereal é cultivado. Os fungos são os principais patógenos da cultura, podendo parasitar todos os órgãos da planta (WHITE, 1999).

A adoção do sistema de plantio direto possibilitou uma maior conservação da umidade do solo, melhor aproveitamento de água pelas plantas, contribuindo para a manutenção de matéria orgânica no solo, menor amplitude térmica e a melhor estruturação dos solos (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2004). Porém a adoção deste sistema permitiu um aumento do inóculo de fungos nos restos culturais, favorecendo o surgimento, o ressurgimento e o aumento da intensidade de doenças (REIS *et al.*, 1996).

As sementes infectadas tem importante papel na introdução de fungos necrotróficos nas áreas de cultivo e, posteriormente, os restos culturais infectados que permanecem na superfície do solo de uma estação de cultivo para outra, constitui-se em uma das principais fontes de inóculo para as doenças na cultura do milho (ZAMBOLIM *et al.* 2000; CASA *et al.*, 2004b). Segundo McGEE (1988) os fungos *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. Wils., *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton, *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton, *Fusarium graminearum* Schwabe e *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg são citados como associados à semente e transmitidos à plântulas. Destes, o fungo *F. verticillioides* é o patógeno mais detectado veiculado as sementes de milho no Brasil (REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1996; REIS & CASA, 1996; CASA *et al.*, 2004a) e o mais estudado em relação à transmissão para a plântula (SARTORI *et al.*, 2004) e planta (FOLEY, 1962; MUNKVOLD *et al.*, 1997). Este patógeno causa podridões radiculares, podridões da base do colmo e da espiga (DJAKAMIHARGJA *et al.*, 1970; BALMER, 1980).

As podridões da base do colmo merecem destaque pela freqüência que ocorrem e pelos danos que causam na qualidade e na quantidade dos grãos colhidos (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Os danos causados pelas podridões da base do colmo são atribuídos à paralisação do processo normal de enchimento de grãos, ao acamamento das plantas e a morte prematura da planta no final do ciclo da cultura (REIS *et al.*, 2004). Na literatura os trabalhos de detecção e de quantificação da taxa de transmissão dos demais patógenos são escassos e isentos de dados quantitativos. O fato é que não se tem ainda o conhecimento dos danos causados individualmente pelas doenças do colmo do milho no Brasil (DENTI *et al.*, 2003; CASA *et al.*, 2005b) mas podem ser encontrados danos pelo complexo de fungos causadores de podridão do colmo (NAZARENO, 1989; REIS *et al.*, 1998b; DENTI & REIS, 2003; CASA *et al.*, 2005b).

O uso de sementes saudáveis e o tratamento de sementes com fungicidas são duas das estratégias de controle das podridões da base do colmo que visam reduzir ou eliminar o inóculo primário dos agentes causais presentes na semente (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Assim, o tratamento de sementes deve apresentar uma eficiência tal que erradique ou reduza, abaixo do limiar de transmissão, os fungos na semente, evitando a introdução e/ou aumento da intensidade das doenças no campo, principalmente, as podridões da base do colmo (CASA *et al.*, 2005a). A erradicação de patógenos em sementes é uma tarefa difícil e poucos avanços ou sucessos foram obtidos e, portanto publicados. As informações sobre eficiência de controle dos fungicidas no tratamento de sementes sobre fungos causadores de podridões da base do colmo são escassas em sementes comercializadas tratadas. Levantamentos realizados no Brasil trazem relatos de que o tratamento comercial de sementes não está atingindo à erradicação destes fungos (CASA *et al.* 1998a; 2004a; 2005b).

A eficiência do tratamento de sementes no controle do complexo de fungos associados às sementes tem sido melhorada pelo uso da mistura de fungicidas, melhoria na qualidade do tratamento, uso de sementes com menor incidência de fungos (semente de milho híbrido produzida em lavoura com rotação de cultura) e menor grau de índice de injúria-mecânica visível (CASA *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1998; CASA *et al.*, 1998b; SEVERO, 1999). O fungicida tiabendazole na dose de 40 g de i.a. para 100 kg de sementes, em mistura com captam, tem possibilitado alcançar a erradicação de *Cephalosporium* sp., *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *S. maydis*, e *S. macrospora* (CASA *et al.*, 2005a). O fungo *F. verticillioides* foi controlado com a utilização dos fungicidas captam+tiabendazole, carboxina+tiram+tiabendazole, tiabendazole, tiabendazole+metalaxil+fludioxonil e tolilfluanida+carbendazim (SARTORI *et al.*, 2003). Outras misturas de fungicidas envolvendo o grupo químico dos benzimidazóis, assim como, benomil+captam, carbendazim+captam e tiabendazole+metalaxil, também têm apresentado resultados promissores (GOULART, 1994; PINTO, 1997).

Este trabalho teve como objetivo determinar o potencial epidemiológico da semente infectada na intensidade das podridões da base do colmo em milho. Para isto, realizou-se: a) avaliação da sanidade de sementes de milho comercializadas no estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra agrícola de 2006/07; b) identificação de fungicidas em tratamento de sementes com ação erradicante contra *F. verticillioides* “in vitro”; c) ajuste da dose dos fungicidas para controle erradicativo de *F. verticillioides* “in vitro”; d) avaliação do tratamento de sementes com erradicativos de *F. verticillioides* em relação à germinação e emergência de plântulas “in vivo”; e) quantificação da taxa de transmissão de *F.*

verticillioides da semente para mesocótilo, coroa e coleóptilo de plântulas em sementes sem e com tratamento, semeadas em solo sob cinco temperaturas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPACTO DAS DOENÇAS NA PRODUÇÃO DE MILHO

O potencial de rendimento do milho pode ser comprometido pela fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, população de plantas, época de semeadura, potencial produtivo do híbrido, e ataque de agentes nocivos, como plantas daninhas pragas e doenças (SANDINE & FANCELLI, 2000; FANCELLI & DOURADO-NETO, 2003; SILVA *et al.*, 2006).

A diversidade dos sistemas de produção impostos à cultura do milho no Brasil, o sistema em monocultura, o desrespeito às épocas adequadas de semeadura em diversas regiões produtoras e a utilização de genótipos inadequados às condições da região, tem contribuído para a ocorrência e o aumento de patógenos nas lavouras (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).

As doenças do milho ocorrem praticamente em todos os locais onde o cereal é cultivado e são responsáveis pela baixa produtividade e qualidade de grãos e sementes (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Os fungos são os principais patógenos da cultura, podendo parasitar todos os órgãos da planta (WHITE, 1999). Dentre os principais fungos patogênicos destacam-se os associados às sementes, responsáveis pela deterioração de sementes, podridão radicular, podridões da base do colmo e de espigas. As sementes infectadas constituem-se em veículo de transporte e abrigo à sobrevivência dos patógenos garantindo à continuidade do ciclo biológico de uma a outra geração do hospedeiro (REIS & CASA, 1998).

Nesta revisão encontram-se aspectos relativos a implicações epidemiológicas de sementes infectadas e tratamento de sementes na cultura do milho.

2.2 FUNGOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES

Os fungos são os mais numerosos e importantes grupos de fitopatógenos associados às sementes. Segundo NEERGAARD (1977), as sementes são um dos meios mais eficientes de disseminação de patógenos, pois por meio delas podem ser transportados a longas distâncias e introduzidos em áreas novas.

Entre os fungos que interferem na qualidade da semente a *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton, a *S. macrospora* (Earle) Sutton, o *Fusarium graminearum* Schwabe (*Gibberella zeae* Schw.) e *F. verticillioides* (*Gibberella fujikuroi* Sawada) são citados como os principais patógenos (SHURTLEFF, 1992; FERNANDES & OLIVEIRA, 1997; REIS *et al.*, 2004). A incidência desses fungos normalmente ocorre pela infecção da espiga, favorecida por chuva na fase de polonização, mau empalhamento e por injúrias causadas por insetos nas espigas (SHURTLEFF, 1992; REIS *et al.*, 1996).

Segundo WHITE (1999), a utilização de populações elevadas de plantas, aliada ao desequilíbrio nutricional e à suscetibilidade dos genótipos, contribui para o aumento da incidência das podridões de espigas e de grãos ardidos. Além desses fatores, a intensidade das podridões da espiga aumenta quando se pratica a monocultura (FLETT & WEHNER 1991; REIS *et al.*, 2004).

O fungo *F. verticillioides* é o patógenos mais freqüente detectado em sementes de milho no Brasil (REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1996; REIS & CASA, 1996; CASA *et al.*, 2004). Os fungos *S. maydis* e *S. macrospora* tem sido detectados em menor freqüência de ocorrência (CASA *et al.*, 1998b; 2004a). No sul do Brasil o fungo *F. graminearum* tem sido mais freqüente, devido os cereais de inverno serem hospedeiros alternativos (CASA *et al.*, 2006). GOULART (1994) e PINTO (1997) observaram que os principais fungos que infectam as sementes de milho em condições de armazenamento são *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.

2.3 IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DA SEMENTE INFECTADA

As sementes colonizadas pelo micélio dos fungos constituem-se em importante mecanismo de sobrevivência e disseminação dos patógenos. Os danos causados dependem da intensidade de infecção que ocorreu antes da colheita e das condições de beneficiamento e de

armazenagem. As sementes são responsáveis pela introdução de parasitas necrotróficos na área de cultivo que posteriormente garantem a sobrevivência nos restos culturais infectados que permanecerão na superfície do solo de uma estação de cultivo para outra. As sementes são consideradas as principais fontes de inóculo para as podridões da base do colmo em milho (ZAMBOLIM *et al.*, 2000; CASA *et al.*, 2004a). A associação dos patógenos às sementes garante o acesso direto do patógeno a fonte nutricional por ocasião da germinação e emergência. Através das sementes os patógenos são levados a longas distâncias (lavouras, municípios, estados, países, continentes) devido à comercialização, além de serem introduzidos em lavouras de primeiro ano de cultivo e áreas de rotação de culturas (REIS & CASA, 2007).

Os fungos associados à semente podem deteriorar a semente interferindo na população de plantas e também serem transmitidos da semente à plântula ou planta jovem colonizando órgãos radiculares e aéreos (McGEE, 1988; CASA *et al.*, 2006). No último caso, a quantificação da taxa de transmissão é de fundamental importância para esclarecer o potencial epidemiológico das sementes (CASA *et al.*, 2004).

Trabalhos realizados por DENTI *et al.* (2003), RIBEIRO *et al.* (2005) e CASA *et al.* (2005), relatam que algumas podridões da base do colmo em milho detectadas em áreas de rotação de culturas ou em áreas onde o milho nunca havia sido cultivado podem ter nas sementes sua fonte de inóculo, uma vez que os fungos agentes causais destas podridões apresentam baixa gama de hospedeiros secundários e estruturas reprodutivas de difícil disseminação pelo vento a longas distâncias (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Estas características permitem inferir que áreas de rotação e sucessão sobre leguminosas ou oleaginosas deveriam apresentar baixa intensidade das podridões. A transmissão da semente para a plântula quando não detectada e quantificada faz com que muitos imaginem que o inóculo vem de fontes externas, próximas e abundantes, como hospedeiros secundários (REIS & CASA, 2005).

2.3.1 Implicação na população de plantas

Os fungos associados às sementes de milho podem causar problemas de deterioração de sementes (REIS *et al.*, 2004). A semente deteriorada acarreta interferência na população de

plantas emersas, sendo um dos fatores que afetam a produtividade do milho (FANCELI & DOURADO NETO, 2003). O número reduzido de plantas no campo é percebido após a emergência. Esta redução se deve a podridão de sementes e a morte de plântulas antes ou depois da emergência (PEREIRA *et al.*, 2005). A podridão de semente é consequência da morte do embrião antes mesmo de germinar, devido a infecções severas causadas principalmente por fungos. Em outra situação há germinação de sementes com posterior morte da plântula (CASA *et al.*, 2006). De acordo com CASA *et al.*, (1995), as condições de semeadura encontradas no sul do Brasil nos meses de agosto e setembro, com solo úmido e frio, são propícias ao ataque de fungos de solo como *Pythium* sp. e *Trichoderma* sp.

De acordo com SHURTLEFF (1986) e LUCCA FILHO (1987), dentre os organismos comumente associados ao apodrecimento de sementes de milho e morte de plântulas em pré ou pós emergência estão os fungos *F. verticillioides*, *Helminthosporium maydis* Nisikil, *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp.

Segundo GOULART & FIALHO (1999) o fungo *F. verticillioides* é o mais comumente encontrado associado ao apodrecimento de sementes na cultura do milho, podendo interferir na qualidade fisiológica da semente e prejudicar o estande da lavoura. TANAKA & BALMER (1980) observaram que em condições de temperatura do solo de 10 °C a 20 °C a ocorrência de tombamento tornou-se mais severa e que o fungo *F. verticillioides* foi o principal patógeno envolvido. CUBBY & WALLEN (1965) verificaram que sementes de milho com 62% de incidência de *F. verticillioides* tiveram a sua germinação reduzida em 66% em relação às sementes sadias. CARVALHO *et al.* (1992) constataram redução na germinação de sementes de milho com infecção por *F. verticillioides*. Por outro lado WARMKE & SCHENCK (1971), BEDENDO (1978), PINTO (1992), PINTO (1993), PINTO (1996), MUNKVOLD & O'MARA (2001) e MORAES *et al.* (2003) não verificaram relação entre a presença de *F. verticillioides* e a redução da germinação das sementes. PINTO (1993) demonstrou que *F. verticillioides*, *Cephalosporium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. não afetaram a qualidade fisiológica das sementes, mas *F. verticillioides* pode inibir o desenvolvimento da raiz de plântulas de milho (FUTRELL & KILGOORE, 1969; BACON *et al.*, 1994).

Outros fatores que interferem na viabilidade do inóculo na semente que podem afetar na população de plantas é a profundidade de semeadura, as condições de umidade e temperatura do solo, dano mecânico na semente e sistemas de monocultura ou rotação (REIS *et al.*, 2004).

2.3.2 Implicação na transmissão de fungos

Durante o processo de germinação da semente o micélio do fungo que se encontra dormente no pericarpo, endosperma ou embrião, reassume as suas atividades vitais e passa a crescer do interior a superfície da semente alcançando órgãos radiculares e aéreos (REIS & CASA, 1998a), colonizando o sistema radicular e a base do colmo (McGEE, 1998; CASA *et al.*, 1998b; SARTORI *et al.*, 2004). Porém, a simples presença de microrganismo na semente não é suficiente para garantir a passagem do patógeno para a plântula proveniente da semente infectada (MENTEN & BUENO, 1987). Assim, de modo geral, quanto maior for a incidência do fungo na semente, maior será a eficiência da transmissão (CASA *et al.*, 2006).

Segundo NEEGAARD (1983) e AGARWAL & SINCLAIR (1997), a transmissão de um patógeno pela semente pode ser influenciada por uma série de fatores, como espécie cultivada, condições ambientais, práticas culturais, sobrevivência do inóculo, vigor da semente, microflora do solo e da semente e outros. Estes fatores podem reduzir ou incrementar a passagem do patógeno para os órgãos foliares ou radiculares da planta, refletindo assim na epidemiologia da doença. A quantificação da taxa de transmissão da semente para a planta é de fundamental importância para esclarecer o potencial de inóculo das sementes na ocorrência de epidemias no campo. Assim, a taxa de transmissão para cada patógeno veiculado à semente deve ser determinada em condições semelhantes as que ocorrem naturalmente (REIS & CASA, 1998a).

Na literatura existem muitos relatos sobre a eficiência de transmissão de fungos associados à semente de cereais de inverno. A transmissão de *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, de sementes para órgãos radiculares e aéreos é um dos principais patossistemas estudados em trigo (FORCELINI, 1992; REIS & FORCELINI, 1993) e em cevada (BARBA *et al.* 2002). Na cultura da aveia há relatos da eficiência de transmissão de *Drechslera avenae* Eidam., de sementes para o coleóptilo (SOARES & REIS, 1995; LÂNGARO, 1998; CARMONA *et al.*, 2004) e para plúmula (CARMONA *et al.*, 2004). Nestes cereais quando semeados pela primeira vez em uma lavoura observa-se nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura manchas foliares uniformemente distribuídas na área de cultivo, mostrando que a transmissão do fungo da semente a plântula ocorre com eficiência (REIS & CASA, 1998a; 2005).

No caso do milho, os fungos *F. graminearum*, *F. verticillioides* e *S. maydis* são exemplos de fungos associados à semente e que podem ser transmitidos à plântula (McGEE,

1988). Destes, *F. verticillioides* é o patógeno mais estudado em relação à transmissão para a plântula (SARTORI *et al.*, 2004) e planta (FOLEY, 1962; MUNKVOLD *et al.*, 1997). SARTORI *et al.* (2004) quantificaram taxas de transmissão de 34,9%, 23,6%, 7,2% e 14,6% respectivamente para raiz primária, mesocótilo, coleótilo e base da folhas, porém, nesse trabalho os autores não mencionam a temperatura do solo.

2.3.3 Implicação na podridão radicular

Os fungos associados às sementes podem ser transmitidos ao sistema radicular de plântulas de milho (SARTORI *et al.*, 2004). Os sintomas iniciais de infecção radicular caracterizam-se pelo surgimento de lesões pardo-amarelas sobre as raízes primárias e mais tarde nas raízes secundárias tornando-se escuras e necrosadas (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Comumente estas podridões antecedem as podridões da base do colmo (REIS *et al.*, 2004), sendo que estes sintomas aumentam de intensidade com o processo de maturação e senescência da planta e com condições de estresses (CASA *et al.*, 2006).

2.3.4 Implicação na podridão da base do colmo

Em geral, as sementes infectadas introduzem os parasitas necrotróficos na área de cultivo e, posteriormente, os restos culturais infectados que permanecem na superfície do solo de uma estação de cultivo para outra, constituem-se nas principais fontes de inóculo para as podridões da base do colmo (ZAMBOLIM *et al.*, 2000; CASA *et al.*, 2004b).

No Brasil, os fungos *C. graminicola*, *F. graminearum*, *F. verticillioides*, *S. maydis* e *S. macrospora* são citados como principais agentes causais das podridões da base do colmo (FERNANDES & OLIVEIRA, 1997; PINTO *et al.*, 1997; REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Esses também podem causar podridões da espiga (MaC DONALD & CHAPMAN, 1997) e são freqüentemente isolados de sementes de milho, com excessão de *C. graminicola* (CASA *et al.*, 1998a; TRENTO *et al.*, 2002). Uma vez associado à semente os fungos podem ser transmitidos à plântulas. O fungo *F. verticillioides* tem sido isolado frequentemente no sistema radicular e na base do colmo em áreas de rotação de culturas ou em áreas onde o

milho nunca havia sido cultivado (REIS *et al.*, 2004). Segundo BOOTH (1971), o fungo *F. verticillioides* não forma clamidósporos. O fungo pode sobreviver no solo saprofiticamente em fragmento de tecidos do milho (MUNKVOLD *et al.*, 1997). Assim, em áreas de rotação a densidade de inóculo do fungo nestes fragmentos pode ser considerada baixa. Além disto, o fungo apresenta baixa gama de hospedeiros e o vento não contribui eficientemente como agente de disseminação a longas distâncias, o que também contribui para inferir que a semente infectada é uma das principais fontes de inóculo primário para a podridão de fusariose (REIS *et al.*, 2004).

Para o fungo *F. graminearum* existem poucas informações sobre o potencial epidemiológico da semente infectada. O fungo pode ser encontrado com alta incidência na semente quando as condições ambientais são favoráveis à maturação precoce das plantas (PARTRIDGE, 1997). Quanto ao potencial epidemiológico de fungos do gênero *Stenocarpella*, McNEW (1937) demonstrou pela primeira vez a infecção do mesocótilo de plântulas de milho causada por *S. maydis* a partir das sementes. CASA *et al.* (1998b), relatou a passagem de *Stenocarpella* da semente, via mesocótilo, alcançando a coroa, raízes e finalmente a base do colmo em milho, sendo um processo lento e que quase coincide com o ciclo da cultura. O fungo *C. graminicola* sobrevive nos restos culturais e na semente de milho na forma de acérvulos e como micélio dormente (BERGSTROM & NICHOLSON, 1999). Além de causar podridão da base do colmo este patógeno pode causar lesões foliares em milho (FERNANDES, & OLIVEIRA, 1997). Segundo McGEE (1988), o fungo pode ser transmitido da semente para a plântula, no entanto, não há trabalhos quantificando esta transmissão. *C. graminicola* foi o principal patógeno envolvido nas podridões da base do colmo no sul do Brasil tanto em lavouras de rotação como em monocultura (DENTI & REIS, 2001), porém pode colonizar cereais de inverno que antecedem o cultivo do milho, e desta forma, terem nestes substratos sua fonte de inoculo primário.

As podridões da base do colmo são consideradas uma das principais doenças da cultura do milho, devido a sua frequência de ocorrência e pelos danos que causam na qualidade e na quantidade dos grãos colhidos (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Os danos causados são atribuídos à paralisação do processo normal de enchimento de grãos, ao acamamento das plantas e a morte prematura da planta no final do ciclo da cultura (REIS *et al.*, 2004). SHURTLEFF (1992) quantificou danos nos Estados Unidos de 10 a 20%. HOOKER & BRITTON (1962) estimaram perda anual de U\$ 70.625,000.00 em Illinois nos Estados Unidos. NAZARENO (1989) no Brasil detectou incidência de 15 a 85% e danos no rendimento de grãos de 12 a 40% no estado do Paraná. REIS *et al.* (1998b) e DENTI & REIS

(2003), determinaram incidências de 4 a 72% com dano de 0,67 a 50%, dependendo do ano, local e genótipo, correspondendo a uma perda média anual, estimada no sul do Brasil, de US\$ 415 milhões. CASA *et al.* (2005b) quantificaram a incidência e os danos causados por podridões do colmo em três localidades do estado de Santa Catarina. Em Campos Novos a incidência média foi de 60,3% e o dano no rendimento de grãos foi de 10,7%. Em Ituporanga a incidência foi de 53,7% e dano de 18,3% e em Bom Retiro observou-se incidência de 78,7% e dano de 18,5% no rendimento de grãos.

As podridões da base do colmo são consideradas doenças de final de ciclo (REIS *et al.*, 2004), com ocorrência e intensidade governadas principalmente pela fertilidade do solo, manejo do solo, população de plantas e nutrição de plantas (DOOD, 1980; SMITH & WHITE, 1988; REIS & CASA, 1996). O balanço adequado de nitrogênio possibilita que as células fiquem ativas por um período maior de tempo, possibilitando evitar a senescência prematura dos tecidos. O potássio está envolvido com as funções estomatais e com as vias metabólicas e a sua deficiência provoca diminuições na taxa fotossintética, acelerando o processo de senescência da planta (SMITH & WHITE, 1988; WHITE, 1999). Alta proporção de nitrogênio em relação ao potássio aumentou a severidade interna da podridão do colmo, a sua quebra e a morte prematura da planta (FOLEY & WERNHAM (1957). DENTI & REIS (2001) relataram que à medida que houve um aumento populacional, ocorreu um incremento na incidência de podridões do colmo, principalmente nas áreas de monocultura.

2.4 MEDIDAS GERAIS DE CONTROLE DOS FUNGOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES

Entre as estratégias que podem ser empregadas para o controle de doenças causadas por fungos associados às sementes de milho destacam-se o uso de sementes sadias e o tratamento de sementes com fungicidas (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005).

A produção de sementes sadias é de competência da empresa que comercializa o material genético. Em geral, os produtores adquirem a semente sem informações sobre a sanidade desta, supondo que estão adquirindo semente de qualidade. Segundo REIS & CASA (1998a) quanto maior a sanidade da lavoura, melhor será a sanidade das sementes, propondo que lavouras produtoras de sementes deveriam ser conduzidas obrigatoriamente em área de rotação de culturas.

O princípio do tratamento químico é bastante simples e baseia-se na existência de produtos eficientes contra os patógenos (MENTEN, 1996). O tratamento de sementes com fungicida tem como propósito reduzir e/ou erradicar o inóculo dos patógenos presentes na semente e protegê-las durante a germinação dos patógenos habitantes do solo, garantindo a germinação e a emergência das plântulas em condições adversas de semeadura (PINTO, 1998; CASA *et al.*, 2006). Outra finalidade é evitar a transmissão do fungo da semente para a plântula. Assim, o tratamento de sementes deve apresentar uma eficiência que erradique ou reduza, abaixo do limiar de transmissão, evitando a introdução ou aumento da intensidade de algumas doenças no campo (REIS *et al.*, 2004). Para REIS & CASA (1998a) a erradicação de patógenos em sementes é uma tarefa difícil e poucos avanços ou sucessos foram obtidos, pois para que o tratamento seja efetivo, o fungicida deve ser capaz de eliminar a infecção interna da semente sem injuriar os tecidos e não afetar a germinação.

As sementes de milho são comercializadas tratadas, no entanto, a eficácia do tratamento comercial de sementes no Brasil não tem sido satisfatória e não está atingindo à erradicação dos fungos (CASA *et al.*, 1998a; 2005a). PEREIRA (1986) detectou no Brasil que as indústrias de sementes se preocupavam em usar principalmente fungicidas protetores contra fungos do solo e não aos associados a semente. A escolha do fungicida, a mistura se necessário e a dose, devem ser feitas com base na incidência da espécie dos fungos associados à semente e da predisposição daqueles presentes no solo (CASA *et al.*, 1995; PINTO, 1998). Quando o controle erradicante não é alcançado, mesmo que o fungo causador da doença não interfira na população de plantas, existe a possibilidade da transmissão sistêmica na planta, como ocorre comumente com *F. verticillioides* em milho (FOLEY, 1962; MUNKVOLD *et al.*, 1997; SARTORI, 2003).

Trabalhos realizados em laboratórios tem demonstrado que a eficiência de controle de fungicidas é maior em amostras de sementes com baixa incidência de patógenos (REIS *et al.*, 2001). A eficiência no controle do complexo de fungos associados às sementes de milho tem sido melhorada pelo uso da mistura de fungicidas, pela melhora na qualidade do tratamento, pelo uso de sementes com menor incidência de fungos (semente de milho híbrido produzida em lavoura com rotação de cultura) e pelo menor grau de índice de injúria-mecânica visível (CASA *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1998; CASA *et al.*, 1998b; SEVERO, 1999). No Brasil, a erradicação de patógenos veiculado pelas sementes, tem sido pouco pesquisada, por isso a maior parte dos tratamentos de sementes recomendados alcança um controle inferior a 100% (REIS *et al.*, 2007).

De acordo com SHURTLEFF *et al.* (1986), os fungicidas tiram e captam controlam alguns fungos causadores de podridão de sementes e morte de plântulas. O fungicida tiabendazole tem apresentado boa eficiência no controle de *F. verticillioides* (PEREIRA, 1986; GOULART, 1994; PINTO, 1997; CASA *et al.*, 2005a). MORAIS *et al.* (1987) e PATRÍCIO *et al.* (1990), demonstraram bom controle de *F. verticillioides*, *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. com os fungicidas carboxin+tiram e captam. DENUCCI *et al.*, (1990) demonstraram a eficiência do fungicida carboxin+tiram e tiram no controle de *F. verticillioides*, e do captam seguido de carboxin+tiram e tiram para o controle de *Penicillium* sp. OLIVEIRA *et al.* (1999) obtiveram melhores resultados de controle de *F. verticillioides* com a mistura tolilfluanida+metiltiofanato na dose de (50+50g i.a). PEREIRA (1986) testando fungicidas *in vitro* demonstrou que os fungicidas tiram, carboxin+tiram foram mais eficientes no controle de *F. verticillioides*, *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. MORAES *et al.*,(1987) mostraram que o melhor tratamento no controle de *C. graminicola* presente nas sementes de milho foi obtido com o fungicida captam. De acordo com GOULART (1993) o tratamento mais eficiente para o controle de *F. verticillioides* foi com a utilização de tiabendazole e para o controle de *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. os fungicidas tolilfluanida, tiabendazole e captam foram os que se destacaram.

No caso de fungos do gênero *Fusarium*, outras misturas de fungicidas envolvendo o grupo químico dos benzimidazóis também tem apresentado resultados promissores (REIS *et al.*, 2007). A semeadura do milho em solos frios e úmidos, onde predominam os fungos de solo como *Pythium* spp. e *Trichoderma* sp., deve ser preferencialmente realizada com sementes tratadas com fungicidas captam ou metalaxil ou tiram, em mistura com benzimidazóis (CASA & REIS, 1994; CASA *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 1995; SEVERO, 1999). Segundo REIS *et al.* (1995) o fungicida captam não é tão eficiente como os benzimidazóis no controle de *S. maydis* e *F. verticillioides*.

Salienta-se também que o tratamento de sementes não pode ser utilizado como única medida de controle de doenças em milho, fazendo parte de um conjunto de práticas que visam manter a sanidade das lavouras.

3 SANIDADE DE SEMENTES DE MILHO COMERCIALIZADAS NA SAFRA DE 2006/07 EM SANTA CATARINA E NO RIO GRANDE DO SUL

3.1 RESUMO

Na cultura do milho os fungos são considerados os principais microrganismos associados e transmitidos pela semente, podendo causar problemas de germinação, de emergência das plântulas e podridões radiculares e da base do colmo. O objetivo deste trabalho foi quantificar a ocorrência e a incidência de fungos em sementes de milho comercializadas no estado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul na safra agrícola de 2006/07. Foram analisadas 224 amostras de milho, sendo 74 do Rio Grande do Sul e 150 de Santa Catarina, enviadas por produtores, cooperativas e revendas, ao Laboratório de Fitopatologia do CAV/UEDESC. De cada amostra foram plaqueadas 100 sementes em meio de cultura contendo batata-dextrose-ágar+antibiótico, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado. O material foi incubado em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h durante dez dias. A incidência dos fungos foi feita com base na identificação das colônias e/ou estruturas dos patógenos. Das 224 amostras analisadas 70,5% foram tratadas com fludioxonil+metalaxil, 2,4% com fludioxonil+metalaxil+benzimidazol, 10,4% com fludioxonil+metalaxil+captam, 5,5% com fludioxonil+metalaxil+carboxina+tiram, 9,8% com captam e 1,4% com tiram. Os fungos identificados apresentaram respectivamente, os seguintes valores de frequência média de ocorrência: *Fusarium verticillioides* 86,6%, *Penicillium* spp. 69,6%, *Aspergillus flavus* 63,8%, *Trichoderma* spp. 23,7%, *Cephalosporium* sp. 23,7%, *Fusarium* spp. 17,9%, *Rhizopus* spp. 13,4%, *A. niger* 11,2%, *Alternaria* spp. 2,7%, *Nigrospora* sp. 3,6%, *Stenocarpella maydis* 2,7%, *Rhizoctonia* sp. 0,9%, *Bipolaris* sp. 0,9%, *Curvularia* sp. 0,5% e *Acremoniella* sp. 0,5%. As maiores incidências foram obtidas para os fungos *F. verticillioides*, *Penicillium*

spp. e *A. flavus* com valores médios de 14,0%, 12,4% e 8,4%, respectivamente. Os resultados obtidos indicaram que o tratamento de sementes com fungicida realizado pelas companhias de sementes não está erradicando os fungos causadores de deterioração de semente e de podridão da base do colmo, demonstrando que as sementes podem ser consideradas fonte de inóculo primário para estas doenças do milho.

Palavras-chave: Controle químico. Fungos. Tratamento de sementes. *Zea mays*.

3.1.1 Abstract

Corn Sanity Seeds Commercialized in the 2006/07 Harvest in Santa Catarina and Rio Grande do Sul.

In the corn crop fungi are considered the main pathogen associated and transmitted by seed, they may cause reductions of germination, seedling emergence, root rots and stalk rots. This study aimed at to measure fungi occurrence and incidence in corn seed marketed in the 2006/07 agricultural harvest at Santa Catarina and Rio Grande do Sul State. Were analyzed 224 samples of corn, which 74 were from Rio Grande do Sul and 150 from Santa Catarina, sent by producers, cooperatives and resale shops to the CAV / UDESC phytopathology laboratory. From each sample were cultivated 100 seeds in the culture medium containing potato dextrose agar + antibiotic, with the experimental design being completely randomized. The material was incubated in growth chamber at 25 °C and 12 hours of photoperiod during ten days. The incidence of the fungi was based on the identification of pathogens colonies and/or structures. Of the 224 samples analyzed 70.5% were treated with fludioxonil+metalaxyl, 2.4% with fludioxonil+metalaxyl+benzimidazole, 10.4% with fludioxonil+metalaxyl+captam, 5.5% with fludioxonil+metalaxyl+carboxina+thiram, 9.8% with captam and 1.4% with thiram. The following fungi average values of occurrence frequency: *Fusarium verticillioides* 86,6%, *Penicillium* spp. 69,6%, *Aspergillus flavus* 63,8%, *Trichoderma* spp. 23,7%, *Cephalosporium* sp. 23,7%, *Fusarium* spp. 17,9%, *Rhizopus* spp. 13,4%, *A. niger* 11,2%, *Alternaria* spp. 2,7%, *Nigrospora* sp. 3,6%, *Stenocarpella maydis*

2,7%, *Rhizoctonia* sp. 0,9%, *Bipolaris* sp. 0,9%, *Curvularia* sp. 0,5% e *Acremoniella* sp. 0,5%. The highest incidences was obtained from the *F. verticillioides*, *Penicillium spp.* and *A. flavus* fungi with mean values of 14.0%, 12.4% and 8.4%, respectively. The results showed that seed treatment with fungicide done by seed companies is not eradicating the fungi that cause seed decay and stalk rot, demonstrating that the seed can be considered the primary source of inoculum for these diseases of maize.

Keywords: Chemical control. Fungi. Seed treatment. *Zea mays*.

3.2 INTRODUÇÃO

A área cultivada com milho (*Zea mays* L.) no Brasil na safra 2006/07 foi de aproximadamente 13,8 milhões de hectares com uma produtividade média de 3.655 kg.ha⁻¹, sendo que o estado de Santa Catarina cultivou uma área em torno 710 mil hectares, com produtividade de 5.470 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2007).

Um dos fatores que afetam a produtividade e a qualidade dos grãos e das sementes é a ocorrência de podridões da espiga (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Em milho muitos patógenos servem-se das sementes como abrigo a sobrevivência e veículo para sua disseminação (SHURTLEFF, 1992). Os fungos são considerados os principais microrganismos associados e transmitidos pela semente, podendo ser levados a longas distâncias e introduzidos em áreas nunca cultivadas ou em lavouras de rotação de cultura. As sementes infectadas provocam problemas de germinação de sementes, emergência das plântulas, podridões radiculares e da base do colmo (SHURTLEFF, 1992; REIS & CASA, 1996; CASA *et al.*, 1998b; WHITE, 1999).

Dentre os fungos patogênicos veiculados a sementes de milho no Brasil destacam-se *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. (Sin = *F. moniliforme* Sheldon), *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton, *Fusarium graminearum* Schwabe (BALMER, 1980; GOMES *et al.*, 1981; LUZ, 1997). A incidência desses fungos normalmente ocorre pela infecção da espiga, favorecida por chuva na fase de polonização, mau empalhamento e por injúrias causadas por insetos (SHURTLEFF, 1992; REIS *et al.*, 1996). Segundo WHITE (1999), a utilização de

populações elevadas de plantas, aliada ao desequilíbrio nutricional e à suscetibilidade dos genótipos, contribui para o aumento da incidência das podridões de espigas e de grãos ardidos. Além desses fatores, a intensidade das podridões da espiga aumenta quando se pratica a monocultura (FLETT & WEHNER 1991; REIS *et al.*, 2004).

O fungo *F. verticillioides* é o mais freqüente no Brasil (REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1996; REIS & CASA, 1996; CASA *et al.*, 2004a). Fungos considerados de armazenamento, como *Aspergillus* e *Penicillium*, também têm sido detectados freqüentemente (RICHARDSON, 1979; GOULLART, 1994).

O tratamento de sementes com fungicida tem como propósito reduzir e/ou erradicar o inóculo dos patógenos presentes na semente e protegê-las durante a germinação dos patógenos habitantes do solo, garantindo a germinação e a emergência das plântulas em condições adversas de semeadura (PINTO, 1998; CASA *et al.*, 2006). Outra finalidade do controle dos fungos associados à semente é evitar a transmissão da semente para a plântula. Assim, o tratamento de sementes deve apresentar uma eficiência tal que erradique ou reduza, abaixo do limiar de transmissão, os fungos na semente, evitando a introdução ou aumento da intensidade de algumas doenças no campo (CASA *et al.*, 2006).

De modo geral, os produtores adquirem a semente de milho sem informações sobre a sanidade, supondo que estão recebendo semente de qualidade. No entanto, o tratamento comercial de sementes de milho não tem sido satisfatório, considerando-se como alvo do controle a erradicação dos principais fungos da cultura (CASA, 1997; CASA *et al.*, 2005a).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sanidade de sementes de milho, determinando a freqüência de ocorrência e a incidência de fungos em sementes comercializadas tratadas no estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra agrícola de 2006/07.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzidos no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV//UDESC, em Lages.

A qualidade do tratamento comercial de sementes foi analisada por meio de levantamento de amostras de sementes de milho comercializadas nas safras agrícolas de 2006/07, enviadas ao laboratório por produtores, cooperativas e revendas, identificando-se em cada amostra os fungicidas e doses utilizadas.

As sementes da cada amostra foram cultivadas em caixas de acrílico tipo gerbox, de 11 x 11 x 3,5 cm de altura, contendo meio de cultura de BDA+A (batata-dextrose-ágar = Marca Himedia 39g l⁻¹ + antibiótico = 200 mg l⁻¹ de sulfato de estreptomicina). Os gerbox com as sementes cultivadas no meio de cultura, foram mantidos em câmara de crescimento, marca EletroLab, com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, durante dez dias. Em cada unidade experimental foram plaqueadas 25 sementes, no total de 100 sementes por amostra em um delineamento experimental inteiramente casualizado.

Sob lupa estereoscópica e microscópio ótico foram quantificados e identificados os fungos presentes. Foi considerada infectada a semente sob o qual foram detectadas colônias, esporos e corpos de frutificação dos fungos. A incidência foi quantificada através da percentagem de colônias, esporos ou corpos de frutificação dos patógenos detectados em cada amostra de sementes. Posteriormente procedeu-se a incidência média através da soma das incidências de cada fungo divididas pelo número total de amostras analisadas. A frequência de ocorrência foi avaliada através da percentagem de patógenos identificados na amostra total. Os dados foram expressos em frequência e incidência para cada fungo detectado.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas 224 amostras de sementes de milho, sendo 150 provenientes de Santa Catarina e 74 do Rio Grande do Sul. Do total analisado, 70,5% estavam tratadas com os fungicidas fludioxonil+metalaxil, 10,4% com fludioxonil+metalaxil+captam, 9,8% com captam, 5,5% com fludioxonil+metalaxil+carboxina+tiram, 2,4% com fludioxonil+metalaxil+benzimidazol e 1,4% com tiram.

Observa-se assim que o fungicida fludioxonil+metalaxil predominou no tratamento de sementes de milho na safra 2006/07.

CASA *et al.* (1998) em levantamento de fungos associados às sementes de milho tratadas com fungicidas produzidas em lavouras do sul e do sudeste do Brasil nas safras de 94/95 e 95/96 detectaram que os fungicidas predominantes no tratamento de sementes eram captam (75 TS) e captam (75 TS) + tiabendazole (60 PM). Em levantamento realizado na safra de 2003/04 em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, CASA *et al.* (2004) verificaram que o fungicida predominante utilizado no tratamento de sementes foi fludioxonil+metalaxil.

Assim, verifica-se que nas últimas safras há uma preferência das companhias de sementes pela utilização da mistura destes princípios ativos.

Os fungos identificados e quantificados neste levantamento foram *Acremoniella* spp., *Alternaria* sp., *Aspergillus flavus* (Link.), *A. niger* (Tieghem.), *Bipolaris* sp., *Cephalosporium* (Corda.), *Curvularia* sp., *Fusarium verticillioides* (Sacc.), *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* spp. (Link.), *Rhizopus* sp., *Rhizoctonia* sp., *Stenocarpella maydis* (Berk.) e *Trichoderma* sp. (Tabela 1).

Analisando os dados relativos à frequência de ocorrência constata-se que o fungo *F. verticillioides* foi o mais freqüente com 86,6%, seguido por *Penicillium* spp. com 69,6% e *A. flavus* com 63,8% (Tabela 1 e Figura 1). Quanto aos valores de incidência média também houve a predominância de *F. verticillioides* (14,0%), *Penicillium* spp. (12,4%) e *A. flavus* (8,4%) (Tabela 1 e Figura 2). CASA *et al.* (1998) verificaram em sementes comercializadas nas safras de 1994/95 e 1995/96, que o fungo *F. verticillioides* apresentou na Região Sul do Brasil frequência de 70,4% e incidência média de 4,4%. Levantamento da qualidade de sementes comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na safra de 2003/04, relataram frequências de 82,9% para *F. verticillioides*, de 78,9% para *Penicillium* spp. e 55,3% para *Aspergillus* sp, com incidências médias de 8,8%, 15,5% e 2,8%, respectivamente (CASA *et al.*, 2004). Nesses dois trabalhos, os autores constataram que a qualidade do tratamento comercial não estava satisfatória para o controle dos principais patógenos associados às sementes de milho.

Ao comparar com os dados da safra agrícola 2006/07 verifica-se que *F. verticillioides* ainda é o fungo com maior frequência e incidência nas sementes tratadas, confirmando sua condição de ser o principal patógeno associado a sementes de milho, como descrito por SMITH & WHITE (1988), REIS *et al.* (1995), PINTO (1996), CASA *et al.* (1998; 2004). Os resultados encontrados neste levantamento indicam que os fungicidas e doses utilizados no tratamento comercial de sementes não estão controlando fungos que causam deterioração de sementes, podridão radicular em plântulas e podridão da base do colmo.

As menores frequências de ocorrência foram observadas para os fungos *Acremoniella* spp., *Alternaria* sp., *Bipolaris* sp., *Curvularia* sp., *Rhizoctonia* sp., *S. maydis* (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1 - Frequência e incidência de fungos em sementes de milho comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra agrícola de 2006/07. Lages, SC.

Fungos	Frequência (%)	Incidência¹ (%)
<i>Acremoniella</i> sp.	0,5	0,004
<i>Alternaria</i> sp.	2,7	0,5
<i>Aspergillus flavus</i>	63,8	8,4
<i>Aspergillus niger</i>	11,2	0,3
<i>Bipolaris</i> sp.	0,9	0,01
<i>Cephalosporium</i> sp.	23,7	1,2
<i>Curvularia</i> sp.	0,5	0,01
<i>Fusarium verticillioides</i>	86,6	14,0
<i>Fusarium</i> sp.	17,9	1,8
<i>Nigrospora</i> sp.	3,6	0,3
<i>Penicillium</i> spp.	69,6	12,4
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0,9	0,01
<i>Rhizopus</i> sp.	13,4	0,9
<i>Stenocarpella maydis</i>	2,7	0,1
<i>Trichoderma</i> sp.	23,7	1,9

¹Incidência média das 224 amostras

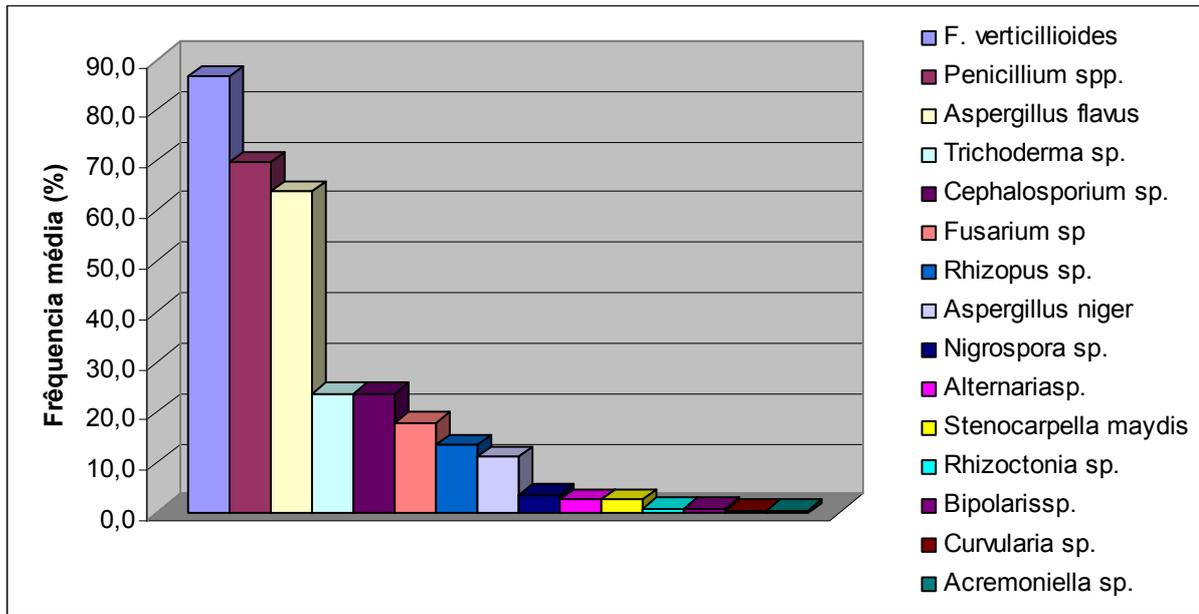


Figura 1 - Frequência de ocorrência de fungos em sementes de milho comercializadas tratadas com fungicidas em SC e RS na safra de 2006/07.

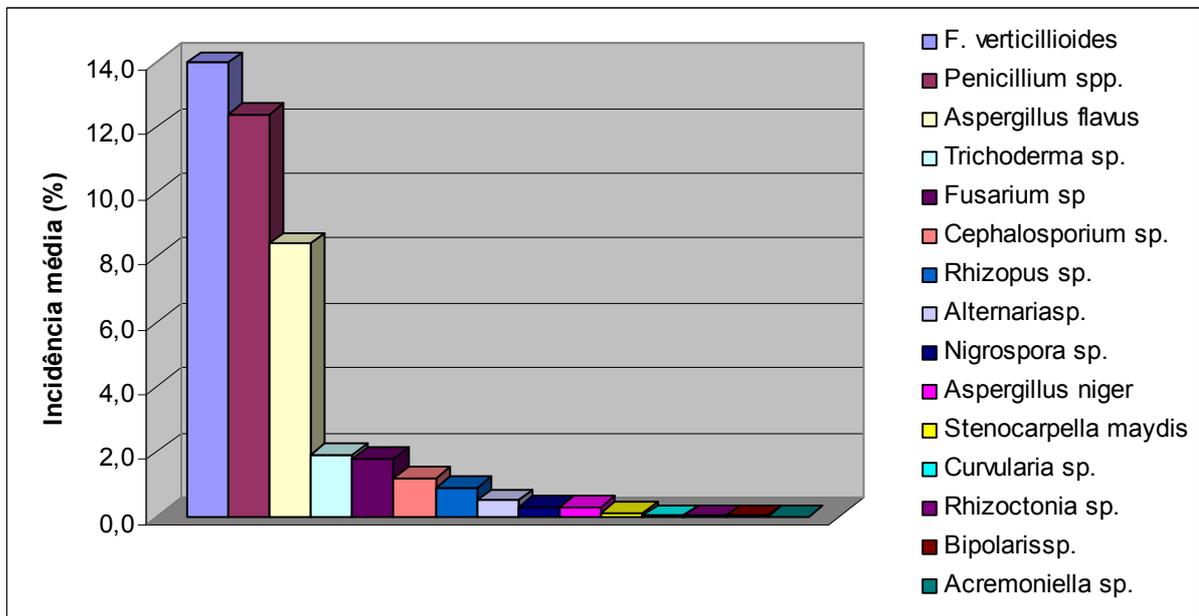


Figura 2 - Incidência de fungos em sementes de milho comercializadas tratadas com fungicidas em SC e RS na safra de 2006/07.

A maior incidência média do fungo *F. verticillioides* foi detectada em sementes tratadas com captam com valor de 18,9% seguida de fludioxonil+metalaxil com 14,3% (Tabela 2). Apesar do fungicida fludioxonil+metalaxil estar sendo largamente usado no tratamento de sementes de milho, este não tem controlado eficientemente os fungos do gênero *Fusarium*. As menores incidências médias de *F. verticillioides*, *Penicillium* spp. e *A. flavus* foram obtidas nas sementes tratadas com fludioxonil+metalaxil+benzimidazóis (Tabela 2). Estes dados reforçam a idéia de que quando se tem elevada incidência de fungos do gênero *Fusarium* deve-se utilizar na mistura um fungicida do grupo dos benzimidazóis (CASA *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1998; REIS & CASA, 2000). Quanto aos valores de freqüência de ocorrência, o fungo *F. verticillioides* apresentou valores acima de 80% para todos os fungicidas analisados, sendo de 100% a freqüência deste fungo em sementes tratadas com captam (Tabela 3). Em geral, verifica-se que os fungos *F. verticillioides*, *Penicillium* spp. e *A. flavus* foram os que apresentaram menor sensibilidade ao tratamento comercial realizado pelas companhias de sementes.

O fato do fungo *F. verticillioides* apresentar alta freqüência e incidência nas sementes de milho no Brasil tem dificultado seu controle erradicativo via tratamento de sementes com fungicidas. A ação dos fungicidas é específica para um fungo ou grupo de fungos (REIS *et al.*, 2007), e através dos dados obtidos neste trabalho, observou-se que as empresas não estão utilizando princípios ativos ou doses eficientes para o controle de *F. verticillioides* e também para outros fungos responsáveis pela deterioração de sementes, podridões radiculares e podridões da base do colmo. Outro fato que deve ser analisado e que pode provocar a baixa eficácia dos fungicidas é a qualidade de cobertura das sementes durante a operação de tratamento.

Tabela 2 - Incidência média de fungos em sementes de milho tratadas com diferentes misturas de fungicidas, comercializadas em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul na safra de 2006/07.

Fungos	Incidência média (%)				
	F+M ¹	F+M+B ²	F+M+C ³	F+M+C+T ⁴	Captan
<i>Acremoniella</i> sp.	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
<i>Alternaria</i> sp.	0,63	0,00	0,07	0,00	0,02
<i>Aspergillus flavus</i>	10,77	0,60	3,63	16,04	1,02
<i>Aspergillus niger</i>	0,41	0,00	0,20	0,67	0,00
<i>Bipolaris</i> sp.	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cephalosporium</i> sp.	1,50	0,60	0,43	0,08	0,25
<i>Curvularia</i> sp.	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Fusarium verticillioides</i>	14,35	9,40	10,48	12,54	18,92
<i>Fusarium</i> sp.	2,08	1,40	1,57	2,17	0,98
<i>Nigrospora</i> sp.	0,18	0,00	0,00	0,00	1,68
<i>Penicillium</i> spp.	13,51	4,00	18,83	5,71	4,07
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rhizopus</i> sp.	1,05	1,80	0,02	1,00	1,23
<i>Stenocarpella maydis</i>	0,00	0,00	0,09	0,00	0,23
<i>Trichoderma</i> sp.	1,44	0,20	1,87	0,33	5,56
Média	3,07	1,20	2,48	2,57	2,27

¹Fludioxonil+Metalaxil; ²Fludioxonil+ Metalaxil+Benzimidazol;

³Fludioxonil+ Metalaxil+Captan; ⁴Fludioxonil+ Metalaxil+Carboxina+Tiram.

Tabela 3 - Frequência de ocorrência de fungos em sementes de milho tratadas com diferentes misturas de fungicidas, comercializadas em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul na safra de 2006/07.

Fungos	Frequência média (%)				
	F+M ¹	F+M+B ²	F+M+C ³	F+M+C+T ⁴	Captan
<i>Acremoniella</i> sp.	0,00	0,0	4,4	0,0	0,0
<i>Alternaria</i> sp.	2,5	0,0	4,4	0,0	4,5
<i>Aspergillus flavus</i>	68,4	20,0	73,9	75,0	36,4
<i>Aspergillus niger</i>	13,3	0,0	8,7	16,7	0,0
<i>Bipolaris</i> sp.	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cephalosporium</i> sp.	24,7	40,0	26,1	8,3	18,2
<i>Curvularia</i> sp.	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fusarium verticillioides</i>	84,8	80,0	86,9	91,7	100,0
<i>Fusarium</i> sp.	17,1	20,0	26,1	16,7	18,2
<i>Nigrospora</i> sp.	3,8	0,0	0,0	0,0	9,1
<i>Penicillium</i> spp.	72,2	60,0	78,3	58,3	63,6
<i>Rhizoctonia</i> sp.	1,27	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Rhizopus</i> sp.	14,6	40,0	4,4	8,3	9,1
<i>Stenocarpella maydis</i>	0,0	0,0	8,7	0,0	13,6
<i>Trichoderma</i> sp.	20,9	20,0	43,5	16,7	22,7
Média	21,69	18,67	24,36	19,44	19,69

¹Fludioxonil+Metalaxil; ²Fludioxonil+ Metalaxil+Benzimidazol;

³Fludioxonil+ Metalaxil+Captan; ⁴Fludioxonil+ Metalaxil+Carboxina+Tiram

3.5 CONCLUSÕES

A qualidade do tratamento comercial de sementes de milho não está erradicando os principais fungos associados à semente, demonstrando que estas sementes podem ser consideradas fonte de inóculo primário para doenças que afetam a germinação de sementes, emergência de plântulas e que causam podridões de raízes e da base do colmo. Concluiu-se que o tratamento comercial de sementes de milho não está eficiente, considerando-se como objetivo de controle a erradicação dos fungos das sementes.

4 EFICÁCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM FUNGICIDAS NO CONTROLE DE *Fusarium verticillioides*

4.1 RESUMO

As sementes de milho constituem-se em fonte de inóculo primário para o fungo *Fusarium verticillioides* causador da deterioração de semente, podridão de raízes, base do colmo e espiga. O presente trabalho objetivou testar ingredientes ativos no tratamento de sementes de milho, visando à erradicação de *F. verticillioides*, avaliar a viabilidade das sementes tratadas e realizar teste de ajuste de dose com os fungicidas mais eficientes. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. O teste de fungicidas e viabilidade das sementes foram feitos com híbrido AS 1560 com 41,0 % de incidência de *F. verticillioides* e 79,5% de viabilidade. Após o tratamento com fungicidas, semeou-se 400 sementes por tratamento em caixas de acrílico tipo gerbox contendo meio de cultura de batata-dextrose-ágar+antibiótico. Os gerbox com as sementes foram mantidos em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, durante dez dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os melhores resultados de controle foram obtidos com os fungicidas carbendazim+tolilfluanida, carbendazim e carbendazim+tiram, diferindo significativamente da testemunha. O tratamento de sementes com fungicidas possibilitou a expressão da capacidade germinativa das sementes. O ajuste de dose foi feito com os três fungicidas no híbrido AS 1535 com 37% de incidência de *F. verticillioides*, testando a dose indicada pelo fabricante, e 25%, 50%, 75% e 100% superior à indicada. O carbendazim isolado não erradicou o fungo. Os fungicidas carbendazim+tiram (dose 75% superior a indicada) e carbendazim+tolilfluanida (doses superiores a indicada) erradicaram o fungo *F. verticillioides* no teste “*in vitro*”.

Palavras-chave: Controle químico. Fusariose. Patologia de semente. *Zea mays*.

4.1.1 Abstract

Efficacy of Corn Seed Treatments with Fungicide in the Control of *Fusarium verticillioides*

The corn seeds represent a primary inoculum source for the *Fusarium verticillioides* fungus that causes seed decay and root rot, stalk and ear rot. This report aimed to test active ingredients in the treatment of maize seeds seeking the *F. verticillioides* eradication, assess the viability of the treated seeds and perform dose adjusting test with the more efficient fungicides. The experiments were performed in the phitopathology Laboratory of Center of Agroveterinarian Sciences in the Santa Catarina State University. The fungicides and seeds viability tests were made in the AS 1560 hybrid with 41.0% of *F. verticillioides* incidence and 79.5% of viability. After treatment with fungicides, were sowed 400 seeds for treatment in gerbox type acrylic trays containing culture medium of potato-dextrose-agar+antibiotic. The gerbox with the seeds were kept in the growth chamber with 25 ° C temperature and photoperiod of 12 hours, over ten days. The experimental outlining was completely randomized with four replications. The best control results were obtained with carbendazim+tolyfluanid, carbendazim and carbendazim+thiram fungicides, differing significantly from the witness. Seeds treatment with fungicides allowed the expression of seed germinative capacity. The dose adjustment was done with the three fungicides in the AS 1535 hybrid, with 37% of *F. verticillioides* incidence, testing the dose indicated by the manufacturer, 25%, 50%, 75% and 100% higher than indicated. The carbendazim alone not eradicated the fungus. The carbendazim+tiram (dose 75% higher than indicated) and carbendazim+tolyfluanid (doses higher than indicated) fungicides eradicated the *F. verticillioides* fungus in the “in vitro” test.

Keywords: Chemical control. Fusariosis. Seed pathology. *Zea mays*.

4.2 INTRODUÇÃO

A área cultivada com milho (*Zea mays* L.) no Brasil na safra 2006/07 foi de aproximadamente 13.836,8 mil hectares com produtividade média de 3.655 kg.ha⁻¹, sendo que o estado de Santa Catarina cultivou uma área em torno 706,3 mil hectares com produtividade de 5.470 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2007).

Uma das causas da baixa produtividade e qualidade dos grãos e das sementes está relacionada à ocorrência de doenças que afetam as espigas do milho (REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005). Entre os fungos que interferem na qualidade da semente, *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton, *S. macrospora* (Earle) Sutton, *Fusarium graminearum* Schwabe (*Gibberella zeae* Schw.) e *F. verticillioides* [Sin. = *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (forma teleomórfica *Gibberella moniliformis* Wineland; Sin.= *G. fujikuroi* (Saw.) Wr.], são citados como principais agentes causais (SHURTLEFF, 1992; FERNANDES & OLIVEIRA, 1997; REIS *et al.*, 2004).

O fungo *F. verticillioides* é um dos mais importantes fungos associados a sementes de milho no Brasil (REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1996; REIS & CASA, 1996; CASA *et al.*, 2004a) e nos Estados Unidos (MELCHERS, 1956; KUCHARÉK *et al.*, 1966; TUIE *et al.*, 1971). Coloniza o embrião e o endosperma (SUMNER, 1966; SUMNER, 1968; SALAMA & MISHRICKY, 1973) e o pedicelo e camadas de abscisão (SUMNER, 1966; SUMNER, 1968), podendo causar podridão nas raízes, na base do colmo e na espiga de plantas de milho (DJAKAMIHARGJA *et al.*, 1970; BALMER, 1980).

O tratamento de sementes com fungicidas tem como objetivos controlar fungos associados à semente e protegê-las contra fungos de solo (NEERGAARD, 1977; LASCA, 1986; PEREIRA, 1986; CASA *et al.*, 1995), além de garantir a germinação das sementes e a emergência das plântulas em condições adversas de semeadura (CASA *et al.*, 1995; PINTO, 1998). A eficiência de controle tem sido melhorada pelo uso no tratamento de sementes da mistura de fungicidas, melhoria da qualidade de cobertura das sementes, utilização de sementes com menor incidência de fungos e menor grau de injúria-mecânica visível (CASA *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1998; CASA *et al.*, 1998b; SEVERO, 1999).

As empresas que comercializam milho fornecem para os produtores a semente já tratada com fungicida. Trabalhos com testes de sanidade de sementes têm demonstrado a ineficácia do tratamento comercial ao analisar o potencial de erradicação de alguns fungos patogênicos (CASA *et al.*, 1995; CASA *et al.*, 2005b; NERBASS *et al.*, 2007). Tal fato pode

estar contribuindo para o aumento das podridões do colmo em área de rotação de culturas ou em área onde o milho nunca foi cultivado (REIS *et al.*, 2004).

Testes com fungicidas em sementes com *F. verticillioides* devem ser realizados para fornecer informações de produtos com potencial de controle erradicante.

Este trabalho teve como objetivos testar ingredientes ativos no tratamento de sementes de milho visando à erradicação do fungo *F. verticillioides*; avaliar a viabilidade das sementes tratadas; e realizar ajuste de dose com fungicidas eficientes.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV//UDESC, em Lages, no ano de 2007.

Os testes de fungicidas, misturas e doses, foram realizados em lote de semente de milho híbrido AS 1560 com 41% de incidência do fungo *F. verticillioides* e com 79,5% de viabilidade. O tratamento das sementes foi realizado via úmida (1%). Os fungicidas utilizados constam na Tabela 4. O tratamento foi feito em sacos plásticos, com capacidade para cinco quilos, utilizando 500g de sementes por tratamento, agitando as sementes durante 5 minutos. Após tratadas as sementes foram plaqueadas em caixas de acrílico tipo gerbox contendo meio de cultura BDA+A (batata-dextrose-ágar + antibiótico = 200 mg l⁻¹ de sulfato de estreptomicina).

Foram cultivadas 400 sementes por tratamento, sendo 4 repetições de 100 sementes. Os recipientes com as sementes foram mantidos em câmara de crescimento, marca EletroLab com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, durante dez dias. As unidades amostrais foram distribuídas nas prateleiras da câmara de crescimento num arranjo de tratamentos completamente casualizados.

Tabela 4 - Fungicidas e doses utilizados no tratamento de sementes de milho no híbrido AS 1560 “*in vitro*”. Lages,SC, 2007

Tratamentos	Nome Técnico	Dose ¹	Nome comercial	Dose ²
T1	Captana	99,75	Captan TS 750	133
T2	Fludioxonil + Metalaxil	3,75 + 1,5	Maxim XL	150
T3	Carbendazim	40	Derosal 50	80
T4	Tiabendazole	40	Tecto 485	82,5
T5	Tolilfluanida	75	Euparem	150
T6	Carboxina + Tiram	25 + 25	Vitavax	125
T7	Tiabendazole + Captana	40 + 120	Tecto 485 + Captan	82,5 + 160
T8	Tolilfluanida + Carbendazim	75 + 40	Euparem + Derosal	150 + 80
T9	Difenoconazole	30	Spectro	200
T10	Tiram	144	Tiram 48 TS	300
T11	Carbendazim+Tiram	60 + 140	Protreat	200
T12	Fluquinconazole	62,5	Palisade	250
T13	Tiabendazole	40	Tecto 100	400
T14	Tiabendazole + Captana	40 + 75	Tecto 600 + Captan	67 + 100
T15	Tiofanato Metílico + Clorotalonil	51 + 127,5	*	300
T16	Azoxistrobina + Fludioxonil + Mefenoxana	3,75 + 0,625 + 1,875	*	300
T17	Piraclostrobina +Tiofanato Metílico	5,0 + 45,0	*	100
T18	Azoxistrobina +Fludioxonil + Mefenoxana + Tiabendazole	3,0 + 0,5 + 1,5 + 25,5	* + Tecto 485	40 + 52,5

¹g ou mL de ingrediente ativo para 100 Kg sementes; ²g ou mL de produto comercial para 100 Kg sementes; *produtos em fase de teste

Sob lupa estereoscópica e microscópio ótico foi quantificado e identificado o fungo *F. verticillioides* em cada tratamento. Foi considerada infectada a semente na qual foram detectadas colônias e esporos do patógeno.

Os dados obtidos de incidência do fungo foram transformados em $\sqrt{(x + 1)}$ e submetidos à análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados foram expressos em incidência de fungos por tratamento e percentagem de controle, comparando os fungicidas com a testemunha. Neste ensaio também procedeu-se à

avaliação da viabilidade de semente, considerando viáveis as plântulas que apresentavam raiz primária e coleótilo em pleno crescimento (MARCOS FILHO, 2005).

Um segundo ensaio foi feito com ajuste de dose para os princípios ativos que apresentaram controle superior a 70% no teste de fungicidas. As doses testadas para cada tratamento foram: testemunha (sem fungicida), dose indicada pelo fabricante (carbendazim = 40g de ingrediente ativo para 100 Kg sementes; carbendazim+tiram = 60+140g de ingrediente ativo para 100 Kg sementes; carbendazim+tolilfluanida = 40+75g de ingrediente ativo para 100 Kg sementes) e 25%, 50%, 75% e 100% superior a dose indicada. Foram plaqueadas 400 sementes por tratamento com quatro repetições de 100 sementes. Utilizou-se sementes de milho do híbrido AS 1535 com incidência média do fungo *F. verticillioides* de 37%. O processo de tratamento, unidades experimentais, meio de cultura, período de incubação e método de avaliação foram os mesmos do ensaio de teste de fungicidas.

Os valores obtidos de incidência dos fungos foram submetidos à análise de regressão polinomial para o ajuste de dose erradicante do patógeno.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As menores incidências de *F. verticillioides* foram obtidas com os princípios ativos tolilfluanida+carbendazim, carbendazim e carbendazim+tiram, com valores de 0,5%, 3,5% e 9,0%, não havendo diferenças estatísticas significativas entre si e diferindo da testemunha (Tabela 5). O percentual de controle destes três fungicidas foi de 99,0%, 95,5% e 78,0% (Tabela 5). Verifica-se que os três produtos apresentam o princípio ativo carbendazim, pertencente ao grupo químico dos benzimidazóis, indicado como eficiente para controle de fungos do gênero *Fusarium* (CARLILE, 1995; CASA *et al.*, 2005). PINTO (2000a) e SARTORI (2003), também detectaram eficiência de controle para *F. verticillioides* com a mistura tolilfluanida+carbendazim, corroborando com dados apresentados neste trabalho.

O princípio ativo tiabendazole também pertencente ao grupo dos benzimidazóis, não apresentou eficiência satisfatória no controle de *F. verticillioides*, mesmo em mistura com captana como havia acontecido em trabalhos anteriores apresentados por PINTO *et al.* (1992), REIS *et al.* (1995), GOULART & FIALHO (1999) e CASA *et al.* (2005a). No presente trabalho, o tiabendazole apresentou controle de 50% (tiabendazole+captana = Tecto 485), 10% (tiabendazole = Tecto 100) e 40% (tiabendazole+captana = Tecto 600), sendo que

tiabendazole (Tecto 485) não controlou o fungo (Tabela 5). PINTO (1996) obteve 44% de controle de *F. verticillioides* utilizando o fungicida tiabendazole, considerado também como baixa eficiência de controle. Uma das hipóteses para a baixa eficácia de controle do tiabendazole, mesmo testando três formulações e concentrações, pode ser a menor sensibilidade ou a insensibilidade do patógeno ao princípio ativo nesta amostra de semente. Testes com outras amostras de milho contendo *F. verticillioides* podem auxiliar a esclarecer esta hipótese.

O fungicida fludioxonil+metalaxil apesar de estar sendo largamente utilizado no Brasil como padrão no tratamento de sementes pelas companhias, não controlou eficientemente o fungo *F. verticillioides* (Tabela 5), estando de acordo com dados de MORAES *et al.* (1998). Em trabalhos realizados mais tarde por MORAES *et al.* (2003) o fungicida fludioxonil+metalaxil proporcionou controle do patógeno *F. verticillioides* de 39% (luz branca fluorescente), 47% (luz NUV) e de 38% (escuro contínuo), demonstrando controle inferior a 50% independente do regime luminoso utilizado. MUNKVOLD & O'MARA (2002) testando a eficiência de fludioxonil no controle de *Fusarium* spp. concluíram que este princípio ativo diminuiu significativamente a incidência dos isolados de *Fusarium*, porém, ao avaliar os dados de controle observou-se que nos experimentos conduzidos para cada híbrido os valores de incidência não diferiram significativamente da testemunha.

Os fungicidas fludioxonil+metalaxil, tiabendazole, carboxim+tiram, fluquinconazole e azoxistrobina+fludioxonil+mefenoxana+tiabendazole não controlaram *F. verticillioides*, apresentando incidências do fungo superiores ao do tratamento testemunha (Tabela 5).

A viabilidade das sementes tratadas com tolilfluanida+carbendazim e carbendazim, considerados mais eficientes no teste “*in vitro*”, foi respectivamente de 95,5% e 95,5%, superior ao tratamento testemunha diferindo significativamente (Tabela 5). Desta forma, constatou-se que o tratamento de sementes com esses fungicidas possibilitou a expressão da capacidade germinativa das sementes deste híbrido. Os fungicidas fludioxonil+metalaxil, tiabendazole e carboxina+tiram apresentaram viabilidade das sementes superior estatisticamente ao tratamento testemunha, mesmo não controlando o fungo *F. verticillioides* (Tabela 5). Tal fato indicou que a presença deste fungo não influenciou na redução da germinação de sementes. Este dado concorda com os resultados obtidos por WARMKE & SCHENCK (1971), BEDENDO (1978), PINTO *et al.* (1992), PINTO (1993), VON PINHO *et al.* (1995), PINTO (1996), PINTO (2000b), MUNKVOLD & O'MARA (2002), MORAES *et al.* (2003) que relatam que o fungo *F. verticillioides* não afeta a germinação das sementes de milho. Por outro lado, CUBBY & WALLEN (1965), TANAKA & BALMER (1980),

LUCCA FILHO (1987), SHURTLEFF (1992), GOULART & FIALHO (1999), MENTEN (1991) relataram que o fungo afeta a germinação. Verifica-se desta forma contradição quanto à relação entre a presença de *F. verticillioides* na semente e a viabilidade das mesmas. Evidencia-se a necessidade da realização de trabalhos futuros conduzidos em laboratório e no campo para comparar germinação de sementes tratadas com diferentes princípios ativos.

Os fungicidas captan, difenoconazole, tiram, carbendazim+tiram, fluquinconazole, tiabendazole+captan, azoxistrobina+fludioxonil+mefenoxan+tiabendazole não apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha quanto à viabilidade das sementes (Tabela 5).

Os fungicidas carbendazim, carbendazim+tiram e carbendazim+tolilfluanida foram submetidos ao ajuste de dose visando erradicação de *F. verticillioides* (Figuras 3, 4 e 5). O fungicida carbendazim demonstrou não haver diferenças significativas entre a dose indicada pelo fabricante e 25, 50, 75 e 100% superior a indicada (Figura 3). Esse princípio ativo isoladamente não erradicou o fungo. Para os princípios ativos carbendazim+tiram não ocorreu diferença significativa entre as doses, sendo que a dose 75% superior a indicada obteve a erradicação de *F. verticillioides* (Figura 4). Os princípios ativos carbendazim+tolilfluanida também demonstraram não haver diferença significativa entre doses, obtendo-se a erradicação do fungo com doses de 25, 50, 75, e 100% superior a dose indicada pelo fabricante (Figura 5).

Tabela 5 - Incidência e controle de *Fusarium verticillioides* e viabilidade de sementes de milho tratadas com fungicidas. Lages, SC, 2007.

Trat	Nome técnico	<i>Fusarium verticillioides</i> (%)	Controle (%)	Viabilidade (%)
T1	Captana	36,5 cdef	11,0	87,0 bcd
T2	Fludioxonil + Metalaxil	84,0 a	0,0	94,0 abc
T3	Carbendazim	3,5 ij	91,5	95,5 ab
T4	Tiabendazole	59,5 abc	0,0	100,0 a
T5	Tolilfluanida	16,0 fgh	61,0	94,5 ab
T6	Carboxina + Tiram	48,5 bcd	0,0	94,0 abc
T7	Tiabendazole + Captana	20,5 efgh	50,0	93,5 abc
T8	Tolilfluanida + Carbendazim	0,5 j	99,0	95,5 ab
T9	Difenoconazole	15,0 ghi	63,5	82,0 cd
T10	Tiram	31,5 cdefg	23,0	88,5 abcd
T11	Carbendazim + Tiram	9,0 hij	78,0	85,0 bcd
T12	Fluquinconazole	67,0 ab	0,0	87,5 abcd
T13	Tiabendazole	37,0 cdef	10,0	96,0 ab
T14	Tiabendazole + Captana	24,5 defgh	40,0	88,0 abcd
T15	Tiofanato Metílico + Clorotalonil	33,0 cdefg	19,5	96,0 ab
T16	Azoxistrobina + Fludioxonil + Mefenoxana	32,0 cdefg	22,0	94,0 abc
T17	Piraclostrobina + Tiofanato Metílico	33,5 cdefg	18,0	93,0 abc
T18	Azoxistrobina + Fludioxonil + Mefenoxana + Tiabendazole	54,5 abc	0,0	88,0 abcd
T19	Testemunha	41,0 bcde	0,0	79,5 d
C.V. (%)		14,5		2,6

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

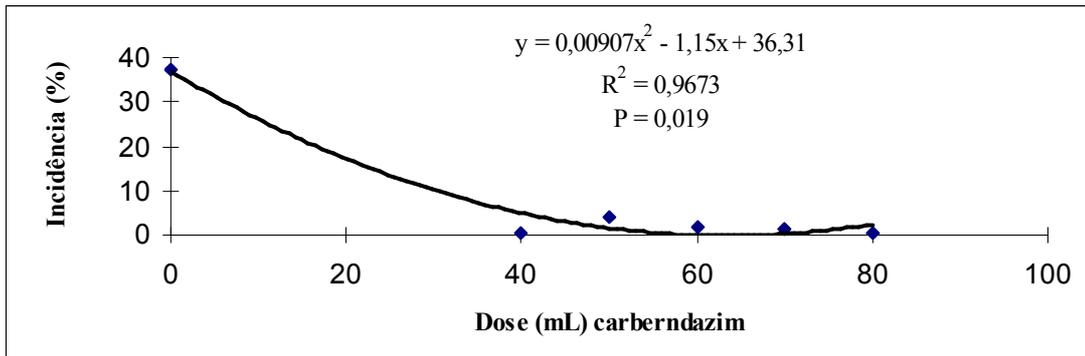


Figura 3 – Incidência de *F. verticillioides* em função da dose de carbendazim indicada pelo fabricante, e 25, 50, 75, 100% superior à indicada.

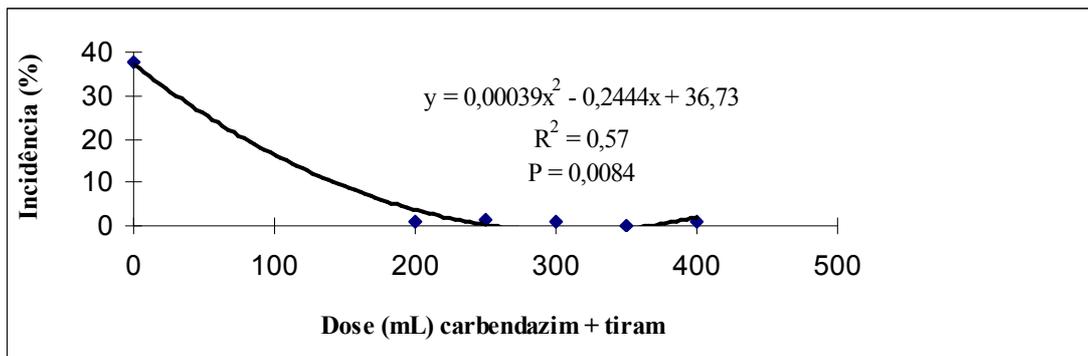


Figura 4 - Incidência de *F. verticillioides* em função da dose de carbendazim+tiram indicada pelo fabricante, e 25, 50, 75, 100% superior à indicada.

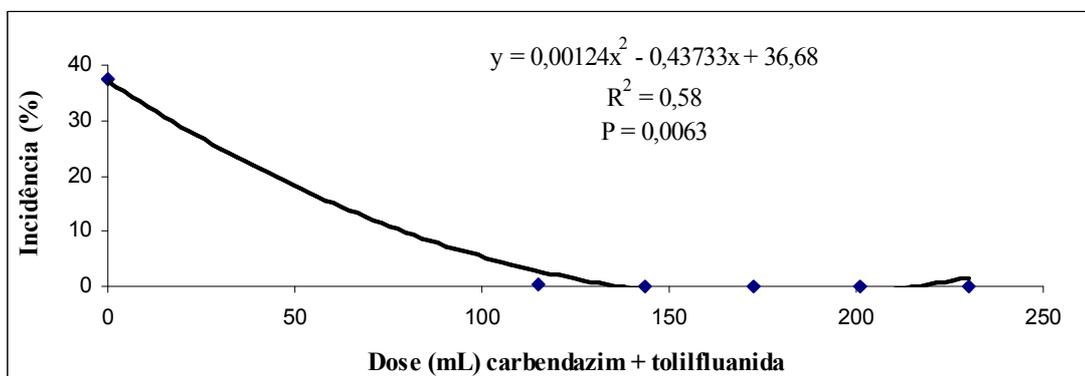


Figura 5 – Incidência de *F. verticillioides* em função da dose de carbendazim + tolilfluanida indicada pelo fabricante, e 25, 50, 75, 100% superior à indicada.

4.5 CONCLUSÕES

O princípio ativo carbendazim, isolado ou em mistura com tiram e tolilfluanida, foi o mais eficiente no controle do fungo *F. verticillioides* “*in vitro*”.

O acréscimo nas doses de fungicidas da dose indicada não influenciou significativamente no controle de *F. verticillioides*, no entanto, a erradicação do fungo pode ser obtida com a mistura de carbendazim+tiram e carbendazim+tolilfluanida em dose superior à indicada.

O tratamento de sementes de milho com fungicidas pode melhorar a viabilidade das sementes.

Evidencia-se a necessidade de trabalhos futuros relacionando incidência de *F. verticillioides* nas sementes com a germinação, vigor e controle de patógenos com a utilização de fungicidas no campo.

5 RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA DO SOLO E TRATAMENTO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS NA EMERGÊNCIA DE PLANTAS DE MILHO E NO CONTROLE DA TRANSMISSÃO DE *Fusarium verticillioides*

5.1 RESUMO

O fungo *Fusarium verticillioides* pode ser transmitido das sementes infectadas para órgãos radiculares e aéreos da planta de milho. O presente trabalho teve como objetivos avaliar a interação entre temperatura do solo e tratamento de sementes com fungicidas sobre a emergência de plantas, intensidade de podridão radicular e transmissão de *F. verticillioides* das sementes para órgãos da planta de milho. Foram comparados quatro tratamentos: sementes tratadas com carbendazim (40g i.a./100 kg de sementes), carbendazim+tiram (60+140g i.a.), carbendazim+tolilfluanida (40+75g i.a.) e semente sem fungicida, com incidência de *F. verticillioides* de 37%, semeadas em solo isento do fungo, acondicionado em bandejas mantidas em câmara climatizada nas temperaturas de 15, 18, 21, 24 e 27 °C. A emergência das plântulas foi avaliada diariamente. A intensidade de podridão radicular foi quantificada com auxílio de escala diagramática aos 15 dias após a semeadura. As avaliações da transmissão foram feitas destacando-se de cada planta emersa o mesocótilo, coroa e coleótilo, com posterior cultivo destes tecidos em meio de cultura de batata-dextrose-ágar+antibiótico. Menor porcentagem de plantas emersas e velocidade de emergência ocorreram na testemunha a 15°C. Os tratamentos com fungicidas proporcionaram incremento na população de plantas emersas em temperaturas inferiores a 21 °C. A partir desta temperatura o tratamento de sementes não influenciou na população de plantas. Maior intensidade de podridão radicular foi verificada na testemunha aos 21 °C com 34,7%, sendo que nesta temperatura não foram detectados sintomas de podridão de raízes em sementes tratadas com tolilfluanida+carbendazim. Aos 15 °C não houve podridão radicular nas sementes que receberam tratamento com fungicidas. A transmissão de *F. verticillioides* para o

mesocótilo e coroa no tratamento testemunha foi mais eficiente na temperatura de 21 e 27 °C. Nas temperaturas de 15 e 18 °C observaram-se as menores taxas de transmissão. Os fungicidas tolilfluanida+carbendazim e carbendazim+tiram apresentaram os melhores resultados de controle da transmissão do fungo. O tratamento de sementes de milho é fundamental em condições de solo frio onde a velocidade de emergência é lenta e pode controlar a transmissão de *F. verticillioides* quando a temperatura do solo estiver inferior a 24 °C.

Palavras-chave: Fungicidas. Fungos. Fusariose. *Zea mays*.

5.1.1 Abstract

Relation Between Soil Temperature and Fungicide Seed Treatment on Corn Seedling and Transmission on *Fusarium verticillioides* Control

The fungus *Fusarium verticillioides* can be transmitted from infected seeds for aerial and radicular organs of the corn plant. This report aimed to evaluate the interaction between soil temperature and seed treatment with fungicides on the plants emergence and intensity of root rot and *F. Verticillioides* transmission from seeds to maize plants organs. Were compared four treatments: seeds treated with carbendazim (40 a.i /100 kg of seeds), carbendazim + thiram (60 +140g a.i.), carbendazim+ tolyfluanid (40 +75 g a.i.) and seed without fungicide, sown in free of fungus soil arranged in trays kept in growth chamber at temperatures 15, 18, 21, 24 and 27 ° C. The seedling emergence was measured daily. The intensity of root rot was quantified with the diagrammatic scale support at 15 days after sowing. The transmission assessments were made detaching from each emerged plant the mesocotyl, crown and coleoptyle, with subsequent cultivation of these tissues in the potato dextrose agar + antibiotic culture medium. Minor percentage of emerged plants and speed emergency occurred in the control at 15°C. The treatment with fungicides increases the population of the emerged plants in temperatures behind 21°C. In 21, 24 and 27 °C temperatures the treatment of seeds not influence on the plant population. Increased root rot intensity was detected in the control in 21

° C, with 34,7%, in this temperature no was detect root rot in seeds treated with tolyfluanid + carbendazim. The results showed that in 15 ° C temperature there was no root rot in seeds that received treatment. The *F. verticillioides* transmission to mesocotyl and crown in the witness treatment was more efficient in temperature of 21 and 27 ° C. The temperatures 15 and 18 ° C had the lowest transmission rate. The fungus transmission control has not been achieved in any of the seed treatments in the temperatures range between 24 and 27 ° C. The tolyfluanid + carbendazim and carbendazim + thiram fungicides showed the best results for the fungus transmission controlling. Seeds treatment is essential in cold soil sowing conditions where the speed of emergence is slow and can control the transmission of *F. verticillioides* with soil temperature less than 24 ° C.

Keywords: Fungicides. Fungi. Fusariosis. *Zea mays*.

5.2 INTRODUÇÃO

O milho em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. O potencial produtivo pode ser afetado por uma série de fatores, como: fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, época de semeadura, potencial produtivo do híbrido, manejo da população de plantas, competição com plantas daninhas, pragas e doenças (SANDINE & FANCELLI, 2000; FANCELLI & DOURADO-NETO, 2004; SILVA *et al.*, 2006).

Dentre os fatores que influenciam na densidade populacional, que afetam a germinação das sementes e a emergência das plantas, merecem destaque o teor de umidade do solo, a sanidade das sementes, a presença de fungos do solo e danos mecânicos do pericarpo (SEVERO 1999; CASA *et al.*, 2000).

O fungo *Fusarium verticillioides* (Sacc.) é comumente encontrado associado a sementes de milho (REIS *et al.*, 1995; PINTO, 1996; REIS & CASA, 1996; CASA *et al.*, 2004a; NERBASS *et al.*, 2007). O fungo provoca apodrecimento de sementes e morte de plântulas podendo interferir na qualidade fisiológica da semente e prejudicar o estande da lavoura (GOULART & FIALHO, 1999), além de causar podridões radiculares, podridões da

base do colmo e espiga (DJAKAMIHARGJA *et al.*, 1970; BALMER, 1980). Não é considerado patógeno habitante natural do solo (REIS *et al.*, 2004), não forma estruturas de repouso (BOOTH, 1971), apresenta baixa gama de hospedeiros alternativos e o vento não contribui como agente de disseminação a longas distâncias, porém tem sido isolado em colmos e raízes de lavoras de rotação e em áreas onde a cultura nunca havia sido cultivada antes (CASA *et al.*, 2006).

Segundo McGEE (1988) e CASA *et al.* (2000), muitos fungos associados às sementes de milho podem ser transmitidos às plântulas. O fungo *F. verticillioides* tem sido estudado em relação à transmissão da semente para a plântula (SARTORI *et al.*, 2004) e planta (FOLEY, 1962; MUNKVOLD *et al.*, 1997). A transmissão de *F. verticillioides* a partir da semente de milho é bastante eficiente, sendo de até 34,9% para raiz primária e 23,6% para o mesocótilo (SARTORI *et al.*, 2004). O processo de transmissão de fungos da semente para as plantas normalmente ocorre com o micélio do patógeno colonizando o sistema radicular e a base do colmo (McGEE, 1998; CASA *et al.*, 1998b; SARTORI *et al.*, 2004), o que lhe pode garantir a continuidade do ciclo biológico (CASA *et al.*, 2005a). No entanto, a semente infectada não assegura a sua transmissão para órgãos radiculares ou aéreos. O processo de transmissão é determinado por uma série de fatores, como: umidade e temperatura do solo, viabilidade e localização do inóculo na semente, tipo de solo, pH do solo, profundidade de semeadura, microflora do solo (NEERGAARD, 1983; AGARWAL & SINCLAIR, 1997; DHINGRA, 2005). Estes fatores podem reduzir ou incrementar a passagem do patógeno para os órgãos aéreos ou radiculares da planta, refletindo assim na epidemiologia da doença. GABRIELSON (1987) e AGARWAL & SINCLAIR (1997) consideram que a temperatura e a umidade do solo são os fatores mais importantes para o processo de transmissão de patógenos a partir de sementes e seu estabelecimento e desenvolvimento no hospedeiro. FORCELINI (1992) e BARBA (2002) concluíram que a temperatura tem efeito diferencial na transmissão de *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. em sementes de trigo e cevada. No caso de *F. verticillioides*, sabe-se que o fungo é transmitido da semente para órgãos aéreos e radiculares de plantas de milho (SARTORI *et al.*, 2004), contudo ainda não há informações na literatura quanto a faixas de temperatura e umidade do solo que propiciam a eficiência de transmissão do patógeno.

O tratamento de sementes com fungicidas tem como objetivos reduzir ou eliminar o inóculo de fitopatógenos presentes na semente, protegê-las durante a germinação de fungos habitantes do solo, garantir a germinação das sementes e a emergência das plântulas em condições adversas de semeadura e evitar a transmissão dos fungos da semente para planta

(LASCA, 1986; PEREIRA, 1986; CASA *et al.*, 1995; PINTO, 1998). Sob condições favoráveis a rápida germinação e emergência de plântulas pode não ocorrer resposta do tratamento de sementes, no entanto, sob condições ambientais e de solo desfavoráveis à resposta ao tratamento é maior (TRATAMENTO, 1970).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a interação entre a temperatura do solo e o tratamento de sementes com fungicidas na emergência de plantas, intensidade de podridão radicular e transmissão de *F. verticillioides* das sementes para o mesocótilo, coroa e coleótilo de plantas de milho.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, no período de agosto a dezembro de 2007.

Utilizaram-se sementes do híbrido de milho AS 1535 com 37% de incidência do fungo *F. verticillioides*. Os tratamentos constaram de um esquema fatorial 4x5 incluindo fungicidas e temperaturas do solo. Os fungicidas utilizados foram: 1) semente tratada com fungicida tolilfluanida+carbendazim (75+40g i.a./100 kg de sementes = Euparem+Derosal 50), 2) tratada com carbendazim (40g i.a. = Derosal 50), 3) carbendazim+tiram (60+140g i.a. = Protreat) e 4) semente sem fungicida (testemunha). O tratamento de sementes foi feito via úmida (1%) usando água como veículo. A mistura foi realizada em sacos plásticos, com capacidade para cinco quilos, utilizando 500g de sementes por tratamento, agitando-as por 5 minutos até a obtenção de uma mistura homogênea.

As temperaturas do solo utilizadas foram 15, 18, 21, 24 e 27 °C. As unidades experimentais foram constituídas de bandejas de PVC de 39,5 x 26,5 x 7,5 cm de altura contendo solo de horizonte B coletado em um barranco dentro da cidade de Lages, para evitar a presença de *F. verticillioides*, de modo que a semente fosse à única fonte de inóculo do fungo. O solo não foi esterilizado e apresentou pH natural de 6,4. Ao solo foi acrescido areia grossa lavada na proporção de 3:1 (solo:areia). Foram preparados para cada temperatura 10 bandejas, sendo semeadas 100 sementes de cada fungicida testado. Em cada bandeja semeou-se 10 sementes de cada fungicida, sendo duas linhas de cinco sementes. O substrato foi colocado nas bandejas de modo que as sementes ficassem na profundidade de 3,5 cm. Logo

após procedeu-se o umedecimento com 250 ml de água para cada bandeja. As sementes foram semeadas com pinça de mão com posterior cobertura do substrato e outro umedecimento acrescentando 500 ml de água distribuídos uniformemente sobre a superfície.

As bandejas foram mantidas em câmaras climatizadas, marca EletroLab, com as temperaturas em teste e fotoperíodo de 12h, durante 15 dias. A umidade do solo foi mantida com irrigações periódicas, realizadas no terceiro, no sexto e décimo terceiro dia após a semeadura, suplementando com a mesma quantidade de água em todas as bandejas. As unidades experimentais foram distribuídas nas prateleiras de cada câmara de crescimento em um arranjo de tratamentos completamente casualizados.

5.3.1 Transmissão

Aos 15 dias após a semeadura, retiraram-se todas as plantas de cada bandeja, separando-se os tratamentos cuidadosamente de modo a não danificar os órgãos da planta. As plantas foram lavadas em água corrente para retirada do excesso de solo do sistema radicular. Após procedeu-se a avaliação da intensidade de podridão radicular com a utilização da escala proposta por McKinney (Figura 6), usada em cereais (DIEHL *et al.*, 1983; REIS & CASA, 2001).

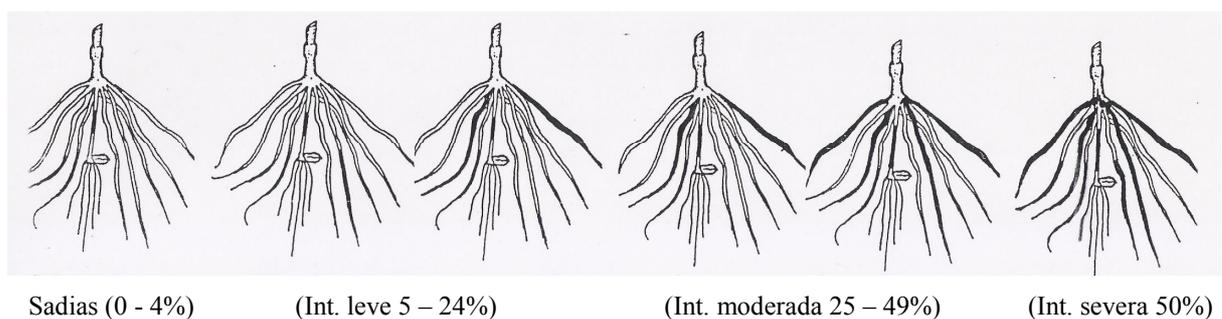


Figura 6 - Classes de intensidade usadas na avaliação de podridões radiculares de cereais de inverno.

A transmissão do fungo foi quantificada no mesocótilo, coroa e coleótilo. Estes órgãos foram removidos com auxílio pinça e bisturi esterilizado em chama de álcool. Após procedeu-se a assepsia em hipoclorito de sódio (1%) por cinco minutos. Os tecidos foram cultivados em caixas de acrílico tipo gerbox, de 11 x 11 x 3,5 cm de altura, contendo meio de BDA+A (batata-dextrose-ágar = Marca Himedia 39 g l⁻¹ + antibiótico = 200 mg l⁻¹ de sulfato de estreptomicina). O material foi incubado durante cinco dias em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Foi considerado infectado o órgão sobre o qual foi possível identificar a colônia ou estruturas do fungo *F. verticillioides* sob lupa binocular (Zeiss 50x). Confirmação da presença do fungo foi feita com montagem de lâmina em microscópio ótico analisando-se as estruturas do fungo. Nos casos de dúvidas, o isolado foi submetido à técnica de microcultura (FERNANDEZ, 1993).

Os dados de intensidade de podridão radicular foram quantificados em função do número de raízes com sintomas e do número total de raízes segundo a equação:

$$\text{Intensidade (\%)}: \frac{(\text{n}^\circ \text{ sãsx0}) + (\text{n}^\circ \text{ levesx2}) + (\text{n}^\circ \text{ moderadx5}) + (\text{n}^\circ \text{ severax10})}{(\text{n}^\circ \text{ total de raízes avaliadas x 10})} \times 100$$

Os dados de transmissão do fungo *F. verticillioides* da semente para cada órgão foram expressos em porcentagem em função da incidência do fungo na semente e da incidência nos órgãos avaliados (REIS & CASA, 1998), segundo a equação:

$$\text{Taxa de transmissão (\%)}: \frac{\text{Incidência casa de vegetação}}{\text{Incidência laboratório}} \times 100$$

Os valores obtidos de transmissão foram submetidos à análise de regressão polinomial.

5.3.2 Emergência de plantas

A avaliação da porcentagem final de plantas emersas foi feita em todos os tratamentos aos 15 dias após a semeadura. Também se procedeu a avaliação da velocidade de emergência com contagem de plantas emersas diariamente após a semeadura. Considerou-se emersa a plântula que emitiu coleótilo com no mínimo 1,0 cm de altura.

Os dados obtidos da percentagem de plantas emersas foram submetidos à análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.4.1 Transmissão

Na temperatura do solo de 15 °C não ocorreu transmissão do fungo *F. verticillioides* da semente para o mesocótilo, coroa e coleótilo nas plantas que receberam tratamento de sementes com o fungicida tolilfluanida+carbendazim (Tabela 6). Não foi verificada transmissão para o mesocótilo com a utilização de carbendazim e mesocótilo e coroa com o fungicida carbendazim+tiram, no entanto, no tratamento testemunha houve a transmissão do patógeno da semente para todos os órgãos avaliados nesta temperatura (Tabela 6).

Nas temperaturas de 18 °C e 21 °C não houve transmissão para o mesocótilo e coroa em sementes tratadas com tolilfluanida+carbendazim e carbendazim+tiram (Tabela 6). Aos 18 °C em sementes tratadas com carbendazim, ocorreu transmissão do fungo para a coroa e coleótilo e aos 21 °C a transmissão ocorreu em todos os órgãos avaliados (Tabela 6). A eficiência de transmissão de *F. verticillioides* aumentou à medida que a temperatura elevou-se de 15 °C até 21 °C na testemunha, alcançando valores de até 100% de transmissão (Tabela 6).

Aos 24 °C e 27 °C, o controle da taxa de transmissão não foi alcançado em nenhum dos tratamentos de sementes utilizados, mostrando que nesta faixa de temperatura é difícil controlar a transmissão e conseqüentemente o desenvolvimento do patógeno. Nestas temperaturas observaram-se na testemunha valores de recuperação do fungo *F. verticillioides* de 70,5% para o coleótilo e de até 69,0% para o mesocótilo (Tabela 6).

As maiores taxas de transmissão do fungo na testemunha ocorreram nas temperaturas 21 °C com transmissão de 100% para mesocótilo e coroa, seguido de 27 °C atingindo taxas de transmissão de 69,0, 65,0 e 33% respectivamente para o mesocótilo, coroa e coleótilo. Contudo, em temperaturas de 15 e 18 °C obteve-se as menores taxas de transmissão do fungo da semente para os órgãos analisados (Tabela 6). SARTORI *et al.* (2004) encontraram percentuais médios de transmissão de *F. verticillioides* em três épocas de avaliação de 23,6% para o mesocótilo e 7,2% para o coleótilo, não indicando a temperatura do solo.

As sementes tratadas com tolilfluanida+carbendazim tiveram relação significativa entre temperatura vs. mesocótilo representada por regressão linear, demonstrando que a taxa

de transmissão de *F. verticillioides* aumentou no mesocótilo à medida que houve incremento na temperatura, atingindo transmissão de 25% com temperatura de 27°C (Figura 7a). Não houve relação significativa entre temperatura vs. coroa e temperatura vs. coleóptilo, sendo a máxima transmissão do fungo da semente para a coroa na temperatura de 24 °C e para o coleóptilo a transmissão estabilizou-se na faixa dos 18 aos 27 °C (Figura 7b, c). Os princípios ativos tolilfluanida+carbendazim controlaram a transmissão do fungo da semente para o mesocótilo e coroa nas temperaturas de 15, 18 e 21 °C e somente aos 15 °C não houve transmissão ao coleóptilo.

A taxa de transmissão de *F. verticillioides* para o mesocótilo em sementes tratadas com carbendazim (Figura 8a) foi significativa sendo representada por regressão linear, evidenciando que o controle da transmissão foi alcançado somente nas temperaturas de 15 e 18 °C e à medida que esta foi aumentando a taxa de transmissão apresentou acréscimos (Figura 8a). Não houve relações estatísticas significativas entre temperatura vs. coroa (Figura 8b) e temperatura vs. coleóptilo (Figura 8c). Os valores observados de transmissão demonstram que as melhores temperaturas para passagem do patógeno mesmo em sementes tratadas com carbendazim foram aos 24 °C para a coroa e aos 27 °C para o coleóptilo.

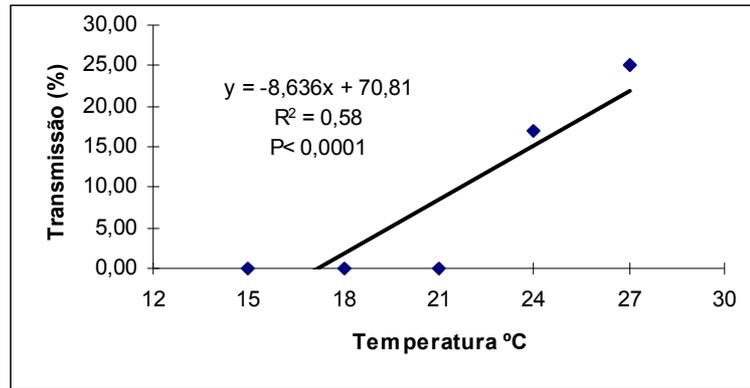
Em sementes tratadas com carbendazim+tiram ocorreu relações estatísticas significativas entre temperatura vs. mesocótilo (a) e temperatura vs. coroa (b), representadas por regressões também lineares, demonstrando que a mudança de temperatura influenciou na taxa de transmissão (Figura 9). O controle da transmissão com a utilização deste tratamento de sementes foi atingido nas temperaturas de 15, 18 e 21 °C. A relação entre temperatura vs. coleóptilo (Figura 9c) não foi significativa demonstrando que a variação na temperatura não pode ser representada por regressões lineares e quadráticas, sendo a máxima eficiência de transmissão do patógeno aos 24 °C (Figura 9c).

No tratamento testemunha (sem fungicida) não houve relação estatística significativa entre temperatura vs. mesocótilo (Figura 10a), temperatura vs. coroa (Figura 10b) e temperatura vs. coleóptilo (Figura 10c). Evidenciou-se que o fungo *F. verticillioides* foi transmitido da semente para todos os órgãos avaliados, tendo transmissão de 100% aos 21 °C para o mesocótilo e coroa. No coleóptilo a máxima transmissão foi aos 24 °C com taxa de 70,5% (Figura 10).

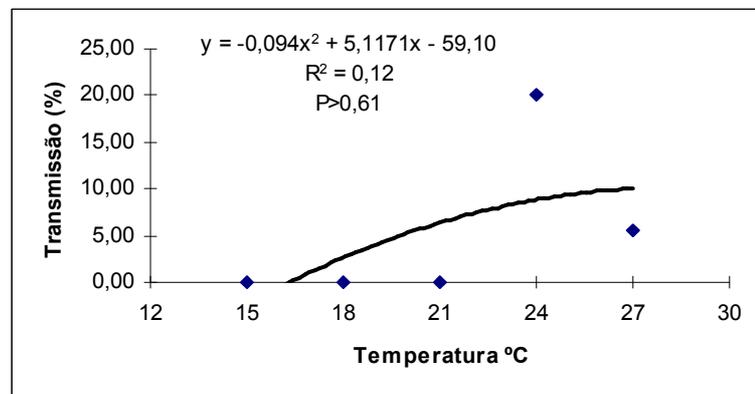
Tabela 6 - Transmissão de *Fusarium verticillioides* (%) da semente ao mesocótilo, coroa e coleóptilo de plantas de milho em função da temperatura.

Temperatura	Orgão	Tratamento			
		T+C ¹	C ²	C+T ³	Testemunha
15°C	Mesocótilo	0,0	0,0	0,0	21,0
	Coroa	0,0	7,0	0,0	28,0
	Coleóptilo	0,0	15,0	11,0	7,0
Média		0,0	7,3	3,7	18,7
Temperatura	Orgão	Tratamento			
		T+C ¹	C ²	C+T ³	Testemunha
18°C	Mesocótilo	0,0	0,0	0,0	25,0
	Coroa	0,0	3,0	0,0	24,0
	Coleóptilo	3,0	6,0	3,0	28,0
Média		1,0	3,0	1,0	25,7
Temperatura	Orgão	Tratamento			
		T+C ¹	C ²	C+T ³	Testemunha
21°C	Mesocótilo	0,0	8,0	0,0	100,0
	Coroa	0,0	14,0	0,0	100,0
	Coleóptilo	3,0	26,0	14,0	23,0
Média		1,0	16,0	4,7	74,3
Temperatura	Orgão	Tratamento			
		T+C ¹	C ²	C+T ³	Testemunha
24°C	Mesocótilo	17,0	11,0	60,0	23,0
	Coroa	20,0	34,0	27,0	23,0
	Coleóptilo	3,0	28,0	26,0	70,5
Média		13,3	24,3	37,7	38,8
Temperatura	Orgão	Tratamento			
		T+C ¹	C ²	C+T ³	Testemunha
27°C	Mesocótilo	25,0	29,0	53,0	69,0
	Coroa	5,5	20,0	8,5	65,0
	Coleóptilo	3,0	35,0	8,0	33,0
Média		11,2	28,0	23,2	55,7

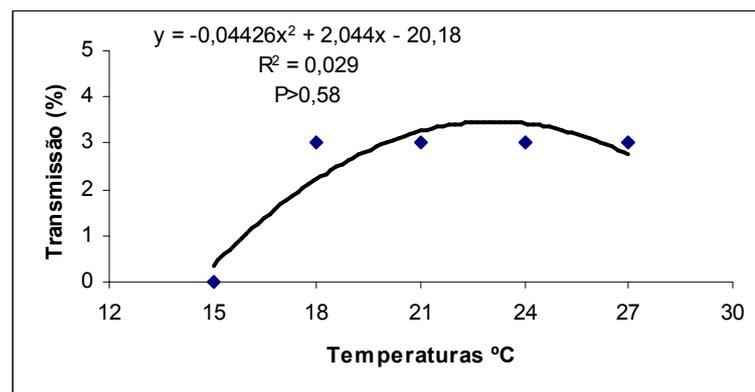
¹Tolilfluanida+Carbendazim, ²Carbendazim, ³Carbendazim+Tiram



(a)

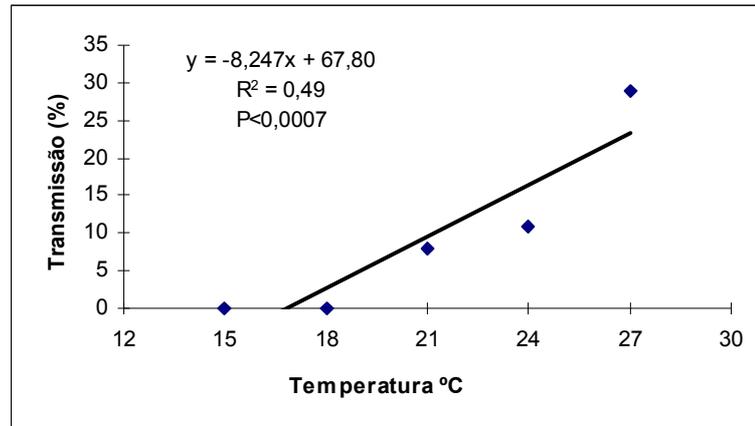


(b)

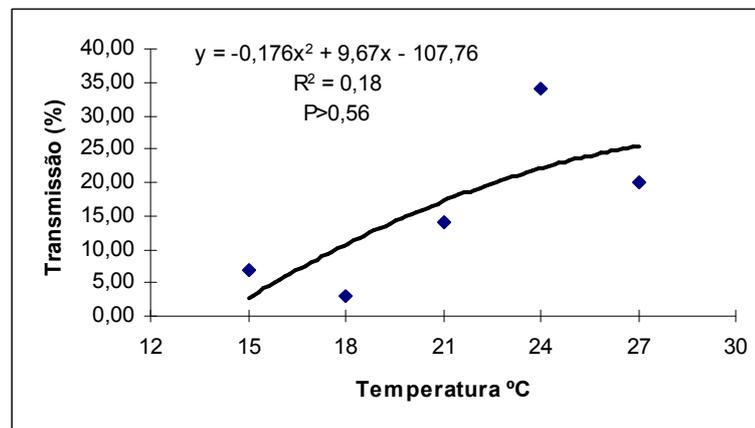


(c)

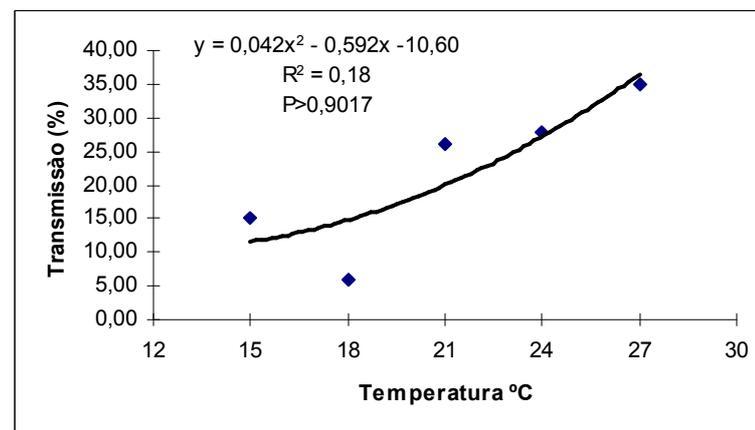
Figura 7 - Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes tratadas com tolilfluanida+carbendazim para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleótilo (c) de plantas de milho em função da temperatura.



(a)

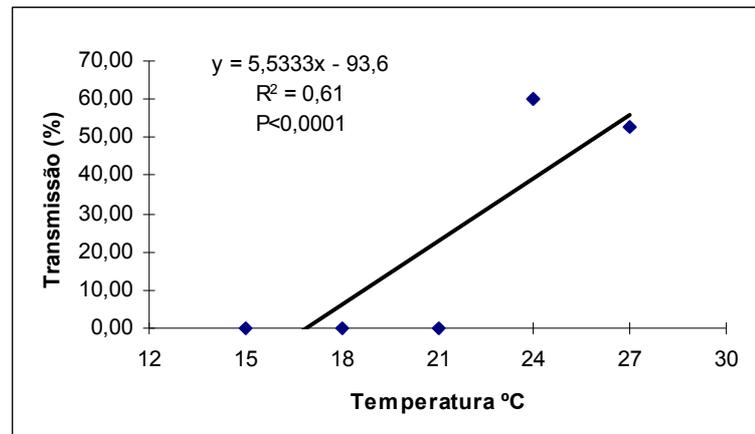


(b)

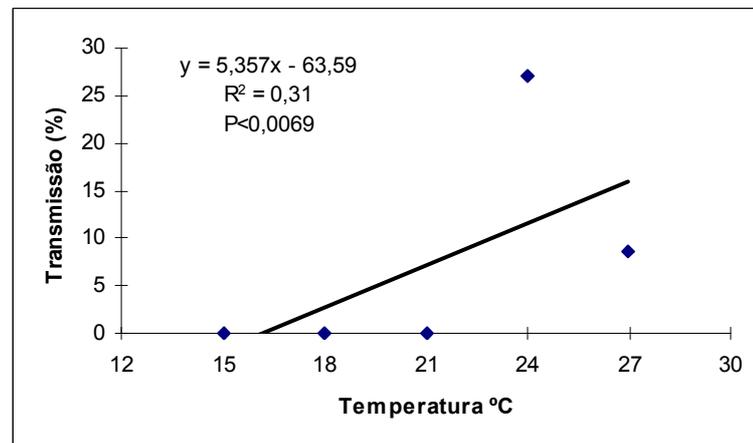


(c)

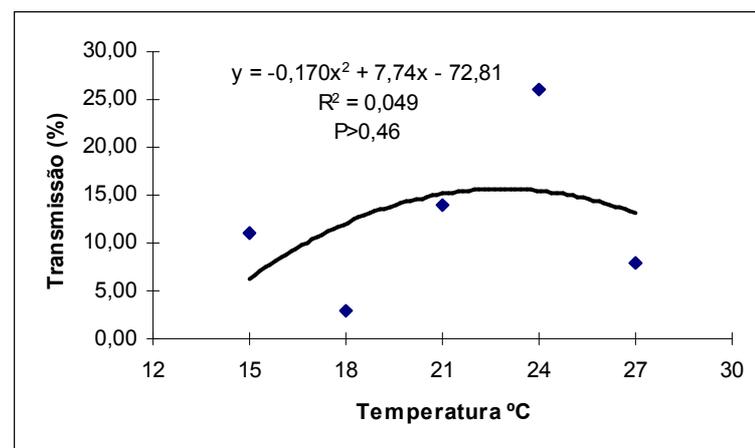
Figura 8 - Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes tratadas com carbendazim para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleótilo (c) de plantas de milho em função da temperatura.



(a)

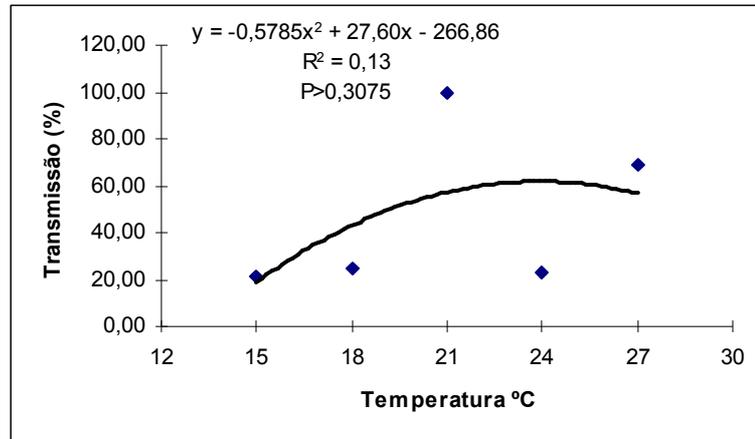


(b)

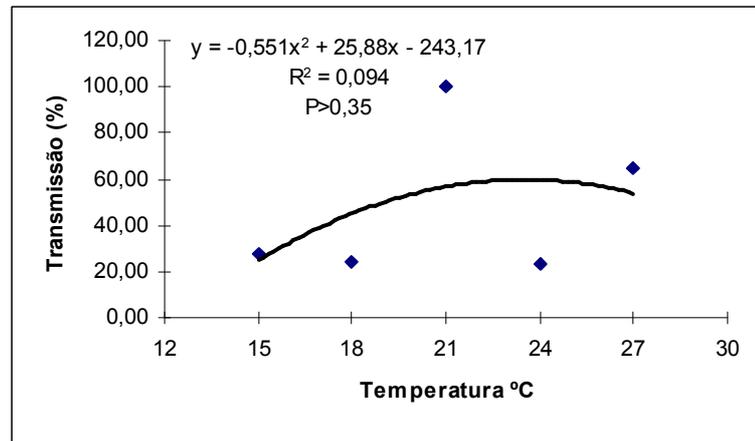


(c)

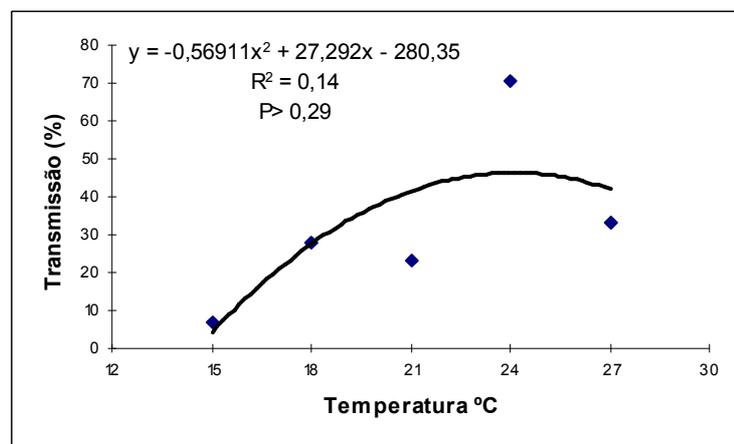
Figura 9 - Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes tratadas com carbendazim+tiram para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleóptilo (c) de plantas de milho em função da temperatura.



(a)



(b)



(c)

Figura 10 - Porcentagem de transmissão de *Fusarium verticillioides* a partir de sementes sem tratamento de fungicidas para o mesocótilo (a), coroa (b) e coleótilo (c) de plantas de milho em função da temperatura.

Em relação à intensidade de podridão radicular em plântulas de milho (Tabela 7), os dados mostraram que na temperatura de 15 °C não houve podridão radicular nas sementes tratadas com fungicidas. A maior intensidade de podridão radicular foi verificada na testemunha aos 21 °C com 34,7%, confirmando desta forma que esta temperatura também propicia a maior transmissão de *F. verticillioides* para as raízes. A intensidade de podridão radicular foi de no máximo 10,0% nas sementes que receberam tratamento com fungicidas em todas as temperaturas avaliadas (Tabela 7).

Tabela 7 - Intensidade de podridão radicular (%) de plântulas de milho em função do tratamento de sementes com fungicidas e da temperatura do solo.

Tratamento	Temperaturas °C					Média
	15	18	21	24	27	
Tolilfluanida+Carbendazim	0,0	0,4	0	3,2	2,1	1,1
Carberdazim	0,0	1,8	2,1	1,3	2,4	1,5
Carbendazim+Tiram	0,0	2,1	10,0	0,6	2,5	3,0
Testemunha	0,54	2,8	34,7	1,02	4,8	8,8
Média	0,1	1,8	11,7	1,5	2,9	

Dentre os tratamentos de sementes avaliados, a mistura tolilfluanida+carbendazim apresentou o melhor resultado de controle da transmissão de *F. verticillioides*. Através dos dados obtidos nesta pesquisa comprovou-se que a taxa de transmissão do fungo *F. verticillioides* é bastante eficiente, mesmo em sementes que receberam tratamento com fungicidas, e que a passagem do patógeno da semente para órgãos radiculares e aéreos foi influenciada pela temperatura. Também ficou evidente que a transmissão do fungo da semente para as plantas ocorre com o micélio do patógeno colonizando o sistema radicular, como informado por CASA *et al.* (1998b) para o patossistema *Diplodia* sp. e SARTORI (2004) para *F. verticillioides*. Desta forma, comprova-se que a semente de milho pode ser fonte de inóculo primário para podridão de raízes e da base do colmo, conforme sugerido por de REIS & CASA (1996); CASA *et al.* (2005a); CASA *et al.* (2006).

5.4.2 Emergência de plantas

A menor porcentagem de plantas emergidas ocorreu no tratamento testemunha a 15°C (Tabela 8). Nesta temperatura, observa-se que a emergência de plantas de milho ocorreu 9 dias após a semeadura e aos 15 dias não haviam ainda se estabilizado apresentando variações de 37 a 71% (Figura 11a). Este fato demonstra que a temperatura baixa do solo influencia de forma negativa na germinação e na emergência de plântulas de milho, como foi observado por SHURTLEFF (1973), MENTEN (1996), REIS & CASA (1996) e SEVERO (1999). A mistura do fungicida carbendazim+tiram proporcionou maior porcentagem de plantas emersas (Tabela 8, Figura 11a), sendo que o princípio ativo carbendazim isoladamente ou em mistura com a tolilfluanida não apresentou incremento na emergência de plantas em relação à testemunha (Tabela 8).

Na temperatura de 18°C houve diferença entre os tratamentos, sendo a mistura tolilfluanida+carbendazim e carbendazim+tiram as que obtiveram as maiores porcentagens de plantas emersas. Este fato pode estar relacionado com a mistura de fungicidas sistêmicos+protetores, que possibilitam desta forma aumentar o espectro de ação contra fungos presentes na semente e no solo que podem causar deterioração (REIS *et al.*, 2007). Ressalta-se que os fungos *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp. e *Penicillium* sp. foram detectados em sementes não germinadas. Nesta faixa de temperatura, a emergência de todos os tratamentos foi verificada aos 5 dias após a semeadura e a estabilização foi aproximadamente no décimo dia com variação de 87 a 100% (Figura 11 b, Tabela 8).

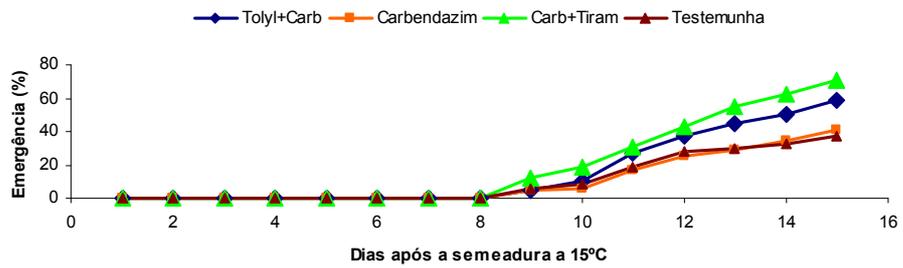
Nas temperaturas do solo de 21 °C, 24 °C e 27 °C não houve diferenças significativas entre os tratamentos com fungicidas da testemunha (Tabela 8). Nas Figuras 11 (c), 11 (d), e 11 (e) a emergência ocorreu 3 dias após a semeadura e a estabilização aos 21 °C foi aos 7 dias após a semeadura, aos 24 °C foi verificada aos 6 dias e aos 27 °C foi observada aproximadamente no quinto dia. O tratamento de sementes nestas faixas de temperaturas não foi significativo em relação à testemunha e o percentual germinativo foi acima dos 90% em todos os tratamentos. SEVERO (1999) recomenda o tratamento de sementes com temperaturas do solo superiores a 18 °C, quando estas apresentarem infecção com fungos do gênero *Stenocarpella* sp. e *Fusarium* sp., pois estes patógenos podem causar reduções da taxa de germinação e emergência de plantas. Contudo, a presença de *F. verticillioides* em sementes não tratadas, não afetou a taxa de germinação em comparação com sementes que receberam

tratamento com fungicidas (Tabela 8), corroborando com PINTO (2000b) que relata que o fungo *F. verticillioides* não afeta a germinação das sementes de milho.

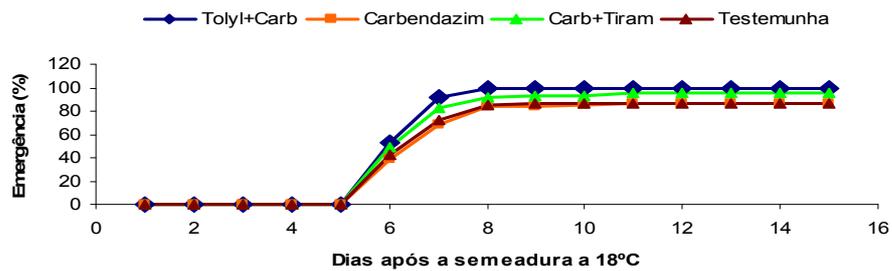
Tabela 8 - Percentagem final de plantas emersas em função da temperatura do solo e do tratamento de sementes com fungicidas em milho.

Fungicidas	Plantas emersas (%)				
	Temperaturas °C				
	15	18	21	24	27
Tolilfluanida+Carbendazim	59 AB	100 A	96 A	97 A	99 A
Carbendazim	41 AB	87 B	94 A	98 A	96 A
Carbendazim+Tiram	71 A	96 AB	99 A	96 A	99 A
Testemunha	37 B	87 B	98 A	98 A	98 A
Média	52,0	92,5	96,7	97,2	98,0
CV (%)	53,1	9,3	5,2	5,3	4,1

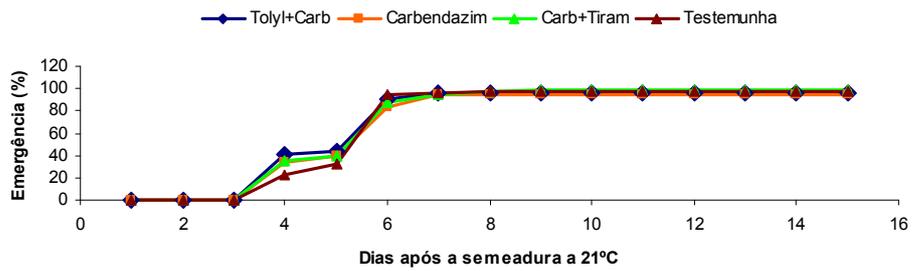
A mistura de fungicida sistêmico com protetor ofereceu melhor percentual de germinação em condições de temperatura iguais ou menores a 18 °C. Evidencia-se nesta ação de pesquisa que o tratamento de sementes é fundamental em condições adversas de semeadura como solo frio onde a velocidade de emergência é lenta, ficando as sementes mais expostas a deterioração e a patógenos de solo, corroborando com SHURTLEFF (1986); PEREIRA (1991); PINTO (1992) e SEVERO (1999).



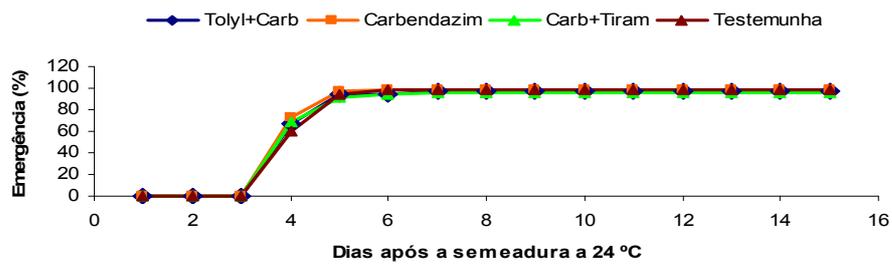
(a)



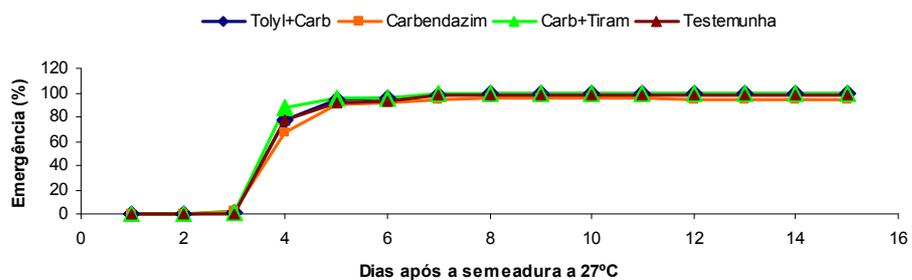
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 11 - Relação entre temperatura do solo 15 °C (a), 18 °C (b), 21 °C (c), 24 °C (d) e 27 °C (e) e tratamento de sementes com fungicidas na emergência de plantas em função do tempo após a semeadura. Lages, SC, 2008.

5.5 CONCLUSÕES

A semente constitui-se em fonte de inóculo primário para o fungo *F. verticillioides*.

A temperatura afetou significativamente a passagem do fungo *F. verticillioides* da semente para raízes, mesocótilo, coroa e coleóptilo.

O fungo *F. verticillioides* pode ser transmitido da semente para a planta de milho na faixa de temperatura do solo de 15° C a 27° C, com maior eficiência de transmissão do fungo nas temperaturas de 21 °C e 27 °C.

O tratamento de sementes com a mistura fungicida tolilfluanida+carbendazim e carbendazim+tiram foram capazes de controlar a transmissão do fungo *F. verticillioides* até a temperatura do solo de 21 °C .

A emergência de plântulas em condições de solo frio pode ser melhorada com o tratamento de sementes.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos dados obtidos nos experimentos de laboratório pode-se concluir que:

O tratamento comercial de sementes não tem alcançado a erradicação dos principais patógenos associados às sementes.

O fungicida fludioxonil+metalaxil está sendo largamente utilizado no tratamento de sementes, mas não tem controlado eficientemente fungos do gênero *Fusarium*.

A mistura de fungicidas com o grupo dos benzimidazóis no tratamento comercial proporcionou resultados mais eficientes quanto ao controle de patógenos associados as sementes.

Os melhores controles de *F. verticillioides* foram obtidos com a utilização dos princípios ativos carbendazim+tolilfluanida, carbendazim e carbendazim+tiram. Sendo que os fungicidas carbendazim+tiram e carbendazim+tolilfluanida erradicaram o fungo *F. verticillioides* “in vitro”.

A semente constitui-se em fonte de inóculo primário para o fungo *F. verticillioides*.

A temperatura do solo afetou a passagem do fungo das sementes para os órgãos aéreos e radiculares de plântulas de milho.

A transmissão foi mais eficiente na temperatura de 21 e 27 °C para o mesocótilo e coroa.

Na temperatura de 24 e 27 °C é complicado controlar o desenvolvimento do fungo, mesmo em sementes tratadas com fungicidas.

Os fungicidas tolilfluanida+carbendazim e carbendazim+tiram proporcionaram os melhores controles da taxa de transmissão

A maior intensidade de podridão radicular foi verificada na testemunha aos 21 °C.

A emergência de plantas em condições adversas de semeadura como solo frio pode ser melhorada com o tratamento de sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWAL, V.K & SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. 2 ed. CRC Press. Lewis Publishers. Boca Raton. Florida. 1997.

ALMEIDA, A.M.P. Observações sobre a incidência de algumas doenças fungicas no milho no RS. In: **Fundação de Ciência e Tecnologia – CIENTEC**. Contribuições à cultura do milho para o Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1993. p.113-122.

BACON, C.W.; HINTON, D.M. & RICHARDSON, M.D. A corn seedling assay for resistance to *Fusarium moniliforme*. **Plant Disease**, St. Paul, 78:302-305, 1994.

BALMER, E. *Doenças do milho*. In: GALLI, F. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1980. Vol. 2, p. 371-379.

BARBA, J.T.; REIS, E.M.; FORCELINI, C.A. Efeito da temperatura e de fungicida na transmissão de *Bipolaris sorokiniana* da semente para plântulas de cevada. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.27, p. 500-507, 2002.

BEDENDO, I.P. **Metodologia para detecção de Fusarium moniliforme Sheld. E sua ocorrência em sementes de milho (*Zea mays* L.) produzidas no estado de São Paulo**. (Tese de Mestrado) Piracicaba. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1978.

BERGSTROM, G.C. & NICHOLSON, R.L. The Biology of corn anhracnose. **Plant Disease**, St. Paul, 83: 596-608, 1999.

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

CARLILE, W.R. **Control of crop diseases**. New York. 2nd edition. Cambridge University Press 1995.145p.

CARMONA, M.A.; ZWEEGMAN, J.; REIS, E.M. Detection and transmission of *Drechslera avenae* from oat seed. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, p.319-321, 2004.

CARVALHO, M.L.M. **Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queroz”, Universidade de São Paulo, 1992, 98 p. (Tese Doutorado).

CASA, R.T., REIS, E.M., NERBASS, F.R. Implicações epidemiológicas da transmissão de fungos em sementes de milho. In: **Manejo de doenças de grandes culturas: feijão, batata, milho e sorgo**. Lavras: UFLA, 2006. p. 202-212.

CASA, R.T, REIS, E. M, MOREIRA, E.N. Transmissão de fungos em sementes de cereais de inverno e milho: implicações epidemiológicas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: Qualidade Fitossanitária**. Viçosa:UFV; DFP, 2005 a. p. 55-71.

CASA, R.T.; MOREIRA, E.N.; RIZZI, F.P.; AHMAD, J.; GOBBI, E. & ERHART, J. Incidência e danos de podridões do colmo em genótipos de milho em três localidades de Santa Catarina In: **V Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. Chapecó 2005 b. p. 138-141.

CASA, R.T., MOREIRA, E.N., WILLE, L.A., SANSIGOLO, A., MIRANDA, F., BOGO, A. & ALEXANDRE, F. Eficácia do tratamento de sementes de milho com fungicidas comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra de 2003/04. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 29:209. 2004 a.

CASA, R.T., REIS, E.M., ZAMBOLIM, L. Manejo integrado de doenças do milho em plantio direto. In: ZAMBOLIM, L., SILVA, A.A., AGNES, E.L. (Org.). **Manejo integrado: integração lavoura-pecuária**. Viçosa, MG, 2004 b, p. 45-72.

CASA, R.T., REIS, E.M., SEVERO, R., DENTI, E.A., TRENTO, S.M. & BLUM, M.M.C. Prevenção e controle de doenças na cultura do milho. In: SANDINI, I.E. & FANCELLI, A.L. **Milho: estratégias de manejo para a região sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 2000. p.131 – 146.

CASA, R.T., REIS, E.M., ZAMBOLIM, L. Fungos associados a sementes de milho produzidas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 23:370-373. 1998 a.

CASA, R.T., ZAMBOLIM, L.; REIS, E.M. Transmissão e controle de *Diplodia* em sementes de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 23:436-441. 1998 b.

CASA, R.T. ***Diplodia maydis* e *Diplodia macrospora* associados a sementes de milho**. 1997. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; MEDEIROS, C.A. & MOURA, F.B. Efeito do tratamento de sementes de milho com fungicidas, na proteção de fungos do solo, no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 20:633-638. 1995.

CONAB. **Indicadores agropecuários**: extraído de www.conab.gov.br - março de 2007.

CUBBY, T.F. & WALLEN, V.R. Seed-borne disease of corn in 1964 and their effect on germination. *Canadian Plant Disease Survey*, St. Paul 45:33-34, 1965.

DENTI, E.A., REIS, E.M. Levantamento de fungos associados às podridões do colmo e quantificação de danos em lavouras de milho do Planalto Médio Gaúcho e Campos Gerais do Paraná. *Fitopatologia Brasileira*, Fortaleza, 28: 585-590. 2003.

DENTI, E.A., REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de semeadura de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento de grãos do milho. *Fitopatologia Brasileira*, Fortaleza, 26: 635 – 639. 2001.

DENUCCI, S.; LEME, L. C.; PATRÍCIO, F.R.A., BORIN, R.B.R.G.; ORTOLANI, D.B. Tratamento de sementes de linhagens de milho com fungicidas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18, 1990, Vitória *Anais...* Vitória: EMCAPA, 1990. 77 p.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS EUA (USDA). Prospective plantings. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/ProsPlan/ProsPlan-03/30/2007.pdf>>. Acesso em: 30 agos. 2007.

DHINGRA, O.D. Teoria da transmissão de patógenos fúngicos por sementes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: Qualidade Fitossanitária**. Viçosa:UFV; DFP, 2005. p. 75-112.

DJAKAMIHARDJA, G.; SCOTT, G.E. & FUTRELL, M.C. Seedling reaction of inbreds and singles crosses of maize to *Fusarium moniliforme*. *Plant Disease Reporter*, 54: 301-310. 1970.

DODD, J.L; WHITE, D.G. Seed rot, seedling blight, and damping-off. In: WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1999. 78p.

DODD, J.L The role of plant stresses in development of corn stalk rots. *Plant Disease*, St. Paul, 64: 533-537. 1980.

FANCELLI, A.L., DOURADO-NETO, D. População e distribuição espacial de plantas de milho. In: **Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade**. ESALQ. Piracicaba. 2003.pp.

FANCELLI, A.L., DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FERNANDES, F.T. & OLIVEIRA, E. de. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1997. 80p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 26).

FERNANDEZ, M.R. **Manual para laboratório de fitopatologia**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNTF, 1993. 128p. (EMBRAPA-CNTF. Documentos, 6).

FLETT, B.C. & WEHNER, F.C. Incidence of Stenocarpella and Fusarium cob rots in monoculture maize under different tillage systems. **Journal of Phytopathology** 133:327-333. 1991.

FOLEY, D.C. Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme*. **Phytopathology**, Iowa, 52:870-872. 1962.

FOLEY, D.C. & WERNHAM, C. C. The effect of fertilizers on stalk rot of corn in Pennsylvania. **Phytopathology**, Iowa, 47: 11-12, 1957.

FORCELINI, C.A. **Incidência, transmissão e controle de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo** (Tese de Mestrado). Piracicaba, SP. ESALQ. 1992.

FUTRELL, M.C. & KILGOORE, M. Poor stands of corn and reduction of root growth caused by *Fusarium moniliforme*. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, 53: 213-5.

GOMES, J.; CARVALHO, A.O.R.; NAZARENO, N.R.X. **Avaliação estadual de cultivares de milho**. Londrina, IAPAR, 1981. (Informe de pesquisa, 40).

GOULART, A.C.P.; FIALHO, W.F.B. Incidência e controle de *Fusarium moniliforme* Sheldon em sementes de milho. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, v. 21, nº 1, p.216-221. 1999.

GOULART, A.C.P. Qualidade sanitária de sementes de milho “BR-201” produzidas na região de Dourados, MS, no ano de 1993. **Informativo ABRATES**, v.4, p.53-55, 1994.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de milho (*Zea mays* L.) com fungicidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 15, p. 165-169, 1993.

HOOVER, A. L. & BRITTON, P. The effects of stalk rot on corn yields in Illinois. **Plant Disease**, St. Paul, 46: 9-13. 1962.

KUCHAREK, T.A.; KOMMEDAHL, T. Kernel infection and corn stalk rot caused by *Fusarium moniliforme*. **Phytopathology**, Iowa, 56:983-984.1966.

LÂNGARO, N.C. **Deteção, transmissão e controle de *Dreschlera avenae* em sementes de aveia branca**. 1998. 131 p. (Dissertação Mestrado). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

LASCA, C.C. Tratamento de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2, 1986, Campinas, SP. **Produção de sementes sadias: inspeção de campo e tratamento de sementes**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1986. p.93-99.

LUCCA FILHO, O.A. Testes de sanidade de sementes de milho. In: SOSBR, J. & WETZEL, M.M.V.S. **Patologia de sementes**. Fundação Cargil, ABRATS-COPASEM. 430 p.

LUZ, W.C. da. **Tratamento de sementes de milho com fungicidas**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. 24p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 7).

MacDONALD, M.V., CHAPMAN, R. The incidence of *F. moniliforme* on maize from Central America, Africa and Asia During 1992-1995. **Plant Pathology** 46:112-125, 1997.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005.495p.

McGEE, D.C. **Maize disease: a reference source for seed technologists**. St. Paul: The American Phytopathological Society. 1988. 150p.

McNEW, G.L.. **Crown infection of corn by *Diplodia zeae***. Iowa: [s.n], 1937 (Iowa Agric.Exp. Stn. Res. Bull, 216).

MELCHERS, L.E. Fungi associated with Kansas hybrid seed corn. **Plant Disease reporter**, St. Paul, 40:500-506. 1956.

MENTEN, J.O.M. Tratamento de sementes. In: SOAVE, J., OLIVEIRA, M.R.M.; MENTEN, J.O.M. **Tratamento químico de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 3-23.

MENTEN, J.O.M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J.O.M. (Ed.) **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba ESALQ/FEALQ. 1991. pp.115-136.

MENTEN, J.O.M. Importância do tratamento de sementes. In: MENTEN, J.O.M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991. cap.4/16, p.203-224.

MORAES, M.H.D., MENTEN, J.O.M., GRAVENA, J.C. & ALVES, C.A. Controle químico de *F. moniliforme* em sementes de milho: metodologia de avaliação e efeitos sobre a qualidade fisiológica. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, p.626-632. 2003.

MORAES, M.H.D., ALMEIDA, R.R., SOUZA, L., MENTEN, J.O.M. & CASTRO, R.M. Avaliação do desempenho de sementes de milho tratadas com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, 24:79. 1998. (Resumo)

MORAES, M.H.D., MENTEN, J.O.M., DEMTCHENKO, A. Avaliação de fungicidas para o tratamento de sementes de milho (*Zea mays* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, Gramado, 1987. **Resumos...**Brasília: ABRATES, 1987. 188 p.

MUNKVOLD, G.P. & O'MARA, J.K. Laboratory and growth chamber evaluation of fungicidal seed treatments for maize seedling blight caused by *Fusarium* species. **Plant Disease**, St. Paul, 86:143-150. 2002.

MUNKVOLD, G.P., McGEE, D.C., CARLTON, W.M. Importance of different pathways for maize kernel infection by *Fusarium moniliforme*. **Phytopathology**, Iowa, 87:209-217. 1997.

NAZARENO, N.R.X. Avaliação de perdas por podridões de colmo em milho (*Zea mays* L.) no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 14: 82-84. 1989.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: MacMillan, 1977. 1187p.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. v.1. London. The Macmillan Press. 1983.

NERBASS, F.R., CASA, R.T., & ANGELO, H.R. Qualidade do tratamento comercial de sementes de milho com fungicidas na safra de 2006/07. In: **VI Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. Concórdia 2007. p. 84-87.

OLIVEIRA, W.F.; MIRANDA, B.A.; CAETANO, F.V.; MACHADO, L. A. & RAMALHO, V. Efeito de produtos fitossanitários no tratamento de sementes de milho (*Zea Mays* L.) visando ao controle de *Fusarium moniliforme* (SHELD). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 29(1): 65-69, 1999.

PARTRIDGE, J.E. ***Fusarium* stalk Rot**. Department of Plant Pathology, University of Nebraska – Lincoln. 1997b. Disponível em : < [http:// www.ianr.uni.edu/ plantpath/peatr...er/disease.skp/agron/corn/CoFusRot.htm](http://www.ianr.uni.edu/plantpath/peatr...er/disease.skp/agron/corn/CoFusRot.htm)>. Acesso em: 18 de outubro de 2007.

PATRÍCIO, F.R.A.; BORIN, R.B.R.G.; DENUCCI, S.; LEME, L.C.; ORTOLANI, D.B. Tratamento de sementes de milho com fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 15(2): 138, 1990.

PFENNING, H. O gênero *Fusarium*: novas tendências na sistemática e patossistemas emergentes. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 27:21-23.2002.

PEREIRA O.A.P. Tratamento de sementes de milho. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES**, 2, 1986, Campinas, SP. Produção de sementes sadias: inspeção de campo e tratamento de sementes. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1986. p.145-148.

PEREIRA, O.A.P., CARVALHO, R.V. & CAMARGO, L.E.A. Doenças do milho. In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. (Eds). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4ed. São Paulo: Agronômica Ceres, vol.2. p.477-488, 2005.

PINTO, N.F.J. de A. Avaliação da eficiência dos fungicidas tolylfluanid e tolyfluanid + carbendazim no tratamento de sementes de milho. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. V.24, n.2, p. 500-503, abr./jun., 2000a.

PINTO, N.F.J. de A. Viabilidade de sementes de milho tratadas com fungicidas e armazenadas em condições ambientais. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, 26:47-52. 2000b.

PINTO, N.F.J. de A. **Patologia de sementes de milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998. 44p. (Embrapa-CNPMS, Circular Técnica, 29).

PINTO, N.F.J. de A. eficiência de fungicidas no tratamento de sementes de milho visando o controle de *Fusarium moniliforme* e *Ptythium* sp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 32(8): 797-801.1997.

PINTO, N.F.J. de A., FERNANDES, F.T., OLIVEIRA, E. Milho. In: VALE, F.X.R., ZAMBOLIM, L. (Eds). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. p.821-863.

PINTO, N.F.J. Tratamento com fungicidas de sementes de milho. In: SOAVE, J., OLIVEIRA, M.R.M.; MENTEN, J.O.M. (Eds.) **Tratamento químico de sementes**. Anais, 4º Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Gramado, RS, 1996. pp.52-57.

PINTO, N.F.J. de A. Tratamento de sementes com fungicidas. In: **EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas. EMBRAPA-CNPMS, (Circular Técnica) 1993.

PINTO, N.F.J. de A.; MENTEN, J.O.M.; LASCA, C.C.; PEREIRA, O.P.; MORAES, M.H.D.; PEREIRA, E.S. Seleção de fungicidas para tratamento de sementes de milho. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório Técnico Anual 1988 – 1991**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1992. p. 119-20.

REIS, E.M. & CASA, R.T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2. ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2007. 176 p.

REIS, E.M.; REIS, A.C.; FORCELENI C.A. **Manual de Fungicidas: guia para controle químico de doenças de plantas**. 5. ed., rev. e ampl. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2007. 153 p.

REIS, E.M., CASA, R.T. & BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144p.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças da cevada: helmintosporioses – mancha em rede – mancha marrom – mancha estriada**. São Paulo, Beyer, 2001. 46p.

REIS, E.M.; CASA, R.T. Controle de doenças fungicas na cultura do milho em plantio direto no Sul do Brasil. In: BORGES, G. & BORGES, L.D. (eds.) **Seminário sobre tecnologia de produção e comercialização do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2000. p. 62-71.

REIS, E.M. & CASA, R.T. **Patologia de sementes de cereais de inverno**. Passo Fundo. Aldeia Norte editora. 1998 a. 88p.

REIS, E.M.; DENTI, E.; TRENTO, S.M.; CASA, R.T. & SEVERO, R. Método para quantificar os danos no rendimento de grãos causados pelas podridões da base do colmo do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 23:300. 1998 b.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Manual de identificação e controle de doenças do milho**. Passo fundo: Aldeia Norte, 1996. 80p.

REIS, A.C.; REIS, E.M.; CASA, R.T. et al. Erradicação de fungos patogênicos associados a sementes de milho e proteção de fungos de solo pelo tratamento com fungicida. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 20:585-591. 1995.

REIS, E.M. & FORCELINI, C.A. Transmissão de *Bipolaris sorokiniana*, de sementes para órgãos radiculares e aéreos do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 18:76-81, 1993.

RIBEIRO, N.A., CASA, R.T., BOGO, A., SANGOI, L., MOREIRA, É.N., WILLE, L.A. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e produtividade de grãos de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, 35: 1003-1009, 2005.

RICHARDSON, M.J. Na annotatet listo of seed-borne diseases. 3 ed. Zurich. CAB/CMI/ISTA. **Phytopathological Papers**, 23. 320p. 1979.

SALAMA, A.M. & MISHRICKY. Seed transmission of mayze wilt fungi with special reference to *Fusarium moniliforme*. **Phytopathologische Zeitschrift**, Berlin, 77: 356-362.1973.

SAMUELS, G. J. NIRENBERG, H.I. & SEIFERT, K.A. Perithecial species of *Fusarium*. In: Summerell, B.A. et al. (Eds.) Paul E. Nelson memorial Symposium. Saint Paul. MS. APS Press. 2001.

SANDINI, I.E., FANCELLI, A.L. **Milho: estratégias de manejo para a região sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 2000. 209p.

SARTORI, A.F.; REIS, E.M.; CASA, R.T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29. p. 456-458, 2004.

SARTORI, A.F. **Sementes de milho e restos culturais de aveia como fonte de inóculo para as podridões da base do colmo**. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Passo Fundo, 2003.

SEVERO R.A. **A emergência de milho: os efeitos de fatores bióticos e abióticos**. 1999. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-graduação de Fitotecnia, Porto Alegre, 1999.

SHURTLEFF, M. C. **Compendium of corn diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1992. 105p.

SHURTLEFF, M. C. **Compendium of corn diseases**. Urbana: APS Press, 1986. 105 p.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G. & STRIEDER, M.L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre. Evangraf. 2006. 63p.

SMITH, D.R.; WHITE, D.G. Disease in corn. In: Sprage, G.F. & Dudley, Y.W. (eds.). **Corn and corn improvement**. 3 ed. Madison: (s.n.), 1988. p.687-766. (Agronomy monograph, 18).

SUMNER, D.R. Ecology of corn stalk rot in Nebraska. **Phytopathology**, Iowa, 58: 755-760.1968.

SUMNER, D.R. Histology of corn kernel and seedlings infected with *Fusarium moniliforme* and *Cephalosporium* sp. **Phytopathology**, Iowa, 56: 903. 1966.

TANAKA, M.A.S. & BALMER, E. Efeito de temperatura e dos microorganismos associados ao tombamento na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 5:87-93. 1980.

TOLEDO, F.F. **Tratamento de sementes**. Cooperativa, 18 (145). p.51-52.1961.

TRATAMENTO beneficia sementes. FIR. **Revista Brasileira de Fertilizantes, Inseticidas e Rações**. 12(6), p.50-53, 1970.

TRENTO, S.M., IRGANG, H.H. & REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 27: 609-613. 2002.

TUITE, J. & CALDWELL, R.W. Infection of corn seed with *Helminthosporium maydis* and other fungi. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, 55:387-389. 1971.

VON PINHO, E.V.R., CAVARIANI, C., ALEXANDRE, A.D., MENTEN, J.O.M. & MORAES, M.H.D. Efeitos do tratamento fungicida sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, 17:23-28. 1995.

WARMKE, H.E. & SCHENCK, N.C. Occurrence of *Fusarium moniliforme* and *Helminthosporium maydis* on and in corn seed as related to T cytoplasm. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, 55: 486-489. 1971.

WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. Third Edition. The American Phytopathological Society. APS press. 1999. 78p.

ZAMBOLIM, L., CASA, R.T. & REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 25: 585-595. 2000.