

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**REAÇÃO DE CULTIVARES E CONTROLE DA
ANTRACNOSE EM SOJA**

ROSEMARI TEREZINHA DE SOUZA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia .

Passo Fundo, abril de 2009.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**REAÇÃO DE CULTIVARES E CONTROLE DA
ANTRACNOSE EM SOJA**

ROSEMARI TEREZINHA DE SOUZA

ORIENTADOR: Ph.D. CARLOS ALBERTO FORCELINI

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, abril de 2009.

R729r Souza, Rosemari Terezinha de

Reação de cultivares e controle da antracnose em soja /
Rosemari Terezinha de Souza. – 2009.

106 f. : il.; 31 cm.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade
de Passo Fundo, 2009.

Orientador: Ph.D. Carlos Alberto Forcelini.

1. Soja. 2. Soja – Doenças e pragas. 3. Soja - Qualidade. 4.
Ferrugem asiática I. Forcelini, Carlos Alberto, orientador. III.
Título.

CDU: 633.34

Catálogo: Bibliotecária responsável Priscila Jensen Teixeira –
CRB 10/1864

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais, pois sempre me deram apoio para estudar e buscar o que almejo.

Ao meu filho Breno Antonio, por estar junto comigo em todos os momentos e de me dar todo o carinho. Obrigado por estar comigo nos momentos mais difíceis.

À Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul, pela liberação para fazer o curso de Doutorado e aos colegas que me ajudaram nesta liberação.

Aos colegas e a direção da Escola Estadual de Cláudio Antonio Bemvegnú, de Água Santa, RS, por permitir e acreditar que eu seria capaz de fazer este curso, o meu muito obrigado.

Às minhas amigas, que sempre estiveram comigo nas horas mais difíceis, principalmente minha Mãe, a Tânia Mara, Márcia, Claudia, Marizete, Lucila, Tia Verginea, e as minhas irmãs Rejane, Rudinéia e Rosane, por terem sempre palavras de conforto e de encorajamento.

À Universidade de Passo Fundo, por ter me oportunizado e oferecido às condições necessárias para que eu realizasse este curso.

Ao prof. Ph.D. Erlei M. Reis, pelas vezes que me ajudou tirando as minhas dúvidas.

Ao meu orientador e prof. Ph.D. Carlos Alberto Forcelini, por sua orientação, dedicação, compreensão e paciência.

À professora Dra. Norimar D`Avila Denardim, pela sua Co-orientação pelo apoio.

À Embrapa Trigo, por disponibilizar seu acervo bibliográfico.

À professora M.Sc. Dileta Cecchetti, pelas orientações e disponibilidade para auxiliar nas análises estatística.

Aos funcionários do Laboratório de Fitopatologia, Bacteriologia, Secretaria, e a todos os professores que de alguma maneira me ajudaram na minha formação formal ou informal. O meu muito obrigado.

Ao meu irmão e aos cunhados(a), sobrinhos(as), pela força, incentivo e principalmente por acreditar em mim.

A Tia Verginea e a Rejane, por sempre me ajudar com o Breno.

A todas as pessoas de alguma maneira me ajudaram, colocando obstáculos ou tirando-os do meu caminho, pois tenho certeza que só consegui porque vocês estiveram comigo. Muito obrigado.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Lista de Tabelas | x |
| Lista de Figuras | xv |
| RESUMO | 01 |
| ABSTRACT | 03 |
| 1 INTRODUÇÃO | 05 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 07 |
| 2.1. Importância econômica da cultura da soja..... | 07 |
| 2.2. Estádios fenológicos da soja..... | 07 |
| 2.3. Doenças da soja..... | 09 |
| 2.4. Antracnose da soja | 12 |
| 2.4.1. Etiologia..... | 13 |
| 2.4.2. Fontes de inóculo..... | 14 |
| 2.4.3. Sintomas..... | 16 |
| 2.4.4. Reação de cultivares à antracnose..... | 16 |
| 2.4.5. Controle da antracnose e doenças de final de ciclo em soja..... | 18 |
| 2.5. Controle químico de doenças..... | 20 |
| 2.5.1. Conceitos e princípios gerais de controle de doenças..... | 20 |
| 2.5.2. Tratamento de órgãos aéreos..... | 22 |
| 2.5.3. Critérios para aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos..... | 23 |
| 2.5.3.1. Critérios baseados no modo de ação dos fungicidas..... | 24 |
| 2.5.3.2. Critérios baseados no estágio fenológico da Cultura..... | 25 |
| 2.5.3.3. Critérios baseados no limiar de dano Econômico..... | 26 |
| 2.5.4. Custo de aplicação de fungicida em soja..... | 27 |
| 2.6. Modos e mecanismos de ação de fungicidas | 28 |
| 2.6.1. Mecanismo de ação de fungicidas triazóis..... | 29 |
| 2.6.2. Mecanismo de ação dos fungicidas estrobilurinas..... | 31 |
| 2.6.3. Mecanismo de ação de fungicidas benzimidazóis..... | 31 |
| 2.7. Controle biológico de fitopatógenos..... | 32 |

CAPÍTULO I**REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À ANTRACNOSE**

| | |
|--------------------------------------|----|
| Resumo..... | 34 |
| Abstract..... | 35 |
| 1 Introdução..... | 35 |
| 2 Material e métodos..... | 37 |
| 3 Resultados e discussão..... | 39 |
| 4 Conclusão..... | 41 |

CAPITULO II**SENSIBILIDADE DE *Colletotrichum truncatum* A
FUNGICIDAS**

| | |
|--------------------------------------|----|
| Resumo..... | 42 |
| Abstract..... | 42 |
| 1 Introdução..... | 43 |
| 2 Material e métodos..... | 45 |
| 3 Resultados e discussão..... | 48 |
| 4 Conclusão..... | 49 |

CAPÍTULO III**CONTROLE PREVENTIVO DA ANTRACNOSE PELOS
TRATAMENTOS QUÍMICO E BIOLÓGICO**

| | |
|--------------------------------------|----|
| Resumo..... | 52 |
| Abstract..... | 53 |
| 1 Introdução..... | 54 |
| 2 Material e métodos..... | 56 |
| 3 Resultados e discussão..... | 60 |
| 4 Conclusão..... | 64 |

CAPITULO IV**CONTROLE CURATIVO DE *Colletotrichum truncatum*
EM SOJA.**

| | |
|--------------------------|----|
| Resumo..... | 65 |
| Abstract..... | 66 |
| 1 Introdução..... | 67 |

| | |
|--|-----------|
| 2 Material e métodos..... | 68 |
| 3 Resultados e discussão..... | 70 |
| 4 Conclusão..... | 77 |
| | |
| CAPITULO V | |
| CONTROLE DA ANTRACNOSE DA SOJA EM | |
| EXPERIMENTOS EM CAMPO | |
| Resumo..... | 78 |
| Abstract..... | 79 |
| 1 Introdução..... | 80 |
| 2 Material e métodos..... | 82 |
| 3 Resultados e discussão..... | 83 |
| 4 Conclusão..... | 91 |
| | |
| CONCLUSÃO GERAL..... | 92 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 94 |

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

| Tabela | | Página |
|---------------|---|---------------|
| 1 | Incidência da antracnose em folíolos em cultivares de soja, após inoculação de <i>Colletotrichum truncatum</i> , com 4×10^4 esporos.mL ⁻¹ , em diferentes estádios fenológicos. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 40 |

CAPÍTULO II

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | Inibição (%) do crescimento micelial de <i>Colletotrichum truncatum</i> em função da adição de fungicidas ao meio de cultura BDA. Resultados médios de três ensaios. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 49 |
|----------|--|----|

CAPITULO III

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Severidade da antracnose da soja, cultivar Caiapônia, em função da aplicação preventiva com o antagonista (<i>Bacillus</i> sp.). UPF, Passo Fundo, 2007..... | 61 |
| 2 | Severidade da antracnose da soja, cultivar Caiapônia, em função da aplicação preventiva de fungicidas. UPF, Passo Fundo, 2007.. | 62 |
| 3 | Severidade foliolar da antracnose da soja na cultivar CD 219 RR, em função de inoculações em diferentes intervalos após a aplicação de fungicidas. Experimento 4. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 62 |
| 4 | Severidade foliolar da antracnose da soja, cultivar CD 219 RR, em função de inoculações em diferentes intervalos após a aplicação de fungicidas. Experimento 5. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 63 |
| 5 | Incidência foliolar da antracnose da soja em 14 diferentes cultivares inoculadas com <i>Colletotrichum truncatum</i> , com e sem a utilização do antagonista na formulação F4, no estádio V1-V2. experimento 6: UPF, Passo Fundo, 2007..... | 63 |

CAPÍTULO IV

- | | | |
|----------|---|----|
| 1 | Incidência e severidade em folíolos, severidade em folíolos e incidência de <i>Colletotrichum truncatum</i> em folíolos incubados em câmara úmida, sob aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de plantas de soja, cv. Caiapônia. Experimento 1. UPF, Passo Fundo, 2006..... | 71 |
| 2 | Controle da severidade da antracnose com base na severidade, em função de aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de <i>Colletotrichum truncatum</i> em soja, cv. Caiapônia. Experimento 1. UPF, Passo Fundo, 2006..... | 72 |
| 3 | Incidência da antracnose em folíolos, severidade em folíolos e incidência de <i>Colletotrichum truncatum</i> em folíolos incubados em câmara úmida, sob aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de plantas de soja, cv. ND 6001. Experimento 2. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 73 |
| 4 | Porcentagem de controle da antracnose com base na severidade, em função de aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de <i>Colletotrichum truncatum</i> em soja, cv. ND 6001. Experimento 2. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 74 |
| 5 | Incidência da antracnose em folíolos, severidade em folíolos e incidência de <i>Colletotrichum truncatum</i> em folíolos incubados em câmara úmida, sob aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de plantas de soja, cv. ANTA 82. Experimento 3. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 75 |
| 6 | Porcentagem de controle da antracnose com base na severidade, em função de aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de <i>Colletotrichum truncatum</i> em soja, cv. Anta 82. Experimento 3. UPF, Passo Fundo, 2007..... | 75 |

CAPÍTULO V

- | | | |
|----------|--|--|
| 1 | Ingredientes ativos, produtos comerciais, doses e épocas de aplicação avaliadas no controle da antracnose da soja, safra | |
|----------|--|--|

| | | |
|---|--|----|
| | 2005/06. UPF, Passo Fundo RS..... | 83 |
| 2 | Ingredientes ativos, produtos comerciais, doses e épocas de aplicação avaliadas no controle da antracnose da soja, safra 2006/07. UPF, Passo Fundo..... | 84 |
| 3 | Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos (PMG) e rendimento de grãos da cultivar CD 219, em função de diferentes esquemas de aplicação visando o controle da antracnose e de doenças de final de ciclo em soja, safra 2005/06. UPF, Passo Fundo-RS..... | 85 |
| 4 | Incidência e severidade da antracnose em vagens da cultivar CD 219 RR, em função de diferentes esquemas de aplicação de fungicida em soja, safra 2005/06. UPF, Passo Fundo-RS..... | 87 |
| 5 | Incidência de <i>Colletotrichum truncatum</i> (CT), <i>Fusarium graminearum</i> (FG), <i>Fusarium equiseti</i> (FE) e <i>Phomopsis</i> sp. (PH) em sementes da cultivar CD 219 RR, em função de diferentes esquemas de aplicação de fungicidas em soja, safra 2005/06. UPF, Passo Fundo-RS | 88 |
| 6 | Incidência de <i>Colletotrichum truncatum</i> em vagens e grãos, em função de esquemas de aplicação de fungicidas para controle de doenças em soja (cv. CD 219 RR), safra 2006/07. UPF, Passo Fundo-RS..... | 89 |
| 7 | Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos (PMG) e rendimento de grãos em função de esquemas de aplicação de fungicidas para controle de doenças em soja (cv. CD 219 RR), safra 2006/07. UPF, Passo Fundo-RS | 89 |

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

| Quadro | | Página |
|--------|-----------------------------------|--------|
| 1 | Estádios fenológicos da soja..... | 08 |

CAPÍTULO II

| Figura | | |
|--------|--|----|
| 1 | Detalhe inferior de placas de Petri mostrando o crescimento micelial de <i>Colletotrichum truncatum</i> e os eixos utilizados para avaliação do diâmetro da colônia..... | 48 |
| 2 | Inibição do crescimento micelial (%) de <i>Colletotrichum truncatum</i> , agente causal da antracnose da soja, em função da concentração de fungicidas em meio de cultura BDA. A= carbendazim, B= tebuconazol, C= epoxiconazol + piraclostrobina, D= ciproconazol + azoxistrobina, E= ciproconazol + trifloxistrobina..... | 51 |

CAPÍTULO III

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Vista inferior de placas de Petri mostrando o crescimento micelial de <i>Colletotrichum truncatum</i> e os eixos utilizados para avaliação do diâmetro da colônia..... | 60 |
|---|--|----|

REAÇÃO DE CULTIVARES E CONTROLE DA ANTRACNOSE EM SOJA

Rosemari Terezinha de Souza¹ & Carlos Alberto Forcelini²

RESUMO: A antracnose atinge proporções epidêmicas no cerrado brasileiro, onde a temperatura é mais elevada e as chuvas são normalmente mais intensas e frequentes (EMBRAPA, 2000). No Sul do Brasil, sua ocorrência é restrita aos verões mais chuvosos, embora o patógeno seja frequentemente isolado em haste e vagens assintomáticas. O manejo da doença em condições de campo tem sido limitado pela falta de informação sobre a suscetibilidade dos cultivares e a eficácia das aplicações de fungicidas. Tais fatores motivaram a realização deste estudo, o qual envolve a avaliação da reação de cultivares em diferentes estádios de crescimento, a sensibilidade de *Colletotrichum truncatum* aos principais tipos de fungicidas utilizados em soja, o desempenho de aplicações preventivas ou curativas de fungicidas em casa-de-vegetação e sua avaliação em condições de campo. Os trabalhos foram conduzidos no período de 2005 a 2008, na Universidade de Passo Fundo. Nos testes para avaliação dos cultivares, a incidência da doença e a suscetibilidade foram maiores em plantas jovens. Todos as 16 cultivares (Caiapônia, BRS 154 RR, BRS 242 RR, BRS 244 RR, CD

¹ Bióloga, aluna do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia.

² Eng.-Agr., Ph.D., professor titular da FAMV/UPF, orientador, forcelini@upf.br

212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, AG 6001 RR, AG 6445 RR e AG 8000 RR) foram suscetíveis à antracnose, especialmente nos estádios iniciais de crescimento. Na avaliação da fungitoxicidade de fungicidas, a concentração necessária para inibir em 50% o crescimento do micélio do fungo (DE_{50}) variou de 1,05 $mg.L^{-1}$ para epoxiconazol + piraclostrobina a 2,6 $mg.L^{-1}$ para ciproconazol + trifloxistrobina, 4,95 $mg.L^{-1}$ para tebuconazole, 9,9 $mg.L^{-1}$ para ciproconazol + azoxistrobina e 100 $mg.L^{-1}$ para carbendazim. Em aplicações preventivas, os fungicidas acima protegeram as plantas por um período de até 12 dias após o tratamento. Por outro lado, o efeito curativo dos fungicidas só foi possível até cinco a seis dias após a inoculação e variou em função da cultivar utilizada. Em campo, esquemas de controle com duas aplicações dos fungicidas carbendazim, tebuconazole, ciproconazol + azoxistrobina, ciproconazol + trifloxistrobina ou epoxiconazol + piraclostrobina apresentaram eficácia inferior a 50%, mas resultaram em rendimento de grãos maior que a testemunha. Aplicações iniciadas em R1 produziram melhores resultados que aquelas em R2. Concluiu-se que vários cultivares de soja são suscetíveis à antracnose, especialmente em plantas jovens, e que o controle químico da doença é medianamente eficaz, o que demanda a adoção de outras estratégias de controle, como a rotação de culturas e o uso de sementes de soja tratadas.

REACTION OF CULTIVARS AND CONTROL OF ANTHRACNOSE ON SOYBEANS

ABSTRACT: Anthracnose is one of the most important diseases of soybeans in warm and rainy regions of Brazil. In the South, the disease occurs in rainy summers, although the causal agent is recovered every year from asymptomatic plant tissues. Anthracnose can occur from seedling emergence to adult plant stages and its field management has been limited by cultivars susceptibility and low efficacy of fungicide spray programs. Such factors led to this study, which comprises evaluations of cultivar reaction, sensibility of *Colletotrichum truncatum* to fungicides, and performance of fungicides in both preventive and curative applications, as well as in field conditions. The experiments were carried out at the Universidade de Passo Fundo, from 2005 to 2008. Disease incidence and cultivar susceptibility were higher as plants were inoculated at younger stages. At V1-V2, for example, all cultivars (Caiapônia, BRS 154 RR, BRS 242 RR, BRS 244 RR, CD 212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, AG 6001 RR, AG 6445 RR, and AG 8000 RR) were susceptible, especially in early growth stages. The fungicide concentration needed to inhibit *in vitro* fungal growth by 50% was 1.05 mg.L⁻¹ to epoxyconazol + pyraclostrobin, 2.6 mg.L⁻¹ to cyproconazol + trifloxystrobin, 4.95 mg.L⁻¹ to tebuconazol, 9.9 mg.L⁻¹ to cyproconazol + trifloxystrobin, and 100 mg.L⁻¹ to carbendazim. Preventive sprays of the same fungicides protected plants for 12 days after application. Curative control of disease latent infections was

possible up to five or six days after inoculation and varied between cultivars. Field spray programs with two applications of the fungicides carbendazin, tebuconazol, ciproconazol + azoxystrobin, cyproconazol + trifloxystrobin, or epoxiconazol + pyraclostrobin reduced disease incidence on pods by less than 50%, but resulted in increased grain yields over non-treated plots. Disease control and grain yield were better when spray programs initiated at R1 instead R2. Because most soybean cultivars are very susceptible to anthracnose and chemical control is only partially efficacious after disease establishment into plants, other control strategies such as crop rotation and use of treated seeds are highly recommended.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma das mais importantes no agronegócio brasileiro. Atualmente o Brasil é o segundo produtor mundial, mas tem condições de crescer ainda mais, tanto em área de cultivo como em produtividade.

Com o aumento expressivo da área cultivada com soja, a maior parte em monocultura e sob semeadura direta, algumas doenças fúngicas aumentaram sua freqüência e intensidade, entre elas a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & Moore. Essa doença tem causado danos expressivos ao rendimento de grãos de 15% a 20% da produção total, especialmente no Brasil central, onde as condições de clima (temperatura superior a 25 °C e molhamento maior que 24 horas) são mais favoráveis à antracnose (EMBRAPA, 1999).

Outras doenças foliares importantes ocorrem na cultura da soja, como a ferrugem asiática, o oídio, a mancha-alvo, a mela e as doenças de final de ciclo. Pelos danos que causa, a ferrugem asiática tem recebido maior atenção nos estudos sobre manejo de doenças, assim como tem sido prioridade na definição de programas de controle com fungicidas, que nem sempre contemplam as particularidades das outras doenças.

As aplicações de fungicidas em soja são mais freqüentes na fase reprodutiva da cultura, exceto quando a ferrugem ocorre mais cedo. A antracnose tem suas principais fontes de inóculo as sementes infectadas e os restos culturais, sendo uma das primeiras doenças a se

estabelecer na cultura. Por esse motivo, aplicações realizadas a partir da floração são pouco eficazes para a antracnose (YORINORI, 2000). É necessário, portanto, avaliar como se comportam as aplicações de fungicida, preventivas ou curativas, na fase vegetativa da soja.

Outro ponto pouco estudado é a reação de cultivares à doença. Atualmente, há muitos genótipos disponíveis, mas poucas informações sobre sua resistência ou suscetibilidade à antracnose.

Diante deste cenário, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a reação de cultivares e o controle da antracnose sob diferentes perspectivas. O mesmo é organizado em cinco capítulos, onde se visa avaliar: 1) a reação de cultivares de soja em diferentes estádios de crescimento, 2) a fungitoxicidade *in vitro* de ingredientes ativos em relação ao patógeno, 3) o tempo de proteção conferido por aplicações preventivas de fungicidas, 4) a ação curativa sobre infecções já estabelecidas e 5) o desempenho de diferentes esquemas de aplicação sobre o controle da doença e o rendimento de grãos em condições de campo. Espera-se fornecer subsídios para otimização do manejo da doença e sustentabilidade da cultura da soja nas regiões onde a antracnose é mais freqüente e importante.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa cultivada pelos chineses há mais de 5.000 mil anos e apresenta importância como oleaginosa no mercado mundial. A expansão da cultura no Brasil aconteceu a partir dos anos 70, em razão do interesse crescente da indústria de óleo e da demanda do mercado internacional (ZOCKUN, 1978).

A safra mundial de soja em grãos cresceu de 104 milhões de toneladas em 1990 para 221 milhões de toneladas em 2005. Nesse mesmo período, a produção brasileira aumentou de 15,7 para 58,5 milhões de toneladas, fazendo do país o segundo maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos. O rendimento médio por hectare aumentou de 1615 kg para 2721 kg. Com esta dimensão, a soja representa 12% do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio do país (IBGE, 2009).

2.2. Estádios fenológicos da soja

O ciclo da soja, computado da germinação à maturação fisiológica, pode variar de 75 a 200 dias (SEDIYAMA *et al.*, 1996). O mesmo é dividido em duas fases, vegetativa e reprodutiva, as quais são fracionadas em estádios, como pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1: Estádios fenológicos da soja

| Estádio | Descrição |
|---|--|
| I. Fase vegetativa | |
| VC | Da emergência a cotilédones abertos. |
| V1 | Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas. |
| V2 | Segundo nó; primeiro trifólio aberto. |
| V3 | Terceiro nó; segundo trifólio aberto. |
| Vn | Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração. |
| II. Fase reprodutiva (observação na haste principal) | |
| R1 | Início da floração até 50% das plantas com uma flor. |
| R2 | Floração plena. Maioria dos racemos com flores abertas. |
| R3 | Final da floração. Vagens com até 1,5 cm de comprimento. |
| R4 | Vagens no terço superior com 2-4 cm, sem grãos perceptíveis. |
| R5.1 | Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação. |
| R5.2 | Maioria das vagens com granação de 10%-25%. |
| R5.3 | Maioria das vagens entre 25% e 50% de granação. |
| R5.4 | Maioria das vagens entre 50% e 75% de granação. |
| R5.5 | Maioria das vagens entre 75% e 100% de granação. |
| R6 | Vagens com granação de 100% e folhas verdes. |
| R7.1 | Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens. |
| R7.2 | Entre 51% e 75% de folhas e vagens amarelas. |
| R7.3 | Mais de 76% de folhas e vagens amarelas. |
| R8.1 | Início a 50% de desfolha. |
| R8.2 | Mais de 50% de desfolha à pré-colheita. |
| R9 | Ponto de maturação de colheita. |

Fonte: Ritchie et al. How a soybean plant develops. Iowa State Univ. of Science and Technol. Coop. Ext. Serv. Special Report, 53, 1982. 20 p. (adaptado por J. T. Yorinori, 1996).

A emergência da plântula ocorre entre quatro e dez dias após semeadura, dependendo das condições de umidade, temperatura e da profundidade de semeadura (BERLATO, 1987; MENOSSO, 2000). O

período vegetativo se estende até a formação da terceira à quinta folha trifoliolada (40 a 70 dias), quando a planta está apta a receber a indução floral. O período de floração pode variar de sete a 15 dias, quando se inicia o crescimento do fruto. A maturação fisiológica dos grãos ocorre de 40 a 70 dias após o final da floração (COSTA, 2005).

2.3. Doenças da soja

Com a expansão da cultura, sem a utilização de práticas de manejo adequadas, como a rotação de culturas, aumentou o número de doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematóides (ALMEIDA *et al.*, 2005; YORINORI, 2000). As doenças foliares da soja antecipam a senescência das plantas, determinam a formação de grãos pequenos e resultam em produtividade significativamente menor (ALMEIDA *et al.*, 1997; YORINORI, 2000; BALARDIN, 2002).

O complexo de doenças foliares da soja no Rio Grande do sul compreende algumas das seguintes moléstias foliares e seus respectivos patógenos: oídio, *Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takamatsu; cretamento foliar de cercospora, *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner; septoriose ou mancha-parda, *Septoria glycines* Hemmi; antracnose, *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus e Moore; e a ferrugem asiática, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow (BALARDIN, 2002). A antracnose, o cretamento foliar de cercospora e a septoriose fazem parte do complexo de doenças de final de ciclo da soja.

As doenças reduzem a quantidade e qualidade dos grãos colhidos, fator este atribuído à diminuição da área fotossintética da

planta, induzindo a mesma à senescência. Estes danos podem ser maiores caso ocorram associadas a outras enfermidades. A ocorrência de uma doença, em geral não depende do estágio fenológico, mas sim da suscetibilidade do cultivar, da presença do inóculo, da agressividade/virulência do agente causal e das condições climáticas (REIS, 2001).

Entre as principais medidas de controle destas doenças, destacam-se: o uso de sementes sadias, o tratamento de semente com fungicidas, doses e veículos eficientes, a aplicação de fungicidas no período do início do florescimento até o enchimento de grãos, associados a uma rotação adequada com espécies não suscetíveis, visando à redução do potencial de inóculo (SINCLAIR & BACKMAN, 1989).

Embora a resistência genética seja a forma mais econômica e eficaz para o controle de doenças, não se dispõem ainda de cultivares resistentes, sendo o controle químico uma das alternativas para o controle das DFC. Inúmeros trabalhos já realizados apontam para a viabilidade econômica do controle químico, porém os resultados obtidos são em função do local, clima, cultivar, potencial da cultura, época de semeadura, fungicida e época de aplicação (YORINORI, 1997; PICININI & FERNANDES, 1998).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos onde tem se procurado avaliar os princípios ativos, doses e momentos de aplicação (ANDRADE *et al.*, 1999), todavia, a eficácia e período de proteção conferido pelos produtos carecem de maiores informações. Um dos aspectos mais importantes na racionalização do controle químico em

soja é o momento indicado para iniciar o controle químico com o uso de fungicidas.

Segundo Balardin (2002), resultados de pesquisa demonstraram que a aplicação durante ou após o estágio reprodutivo R5 (enchimento do grão) limita a resposta ao tratamento e reduz as diferenças existentes entre os fungicidas. Por outro lado, a antecipação da aplicação para estádios anteriores ao R4 (início da formação do grão) potencializa a resposta, possibilita a obtenção de rendimentos maiores e permite melhor desempenho dos fungicidas, uma vez que tanto a quantidade de doença a ser controlada como os danos por elas já provocados são menores (FORCELINI et al., 2002). Isto tem tido reflexo nas orientações da pesquisa quanto ao posicionamento do tratamento destas doenças, as quais mudaram de R4-R6 em 1997, para R4-R5.5 em 1999, R4-R5.3 em 2001, e R2-R5.3 em 2002 (REUNIÃO..., 2002).

Deve-se considerar, entretanto, que na recomendação do controle químico é necessário levar em conta a presença e a quantidade da doença, visto serem indicadores fundamentais para obter-se resultado econômico positivo esperado. A aplicação de fungicidas baseado em estádios fenológicos apresenta, como desvantagem, que, às vezes, não há necessidade de controle. Dentre os critérios para o controle de doenças de final de ciclo (DFC), Hoffmann (2004) sugere o limiar de ação (LA), determinado segundo um sistema de pontuação que considera a precipitação pluvial, o potencial de inóculo (presença/ausência de restos culturais), níveis de potássio no solo, ciclo do cultivar, tratamento de sementes e etc. A esses fatores são atribuídos valores numéricos relativos à sua importância. Esse

sistema foi validado no Rio Grande do Sul, oferecendo mais segurança quanto ao retorno econômico a ser observado na aplicação dos fungicidas.

2.4. Antracnose da soja

Embora de menor importância no Sul do Brasil, a antracnose atinge proporções epidêmicas nas regiões mais quentes e úmidas do cerrado, onde a temperatura é mais elevada e as chuvas são normalmente mais intensas e frequentes (EMBRAPA, 2000). A doença também é importante nas condições de Roraima, onde a soja é uma cultura recente (NECHET *et al.*, 2003 e 2004).

Sob condições de alta umidade (molhamento foliar), a antracnose causa apodrecimento e queda das vagens, abertura das vagens imaturas e germinação dos grãos em formação. Além das vagens, o patógeno infecta a haste e outras partes da planta, causando manchas castanho-escuras. Também é possível que seja uma das principais causadoras da necrose da base do pecíolo que, nos últimos anos, tem sido responsável por severas perdas de soja nos Cerrados e cuja etiologia ainda não está esclarecida (KLINGELFUSS & YORINORI, 2001).

A antracnose é favorecida por chuvas frequentes e temperaturas entre 25 e 35°C, porém, outros fatores como o excesso de plantas, monocultivo de soja, menor espaço entre as linhas de cultivo, uso de sementes infectadas, infestação por percevejos e deficiências nutricionais, principalmente de potássio, contribuem para maior incidência da doença (KLINGELFUSS & YORINORI, 2000).

A maior intensidade da antracnose nos Cerrados também é devida ao uso de sementes infectadas, que tem apresentado a presença do patógeno em amostras avaliadas através do teste de blotter (incubação em sobre papel de filtro). Sementes oriundas de lavouras que sofreram atraso de colheita, devido às chuvas, apresentaram porcentagens de infecção superiores a 50% (ALMEIDA *et al.*, 1997).

2.4.1. Etiologia

A antracnose da soja tem como agente causal o fungo *Colletotrichum truncatum*, pertencente à classe Coelomycetes, ordem Melanconiales, sub-divisão Deuteromycotina, divisão Eumycota. O fungo forma acérvulos típicos, com setas pigmentadas e septadas, conidióforos eventualmente ramificados próximo à base, células conidiogênicas cilíndricas, hialinas e fialídicas, conídios unicelulares, hialinos, cilíndricos ou falcados, com apressório pigmentado na germinação. Em cultura pura, o conidioma é freqüentemente reduzido, o tecido basal e as setas podem estar ausentes ou a célula conidiogênica pode ser formada diretamente no micélio. Os conídios medem 19,5 a 24 x 2 a 2,5 µm, são fortemente curvados, fusiformes com as extremidades afiladas. Os apressórios são abundantes, com 8 a 11,5 x 6,5 a 8 µm, clavados ou circulares, formando complexas cadeias ramificadas. O fungo *Colletotrichum truncatum* é considerado por alguns autores como semelhante a *Colletotrichum capsici*, podendo ser distinguido por seus hospedeiros e regiões de ocorrência (*C. truncatum* é mais comum em regiões temperadas) (SUTTON, 1992; ALEXOPOULOS *et al.*, 1996).

Algumas espécies de *Colletotrichum* têm sua fase teleomórfica no gênero *Glomerella*, classificado na família Phyllachoraceae, ordem Phyllacorales e classe Pyrenomycetes, sub-divisão Ascomycota, divisão Eumycota. *Glomerella* possui ascoma peritecial escuro, globoso ou piriforme, com parede fina e sem material estromático, ostíolo levemente papilado e envolto por perífises, ascos cilíndricos a clavados e ascósporos hialinos, elipsóides a fusiformes (SUTTON, 1992; ALEXOPOULOS *et al.*, 1996).

2.4.2. Fontes de inóculo

As duas principais fontes de inóculo da antracnose são as sementes e os restos culturais, embora o fungo possa estar presente em outras plantas hospedeiras. Os patógenos podem estar associados às sementes de diferentes maneiras, simplesmente acompanhando-as, aderidos à sua superfície e carregados de forma passiva ou, transportados nos tecidos internos, infectando as sementes. No caso de *Colletotrichum* spp., o fungo é transportado principalmente nos tecidos internos (BAKER & SMITH, 1966; TANAKA & MACHADO, 1985; MACHADO, 1994).

Henning (1999), durante seis anos fez um levantamento da ocorrência dos principais patógenos em sementes de soja, produzidas nas mais diversas e representativas regiões de produção de soja do Brasil, entre as safras 1992/93 a 1996/97. Amostras de 2.051 lotes de sementes de diversas cultivares, provenientes de nove localidades, foram analisadas quanto à sanidade, pelo método do papel-de-filtro. O fungo *C. kikuchii* foi o patógeno mais freqüente na maioria dos

locais, exceto em Rondonópolis, MT, e Dourados, MS, e também o de maior incidência média, exceto em Dourados, MS, e Imperatriz, MA. *Fusarium sp.* foi o fungo mais freqüente em Rondonópolis, MT, e Dourados, MS, e o de maior incidência média em Dourados, MS. *Phomopsis sp.* foi o patógeno de maior incidência média em Imperatriz, MA, e *C. truncatum* foi o que apresentou menor freqüência e incidência média em todos os locais. E em Passo Fundo, RS o fungo *C. truncatum* a incidência média foi de 5,3% com a média do valor máximo de 13,1%.

O uso de sementes portadoras do patógeno causa a morte de plântulas ou desenvolvimento de plantas menores e com isso a produção fica comprometida (GAMARNIK *et al.*, 1994 apud TALAMINI, 2001). Contudo, o fungo também pode ficar no estado latente no interior do tecido cortical da planta e, assim, não expressar sintomas até o final do ciclo, dependendo do clima de cada local (ALMEIDA *et al.*, 1997).

Além dos restos culturais da própria soja, o fungo pode sobreviver em outras leguminosas, como a lentilha (BUCHWALDT *et al.*, 1996). Lenné (1992) relata outros hospedeiros de *C. truncatum*, como o feijão e o algodão.

Os ciclos secundários de infecção ocorrem pelos conídios produzidos em acérvulos da fase anamórfica (ALEXOPOULOS *et al.*, 1996).

2.4.3. Sintomas

Os sintomas mais característicos podem ser observados em nervuras, pecíolos e ramos tenros das partes sombreadas e em vagens em início de formação (YORINORI, 1997). As vagens infectadas nos estádios R3-R4 adquirem coloração castanho-escura a negra e ficam retorcidas; nas vagens em granação, as lesões iniciam-se por estrias de anasarca e evoluem para manchas negras e deprimidas. As nervuras, pecíolos e ramos contaminados apresentam lesões de coloração avermelhada. A antracnose pode causar morte de plântulas, necrose dos pecíolos e manchas nas folhas, hastes e vagens. Em períodos de alta umidade, as partes infectadas ficam cobertas por pontuações negras que são as frutificações do fungo (ALMEIDA *et al.*, 1997; YORINORI, 1997).

2.4.4. Reação de cultivares à antracnose

Um dos métodos de controle de fitopatógenos com melhores resultados tem sido a resistência genética. Há dois tipos de resistência, uma denominada como “raça-específica”, a qual obedece ao fundamento expresso pela lei do gene-a-gene, com pareamento específico entre genes do patógeno e do hospedeiro, sendo qualitativamente expressa durante todo o ciclo das plantas (LIU *et al.*, 2001). Outro tipo é a chamada “resistência parcial”, que atua retardando a infecção, crescimento e reprodução do patógeno em plantas adultas, mas não em plântulas (SHANER, 1973). A

durabilidade da resistência é relacionada à expressão de um conjunto de genes menores e cuja herança é considerada complexa.

A soja pode apresentar diferenças de suscetibilidade à infecção por *C. truncatum* em vários de seus órgãos, como nas folhas e hastes (KHARE & CHACKO, 1983), em sementes (HAPPERLY *et al.*, 1983; KHARE & CHACKO, 1983) e nas vagens e ramos (BACKMAN *et al.*, 1982).

Segundo Nechet *et al* (2004), em Roraima, o cultivo da soja é feito de abril a setembro onde se tem a combinação de temperatura e precipitação pluvial elevadas, favorecendo o aparecimento da mela (*Tanatephorus cucumeris*) e da antracnose. Nesta condição, os genótipos Tracajá, Pati, UFV-9, Mirador, Jataí, FT-16, Juçara, Sambaíba, Seridó, Padre, Leflore, Boa Vista, BR-36, IAC 8-2 e IAC 8 apresentaram incidência simultânea de antracnose e mela nas vagens. Houve diferença significativa entre os genótipos testados, com variações na incidência da antracnose, desde 2,8 % (Tracajá e Pati) a 29 % (IAC-8). Quando se avaliou o número total de vagens infectadas os genótipos mais resistentes foram UFV-9 (11 %), Tracajá (14 %) e Pati (14 %) e os menos resistentes BR-36 (76 %) e Leflore (68 %).

Segundo Costa (2006), em experimentos para a avaliação de resistência de soja à antracnose instalados na Universidade Federal de Santa Maria, com seis cultivares (duas resistentes, duas intermediárias e duas suscetíveis), houve diminuição na intensidade de doença, dos estádios V1/V2 para V5/V6, sugerindo a existência de “resistência de planta adulta”.

Há poucos trabalhos realizados para determinar a resistência de cultivares de soja. Mesmo a recomendação oficial de controle não

trata do uso de cultivares resistentes, preferindo métodos culturais, como a rotação de culturas, manejo do solo e adubação potássica balanceada, maiores espaçamentos e menor densidade de plantas, visando a diminuir a pressão de inóculo (RECOMENDAÇÕES, 2004; BALARDIN, 2002; BORKERT *et al.*, 1994).

2.4.5. Controle da antracnose e doenças de final de ciclo em soja

A antracnose e as doenças de final de ciclo caracterizam-se por reduzirem a qualidade e germinação dos grãos colhidos, fator este atribuído pela redução da área fotossintética da planta, induzindo a mesma a senescência. Estes danos podem ser maiores caso ocorram associadas a outras enfermidades

Entre as principais medidas de controle destas doenças, destacam-se: o uso de sementes sadias, o tratamento de semente com fungicidas, doses e veículos eficientes, e a aplicação de fungicidas no período do início do florescimento até o enchimento de grãos, associados a uma rotação adequada de espécies não suscetíveis, que contribuem na redução do potencial de inóculo (SINCLAIR & BACKMAN, 1989).

Embora a resistência genética seja a forma mais econômica e eficaz para o controle de doenças, não se dispõem ainda de cultivares resistentes, sendo o controle químico uma das alternativas para o controle das DFC. Inúmeros trabalhos já realizados apontam para a viabilidade econômica do controle químico, porém os resultados obtidos são em função do local, clima, cultivar, potencial da cultura,

época de semeadura, fungicida e época de aplicação (YORINORI, 1997; PICININI & FERNANDES, 1998).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos onde tem se procurado avaliar os princípios ativos, doses e momentos de aplicação (ANDRADE *et al.*, 1999), todavia, a eficácia e período de proteção conferido pelos produtos carecem de maiores informações. Um dos aspectos mais importantes na racionalização do controle químico em soja é o momento indicado para iniciar o controle químico com o uso de fungicidas. A antracnose ocorre na fase inicial de formação de vagens e há poucas opções de fungicidas para aplicação na soja nesta fase. Os fungicidas utilizados no tratamento de sementes conferem proteção apenas até o estágio de plântula (PICININI & FERNANDES, 1998).

Segundo Balardin (2002), resultados de pesquisa demonstraram que a aplicação durante ou após o estágio reprodutivo R5 (enchimento do grão) limita a resposta ao tratamento e reduz as diferenças existentes entre os fungicidas. Por outro lado, a antecipação da aplicação para estágios anteriores ao R4 (início da formação do grão) potencializa a resposta, possibilita a obtenção de rendimentos maiores e permite melhor desempenho dos fungicidas, uma vez que tanto a quantidade de doença a ser controlada como os danos por elas já provocados são menores (FORCELINI *et al.*, 2002). Isto tem tido reflexo nas orientações da pesquisa quanto ao posicionamento do tratamento destas doenças, as quais mudaram de R4-R6 em 1997 (REUNIÃO..., 1997) para R4-R5.5, R4-R5.3 em 2001 (REUNIÃO..., 2001) e R2-R5.3 em 2002 (REUNIÃO..., 2002).

Contudo, a ocorrência de uma doença, em geral, não depende do estágio fenológico, mas sim da suscetibilidade do cultivar, da presença do inóculo, da agressividade/virulência do agente causal e das condições climáticas. .

2.5. Controle químico de doenças

2.5.1. Conceitos e princípios gerais de controle de doenças

O uso do controle químico no manejo de doenças de plantas é, muitas vezes, uma das únicas formas de garantir altas produtividades e qualidade num sistema de produção agrícola. Muitos cultivos comercialmente importantes, onde o controle genético de fitopatógenos está ausente, provavelmente, seriam pouco rentáveis sem o emprego de fungicidas em locais ou épocas sujeitos à incidência de doenças (KIMATI, 1996).

Desde os primórdios da agricultura, a Fitopatologia preocupou-se em enfatizar o caráter econômico no controle de doenças, definindo como “a prevenção dos prejuízos de uma doença” (WHETZEL *et al.*, 1925), sendo admitido em graus variáveis (parcial, lucrativo, completo, absoluto, etc), mas aceito somente como lucrativo para fins práticos (WHETZEL *et al.*, 1929) citados por KIMATI & BERGAMIN FILHO, 1995).

Fawcetti & Lee (1926), citados por Martins (2007), consideram que na prevenção e controle das doenças deveriam ser levados em consideração a eficiência dos métodos empregados e o custo dos tratamentos, sendo que os métodos utilizados deveriam custar menos

que os prejuízos causados pela doença. Numa concepção biológica, controle pode ser definido como a redução na incidência ou severidade de uma doença. A concepção biológica é fundamental, pois é difícil o controle das doenças sem o conhecimento da sua etiologia, condições climáticas e culturais que favorecem sua evolução e das características das relações patógeno hospedeiro, além da eficiência dos métodos de controle.

Os conceitos econômicos, e biológicos estão relacionados, pois a prevenção das doenças leva à diminuição dos danos e eventualmente das perdas. A sistematização dos métodos de controle até então conhecidos, e citados por Kimati & Bergamim (1995) baseados nos princípios de Whetzel, agruparam-nos em quatro princípios biológicos gerais: exclusão - é a prevenção à entrada de um patógeno em uma área ainda não infectada; erradicação - é a eliminação de um patógeno em uma área já introduzida com o mesmo; proteção - é a interposição de uma barreira protetora entre a superfície suscetível da planta e o inoculo do patógeno antes de ocorrer a deposição; imunização - é o desenvolvimento de plantas imunes ou resistentes à entrada do inoculo em uma área. Com o tempo, a terapia foi introduzida como prática associada à redução do patógeno, na qual visa restabelecer a sanidade da planta em que o patógeno já estabeleceu uma relação parasítica. Assim, a exclusão interfere na disseminação, a erradicação na fonte de inoculo e sobrevivência, a proteção na inoculação e germinação, a imunização na penetração e colonização e a terapia na colonização e reprodução.

Os princípios de Whetzel nas relações patógeno hospedeiro, associam-se a fatores que interferem no triângulo epidemiológico de

doenças no hospedeiro e no patógeno, não ficando claro como as ações do ambiente interferem neste processo. Em vista disso, mudanças sugeridas por Marchionatto (1949) citadas por Bergamin Filho *et al.*, (1996), estabelecem medidas de controle visando alterações em modificações do ambiente, denominado de regulação. De fato, umidade, temperatura, características de solo não se encaixam no princípio de proteção. Outras medidas podem ser agrupadas no princípio da evasão, conferidas pelo plantio em épocas onde o patógeno não está ou presente ou em quantidades ineficientes.

Os princípios de controle fundamentam-se principalmente em cima de conceitos de epidemiologia, pois atuam decisivamente na relação do triângulo da relação patógeno – hospedeiro – ambiente, impedindo ou retardando o desenvolvimento seqüencial dos eventos da relação do ciclo patógeno-hospedeiro. Os princípios de controle de doenças e o modo de atuação de cada um deles [adaptado de Roberts & Boothroyd, (1984)], podem utilizar três estratégias para minimizar o efeito das doenças: a) eliminar o inóculo inicial da doença ou retardar o seu aparecimento; b) diminuir a taxa de desenvolvimento da doença; c) encurtar o período de exposição da cultura ao patógeno.

2.5.2. Tratamento de órgãos aéreos

O tratamento de órgãos aéreos corresponde na aplicação periódica de fungicidas em folhas, ramos e frutos, com vistas a prevenir a infecção ou paralisar a colonização já estabelecida. Os fungicidas aplicados podem ser protetores e/ou curativos/erradicativos. O tratamento de órgãos aéreos tem por

objetivo reduzir a fonte de inóculo, evitar ou prevenir a infecção dos órgãos ou tecidos do hospedeiro e paralisar o processo de colonização do patógeno. O programa de controle sempre deve considerar todo o patossistema ocorrente na região, observando-se o estágio fenológico da cultura, os danos atribuídos do agente causal, o custo da aplicação do controle químico e o espectro de ação do fungicida a ser utilizado (REIS *et al.*, 2007).

2.5.3. Critérios para aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos

Os fungicidas podem ser classificados como preventivos, curativos e erradicativos (HEWIT, 1998), conforme as subfases da infecção em que o fungicida atua, compreendidas pela deposição, germinação dos esporos, penetração do tubo germinativo e início da colonização do hospedeiro. Os fungicidas preventivos tem ação protetora ou de pré-penetração, inibindo a germinação e impedindo a penetração do fungo nos tecidos da planta hospedeira. Os curativos agem após a penetração do patógeno na planta, mas antes do aparecimento dos sintomas. Os fungicidas com ação erradicativa atuam no estágio de pós-sintoma, como na ação inibitória do crescimento micelial dos oídios ou das estruturas dos fungos causadores de ferrugens. A cura refere-se somente a morte do fungo, não ocorrendo a recuperação dos tecidos atacados.

Segundo Reis (2007), estão disponíveis várias opções quanto à tomada de decisão para aplicação de fungicidas visando o controle das doenças de origem fúngica nos órgãos aéreos das culturas. Podem os

mesmos ter uma base empírica (observações ou experiências) ou científica.

2.5.3.1. Critérios baseados no modo de ação dos fungicidas

Aplicação preventiva: Quando ocorre a desvalorização comercial do produto final, comprometendo sua qualidade ou aparência como no caso de produtos da olericultura ou frutíferas, o controle pode ser de caráter preventivo. Nesse caso, as pulverizações obedecem a calendário preestabelecido com base na duração da ação residual do fungicida utilizado e no crescimento da planta. No caso de aplicações preventivas, utiliza-se o fungicida antes da infecção, sendo, portanto, a quantidade da doença considerada zero nos órgãos ou tecidos hospedeiros. Nas culturas anuais, as aplicações preventivas muitas vezes são realizadas em estádios antecipados (vegetativos), ocasionando em algumas situações várias aplicações de acordo com a intensidade ou pressão de inóculo que venha a ocorrer. Com o monitoramento climático e a utilização de sistemas de previsão de epidemias é possível direcionar a aplicação preventiva para o momento provável de infecção, maximizando os efeitos do fungicida e o manejo da doença.

Aplicação curativa: Consiste na aplicação do fungicida quando já ocorreu a infecção, mas não há presença de sintomas (HEWIT, 1998); nesse caso, aplica-se o fungicida para causar a morte do fungo no interior dos tecidos, o qual deixa de se desenvolver. Em teoria, a aplicação curativa tem ação eficaz sobre infecções estabelecidas até meio período latente antes da aplicação, ao passo que

infecções existentes a mais tempo completam seu ciclo e podem produzir propágulos viáveis (BERGER, 1988). Em estudos com a ferrugem asiática da soja, VIERO *et al.* (2008) verificaram que a aplicação curativa somente foi eficaz se realizada até 48 horas após a inoculação.

Aplicação erradicativa: Segundo Hewitt (1998), a aplicação é erradicativa quando realizada na fase de pós-sintoma. Alguns fungicidas matam o fungo nesta fase, sem deixá-lo esporular, porém essa propriedade é restrita a alguns fungicidas. Ao se aplicar o fungicida dever-se-ia saber quanto da doença ocorre naquele momento da cultura, pois pode haver o risco de se ter ultrapassado o limiar de ação (LA).

2.5.3.2. Critérios baseados no estágio fenológico da cultura

Os programas que utilizam o critério de aplicações baseadas no estágio fenológico da cultura consideram o histórico de ocorrência de uma dada doença em uma cultura, com base em experimentos e observações de campo. O conhecimento dos estádios fenológicos é fundamental para que esse critério seja bem aplicado. A aplicação pode ser preventiva, curativa ou erradicante, dependendo do estágio em que a doença se encontra entre as plantas na lavoura. Em qualquer situação, dever-se-ia saber quanto da doença está presente no momento da aplicação, necessitando, portanto, de monitoramento sistemático para se ter noção da intensidade da doença-alvo do controle (HOFFMANN, 2004).

2.5.3.3. Critérios baseados no limiar de dano econômico

O limiar de dano econômico – LDE – pode ser entendido como a menor população do agente causal que causa dano econômico (ZADOKS, 1985) ou a intensidade de doença que causa perdas iguais ao custo do controle (REIS *et al.*, 2001). O mesmo não é estático uma vez que o custo do controle e o preço de venda do produto variam anualmente, havendo necessidade de calcular-se o mesmo todas as safras. O LDE é estabelecido com base em fórmula proposta por MUNFORD & NORTON (1984), modificada por REIS *et al.* (2000),

$$ID = [Cc/Pp * Cd] * Ec,$$

onde, ID = intensidade da doença, Cc = custo do controle, Pp = preço da tonelada do produto, Cd = coeficiente de dano (obtido em equações de função de dano) e Ec = eficácia de controle do fungicida a ser aplicado. O LDE tem como vantagem a indicação racional do momento no qual o produtor deve utilizar o fungicida no controle da doença, considerado o equilíbrio entre o custo do controle e a taxa de retorno a partir da qual a doença pode causar danos.

Há dois outros limiares a serem entendidos, pertinentes à filosofia de manejo integrado de doenças de acordo com ZADOKS & SCHEIN (1979): a) o Limiar de Ação que é definido como a severidade da doença em que medidas de controle devem ser tomadas para evitar que o LDE seja excedido; b) Limiar de Aviso, que tem por objetivo dar tempo aos produtores para prepararem seus equipamentos e produtos a serem comprados, caso específico quando se utiliza o

controle químico. Para produtos sistêmicos o Limiar de Ação é mais alto, enquanto que para produtos convencionais mais baixos. A reaplicação do fungicida deverá ser feita sempre, de modo que o LDE não seja ultrapassado durante o desenvolvimento da cultura.

2.5.4. Custo de aplicação de fungicida em soja

No cálculo do custo de uma aplicação de fungicida, deve-se considerar o trator utilizado na aplicação, o custo por hora de trabalho (CTE – capacidade técnica efetiva), a capacidade operacional em número de hectares trabalhados, os custos operacionais e fixos (vida útil, horas.ano⁻¹, depreciações, seguro, juros, manutenção, combustível), operador (3,6 salários mínimos por mês), o pulverizador utilizado, o amassamento (dano de 3% sobre o potencial de produção) e o custo do fungicida a ser utilizado. Estes valores podem sofrer alterações a cada safra, principalmente pelas variações dos preços dos fungicidas e indicadores econômicos que interferem neste cálculo. Atualmente o custo estimado para uma aplicação via terrestre é de R\$ 64,50 por hectare, enquanto a por via aérea é de R\$ 47,50, sem considerar o custo do fungicida que pode oscilar, dependendo do produto, entre R\$ 32,00 a R\$ 45,00 por hectare, observando-se as doses recomendadas (Departamento Técnico Cotrijal – fevereiro 2009). Considerando-se as flutuações de preços verificadas no mercado agrícola, estima-se que uma aplicação via terrestre custe o equivalente a R\$ 79,5 a 109,5 ou 1,8 até 2,4 sacos de soja.ha⁻¹.

2.6. Modos e mecanismos de ação de fungicidas

A palavra “fungicida” origina-se de duas palavras do latim: *fungus* (fungo) e *caedo* (matar). Literalmente, um fungicida seria qualquer agente com capacidade de matar um fungo incluindo, por exemplo, o calor, uma radiação ultravioleta, etc. Contudo, por convenção, que este termo ficou de uso restrito para substâncias químicas (NENE e THAPLIYAL, 1979).

Os fungicidas são classificados, quanto ao seu modo de ação, em residuais ou protetores, de contato, sistêmicos, loco-sistêmicos, de profundidade e mesostêmicos (ZAMBOLIM, 2003; REIS *et al.*, 2007). A ação dos fungicidas residuais ou protetores requer a germinação dos esporos, durante a qual são absorvidos através da membrana plasmática do fungo e atingem os sítios de ação no interior das células. Os fungicidas de contato não requerem a germinação dos esporos, podendo atuar sobre estruturas de dormência como esclerócios, clamidosporos e micélio dormente. Em geral, são fitotóxicos se aplicados em plantas com órgãos verdes, sendo mais usados em tratamento de inverno em frutíferas de folhas decíduas (REIS *et al.*, 2007).

As substâncias fungicidas que apresentam mobilidade (sistêmicos) são absorvidas por raízes e órgãos verdes e translocados principalmente pelo xilema. Apenas o fungicida fosetil alumínio é relatado com tendo mobilidade bidirecional via floema. Portanto, a sistemicidade não é igual em espécies vegetais de folhas estreitas e folhas largas. É dita total em gramíneas e, em geral, nas demais loco-sistêmica. Os fungicidas mesostêmicos do grupo das estrobilurinas,

reagem com substâncias lipídicas da superfície da planta apresentando, por isso, um prolongado efeito protetor ao serem lentamente liberadas (REIS *et al.*, 2007).

O surgimento dos compostos sistêmicos, com efeito, curativo e movimento no apoplasto e simplasto da planta, também se constituiu num grande marco na evolução dos fungicidas. Esse grupo veio viabilizar os modelos de previsão e de manejo integrado de doenças, proporcionando, inclusive, alterações nas escolhas de critérios para recomendação do uso de fungicidas e tornando-se ferramenta em termos de controle racional e econômico de doenças com menor agressão ao meio ambiente (ZAMBOLIM, 2003).

Os grupos químicos triazol, benzimidazol e estrobilurina congregam os principais fungicidas utilizados na cultura da soja, sendo empregados no controle do oídio, da ferrugem asiática e das doenças de final de ciclo (INDICAÇÕES, 2008).

2.6.1. Mecanismo de ação de fungicidas triazóis

Os fungicidas inibidores da síntese de esteróis (ISE) foram desenvolvidos na década de 1960, para combater micoses em seres humanos, principalmente. Os esteróis são componentes funcionais na manutenção da integridade da membrana plasmática, além das proteínas. O principal lipídio da membrana plasmática dos fungos é o ergosterol cuja síntese nos fungos é feita através da ação catalítica da acetil-CoA. No entanto, os fungos que causam doenças do tipo oídio e ferrugens não apresentam o ergosterol. Nos oídios o principal esterol é o 24-metilcolesterol. Os fungicidas ISE agem na formação e na

seletividade da membrana plasmática. O mecanismo de ação deve-se a desmetilação na posição 14 do lanosterol ou na posição 24 do metileno diidrosterol, precursor do esterol (REIS *et al.* 2007)

Os fungicidas triazóis podem atuar como protetores ou como curativos. No primeiro caso, a ação tóxica é exercida sobre a germinação dos esporos, na formação do tubo germinativo e no apressório. Contudo a inibição é apenas parcial, de modo que ocorre penetração do patógenos nos tecidos tratados. No segundo, o desenvolvimento do haustório e/ou o crescimento micelial no interior dos tecidos são inibidos pela presença do fungicida (GADHER *et al.*, 1983; BUCHENAUER, 1987; HENRY, 1987).

A deficiência de ergosterol e o número de compostos intermediários induzem a formação de membranas alternativas e a desorganização da estrutura celular. A adição de ergosterol às células tratadas com fungicidas SBI não reverte o processo, uma vez que as posições a ele destinadas são ocupadas por outros esteróis (KATO, 1986).

A inibição da desmetilação é considerada como de caráter fungistático e obtida em concentração ou doses reduzidas do fungicida. Quando essas são elevadas, observa-se dano direto sobre a membrana, assim como outras alterações morfológicas identificadas por inchamento de células, por vacuolização excessiva, por septação incompleta, por aparecimento de vesículas entre a membrana e a parede celular, bem como a formação de inclusões membranosas (BUCHENAUER, 1987; KATO, 1986), contudo, o principal efeito é aquele relacionado à inibição de desmetilação.

2.6.2. Mecanismo de ação dos fungicidas estrobilurinas.

As estrobilurinas utilizam um novo sitio alvo em fungos, inibindo a transferência de elétrons no complexo bc_1 (ubihidroquinonas: citocromo e oxidoreductase) na mitocôndria (BALDWIN *et al.*, 1996; GOLD *et al.*, 1996). Estudos sobre a azoxistrobina e cresoxim-metilico demonstraram sua alta atividade contra a germinação de esporos, no entanto, os fungicidas também inibem o crescimento micelial de fungos. Portanto, estes fungicidas possuem propriedades erradicantes e protetoras (BALDWIN *et al.*, 1996; GOLD *et al.*, 1996).

Em um estudo conduzido com *Pyricularia oryzae* (Cav.), objetivando explorar o modo de ação de SSF-126, observaram que o fungicida inibe a respiração do micélio através do bloqueio de fluxo de elétrons do complexo III na cadeia respiratória da mitocôndria. Além disso, a taxa de produção de ATP teve um declínio na mitocôndria, levando a conclusão que SSF 126 é efetivo no suprimento de energia (MIZUTANI *et al.*, 1996).

2.6.3 Mecanismo de ação de fungicidas benzimidazóis

O modo de ação do benzimidazóis foi identificado como uma ligação específica a tubulina fúngica que não está presente em plantas e mamíferos (KÖLLEER, 1998). A atração da tubulina fúngica aos compostos benzimidazóis é a razão para a sua seletividade e baixa fitotoxicidade às plantas. A ligação a β -tubulina inibe a polimerização dos microtúbulos, que são primeiramente responsáveis pela separação

física da divisão nuclear. Portanto, os benzimidazóis inibem a divisão da célula (KÖLLER, 1998). Na mitose, o crescimento cessa nas células expostas ao carbendazim, enquanto aquelas não expostas continuam a crescer e formar duas novas células. Conseqüentemente, foi descrito que a inibição da mitose foi o modo de ação principal do carbendazim (HAMMERSCHLAG & SISLER, 1973). Ao afetar a mitose, os fungicidas benzimidazóis intervêm no crescimento do tubo germinativo, inibindo o crescimento do fungo alvo (ROBERTS & HUTSON, 1999).

2.7. Controle biológico de fitopatógenos

O solo abriga uma heterogênea e diversificada comunidade biológica, que envolve microrganismos eucariotas e procariotas, que elegem como nichos ecológicos preferenciais a rizosfera e o rizoplane das plantas, onde se multiplicam e sobrevivem, resistindo à pressão antagonística do restante da microflora do solo. Esses organismos, denominados rizobactérias (KLOEPPER, 1992), interagem com a planta, podendo ter efeito deletério, nulo ou benéfico (KLOEPPER 1996). Aquelas que exercem efeito benéfico, como a promoção de crescimento e controle biológico de fitopatógenos, são chamadas de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP) (KLOEPPER, 1996).

As bactérias têm sido usadas para aumentar a produtividade de culturas e para o controle biológico específico de doenças de plantas (KLOEPPER, 1996; LEEMAN, 1995; LIU, 1995). Em certos casos, é possível que ocorra o controle biológico clássico, por antagonismo

direto exercido pelas bactérias contra o fitopatógeno, com envolvimento dos conhecidos mecanismos de antibiose: produção de substâncias antimicrobianas, parasitismo direto, competição por nutrientes e por nichos ecológicos, (AGRIOS, 1997; HOFFLAND, 1997; KLOEPPER, 1992; KLOEPPER, 1996; ROMEIRO, 1995). Todavia, há casos em que antibiose não explica o controle biológico exercido, face à compartimentalização espacial dos componentes microbianos da interação. Em outras palavras, a presença e, ou, adição de rizobactérias à rizosfera torna a parte aérea mais resistente a patógenos (KLOEPPER, 1996; LIU, 1995; SCHEFFER, 1983).

A busca por bactérias com atividade de indução de resistência sistêmica contra enfermidades de plantas tem sido investigada por varias instituições de pesquisa. Romeiro e Batista (2001) isolaram 500 rizobactérias de rizoplano e rizosfera as quais foram testadas uma a uma para indução de resistência com *P. syringae pv. tomato*. As plantas resultantes, com 30 dias de idade, foram inoculadas e o número médio de lesões/folíolo estimado. Algumas rizobactérias reduziram a severidade da doença em até 70%.

Lyon *et al.* (1996) postulam que o controle de enfermidades de plantas que tenham etiologia fúngica, bacteriana ou viral, pode ser conseguido pelo estímulo apropriado de mecanismos de resistência de plantas a enfermidades, sejam esses mecanismos bióticos (PGPR, por exemplo) ou abióticos. As plantas possuem seus próprios mecanismos de defesa, altamente eficientes, mas é preciso que se aprenda a desenvolver tecnologia específica para ativá-los (COLSON & DEVERALL, 1996), o que pode representar uma alternativa inteligente ao uso indiscriminado de agrotóxicos.

CAPÍTULO I

REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À ANTRACNOSE

Rosemari Teresinha de Souza e Carlos Alberto Forcelini

RESUMO: A antracnose pode ocorrer em diferentes estádios fenológicos da planta, desde a sua emergência. O objetivo deste trabalho foi avaliar a suscetibilidade de cultivares de soja à antracnose, em diferentes estádios fenológicos. Plantas de 16 cultivares de soja (BRS 154 RR, BRS 242 RR, BRS 244 RR, Caiapônia, CD 212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, Ag 6001 RR, Ag 6445 RR e Ag 8000 RR) foram inoculadas com 40.000 esporos.mL⁻¹ de *Colletotrichum truncatum*, nos estádios de crescimento V1-V2 (um a dois trifólios na haste principal), V5-V6 (cinco a seis trifólios na haste principal) e V9-V10 (nove a dez trifólios na haste principal). A incidência média da doença foi de 86,5% em V1-V2, 54,5% em V5-V6 e 16,6% em V9-V10. Houve diferenças entre cultivares, mas a maioria se mostrou suscetível, especialmente nos estádios iniciais.

Palavras-chave: *Colletotrichum truncatum*, *Glycine max* L. resistência, inoculação.

REACTION OF SOYBEAN CULTIVARS TO ANTHRACNOSE

ABSTRACT: The soybean anthracnose can occur from seedling emergence to adult plant stages. The objective of this study was to evaluate the susceptibility of 16 soybean cultivars (BRS 154 RR, BRS 242 RR, BRS 244 RR, Caiapônia, CD 212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, Ag 6001 RR, Ag 6445 RR, and Ag 8000 RR) to anthracnose. The plants were inoculated w BRS 154 RR, BRS 242 RR, BRS 244 RR, Caiapônia, CD 212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, Ag 6001 RR, Ag 6445 RR e Ag 8000 RR with 40.000 spores.mL⁻¹ at the growth stages V1-V2 (one or two leaves on the main stem), V5-V6 (five or six leaves), or V9-V10 (nine or ten leaves). The resulting disease incidence was 86.5% at V1-V2, 54.5% at V5-V6, and 16.6% at V9-V10. There were differences among cultivars, but most of them were susceptible, especially at early growth stages.

Key-words: *Colletotrichum truncatum*, *Glycine max* L., resistance, inoculation.

INTRODUÇÃO

Mundialmente, os prejuízos causados por doenças são elevados. No ano de 1994, nos dez países maiores produtores de soja, os danos foram estimados em três bilhões de dólares (WRATHER *et al.*, 1997). A antracnose constitui uma das principais doenças da soja nas regiões dos Cerrados. Sob condições de alta umidade pode causar

a perda de até 90% da lavoura (EMBRAPA, 2003), devido ao apodrecimento e queda das vagens, ou abertura das vagens imaturas, com germinação dos grãos em formação.

Os principais sintomas da presença do fungo na lavoura são observados logo após o fechamento das entre-linhas, próximo ou no início da floração. O sintoma mais evidente ocorre nas vagens e haste, as quais adquirem coloração castanho-escura a negra e ficam retorcidas e chochas (YORINORI, 2000).

A disseminação do fungo a longa distância é feita principalmente por sementes infectadas (TALAMINI *et al.*, 2001). Uma vez introduzida na lavoura, o fungo permanece nos restos culturais (ALMEIDA, 2001) e é disperso pelo vento, que transporta os esporos em respingos de chuva.

Segundo Yorinori (2000), o fungo *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & Moore infecta a cultura em qualquer fase do seu ciclo, podendo causar morte de plântulas, necrose dos pecíolos e manchas nas folhas, haste, vagens e sementes. A antracnose da soja ocorre em todas as regiões do Brasil.

Uma das maneiras mais econômicas de controle de doenças é o uso da resistência genética (McMEW, 1960). Contudo, não há cultivar resistente para a maioria delas e o controle químico está sendo uma alternativa para o controle de doenças de final do ciclo, como a mancha parda e crestamento foliar de *Cercospora*, além da antracnose (EMBRAPA, 1997).

Poucos trabalhos têm sido realizados para determinar a resistência de cultivares de soja à antracnose. Mesmo a recomendação oficial de controle não trata do uso de cultivares resistentes, preferindo

métodos culturais, como a rotação de culturas, manejo do solo e adubação potássica balanceada, maiores espaçamentos e menor densidade de plantas, visando diminuir a pressão de inóculo (RECOMENDAÇÕES, 2004; BALARDIN, 2002; BORKERT *et al.*, 1994).

Como a antracnose da soja pode ocorrer em diferentes estádios da planta, já a partir da sua emergência, é necessário conhecer a resistência ou suscetibilidade das cultivares em diferentes estádios do seu crescimento. Essa questão foi o objetivo principal deste trabalho, onde cultivares de soja foram avaliadas quanto ao seu comportamento em relação à antracnose, a partir de inoculações em diferentes estádios de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Fitopatologia, em câmaras de crescimento, e casas-de-vegetação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Ao todo foram seis ensaios, feitos em 2007.

Cultivares utilizadas: Foram avaliadas 16 cultivares de soja, BRS 154 RR, BRS 242 RR, BRS 244 RR, Caiapônia, CD 212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, Ag 6001 RR, Ag 6445 RR e Ag 8000 RR, as quais foram escolhidas por serem as mais representativas entre as amostras recebidas pelo Laboratório de Análise de Sementes da UPF, no segundo semestre de 2006. Também utilizou-se a cultivar Caiapônia, conhecida por sua alta suscetibilidade à antracnose, conforme informações pessoais fornecidas pelo

pesquisador José Nunes Junior, CTPA, Goiânia. Para cada cultivar utilizaram-se três vasos, cuja capacidade variou em função do estágio fenológico em que as plantas seriam inoculadas: 0,5 L para plantas em V1-V2, 2,0 L para plantas em V5-V6 e 15,0 L para plantas em V9-V10. Em cada vaso foram deixadas cinco plantas.

Preparo do inóculo para a parte aérea: Para inoculação utilizou-se uma suspensão contendo 4×10^4 esporos de *C. truncatum* por mL^{-1} , cujo número foi estimado com auxílio de uma Câmara de Neubauer. Para cada litro de água foram também adicionadas três gotas do espalhante Tween. As inoculações foram realizadas com o auxílio de um micro-pulverizador. Posteriormente as plantas foram mantidas por 36 horas em câmara úmida, à temperatura de 27 °C, sendo após conduzidas para a casa-de-vegetação. As plantas foram inoculadas nos estádios V1-V2 (um a dois trifólios na haste principal), V5-V6 (cinco a seis trifólios na haste principal) ou V9-V10 (nove a dez trifólios na haste principal). A avaliação da incidência da antracnose em folíolos foi realizada 12 dias após a inoculação.

Avaliações: Para verificar a incidência foram coletados dez trifólios (30 folíolos) em cada repetição, aos 12 dias após a inoculação. Determinou-se o número de folíolos com sintomas, onde a confirmação da antracnose se deu pela presença de acérvulos, após incubação dos folíolos em câmara úmida, a 25 °C, fotoperíodo de 12 horas, por cinco dias.

A análise estatística dos experimentos incluiu verificação da variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Os vasos ou copos utilizados para o cultivo das plantas foram dispostos em delineamento completamente casualizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as cultivares utilizadas se mostraram suscetíveis à antracnose, em pelo um dos estádios de crescimento em que as inoculações foram realizadas. A incidência da doença (Tabela 1) foi maior nas plantas inoculadas em V1-V2 (média de 86,5%), seguida pela inoculação em V5-V6 (média de 54,5%), e menor naquela realizada em V9-V10 (média de 16,6%). Dentro de uma mesma época de inoculação, houve diferenças significativas entre as cultivares. Contudo, as cultivares com menor incidência em um dos estádios não foram as mesmas em outros estádios, o que pode revelar interação entre suscetibilidade e fase da planta. Por exemplo, as cultivares CD 213 RR e CD 215 RR não apresentaram sintomas da antracnose na inoculação em V9-V10, embora tenham sido tão suscetíveis quanto as demais nas inoculações anteriores.

De uma maneira geral, os resultados mostraram que as cultivares inoculadas em estádios fenológicos mais avançados apresentaram um índice de menor de doença, independente do genótipo analisado. As inoculações em plântulas afetaram mais intensamente as diversas cultivares. Isso poderia significar a existência de algum tipo de resistência de planta adulta, mas mesmo estas foram bastante afetadas. Pode-se afirmar, no entanto, que a suscetibilidade à antracnose varia com o estágio fenológico e com o cultivar.

Tabela 1: Incidência da antracnose em folíolos em cultivares de soja, após inoculação de *Colletotrichum truncatum*, com 4×10^4 esporos.mL⁻¹, em diferentes estádios fenológicos. UPF, Passo Fundo, 2007

| Cultivares | Incidência em folíolos (%) | | |
|----------------|----------------------------|--------|--------|
| | V1-V2 | V5-V6 | V9-V10 |
| BRS 154 | 100,0 a | 48,0 b | 16,2 a |
| BRS 242 RR | 84,0 a | 37,5 b | 22,9 a |
| BRS 244 RR | 100,0 a | 66,7 a | 16,3 a |
| Caiapônia | 100,0 a | 56,8 a | 23,0 a |
| CD 212 RR | 75,0 a | 35,0 b | 20,7 a |
| CD 213 RR | 100,0 a | 66,7 a | 0,0 b |
| CD 214 RR | 100,0 a | 34,8 b | 11,8 a |
| CD 215 RR | 100,0 a | 63,4 a | 0,0 b |
| CD 219 RR | 100,0 a | 66,7 a | 22,7 a |
| CD 245 RR | 100,0 a | 55,0 a | 14,9 a |
| Fundacep 35 RR | - ² | 63,8 a | 22,6 a |
| Fundacep 53 RR | 33,3b | 55,0 a | 19,4 a |
| Mireia RR | - | 66,7 a | 20,5 a |
| AG 6001 RR | 100,0 a | 50,0 a | 18,0 a |
| AG 6445 RR | - | 60,5 a | 21,0 a |
| AG 8000 RR | 33,1 b | 46,0 b | 15,8 a |
| Média | 86,5 | 54,5 | 16,6 |
| C.V. (%) | 11,5 | 13,4 | 18,6 |

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-knot a 5% de probabilidade.

²Cultivar não incluída nesta avaliação.

Mignucci & Lim (1980), realizaram trabalho semelhante, inoculando o agente causal do oídio em plantas de soja em diferentes estádios de crescimento. Os autores concluíram pela existência de resistência de planta adulta ao oídio.

Em outro trabalho com a antracnose do feijoeiro, Medeiros (2004) verificou que duas cultivares (Tabarana e Emgopa 316) diferiram entre si quando inoculadas em V5-V6, mas não na fase de plântula.

CONCLUSÃO

Como a antracnose em soja tem como fontes de inóculo principal as sementes infectadas e os restos culturais, a infecção pode ocorrer já nos primeiros estádios de crescimento da cultura. Diante dos resultados observados, conclui-se que as cultivares utilizadas são todas suscetíveis à doença.

CAPÍTULO II

SENSIBILIDADE DE *Colletotrichum truncatum* A FUNGICIDAS

Rosemari Teresinha de Souza e Carlos Alberto Forcelini

RESUMO: Em três experimentos conduzidos na Universidade de Passo Fundo, avaliou-se a fungitoxicidade dos fungicidas, carbendazim (Derosal), tebuconazole (Folicur), ciproconazol + azoxistrobina, (Piori Xtra), ciproconazol + trifloxistrobina, (Sphere), epoxiconazol + piraclostrobina, (Opera). Utilizou-se a técnica de adicionar os ingredientes ativos ao meio de cultura BDA, em concentrações de 0, 0,01, 0,1, 1, 10 e 100 mg.L⁻¹, com medições diárias do diâmetro da colônia. Através de regressão não-linear, estimou-se a dose ou concentração necessária para reduzir em 50% (DE₅₀) o crescimento micelial do fungo, variou de 1,05 mg.L⁻¹ para epoxiconazol + piraclostrobina, 2,6 mg.L⁻¹ para ciproconazol + trifloxistrobina, 4,95 mg.L⁻¹ para tebuconazole, 9,9 mg.L⁻¹ para ciproconazol + azoxistrobina e igual 100 mg.L⁻¹ para carbendazim. As misturas de triazóis + estrobilurinas mostraram potencial para controle da antracnose em soja.

Palavras-chave: Soja, antracnose, controle de doenças.

SENSIBILITY OF *Colletotrichum truncatum* TO FUNGICIDES

ABSTRACT: Three experiments were carried out at UPF to evaluate the fungitoxicity of carbendazin (Derosal), tebuconazol (Folicur),

epoxyconazol + pyraclostrobin Opera), cyproconazol + azoxystrobin (Priori Xtra), and cyproconazol + trifloxistrobin (Sphere) to *C. truncatum*. The active ingredients were added to BDA culture medium at concentrations of 0, 0.01, 0.1, 1, 10, and 100 mg.L⁻¹. Measurements of the fungal colony diameter were taken daily and analyzed through non-linear regression to estimate the concentration needed to inhibit fungal growth by 50%. The DE₅₀ values were 1.05 mg.L⁻¹ to epoxyconazol + pyraclostrobin, 2.6 mg.L⁻¹ to cyproconazol + trifloxystrobin, 4.95 mg.L⁻¹ to tebuconazol, 9.9 mg.L⁻¹ to cyproconazol + trifloxystrobin, and over 100 mg.L⁻¹ to carbendazin. The mixtures of triazols and estrobilurins showed perspective for using on the control of soybean anthracnose.

Key-words: Soybean, anthracnose, disease control.

INTRODUÇÃO

O uso do controle químico para o controle de doenças de plantas, muitas vezes, é uma das únicas formas de garantir altas produtividades e qualidade num sistema de produção agrícola. Muitos cultivos comercialmente importantes, onde o controle genético de fitopatógenos está ausente, provavelmente, seriam pouco rentáveis sem o emprego de fungicidas em locais ou épocas sujeitos à incidência de doenças (KIMATI, 1995). Reis et al. (2007) definem fungicidas como substâncias químicas de origem natural ou sintética que, aplicadas às plantas, protegem-nas da penetração e/ou posterior desenvolvimento de fungos patogênicos em seus tecidos.

Na cultura da soja, os fungicidas mais utilizados pertencem aos grupos químicos dos benzimidazóis, dos triazóis e das estrobilurinas, os quais podem ser formulados e aplicados isoladamente ou em mistura (Indicações, 2008).

Em lavouras ou regiões com histórico da antracnose da soja, os fungicidas benzimidazóis, principalmente o carbendazim, tem sido indicado e utilizados para o controle da doença. Por outro lado, este grupo químico é pouco efetivo para o controle da ferrugem e do oídio, doenças que podem ocorrer concomitantemente à antracnose. Por este motivo é importante avaliar a fungitoxicidade de outros ingredientes ativos ao fungo *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & Moore, o agente causal da antracnose.

Segundo Koller (1991), pode ocorrer rápida adaptação de populações de fungos aos benzimidazóis, com redução da sensibilidade ao fungicida, o que demanda a utilização de fungicidas com diferentes mecanismos de ação.

Os triazóis são fungicidas orgânicos, a maioria com ação sistêmica acropetal, formados pela adição de radicais químicos diferentes a uma molécula básica de 1,24-triazoles (KRAMER, 1986). Os triazóis podem atuar como protetores ou como curativos. As células fúngicas, quando em contato com fungicida triazóis, apresentam deficiente formação do ergosterol, componente importante das membranas celulares (BUCHENAUER, 1987; HENRY. 1987). A deficiência de ergosterol e o número de compostos intermediários induzem a formação de membranas alternativas e a desorganização da estrutura celular (KATO, 1986).

As estrobilurinas são também conhecidas como fungicidas metoxiacrilatos (MOA) IQE (Inibidores da quinona externa). O desenvolvimento desta classe de fungicidas é baseado em inibidores naturais anti-fúngicas, secretados por alguns basidiomicetos (MIZUTANI et al., 1995). As estrobilurinas controlam um amplo espectro de doenças incluindo aquelas causadas por Oomicetos, Ascomicetos, Deuteromicetos e Basidiomicetos. Além da atividade de contato, elas possuem movimentação translaminar, difusão da fase de vapor (BALDWIN *et al.*, 1996; GOLD *et al.*, 1996) e forte aderência à cutícula das plantas, o que confere maior resistência à remoção pela chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Fitopatologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Foram executados três ensaios, em 8/08/2006, 2/11/2007 e 15/11/2007. Em cada um deles utilizaram-se culturas puras de *C. truncatum*, obtidas por reisolamento a partir de plantas inoculadas, assim como amostras novas de fungicidas, fornecidas pelos fabricantes.

Obtenção do isolado de *Colletotrichum truncatum*: Utilizou-se um isolado obtido a partir de vagens infectadas, proveniente de lavoura de soja situada no município de Luiz Eduardo Magalhães Bahia. As vagens foram colocadas em câmara úmida para esporulação do fungo. Procedeu-se o isolamento direto do mesmo, transferindo-se amostra dos acérvulos para meio de cultura BDA (batata-dextrose-

ágar), com posterior repicagem para obtenção de cultura pura. Após 14 dias de crescimento das colônias, o material foi utilizado para preparo da suspensão de esporos, a qual foi ajustada, com auxílio de uma Câmara de Neubauer, para uma concentração de 6×10^5 esporos mL^{-1} . Essa suspensão foi inoculada em plantas de soja da cultivar CD 219 RR, a fim de verificar a patogenicidade do isolado. As plantas, contidas em vasos, foram colocadas em câmara úmida por 36 horas, a 25 °C, retornando, após, ao ambiente externo. A verificação dos sintomas e o reisolamento do fungo foram realizados aos 12 dias após a inoculação. Amostras do fungo reisolado foram transferidas para tubos de ensaio, cobertas com óleo e mantidas em geladeira para uso posterior. A cada novo experimento, o fungo era inoculado em plantas de soja e reisolado, a fim de manter a sua patogenicidade.

Fungicidas utilizados: Utilizaram-se os fungicidas carbendazim, nome comercial Derosal, formulação suspensão concentrada contendo 500 gramas do ingrediente ativo por litro, tebuconazole, nome comercial Folicur, formulação concentrado emulsionável contendo 200 gramas do ingrediente ativo por litro, ciproconazol + azoxistrobina, nome comercial Priori Xtra, formulação suspensão concentrada com 200 gramas de azoxistrobina e 80 gramas de ciproconazol por litro, ciproconazol + trifloxistrobina, nome comercial Sphere, formulação concentrado emulsionável com 187,8 gramas de trifloxistrobina e 80 gramas de ciproconazol por litro, epoxiconazol + piraclostrobina, nome comercial Opera, formulação suspo-emulsão com 133 gramas de piraclostrobina e 50 gramas de epoxiconazol por litro.

Condução dos experimentos: Utilizou-se como meio de cultura uma composição de BDA (batata-dextrose-ágar), marca Acumedia, diluído na proporção de 39 g por litro (4 g de batata, 20 g de dextrose e 15 g de Agar), com pH final de $5,6 \pm 0,2$. O meio foi diluído e agitado em água por um minuto, sendo autoclavado a $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 15 minutos. Os fungicidas foram adicionados ao meio através de soluções preparadas previamente e mantidas sob refrigeração. A adição foi realizada em câmara asséptica, após resfriamento do meio a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Utilizou-se placas de Petri novas, para evitar a presença de resíduos. As concentrações finais dos ingredientes ativos no meio foram 0 mg.L^{-1} , $0,01\text{ mg.L}^{-1}$, $0,1\text{ mg.L}^{-1}$, 1 mg.L^{-1} , 10 mg.L^{-1} e 100 mg.L^{-1} . No dia seguinte à preparação dos meios, procedeu-se a transferência do fungo, colocando um disco de cultura pura, medindo 5,5 mm de diâmetro, no centro de cada placa de Petri. As placas foram incubadas em câmara de crescimento, regulada a $25 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. A quantificação do crescimento da colônia do fungo foi diária, através de um paquímetro digital, medindo-se o diâmetro da colônia em dois eixos previamente marcados no fundo da placa (Figura 1). As avaliações foram encerradas quando o crescimento do fungo atingiu as bordas da placa no tratamento sem fungicida.

Os três ensaios foram conduzidos em um delineamento completamente casualizado, com seis repetições (placas) para cada fungicida e concentração.

Determinação da DE_{50} : A concentração necessária para reduzir em 50% o crescimento do fungo foi calculada a partir das leituras anteriores. Utilizaram-se modelos de regressão não lineares,

os quais relacionaram a concentração de ingrediente ativo (mg.L^{-1}) como variável independente (x) e a porcentagem de inibição como variável dependente (y). A porcentagem de inibição foi obtida pela diferença em diâmetro da colônia entre a testemunha (0 mg.L^{-1}) e as demais concentrações.

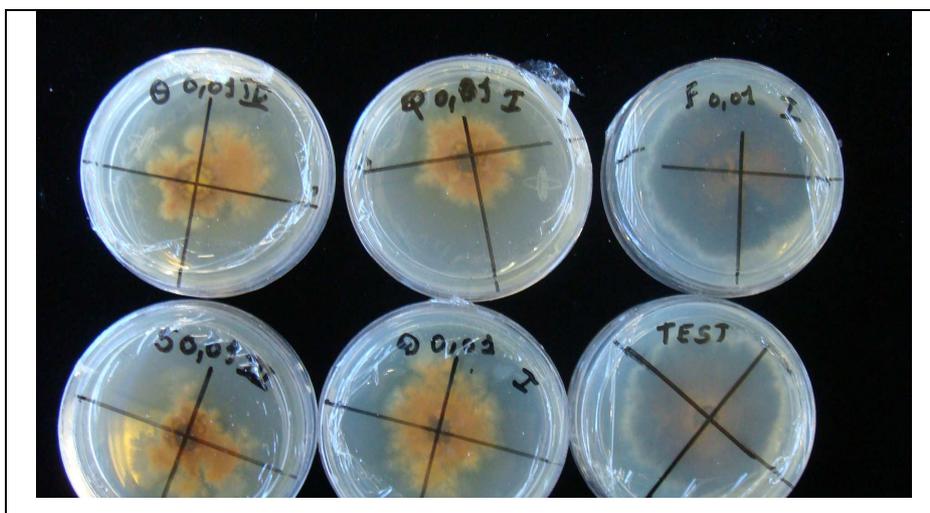


Figura 1: Detalhe inferior de placas de Petri mostrando o crescimento micelial de *Colletotrichum truncatum* e os eixos utilizados para avaliação do diâmetro da colônia.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nos três ensaios estão sumarizados na Tabela 1, onde constam as médias para cada concentração de fungicida. O fungicida carbendazim apresentou a menor porcentagem de inibição para cada concentração utilizada. Os fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina e ciproconazol + trifloxistrobina apresentaram inibição do fungo já na concentração de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$,

enquanto os demais o fizeram a partir de 0,1 mg.L⁻¹. A DE₅₀, foi obtida em concentrações entre 0,1 e 1 mg.L⁻¹ para epoxiconazol + piraclostrobina, entre 1 e 10 mg.L⁻¹ para tebuconazol e ciproconazol + trifloxistrobina, entre 10 e 100 para ciproconazol + azoxistrobina até 100 para carbendazim.

Para estimar a DE₅₀, utilizaram-se modelos não lineares do tipo logarítmico, os quais mais se adaptaram à relação entre concentração de fungicida e porcentagem de inibição. Os modelos gerados foram significativos ao nível de 5% e 1% de significância, e apresentaram coeficientes de determinação (R²) de 0,8 a 0,9. Substituindo-se a variável *x* pela concentração de ingrediente ativo, em partes por milhão (ppm), obtém-se a porcentagem de inibição do crescimento micelial do fungo (*y*). Neste caso, os valores estimados para DE₅₀ foram os seguintes: 1,05 mg.L⁻¹ para epoxiconazol + piraclostrobina, 2,6 mg.L⁻¹ para ciproconazol + azoxistrobina, 4,95 mg.L⁻¹ para tebuconazol e 9,9 mg.L⁻¹ para ciproconazol + trifloxistrobina.

Tabela 1: Inibição (%) do crescimento micelial de *Colletotrichum truncatum* em função da adição de fungicidas ao meio de cultura BDA. Resultados médios de três ensaios. UPF, Passo Fundo, 2007

| Concentração em meio BDA (mg.L ⁻¹) | Inibição do crescimento micelial (%) | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| | Carbendazim | Tebuconazol | Epoxiconazol + piraclostrobina | Ciproconazol + azoxistrobina | Ciproconazol + trifloxistrobina |
| 0,01 | 0,0 | 0,0 | 3,8 | 0,0 | 1,0 |
| 0,1 | 0,7 | 0,7 | 13,5 | 17,6 | 25,9 |
| 1 | 1,1 | 15,7 | 63,0 | 43,8 | 46,7 |
| 10 | 35,8 | 66,1 | 83,6 | 46,5 | 65,6 |
| 100 | 39,3 | 85,4 | 83,6 | 63,9 | 72,7 |

Há poucos trabalhos vinculados ao controle específico da antracnose da soja, pois a grande maioria está direcionada à avaliação

da ferrugem asiática. Em outro patossistema, como *C. acutatum* em morango, Kososki *et al.* (2001) verificaram que tebuconazol foi um dos fungicidas mais eficazes em testes de fungitoxicidade *in vitro*. Resultado semelhante foi obtido neste trabalho para *C. truncatum* em soja. Carbendazim, um dos fungicidas mais utilizados no controle da antracnose em soja, mostrou-se o menos efetivo no teste de fungitoxicidade *in vitro*, contrariando as expectativas. No trabalho de Kososki *et al.* (2001), os autores observaram melhor ação do benzimidazol benomil quando avaliado na germinação dos conídios do fungo. Diferenças nos mecanismos de ação de um fungicida podem explicar diferenças nos resultados entre testes.

CONCLUSÕES

O fungicida carbendazim apresenta baixa fungitoxicidade *in vitro*, o que contraria sua indicação e uso comercial para controle da antracnose. É provável que outros mecanismos de ação, não estudados neste trabalho, expliquem a sua eficácia. Fungicidas triazóis e misturas de triazóis + estrobilurinas também mostram potencial para utilização no manejo da doença, porém sua utilização deve ser compatibilizada com os critérios de manejo da doença em campo.

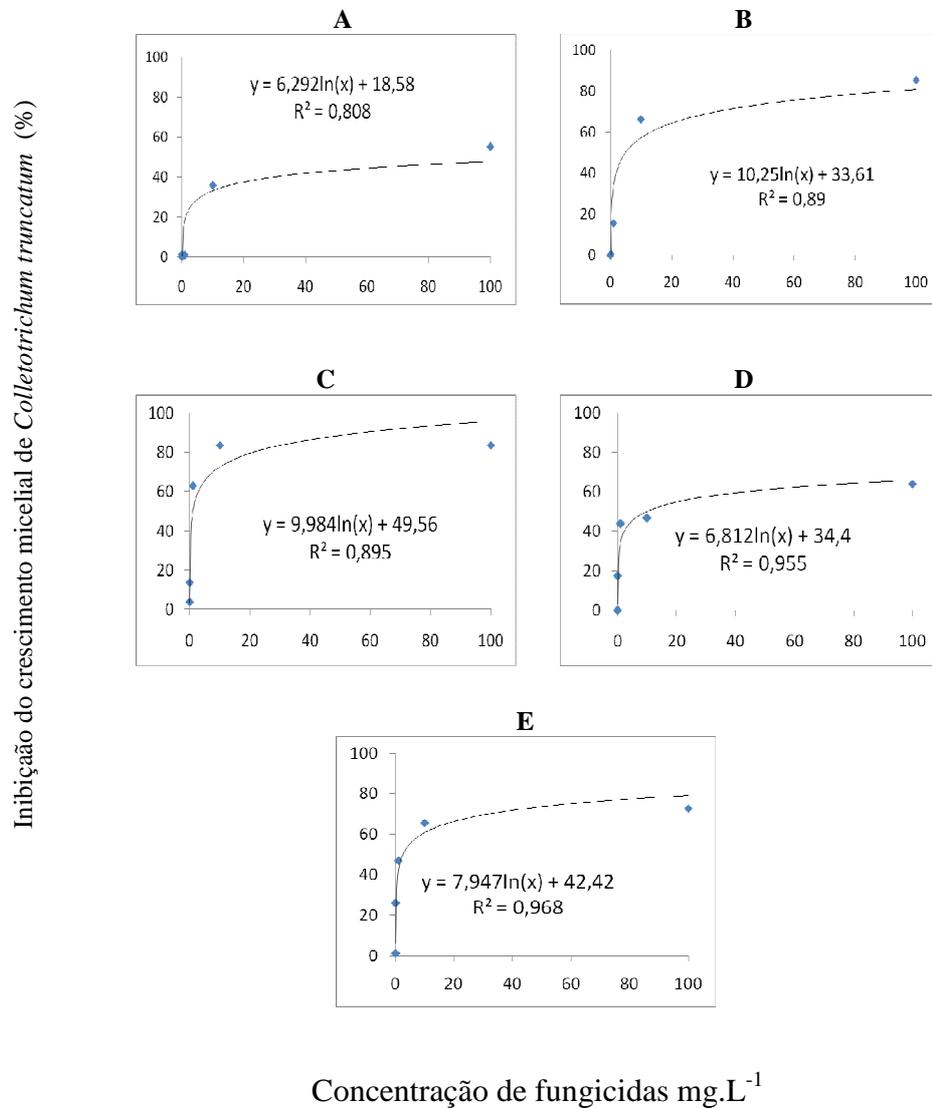


Figura 2: Inibição do crescimento micelial (%) de *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose da soja, em função da concentração de fungicidas em meio de cultura BDA. A= carbendazim, B= tebuconazol, C= epoxiconazol + piraclostrobina, D= ciproconazol + azoxistrobina, E= ciproconazol + trifloxistrobina.

CAPÍTULO III

CONTROLE PREVENTIVO DA ANTRACNOSE PELOS TRATAMENTOS QUÍMICO E BIOLÓGICO

Rosemari T. de Souza, Carlos Alberto Forcelini e Norimar D'Ávila
Denardin

RESUMO: Seis experimentos foram conduzidos na Universidade de Passo Fundo, em 2006 e 2007, para avaliar a eficácia de aplicações preventivas dos fungicidas carbendazim (Derosal), azoxistrobina + ciproconazol (Priori Xtra) e trifloxistrobina + ciproconazol (Sphere), assim como de um biocontrolador (*Bacillus* sp.), no controle da antracnose em soja. A formulação do biocontrolador foi à base de polímeros, contendo goma xantana (GX) e polivinilpirrolidona (PVP). As aplicações foram realizadas sobre plantas em estágio de crescimento V5 (cinco trifólios), utilizando as cultivares BRS 154 RR, BRS 242 RR, BRS 244 RR, Caiapônia, CD 212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, AG 6001 RR, AG 6445 RR e AG 8000 RR. Após 4, 8, 12, 16, 19 e 22 dias, as plantas foram inoculadas com suspensão de esporos ($4 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$) de *Colletotrichum truncatum*. A utilização preventiva do fungicida carbendazim (Derosal), no manejo da antracnose, protegeu a soja por até oito dias, enquanto o efeito das misturas de triazóis + estrobilurinas (Sphere e Priori Xtra), se estendeu por até 12 dias após a aplicação. A utilização de um biocontrole reduziu parcialmente a

incidência da doença em plantas inoculadas, porém esta ação não ocorreu em todas as cultivares.

Palavras-chave: *Colletotrichum truncatum*, fungicidas, *Bacillus* sp., período de proteção.

PREVENTIVE CONTROL OF SOYBEAN ANTHRACNOSE BY CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENTS

Rosemari T. de Souza, Carlos Alberto Forcelini e Norimar D'Ávila
Denardin

ABSTRACT: A total of six growth chamber and greenhouse experiments were carried out at UPF, in 2006 and 2007, to evaluate the efficacy of preventive sprays of fungicides (carbendazin, cyproconazol + azoxystrobin, and cyproconazol + trifloxystrobin), as well as a biocontrol agent (*Bacillus* sp) on the control of soybean anthracnose. Spray applications occurred at V5 growth stage (five leaves) on plants of cultivars Caiapônia and CD 219. After 4, 8, 12, 16, 19, and 22 days of the application the plants were inoculated with *Colletotrichum truncatum* (40,000 conidia/mL). The mixtures of triazols + strobilurins protected soybeans plants longer (12 days) than carbendazin (8 days) after the spray application. *Bacillus* sp. Reduced disease incidence only partially in eight of 14 cultivars.

Key-words: *Colletotrichum truncatum*, fungicides, *Bacillus* sp., duration of control.

INTRODUÇÃO

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum*, constitui uma das principais doenças da soja, especialmente nas regiões dos Cerrados. Sob condições de alta umidade, a antracnose causa apodrecimento e queda das vagens, abertura das vagens imaturas e germinação dos grãos em formação. Pode causar perda total da produção, mas, com maior frequência, causa alta redução do número de vagens e induz a planta à retenção foliar e haste verde (KLINGELFUSS & YORINORI, 1999).

Apesar de não ser tão intensa no Sul do Brasil, a antracnose pode apresentar maior incidência nos verões com maior frequência de chuvas. As indicações de cultivo para a soja nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Indicações, 2006) não contemplam recomendação de fungicida ou momento de controle específico para a antracnose. Na ausência dessa recomendação, produtores e técnicos se utilizam de informações disponíveis na cultura do feijoeiro, onde o controle da antracnose é realizado através da aplicação de fungicidas benzimidazóis ou estanhados (Balardin, 2000). Contudo, os esquemas de aplicação de fungicidas utilizados em soja são diferentes do feijoeiro, razão pela qual é necessário avaliar seu desempenho no controle da doença.

Devido à presença do oídio, é cada vez mais frequente a aplicação de fungicidas já na fase vegetativa da cultura da soja, juntamente com a última aplicação do herbicida pós-emergente. Uma aplicação de fungicida nessa fase da cultura pode atuar na proteção da

planta em relação a outras doenças, inclusive a antracnose, razão pela qual sua avaliação torna-se importante.

Outra alternativa para o manejo da antracnose é o uso de biocontrole, com bactérias. Através da utilização de antagonistas. Segundo Romeiro (1995), o controle biológico age reduzindo a intensidade de inóculo ou mediante a atuação de vários mecanismos, como parasitismo direto, predação, competição por nutrientes e ninchos ecológicos, antibiose e produção de substâncias antibióticas e bacteriocinas, entre outros.

Na busca de menor impacto para controle fungos e bactérias, uma alternativa é o biocontrole, principalmente bacilos, os quais são empregados no controle de vários fitopatógenos. As bactérias são amplamente estudadas como potenciais agentes de biocontrole, destacando-se os seguintes gêneros e espécies: *Streptomyces spp.*, *Erwinia*, *Pantoea subtilis*, *Pseudomonas putida*, *P. fluorescens*, *Agrobacterium radiobacter* (YUEN et al., 2001; MELO, 1998). Beux & Denardin (2001), em estudo com o uso *in vitro* da bactéria *Bacillus subtilis* e por um isolado de Actinomiceto, obtiveram resultados positivos no controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. Uma característica importante dos bacilos é a produção de antibióticos, cujas propriedades podem ser utilizadas no controle biológico.

Neste trabalho objetivou-se avaliar o desempenho e o tempo de proteção promovida pelas aplicações preventivas de fungicidas e de um isolado de *Bacillus* em relação à antracnose da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios de Fitopatologia e de Fitobacteriologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, RS. Ao todo foram seis trabalhos, destinados a avaliar o desempenho de fungicidas e de formulações contendo *Bacillus* sp. no controle preventivo da antracnose da soja.

Preparo do inóculo de *Colletotrichum truncatum*. Utilizou-se um isolado obtido a partir de vagens infectadas, provenientes de lavoura de soja situada no município de Luiz Eduardo Magalhães (BA). As vagens foram colocadas em câmara úmida para esporulação do fungo. Posteriormente, procedeu-se o isolamento direto do mesmo, transferindo-se amostras dos acérvulos para meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), com posterior repicagem para obtenção de cultura pura. Após 14 dias de crescimento das colônias, o material foi utilizado para preparo da suspensão de esporos, a qual foi ajustada, com auxílio de uma Câmara de Neubauer, para uma concentração de 6×10^5 esporos mL⁻¹. Essa suspensão foi depositada em plantas de soja da cultivar CD 219 RR, a fim de se avaliar a patogenicidade do isolado. As plantas, cultivadas em vasos, foram colocadas em câmara úmida por 36 horas, a 25 °C, retornando, após, ao ambiente externo. A verificação dos sintomas e o reisolamento do fungo foram realizados aos 12 dias após a inoculação. Amostras do fungo reisolado foram transferidas para tubos de ensaio, cobertas com óleo e mantidas em geladeira para uso posterior nos diversos experimentos.

Origem do isolado antagonista. O isolado UPF208, identificado como *Bacillus* sp., e que faz parte da bacterioteca do Laboratório de Fitobacteriologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo.

Preparo do antagonista. Colônias puras de *Bacillus* sp., crescidas em meio de cultura 523 de Kado (Kado & Heskett, 1970) por 24 h, foram suspensas em 3 mL de solução fisiológica e transferidas para erlenmeyer contendo 50 mL de meio de cultura 523 Kado líquido, mantido sob agitação orbital, a 120 rpm, por 48 h a 28 °C. Após esse tempo, procedeu-se a quantificação de células no caldo bacteriano pelo método de diluição sucessiva e semeadura de 200 µL em meio de cultura 523 Kado, obtendo-se $2,8 \times 10^8$ UFC mL⁻¹. A partir desse inóculo foram preparadas suspensões bacterianas nas diluições 1:15, 1:20 e 1:1000 mL em água destilada e esterilizada. Estas suspensões foram nos experimentos com o biocontrolador.

Preparo do veículo para formulação do biocontrole. Como veículo para o antagonista prepararam-se combinações à base de polímeros, contendo goma xantana (GX) e polivinilpirrolidona (PVP). Para compor as formulações foram elaboradas três combinações contendo os polímeros GX e PVP sendo, uma somente com GX, outra somente com PVP e uma terceira formulação composta por GX + PVP, nas concentrações de 1 g de GX e 1,5 g de PVP, adicionadas de 100 mL de água destilada e deionizada. Após o preparo dessas combinações foram envasados 20 mL de cada combinação de polímeros. A seguir os frascos contendo as diferentes formulações foram esterilizados em autoclave a 121°C por 15 minutos (DENARDIN & FREIRE, 2000) constituindo assim o veículo. Após a

esterilização foram transferidos volumes variados do antagonista constituindo dessa forma o “biocontrolador”.

Assim foram preparadas cinco formulações, constituídas das seguintes combinações: F₁= 20 mL de GX + 1,0 mL do agente antagonista; F₂= 20 mL de GX + 1,5 mL do agente antagonista; F₃= 20 mL de GX + 2,0 mL do agente de biocontrole; F₄ = 10 mL de PVP + 10 mL de GX + 1,5 ml do agente de biocontrole; F₅= 20 mL de PVP + 15 ml do agente de biocontrole. Para cada formulação foram realizadas diluições em água potável de 1:1000 mL (1 mL de cada formulação para em 1000 mL de água) e esses constituíram os diferentes tratamentos.

Experimento 1. Utilizou-se a cultivar de soja Caiapônia, altamente suscetível à antracnose, cujas sementes foram fornecidas pelo pesquisador Dr. José Nunes, da Agência Rural, Goiânia, GO. As plantas foram cultivadas em vasos com solo, deixando-se três plantas por vaso e quatro vasos por tratamento, em um delineamento completamente casualizado. As aplicações do antagonista (diluído 1:15 mL em água destilada) foram realizadas utilizando-se um microaspersor. Os fungicidas carbendazim (Derosal, 3,0 mL/L), azoxistrobina + ciproconazol (Priori Xtra, 1,5 mL/L) e trifloxistrobina + ciproconazol (Sphere, 1,5 mL/L) foram aplicados também com microaspersor 24 horas antes da inoculação com *C. truncatum*. No momento das aplicações as plantas encontravam-se no estágio de crescimento V5 (presença de cinco trifólios).

Experimento 2. Este experimento também foi iniciado no estágio de crescimento V5, no dia 17/04/2007, e seguiu a metodologia

descrita no anterior, exceto o fato de que o antagonista foi diluído em água, na proporção de 1:20.

Experimento 3. Este experimento teve início em 22/08/2007, também no estágio de crescimento V5, mudando-se para 1:1000 a diluição do antagonista na água de pulverização.

A inoculação de *C. truncatum* nos experimentos 1, 2, e 3 foi realizada 24 horas após a aplicação do biocontrolador. Utilizou-se uma suspensão de conídios de $6,0 \times 10^5$ /mL⁻¹. As plantas foram incubadas em câmara úmida por 36 horas, à temperatura de 25 °C, e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação foi realizada 12 dias após a inoculação. Para avaliação, utilizaram-se somente os folíolos marcados antes da inoculação. Foram coletados dez folíolos por repetições. Após a avaliação visual da severidade da antracnose, retirou-se um disco de 6 mm de diâmetro de cada folíolo, a partir de área com sintoma, o qual foi incubado em câmara úmida durante cinco dias a 25 °C. Após, esses materiais foram avaliados quanto à presença de acérvulos do patógeno (Figura 1). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Utilizou-se o pacote estatístico disponível no sistema SAS.

Experimentos 4 e 5. Esses experimentos foram iniciados em 14/12/2006 e 28/02/2007, datas que correspondem ao dia da aplicação dos fungicidas. Foram utilizados os seguintes tratamentos, nas suas doses comerciais: T₁ = testemunha (somente água destilada e esterilizada); T₂ = carbendazim; T₃= azoxistrobina + ciproconazol e T₄= trifloxistrobina + ciproconazole. As plantas foram inoculadas 4, 8, 12, 16, 19 e 22 dias após a aplicação. Em cada inoculação, um grupo

independente de plantas foi utilizado. A metodologia empregada foi semelhante para ambos, assim como a cultivar, que foi a CD 219 RR.

Experimento 6: Esse experimento utilizou as seguintes cultivares Caiapônia, BRS 244 RR, CD 212 RR, CD 213 RR, CD 214 RR, CD 215 RR, CD 219 RR, CD 245 RR, Fundacep 35, Fundacep 53 RR, Mireia RR, AG 6001 RR, AG 6445 RR e ND 8000 RR. As inoculações foram no estágio V1-V2. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: a) sem inoculação, b) inoculação com suspensão de esporos de *C. truncatum* e c) inoculação com *C. truncatum* após aplicação prévia (24 horas) do biocontrolador, com a formulação F4 = 10 mL de PVP + 10 mL de GX + 1,5 ml do agente de biocontrole (diluído em 1:1000). A avaliação da incidência da antracnose em folíolos foi realizada 12 dias após a inoculação.

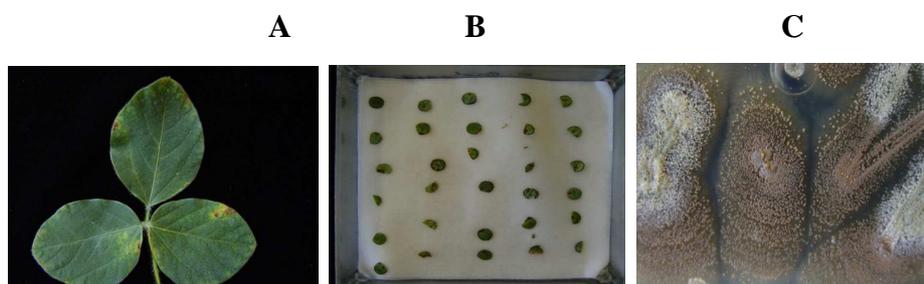


Figura 1: Folha com sintomas da antracnose da soja (A), seções de folíolos incubados em câmara úmida para verificação do patógeno (B) e colônias de *Colletotrichum truncatum* obtidas a partir de folíolos com sintomas (C).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos experimentos 1, 2 e 3 constam nas Tabelas 1 (efeito do antagonista) e 2 (efeito dos fungicidas). Como resultados das inoculações realizadas, as plantas não tratadas apresentaram

severidade de 4,58%, 6,77% e 5,77%, com média de 5,70%. Houve efeito significativo do antagonista, em relação à testemunha, apenas no terceiro experimento, e na quantidade maior utilizada, o que, provavelmente, está relacionada à maior diluição do antagonista na água de aplicação. As diluições 1:15 e 1:20 foram fitotóxicas às folhas pulverizadas, prejudicando a avaliação do controle da antracnose.

Tabela 1: Severidade da antracnose da soja, cultivar Caiapônia, em função da aplicação preventiva com o antagonista (*Bacillus* sp.). UPF, Passo Fundo, 2007

| Tratamentos ¹ | Diluição (form/água) | | | Severidade (%) | | | Média |
|--------------------------|----------------------|--------|--------|----------------|--------|--------------------|-------|
| | Exp. 1 | Exp. 2 | Exp. 3 | Exp. 1 | Exp. 2 | Exp. 3 | |
| T1 | - | - | - | 5,7 ns | 6,7 ns | 4,5 a ² | 5,7 |
| T2 | 1:15 | 1:20 | 1:1000 | 5,5 | 5,6 | 4,3 a | 5,1 |
| T3 | 1:15 | 1:20 | 1:1000 | 5,8 | 5,2 | 3,0 ab | 4,7 |
| T4 | 1:15 | 1:20 | 1:1000 | 4,3 | 6,0 | 0,7 b | 3,6 |
| T5 | 1:15 | 1:20 | 1:1000 | 5,3 | 6,6 | 3,5 ab | 5,1 |
| T6 | 1:15 | 1:20 | 1:1000 | 5,2 | 7,8 | 2,7 ab | 5,2 |
| C.V. (%) | | | | 29,1 | 23,8 | 15,0 | |

¹T1 = Testemunha (água); T₂= 20 mL de GX + 1,0 mL do agente antagonista; T₃= 20 mL de GX + 1,5 mL do agente antagonista; T₄= 20 mL de GX + 2,0 mL do agente de biocontrole; T₅ = 10 mL de PVP + 10 mL de GX + 1,5 ml do agente de biocontrole; T₆= 20 mL de PVP + 1,5 ml do agente de biocontrole.

²Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Os fungicidas reduziram significativamente a severidade da antracnose em relação à testemunha não tratada (Tabela 2). Entre os fungicidas, os resultados foram estatisticamente semelhantes. Na média dos três experimentos, a severidade variou de 0,2%, (azoxistrobina + ciproconazol) a 0,3% (carbendazim) e 0,5% (trifloxistrobina + ciproconazol) que corresponde a percentagem de controle de 95,7, 93,8 e 90, 2 em relação à testemunha não tratada (severidade de 5,2%).

Tabela 2: Severidade da antracnose da soja, cultivar Caiapônia, em função da aplicação preventiva de fungicidas. UPF, Passo Fundo, 2007

| Tratamentos | Dose (mL p.c./L água) | Exp. 1 | Exp. 2 | Exp. 3 | Média |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | | | |
| T2 - Trifloxistrobina + ciproconazol | 1,5 | 0,4 b | 0,5 b | 0,6 b | 0,5 |
| T3 - Carbendazim | 3,0 | 0,2 b | 0,3 b | 0,3 b | 0,3 |
| T4 - Azoxistrobina + ciproconazol | 1,5 | 0,1 b | 0,3 b | 0,1 b | 0,2 |
| C.V. (%) | | 29,1 | 23,8 | 15,0 | |

¹Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Nos experimentos com inoculações sucessivas (Tabelas 3 e 4), a severidade da antracnose em plantas não tratadas variou de 11% a 18,3% no experimento 4 e de 10,6% a 17,8% no experimento 5. Em ambos os experimentos, as diferenças em severidade entre a testemunha não tratada e os fungicidas foram significativas nas inoculações realizadas aos quatro, oito ou doze dias após a aplicação. Os fungicidas protegeram a planta por um período de até 12 dias.

Tabela 3: Severidade foliolar da antracnose da soja na cultivar CD 219 RR, em função de inoculações em diferentes intervalos após a aplicação de fungicidas. Experimento 4. UPF, Passo Fundo, 2007

| Tratamento | Inoculações (dias após aplicação preventiva) | | | | | |
|-------------------------------|--|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 4 | 8 | 12 | 16 | 19 | 22 |
| Testemunha | 13,3a ¹ | 11,0a | 15,6a | 13,7ns | 18,3ns | 16,0ns |
| Azoxistrobina+ciproconazol | 2,3c | 4,1b | 5,3c | 11,3 | 12,66 | 14,5 |
| Trifloxistrobina+ciproconazol | 2,3c | 4,0b | 3,6c | 12,3 | 15,33 | 16,3 |
| Carbendazim | 1,5c | 5,0b | 9,0b | 12,0 | 16,66 | 14,0 |
| C.V. (%) | 9,8 | 13,1 | 13,5 | 8,4 | 16,5 | 8,2 |

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A incidência foliolar da antracnose da soja, nas cultivares inoculadas, atingiu níveis de 100%. Apenas três cultivares apresentaram incidência abaixo deste valor, o que demonstra a suscetibilidade dos

materiais utilizados. A utilização do antagonista (biocontrolador) reduziu a incidência foliolar significativamente em oito das 14 cultivares inoculadas.

Tabela 4: Severidade foliolar da antracnose da soja, cultivar CD 219 RR, em função de inoculações em diferentes intervalos após a aplicação de fungicidas. Experimento 5. UPF, Passo Fundo, 2007

| Tratamento | Inoculações (dias após aplicação preventiva) | | | | | |
|-------------------------------|--|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 4 | 8 | 12 | 16 | 19 | 22 |
| Testemunha | 10,6a ¹ | 13,8a | 16,2a | 14,6ns | 17,8ns | 14,0ns |
| Trifloxistrobina+ciproconazol | 2,5c | 4,0c | 3,1c | 12,3 | 15,3 | 19,3 |
| Azoxistrobina+ciproconazol | 2,3c | 2,0c | 5,0c | 11,6 | 12,6 | 12,6 |
| Carbendazim | 1,3c | 5,0bc | 9,0b | 12,0 | 16,6 | 14,0 |
| C.V. (%) | 6,9 | 8,3 | 6,7 | 9,3 | 10,1 | 12,2 |

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 5: Incidência foliolar da antracnose da soja em 14 diferentes cultivares inoculadas com *Colletotrichum truncatum*, com e sem a utilização do antagonista na formulação F4, no estágio V1-V2. experimento 6: UPF, Passo Fundo, 2007

| Cultivares | Incidência foliolar (%) | | |
|----------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| | Não inoculada | <i>C. truncatum</i> | <i>C. truncatum</i> + antagonista |
| Caiapônia | A 0 ns | C 100,0 a ¹ | B 66,6 b |
| CD 212 RR | A 0 | B 75,0 b | C 33,1 c |
| CD 213 RR | A 0 | C 100,0 a | B 33,1 c |
| CD 214 RR | A 0 | B 100,0 a | A 22,2 d |
| CD 215 RR | A 0 | B 100,0 a | C 49,9 b |
| CD 219 RR | A 0 | B 100,0 a | C 49,9 b |
| CD 245 RR | A 0 | B 100,0 a | B 100,0 a |
| AG 6001 RR | A 0 | C 100,0 a | B 33,1 c |
| AG 6445 RR | A 0 | B 100,0 a | B 66,6 b |
| ND 8000 RR | A 0 | B 33,3 c | B 11,1 d |
| BRS 244RR | A 0 | C 100,0 a | B 44,9 b |
| Fundacep 35 | A 0 | B 100,0 a | B 83,3 a |
| Fundacep 53 RR | A 0 | B 33,3 c | B 22,2 d |
| Mireia RR | A 0 | B 100,0 a | B 83,3 a |
| C.V. (%) | 16,6 | 16,6 | 16,6 |

F4 = 10 mL de PVP + 10 mL de GX + 1,5 ml do agente de biocontrole (diluído em 1:1000).

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal ou minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Almeida (1981) estudou o efeito preventivo de dois fungicidas sistêmicos (benomil, metiltiofanato + manebe) e um protetor (manebe) em plantas de soja inoculada com *Septoria glycines*, *Phomopsis sojae*, *Cercospora sojina* e *Colletotrichum truncatum*. As pulverizações foram realizadas aos 4, 8 e 12 dias antes da inoculação. Os fungicidas sistêmicos não diferiram entre si, embora as maiores porcentagens de vagens e sementes saudáveis tenham sido obtidas com a utilização do fungicida protetor aplicado até oito dias antes da inoculação. No presente trabalho, o controle preventivo estendeu-se por 12 dias, sendo maior que o obtido por Almeida (1981).

Adami *et al.* (2006) avaliaram a eficiência de fungicidas no controle da antracnose da soja, em experimento conduzido no sudoeste do Paraná. Foram realizadas duas aplicações, nos estádios R1 e R4/R5.1, respectivamente. Segundo os autores, os fungicidas ciproconazol + trifloxistrobina, clorotalonil + tiofanato metílico e difenoconazole apresentaram controle da antracnose, mas não fazem referência à intensidade da doença e aos percentuais de controle.

CONCLUSÕES

A utilização preventiva do fungicida carbendazim (Derosal), no manejo da antracnose, protegeu a soja por até oito dias, enquanto o efeito das misturas de triazóis + estrobilurinas (Sphere e Priori Xtra), se estendeu por até 12 dias após a aplicação.

A utilização de um biocontrole reduziu parcialmente a incidência da doença em plantas inoculadas, porém esta ação não ocorreu em todas as cultivares.

CAPÍTULO IV

CONTROLE CURATIVO DE *Colletotrichum truncatum* EM SOJA.

Rosemari T. de Souza & Carlos A. Forcelini

RESUMO: A antracnose da soja tem atingido intensidades elevadas em algumas regiões do Brasil. A doença ocorre já nos estádios vegetativos e as aplicações de fungicidas são, geralmente, feitas após o seu estabelecimento. Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Fitopatologia, em câmaras de crescimento e estufas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Neste trabalho, avaliou-se o desempenho de um fungicida benzimidazol (carbendazim) e duas misturas de triazóis + estrobilurinas (ciproconazol + azoxistrobina e ciproconazol + trifloxistrobina) no controle curativo da antracnose. Três experimentos foram conduzidos em câmara climatizada (25 °C, fotoperíodo de 12 horas), cada um com uma cultivar de soja diferente (Caiapônia, AG 6001 RR e Anta 82 RR). As plantas foram inoculadas (4×10^5 conídios.mL⁻¹) no estágio V4-V5 e pulverizadas com os fungicidas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias após. A severidade foliolar média da antracnose variou de 9,5% (Anta 82), 11,2% (ND 6001) e 23,7% (Caiapônia). Os percentuais máximos de controle foram observados na aplicação realizada dois dias após a inoculação e variaram de 57,8 a 78,2% (Caiapônia), 82,4 a 90,1% (ND 6001) e 89,0 a 95,8% (Anta 82). O efeito protetor dos fungicidas se estendeu por cinco dias após a inoculação nas cultivares Caiapônia e Anta 82, ou seis dias na ND

6001. Os fungicidas foram iguais entre si. O controle curativo da antracnose com o fungicida carbendazim foi de mais de 70% até quatro dias para a cultivar Caiapônia. A redução apenas parcial da doença reforça a necessidade de medidas curativas para melhor manejo da antracnose.

Palavras-chave: antracnose, fungicidas, cultivares.

CURATIVE CONTROL OF *Colletotrichum truncatum* ON SOYBEANS

ABSTRACT: The soybean anthracnose has been an important disease in many places of Brazil. It occurs early in the vegetative plant stages and fungicidal sprays are usually made after disease establishment. This study aimed to evaluate the curative control of soybean anthracnose by a benzimidazol fungicide (carbendazim) and two mix of triazols and strobilurins (cyproconazol + azoxystrobin and cyproconazol + trifloxystrobin). Three experiments were performed in growth chambers adjusted to 25 °C and photoperiod of 12 hours, each one with a different soybean cultivar (Caiapônia, ND 6001, and Anta 82). The plants were inoculated (40,000 conidia.mL⁻¹) at the growth stage V4-V5 and sprayed with the fungicides at 2, 3, 4, 5, 6, or 7 days after. Disease severity varied from 9.5% (Anta 82) to 11.2% (ND 6001) and 23.7% (Caiapônia). The maximum disease control was observed two days after inoculation and ranged from 57.8 to 78.2% (Caiapônia), 82.4 to 90.1% (ND 6001) and 89.0 to 95.8% (Anta 82). The fungicides were effective for five days after inoculation on Caiapônia and Anta 82, or six days on ND 6001. All three fungicides

performed similarly. Curative control of soybean anthracnose is limited to few days after inoculation, which requires the adoption of other preventive control measures to better manage soybean anthracnose.

Key-words: anthracnose, fungicides, cultivars.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja é afetada por várias doenças fúngicas que comprometem o rendimento e qualidade de grãos da cultura. A ferrugem asiática, o oídio, a mancha-alvo, a antracnose e o complexo de doenças de final de ciclo estão entre as principais (BALARDIN, 2002).

Embora a resistência genética seja a forma mais econômica e eficaz do controle de doenças, não há cultivar resistente para muitas delas. No caso da soja, o controle químico é uma alternativa para o manejo das doenças (EMBRAPA, 1997).

Há muitos trabalhos relacionados ao controle químico de doenças em soja, mas não específicos para a antracnose. Em um dos poucos dirigidos a esta doença, Almeida (1981) estudou o efeito curativo e preventivo de fungicidas (benomil, metiltiofanato + manebe), em plantas de soja inoculada com *Septoria glycines* Hemmi, *Phomopsis sojiae*, *Cercospora sojina* (Matsu. & Tomoyasu) e *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus e Moore. Os fungicidas foram aplicados aos 2, 5 e 8 dias após a inoculação, e repetidos após 12 dias. Os fungicidas sistêmicos não diferiram entre si, porém apresentaram melhor efeito curativo que o fungicida protetor e a

testemunha, quando aplicados até cinco dias após a inoculação, quanto à porcentagem de vagens e sementes sadias.

Os programas de aplicação de fungicidas em soja são, geralmente, iniciados a partir dos estádios reprodutivos da cultura, exceto quando ocorrem epidemias de ferrugem, oídio ou antracnose já na fase vegetativa da cultura (INDICAÇÕES, 2008). Por sobreviver em sementes e restos culturais, o fungo *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose, é, potencialmente, uma dos primeiros patógenos a se estabelecer na cultura. Neste caso, a maioria das aplicações será de caráter curativo ou erradicante.

A eficácia de aplicações pode variar em função dos fungicidas utilizados e da intensidade da doença. Este trabalho avalia a capacidade curativa de um fungicida benzimidazol e de misturas de triazóis + estrobilurinas no controle curativo de infecções da antracnose, em três cultivares de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Fitopatologia, em câmaras de crescimento e estufas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Foram executados três experimentos, iniciados em 03/11/2006 (experimento 1), 10/02/2007 (experimento 2) e 23/08/2007 (experimento 3).

Preparo do inóculo de *Colletotrichum. truncatum*. Utilizou-se um isolado obtido a partir de vagens infectadas, provenientes de lavoura de soja situada no município de Luiz Eduardo Magalhães Bahia. As vagens foram colocadas em câmara úmida para esporulação

do fungo. Procedeu-se o isolamento direto do mesmo, transferindo-se amostra dos acérvulos para meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), com posterior repicagem para obtenção de cultura pura. Após 14 dias de crescimento das colônias, o material foi utilizado para preparo da suspensão de esporos, a qual foi ajustada, com auxílio de uma Câmara de Neubauer, a uma concentração de 6×10^5 esporos mL^{-1} . Essa suspensão foi inoculada em plantas de soja da cultivar CD 219, a fim de verificar a patogenicidade do isolado. As plantas, contidas em vasos, foram colocadas em câmara úmida por 36 horas, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, retornando, após, ao ambiente externo. A verificação dos sintomas e o reisolamento do fungo foram realizados aos 12 dias após a inoculação. Amostras do fungo reisolado foram transferidas para tubos de ensaio, cobertas com óleo e mantidas em geladeira para uso nos diversos experimentos.

Condução dos experimentos: Estes experimentos constaram de aplicações curativas dos fungicidas carbendazim (Derosal, $3,0\text{ mL/L}^{-1}$), azoxistrobina + ciproconazol (Priori Xtra, $1,5\text{ mL/L}^{-1}$) e trifloxistrobina + ciproconazol (Sphere, $1,5\text{ mL/L}^{-1}$), após a inoculação das plantas (experimento 1), 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias (experimentos 2 e 3). A dose por litro dos fungicidas foi aferidas com base nas suas doses comerciais, diluídas em um volume de calda de 200 litros por hectare. Às misturas de azoxistrobina + ciproconazol e trifloxistrobina + ciproconazol foram adicionados os adjuvantes Nimbus (0,5% do volume de água) e Attach (0,25% do volume de água), respectivamente. Para inoculação, utilizou-se uma suspensão de esporos contendo 6×10^5 conídios mL^{-1} , aplicada sobre plantas em

estádio V5 (presença de cinco trifólios), de três cultivares: Caiapônia (experimento1), ND 6001 (experimento 2) e Anta 82 (experimento 3). Após a inoculação, as plantas foram incubadas em câmara úmida por 36 horas, à temperatura de 25 °C, e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação foi realizada 12 dias após a inoculação. As aplicações dos fungicidas foram realizadas através de aspersor manual, até o ponto de escorrimento. Para cada data de aplicação e cultivar foram utilizados três vasos, cada qual com três plantas.

As avaliações foram realizadas aos 12 dias após a inoculação, coletando-se 10 folíolos previamente marcados no dia da inoculação. Nestes, avaliou-se a incidência e a severidade da antracnose. Logo após, uma área correspondente a um disco de 6 mm de diâmetro foi removida de cada folíolo e incubada em câmara úmida, por cinco dias, a 25 °C, fotoperíodo de 12 x 12 horas, sendo então analisada quanto à presença de acérvulos do patógeno.

Utilizou-se da análise de variância e da comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de significância, para avaliação dos tratamentos dentro de cada data de aplicação. A ação curativa dos fungicidas ao longo do período de aplicação foi analisada por regressão, optando-se pelo modelo com maior valor do coeficiente de determinação (R^2) para a maioria das equações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no experimento 1 (Tabelas 1 e 2) comprovam a alta suscetibilidade da cultivar Caiapônia, onde as

inoculações produziram incidências de 73,7% a 83,1% e severidades de 21,4% a 27,1%. Ambas as variáveis foram reduzidas significativamente pelos fungicidas utilizados, que não diferiram estatisticamente entre si, embora carbendazim tenha apresentado valores menores na maioria das situações. Até a aplicação realizada aos cinco dias após a inoculação, todos os três fungicidas diferiram da testemunha, evidenciando uma limitada ação retroativa sobre as infecções já incubadas.

Tabela 1: Incidência e severidade em folíolos, severidade em folíolos e incidência de *Colletotrichum truncatum* em folíolos incubados em câmara úmida, sob aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de plantas de soja, cv. Caiapônia. Experimento 1. UPF, Passo Fundo, 2006

| Fungicida | Época de aplicação (dias após a inoculação) | | | | | |
|--|---|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Incidência em folíolos (%) | | | | | | |
| Testemunha | 73,7 a ⁴ | 78,9 a | 83,1 a | 78,0 a | 76,5 a | 74,0 a |
| Carbendazim ¹ | 33,7 b | 39,1 b | 40,0 b | 38,0 b | 50,0 b | 46,0 b |
| Ciproc. + triflox. ² | 33,3 b | 33,3 b | 49,0 b | 52,3 b | 54,7 b | 55,7 ab |
| Ciproc. + azox. ³ | 37,6 b | 40,0 b | 53,3 b | 51,0 b | 57,7 ab | 53,3 b |
| C.V. (%) | 6,2 | 8,8 | 10,5 | 9,1 | 11,2 | 10,6 |
| Severidade em folíolos (%) | | | | | | |
| Testemunha | 23,0 a | 21,4 a | 22,6 a | 27,1 a | 22,9 a | 25,3 a |
| Carbendazim | 5,0 b | 6,2 b | 6,4 b | 14,0 b | 16,0 b | 18,6 a |
| Ciproc. + triflox. | 9,7 b | 9,3 b | 10,0 b | 17,5 b | 19,7 ab | 22,1 a |
| Ciproc. + azox | 9,0 b | 8,3 b | 8,6 b | 19,1 b | 20,0 ab | 19,8 a |
| C.V. (%) | 6,8 | 7,3 | 6,5 | 10,3 | 10,7 | 9,6 |
| Incidência em folíolos, em câmara úmida (%) | | | | | | |
| Testemunha | 86,6 a | 90,0 a | 91,8 a | 89,4 a | 87,7 a | 86,1 a |
| Carbendazim | 43,3 b | 40,0 b | 46,7 b | 43,3 c | 56,7 b | 50,0 c |
| Ciproc. + triflox. | 43,5 b | 42,5 b | 43,3 b | 61,0 b | 66,7 b | 66,7 b |
| Ciproc. + azox | 43,3 b | 40,0 b | 45,0 b | 57,8 b | 63,3 b | 68,2 b |
| C.V. (%) | 9,3 | 7,6 | 7,8 | 10,1 | 9,4 | 8,3 |

1= Derosal (0,5 L/ha), 2= Sphere + Attach (0,3 + 0,25%), 3= Priori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,5%).

⁴Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelos teste de Tukey a 5% de significância.

Pela comparação dos valores de severidade entre testemunha e fungicidas, calcularam-se os percentuais de controle (Tabela 2), cujos valores máximos foram 57,8% (ciproconazol + trifloxistrobina), 61,9% (ciproconazol + azoxistrobina) e 78,2% (carbendazim). A porcentagem de controle diminuiu à medida que as aplicações foram efetuadas mais tarde. Essa redução foi representada por equações lineares de primeiro grau: $y = 100 - 10,34x$ ($R^2 = 0,91$) para carbendazim, $y = 100 - 13,26x$ ($R^2 = 0,82$) para ciproconazol + trifloxistrobina e $y = 100 - 12,75x$ ($R^2 = 0,75$) para ciproconazol + azoxistrobina, onde y = porcentagem de controle e x = tempo em dias após a inoculação. Pelas equações, para cada dia de atraso na aplicação, ocorrem reduções de 10,34 a 13,26 pontos percentuais, conforme o fungicida.

Tabela 2: Controle da severidade da antracnose com base na severidade, em função de aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de *Colletotrichum truncatum* em soja, cv. Caiapônia. Experimento 1. UPF, Passo Fundo, 2006

| Fungicida | Momento de aplicação (dias após a inoculação) | | | | | |
|---------------------------------|---|------|------|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Carbendazim ¹ | 78,2 | 71,0 | 71,6 | 48,3 | 30,1 | 26,4 |
| Ciproc. + triflox. ² | 57,8 | 56,5 | 55,7 | 35,4 | 13,9 | 12,6 |
| Ciproc. + azox. ³ | 60,8 | 61,2 | 61,9 | 29,5 | 12,6 | 21,7 |

1= Derosal (0,5 L/ha), 2= Sphere + Attach (0,3 + 0,25%), 3= Priori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,5%).

No segundo experimento conduzido, a cultivar utilizada (ND 6001) mostrou-se menos suscetível à antracnose. Os resultados das inoculações e aplicações (Tabela 3) evidenciaram incidência máxima de 23,1% e severidade máxima de 12,6%. Nessa condição, houve

melhor desempenho dos fungicidas, que diferiram da testemunha em todas as aplicações realizadas. Novamente, não houve diferenças entre produtos.

Quando as diferenças em severidade foram convertidas em porcentagem de controle (Tabela 4), a eficácia dos fungicidas manteve-se acima de 80%. A análise de regressão da porcentagem de controle em função do intervalo entre inoculação e aplicação não foi significativa, pois os fungicidas mantiveram eficácia semelhante.

Tabela 3: Incidência da antracnose em folíolos, severidade em folíolos e incidência de *Colletotrichum truncatum* em folíolos incubados em câmara úmida, sob aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de plantas de soja, cv. ND 6001. Experimento 2. UPF, Passo Fundo, 2007

| Fungicida | Época de aplicação (dias após a inoculação) | | | | |
|--|---|---------|--------|--------|---------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Incidência em folíolos (%) | | | | | |
| Testemunha | 21,6 a ⁴ | 23,1 a | 22,4 a | 20,6 a | 24,0 a |
| Carbendazim ¹ | 4,7 b | 6,3 b | 8,3 b | 13,0 b | 16,7 b |
| Ciproconazol + trifloxistrobina ² | 5,3 b | 5,7 b | 8,0 b | 13,3 b | 17,0 b |
| Ciproconazol + azoxistrobina ³ | 4,3 b | 8,7 b | 8,0 b | 10,2 b | 17,7 b |
| C.V. (%) | 6,6 | 7,3 | 9,1 | 6,8 | 9,3 |
| Severidade em folíolos (%) | | | | | |
| Testemunha | 9,1 a | 12,6 a | 12,1 a | 10,8 a | 11,5 a |
| Carbendazim | 1,0 b | 1,4 b | 1,1 b | 1,1 b | 1,1 b |
| Ciproconazol + trifloxistrobina | 0,9 b | 2,0 b | 2,1 b | 1,6 b | 1,7 b |
| Ciproconazol + azoxistrobina | 1,6 b | 1,5 b | 1,8 b | 1,8 b | 1,5 b |
| C.V. (%) | 7,8 | 7,6 | 9,1 | 7,5 | 8,5 |
| Incidência <i>C. truncatum</i> em folíolos, em câmara úmida (%) | | | | | |
| Testemunha | 100,0 a | 100,0 a | 93,3 a | 85,3 a | 78,5 ns |
| Carbendazim | 50,7 b | 50,0 b | 50,0 b | 66,7 b | 60,0 |
| Ciproconazol + trifloxistrobina | 55,5 b | 50,0 b | 50,0 b | 69,3 b | 59,3 |
| Ciproconazol + azoxistrobina | 63,3 b | 56,3 b | 50,0 b | 60,0 b | 63,3 |
| C.V. (%) | 10,3 | 13,1 | 9,8 | 10,2 | 9,0 |

¹= Derosal (0,5 L/ha), ²= Sphere + Attach (0,3 + 0,25%), ³= Priori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,5%).

⁴Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelos teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4: Porcentagem de controle da antracnose com base na severidade, em função de aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de *Colletotrichum truncatum* em soja, cv. ND 6001. Experimento 2. UPF, Passo Fundo, 2007

| Fungicida | Época de aplicação (dias após a inoculação) | | | | |
|--|---|------|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Carbendazim ¹ | 89,0 | 88,8 | 90,9 | 89,8 | 90,4 |
| Ciproconazol + trifloxistrobina ² | 90,1 | 84,1 | 82,6 | 85,1 | 85,2 |
| Ciproconazol + azoxistrobina ³ | 82,4 | 88,0 | 85,1 | 83,3 | 86,9 |

1= Derosal (0,5 L/ha), 2= Sphere + Attach (0,3 + 0,25%), 3= Priori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,5%).

No terceiro experimento, com a cultivar Anta 82 (Tabelas 5 e 6), a incidência da antracnose foi alta (69,8% a 79,7%), mas a severidade baixa (7,3% a 11,1%), o que poderia indicar algum tipo de resistência parcial desta cultivar à doença. Em relação à severidade, as misturas de triazóis + estrobilurinas avaliadas diferiram da testemunha quando aplicadas até 5 dias após a inoculação, enquanto o fungicida carbendazim foi efetivo até o sexto dia. Os percentuais de controle (Tabela 6) variaram entre a primeira e a última aplicação. As equações geradas, $y = 100 - 7,59x$ ($R^2=0,85$) para carbendazim, $y = 100 - 12,19x$ ($R^2 = 0,85$) para ciproconazol + trifloxistrobina e $y = 100 - 11,34 x$ ($R^2 = 0,86$) para ciproconazol + azoxistrobina, mostram reduções de 7,9 a 12,19 pontos percentuais para cada dia de atraso na aplicação.

Tabela 5: Incidência da antracnose em folíolos, severidade em folíolos e incidência de *Colletotrichum truncatum* em folíolos incubados em câmara úmida, sob aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de plantas de soja, cv. ANTA 82. Experimento 3. UPF, Passo Fundo, 2007

| Fungicida | Época de aplicação (dias após a inoculação) | | | | |
|--|---|--------|---------|--------|---------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Incidência em folíolos (%) | | | | | |
| Testemunha | 79,7 a ⁴ | 73,4 a | 70,6 a | 69,8 a | 77,1 a |
| Carbendazim ¹ | 29,3 b | 36,1 b | 39,7 b | 40,2 b | 50,4 b |
| Ciproconazol + trifloxistrobina ² | 37,1 b | 40,0 b | 40,0 b | 48,3 b | 59,3 ab |
| Ciproconazol + azoxistrobina ³ | 38,8 b | 47,9 b | 47,8 b | 41,3 b | 57,1 ab |
| C.V. (%) | 7,8 | 9,3 | 6,5 | 9,1 | 8,4 |
| Severidade em folíolos (%) | | | | | |
| Testemunha | 7,3 a | 8,5 a | 10,2 a | 10,6 a | 11,1 a |
| Carbendazim | 0,3 b | 1,5 b | 3,5 b | 4,4 b | 5,1 b |
| Ciproconazol + trifloxistrobina | 0,8 b | 1,8 b | 5,4 b | 6,2 b | 8,5 ab |
| Ciproconazol + azoxistrobina | 0,4 b | 2,5 b | 4,4 b | 5,9 b | 8,7 ab |
| C.V. (%) | 5,4 | 7,1 | 6,7 | 8,3 | 7,7 |
| Incidência <i>C. truncatum</i> em folíolos, em câmara úmida (%) | | | | | |
| Testemunha | 100,0 a | 83,3 a | 79,7 a | 75,0 a | 82,3 a |
| Carbendazim | 60,0 b | 50,0 b | 56,7 b | 60,0 a | 73,3 a |
| Ciproconazol + trifloxistrobina | 53,3 b | 53,3 b | 60,0 ab | 73,3 a | 83,0 a |
| Ciproconazol + azoxistrobina | 50,0 b | 55,3 b | 65,7 ab | 70,7 a | 73,3 a |
| C.V. (%) | 10,6 | 12,1 | 12,4 | 9,9 | 10,5 |

¹= Derosal (0,5 L/ha), ²= Sphere + Attach (0,3 + 0,25%), ³= Piori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,5%).

⁴= Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelos teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 6: Porcentagem de controle da antracnose com base na severidade, em função de aplicações curativas de fungicidas, em diferentes momentos após a inoculação de *Colletotrichum truncatum* em soja, cv. Anta 82. Experimento 3. UPF, Passo Fundo, 2007

| Fungicida | Época de aplicação (dias após a inoculação) | | | | |
|--|---|------|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Carbendazim ¹ | 95,8 | 82,3 | 65,6 | 58,4 | 54,0 |
| Ciproconazol + trifloxistrobina ² | 89,0 | 78,8 | 47,0 | 32,0 | 23,4 |
| Ciproconazol + azoxistrobina ³ | 94,5 | 70,5 | 56,8 | 44,3 | 21,6 |

¹= Derosal (0,5 L/ha), ²= Sphere + Attach (0,3 + 0,25%), ³= Piori Xtra + Nimbus (0,3 + 0,5%).

Almeida (1981), também estudou o efeito curativo de fungicidas sistêmicos (benomil, metiltiofanato + maneb) e de um

protetor (maneb), em plantas de soja inoculada com *Septoria glycines*, *Phomopsis sojiae*, *Cercospora sojina* e *Colletotrichum truncatum*. As pulverizações foram realizadas aos, 8 e 12 dias antes da inoculação. Os fungicidas sistêmicos não diferiram entre si, embora as maiores porcentagens de vagens e sementes saudáveis tenham sido obtidas com a utilização do fungicida protetor aplicado até oito dias antes da inoculação. No presente trabalho, o controle preventivo estendeu-se por 12 dias, sendo maior que o obtido por Almeida (1981).

Segundo Reis *et al.*, (1996), o controle químico é uma medida rápida, prática e eficiente no controle de doenças de plantas, mas não constitui a única medida de controle. Nos resultados deste trabalho, o controle curativo da antracnose mostrou-se parcial e limitado a poucos dias após a inoculação. Esse fato reforça a necessidade de adoção de medidas preventivas para melhor manejo da doença. Segundo Almeida *et al.* (2005), a redução da incidência da antracnose só é possível através da rotação de culturas, do maior espaçamento entre as linhas (50 a 55 cm), de uma população adequada (250.000 a 300.000 plantas/há⁻¹), do tratamento químico de semente e do manejo adequado do solo, principalmente, com relação à adubação potássica. Observações a campo têm mostrado que, sob semeadura direta e em áreas com cobertura morta, a incidência de antracnose é menos severa. O manejo da população de percevejo é também importante na redução de danos por antracnose (KLINGELFUSS & YORINORI, 2001).

Estudos realizados em Rio Verde, Goiás, através do Fitopatologista Luís Carregal (informações pessoais do autor), mostraram que a aplicação de fungicidas benzimidazóis ou estrobilurinas, no estágio R1 e 20 dias após, reduziram apenas

parcialmente a incidência da doença em vagens. Como a antracnose ocorre já a partir da fase vegetativa e o seu controle eficaz é limitado a poucos dias após a inoculação, considera-se que aplicações na fase reprodutiva da cultura tem reduzida aplicabilidade no manejo da doença.

CONCLUSÕES

O fungicida carbendazim (Derosal) e misturas de triazóis + estrobilurinas (Sphere e Priori Xtra) controlam curativamente a antracnose da soja, porém o efeito é limitado a poucos dias após a infecção do patógeno na planta e pode variar em função da suscetibilidade de cultivares.

CAPÍTULO V

CONTROLE DA ANTRACNOSE DA SOJA EM EXPERIMENTOS EM CAMPO

Rosemari Terezinha de Souza & Carlos Alberto Forcelini

RESUMO: Nas safras 2005/06 e 2006/07 em Passo fundo/RS, dois experimentos foram conduzidos, um em cada safra, com a cultivar CD219 RR. As plantas foram inoculadas no campo (5×10^5 conídio/mL) em dois estádios, V8 e R1 em 2005/06 e R1 e R2 em 2006/07. Foram avaliados os tratamentos, iniciados em diferentes momentos. Utilizaram-se fungicidas: carbendazim (Derosal), tebuconazole (Folicur), ciproconazol + azoxistrobina, (Priori Xtra), ciproconazol + trifloxistrobina, (Sphere), epoxiconazol + piraclostrobina, (Opera),. Avaliaram-se a incidência e severidade da doença em vagens e grãos, assim como os componentes do rendimento. Toda a área experimental foi pulverizada duas vezes com o fungicida flutriafol (Impact, 0,4 L/ha), a fim de controlar o oídio e a ferrugem asiática. Os utilizados fungicidas reduziram a incidência da antracnose em vagens comparados com a testemunha, porém com eficácia inferior a 50% em 2005/06. Não houve efeito sobre a presença do patógeno *C. truncatum* em grãos, cuja incidência máxima foi 5,3%. O rendimento de grãos variou de 2.761,8 kg a 3.600,0 kg/ha⁻¹ entre a testemunha e o melhor esquema de aplicação (azoxistrobina + ceiproconazol, estádio R1 e 21 dias). Todos os tratamentos com duas aplicações de carbendazim + tebuconazol e azoxistrobina + ciproconazol diferiram da testemunha. Aplicações iniciadas

em R1 tenderam a um rendimento maior que aquelas em R2. Em 2006/07, também houve diferenças significativas na incidência da doença em vagens, exceto para os tratamentos com carbendazim (R3) e carbendazim + tebuconazol (R3). A incidência nos grãos colhidos foi de 1,66%. Os tratamentos de aplicação proporcionaram diferenças significativas em rendimento de grãos e peso de mil grãos. O controle apenas parcial da doença por aplicações na fase reprodutiva indica que o manejo da antracnose requer programas de aplicação diferenciados dos atualmente utilizados para outras doenças foliares da soja.

Palavras-chave: *Colletotrichum truncatum*, benzimidazóis, triazóis, estrobilurinas.

ABSTRACT: More occurrence of rains during the summer seasons of 2005/06 and 2006/07 favored soybean anthracnose and allowed the evaluation of spray programs for this disease control. Two field trial, one in each season, were carried out with the cultivar CD 219, whose plants were inoculated with 50.000 conidia/mL) at the growth stages V8 and R1 in 2005/06, and R1 and R2 in 2006/07. The spray programs comprised one or two applications of benzimidazols alone or mixtures of benzimidazols + triazols and strobilurins + triazols, at different growth stages. Disease incidence and severity were assessed on pods and harvested grains. Grain yield components were also quantified. The whole field was sprayed twice with the fungicide flutriafol (Impact, 0.4 L/ha) to control powdery mildew and rust. The fungicides reduced disease incidence on pods, but their efficacy was lower than 50%. There was no effect of treatments over fungus presence on grains, which had a maximum of 5.3%. Grain yield

ranged from 2761.8 kg/ha (check control) to 3600 kg/ha (azoxystrobin + cyproconazol, at R1 and 21 days later). All treatments sprayed twice with carbendazin + tebuconazol and azoxystrobin + cyproconazol differed from check. Applications started at R1 instead R2 tended to provide higher yields. In 2006/07 there were significant differences on disease incidence on pods except for carbendazin alone at R3 and carbendazin + tebuconazol also at R3. Maximum fungus incidence on grains was 1.66%. All spray programs resulted in significant differences on yield and thousand kernel weight. Overall, soybean anthracnose is only partially controlled by fungicidal sprays in reproductive plant stages. Management of this disease may require spray programs different from those used for other foliar diseases.

Key-words: *Colletotrichum truncatum*, benzimidazols, triazols, strobilurins.

INTRODUÇÃO

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum dematium* var. *truncata* (Schw.)Arx), também denominado *Colletotrichum truncatum*(Schw.) Andrus e Moore, é uma das principais doenças da cultura da soja. A moléstia afeta várias órgãos da planta, mas os danos principais ocorrem através do aborto de vagens e da formação de vagens chochas, com redução no rendimento de grãos.

A doença está diretamente associada à ocorrência de chuvas durante o ciclo da cultura, sendo mais severa em situações de monocultura, deficiência de fósforo e potássio no solo, adensamento de plantas e uso de sementes infectadas (Yorinori, 2000). A antracnose é comum no Brasil Central, porém é menos freqüente no Sul do país, onde o regime de chuvas é variável.

Assim como as doenças de final de ciclo e o oídio, a antracnose afeta o rendimento de grãos, mas nem sempre é a que desencadeia a aplicação de fungicidas na cultura da soja. Esta é, muitas vezes, retardada até que haja presença ou risco de ocorrência da ferrugem asiática, sendo realizada, geralmente, na fase reprodutiva da cultura (Indicações, 2008). Tendo como principais fontes de inóculo as sementes e os restos culturais no solo (Hartman *et al.*, 1999), a antracnose pode ocorrer já na fase vegetativa da soja, razão pela qual as aplicações posteriores de fungicida tem pouco efeito sobre a doença. Estudos realizados em Rio Verde, Goiás, através do Fitopatologista Luís Henrique Carregal (dados não publicados), indicaram que a aplicação de fungicidas benzimidazóis ou estrobilurinas, a primeira em R1 e a segunda 20 dias após, reduziram apenas parcialmente a incidência da doença em vagens.

As indicações de cultivo para a soja nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Indicações, 2006) não contemplam recomendação de fungicida ou momento de controle específico para a antracnose. Na ausência dessa recomendação, produtores e técnicos se utilizam de informações disponíveis na cultura do feijoeiro, onde o controle da antracnose é realizado através da aplicação de fungicidas benzimidazóis (Balardin, 2000).

As condições climáticas nas safras 2006-07 e 2007-08, especialmente em relação à quantidade e distribuição das chuvas, foram mais favoráveis ao desenvolvimento da antracnose, que requer temperaturas elevadas (28-34°C) e molhamento foliar superior a 24 horas, proporcionado por períodos freqüentes de chuva (Picinini & Fernandes, 1998).

Um dos aspectos que motivou este trabalho foi a necessidade de informações sobre o desempenho, sobre a antracnose, dos tratamentos de aplicação de fungicidas hoje utilizados para outras doenças foliares da soja, como o oídio, as doenças de final de ciclo e a ferrugem asiática. Há poucas informações sobre o controle químico da antracnose nas condições do Sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, nas safras de soja 2005/06 e 2006/07. As datas de semeadura foram 03/01/06 e 25/11/06, ambas com a cultivar Coodetec 219 RR, de ciclo tardio, estabelecida em semeadura direta sobre palha de cereais de inverno.

O delineamento experimental foi organizado como blocos ao acaso, com quatro repetições, onde cada parcela constou de sete linhas com 5,0 m de comprimento, perfazendo uma área útil total de 15,75 m², com espaçamento 0,45 m entre linhas. A adubação e os tratos culturais seguiram as indicações da pesquisa para a cultura da soja (Indicações, 2005).

As plantas foram inoculadas com uma suspensão de conídios (50.000 conídios.mL⁻¹), preparada a partir de inóculo proveniente de Luiz Eduardo Magalhães, BA, multiplicado em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar). A inoculação foi realizada pela pulverização das parcelas com um aparelho costal, de CO₂, dotado de bicos leques XR 110015 e regulado a uma vazão de 100 L.ha⁻¹. A operação foi

realizada no início da noite, após a ocorrência de chuvas, nos estádios fenológicos V8 e R1 em 2005/06 e somente V8 em 2006/07.

Com o objetivo de manter o oídio e a ferrugem sob controle, e diminuir sua influência sobre o rendimento de grãos da cultura, toda a área experimental foi pulverizada duas vezes com o fungicida flutriafol (Impact, a $0,4\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$), a primeira quando as plantas se encontravam no estágio R2 e a segunda em R5.1. Outros tratamentos foram realizados, conforme constam nas Tabelas 1 (safra 2005/06) e 2 (safra 2006/07). O equipamento utilizado foi o mesmo descrito acima, porém com volume de calda maior, $150\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 1: Ingredientes ativos, produtos comerciais, doses e épocas de aplicação avaliadas no controle da antracnose da soja, safra 2005/06. UPF, Passo Fundo-RS

| Ingrediente ativo | Produto comercial | Dose PC ($\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$) | Época aplicação |
|---------------------------------|-------------------|--|--------------------|
| Testemunha | - | - | - |
| Azoxistrobina + ciproconazol | Priori Xtra* | 0,3 | R1 + 21 dias |
| Azoxistrobina + ciproconazol | Priori Xtra* | 0,3 | R2 + 21 dias |
| Azoxistrobina + ciproconazol | Priori Xtra* | 0,3 | R1 |
| Azoxistrobina + ciproconazol | Priori Xtra* | 0,3 | R2 |
| Carbendazim | Derosal | 0,5 | R1 + 21 dias |
| Carbendazim | Derosal | 0,5 | R2 + 21 dias |
| Carbendazim + tebuconazol | Derosal + Folicur | 0,5 + 0,5 | R1 + 21 dias |
| Carbendazim+ tebuconazol | Derosal + Folicur | 0,5 + 0,5 | R2 + 21 dias |

*Adicionado o óleo Nimbus, a 0,5% do volume de calda.

Tabela 2: Ingredientes ativos, produtos comerciais, doses e épocas de aplicação avaliadas no controle da antracnose da soja, safra 2006/07. UPF, Passo Fundo-RS

| Ingrediente ativo | Produto comercial | Dose PC (L.ha⁻¹) | Época de aplicação |
|-------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------------|
| Testemunha | - | - | - |
| Azoxistrobina + ciproconazol | Priori Xtra* | 0,3 | R3 |
| Azoxistrobina + ciproconazol | Priori Xtra* | 0,3 | R3 + R5.1 |
| Carbendazim | Derosal | 0,5 | R3 |
| Carbendazim | Derosal | 0,5 | R3 + R5.1 |
| Carbendazim + tebuconazol | Derosal + Folicur | 0,5 + 0,5 | R3 |
| Carbendazim + tebuconazole | Derosal + Folicur | 0,5 + 0,5 | R3 + R5.1 |
| Piraclostrobina + epoxiconazol | Opera | 0,5 | R3 |
| Piraclostrobina + epoxiconazol | Opera | 0,5 | R3 + R5.1 |
| Trifloxistrobina + ciproconazole | Sphere** | 0,3 | R3 |
| Trifloxistrobina + ciproconazole | Sphere** | 0,3 | R3 + R5.1 |

*Adicionado o óleo Nimbus, a 0,5% do volume de calda.

**Adicionado o óleo Attach, a 0,25% do volume de calda.

Nos estádios fenológicos R5.3 e R6 foram coletadas cinco plantas por parcela, a partir das quais destacaram-se os trifólios oriundos da haste principal, que foram utilizados para quantificação das doenças foliares presentes, com base em escala diagramática proposta por Reis (2002).

As colheitas foram realizadas em 26/05/2006 e 24/04/07, através de colhedora de parcelas, marca Wintersteiger, modelo Nursery Master. Também procedeu-se a coleta manual de dez plantas por parcela, nas quais avaliou-se os componentes do rendimento de

grãos (número de vagens, número de grãos e peso de mil grãos) e, também, a incidência e a severidade da antracnose em vagens, assim como a incidência do patógeno em grãos.

De cada parcela, 30 vagens (ao acaso) foram incubadas em câmara úmida, por 24 horas, e após analisadas quanto à presença de sinais do patógeno, sob microscópio estereoscópico Zeiss. Os grãos obtidos a partir das mesmas 30 vagens foram submetidos à incubação em meio de cultura BDA, por sete dias, para verificação da incidência do patógeno.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância, testes de comparação de médias (fatores qualitativos) e análises de regressão (fatores quantitativos). Utilizaram-se os softwares SAS (versão 8.0) e SASM-Agri (versão 8.2) para esse fim.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As duas aplicações de flutriafol em toda a área experimental proporcionaram controle do oídio e da ferrugem asiática, que apresentaram severidades máximas de apenas de 8,5% e 2,1%, respectivamente. Os tratamentos adicionais apresentaram efeito diferenciado sobre as variáveis analisadas. O número de vagens por planta e o peso de mil grãos (Tabela 3) foram influenciados significativamente, ao contrário do número de grãos por vagem. Os esquemas de aplicação com maior número de vagens por planta foram aqueles com as misturas de carbendazim + tebuconazole e azoxistrobina + ciproconazole (estádio R1 e 21dias após). Além

desses, carbendazim sozinho (R1 e 21 dias) e azoxistrobina + ciproconazole (R1) também influenciaram o PMG.

O rendimento de grãos (Tabela 3) variou de 2761,8 kg a 3600,0 kg/ha entre a testemunha e o melhor esquema de aplicação (azoxistrobina + ciproconazole, R1 e 21 dias). Todos os tratamentos que envolveram duas aplicações das misturas de carbendazim + tebuconazole e azoxistrobina + ciproconazole diferiram da testemunha. Embora não diferido estatisticamente, as aplicações iniciadas em R1 sempre mostraram rendimento numérico maior que aquelas em R2.

Tabela 3: Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos (PMG) e rendimento de grãos da cultivar CD 219, em função de diferentes esquemas de aplicação visando o controle da antracnose e de doenças de final de ciclo em soja, safra 2005/06. UPF, Passo Fundo-RS

| Esquemas de aplicação | Vagens/planta | Grãos/vagem | PMG (g) | Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹) |
|--|---------------------|-------------|----------|--|
| Azoxistrobina + ciproconazol, R1 e 21 dias | 67,0 a ¹ | 1,37 ns | 168,1bc | 3.600,0a |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R2 e 21 dias | 58,6 abcd | 1,46 | 161,7 cd | 3.348,4abc |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R1 | 58,6 abcd | 1,35 | 168,6 bc | 3031,5 cd |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R2 | 56,3 bcd | 1,40 | 161,8 cd | 3014,0 cd |
| Carbendazim, R1 e 21 dias | 60,3 abcd | 1,17 | 171,0 b | 3060,0 bcd |
| Carbendazim, R2 e 21 dias | 54,0 cd | 1,50 | 162,5 cd | 3035,4 cd |
| Carbendazim + tebuconazol, R1 | 64,6 ab | 1,16 | 180,1 a | 3.184,2 bc |
| Carbendazim + tebuconazol, R2 e 21 dias | 63,3 abc | 1,26 | 172,4 b | 3.420,5 ab |
| Testemunha | 51,0 d | 1,32 | 157,8 d | 2761,8 d |
| C.V. (%) | 9,5 | 11,1 | 9,7 | 13,6 |

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A incidência da antracnose, avaliada em vagens (Tabela 4), foi menor nas plantas submetidas às aplicações de fungicida, exceto para o tratamento com carbendazim isoladamente, no estágio R2 e 21 dias após. Contudo, a severidade não diferiu significativamente, embora houvessem diferenças numéricas entre os esquemas de aplicação e a testemunha, provavelmente anuladas pelo alto coeficiente de variação (26,89%) observado nesta avaliação.

Tabela 4: Incidência e severidade da antracnose em vagens da cultivar CD 219 RR, em função de diferentes esquemas de aplicação de fungicida em soja, safra 2005/06. UPF, Passo Fundo-RS

| Esquemas de aplicação | Incidência em vagens (%) | Severidade em vagens (%) |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Azoxistrobina + ciproconazol, R1 | 34,0 b ¹ | 13,0 ns |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R1 e 21 dias | 32,3 b | 18,0 |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R2 | 37,0 b | 17,0 |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R2 e 21 dias | 34,6 b | 12,3 |
| Carbedazim, R1 e 21 dias | 34,3 b | 13,6 |
| Carbedazim, R2 e 21 dias | 50,0 a | 12,3 |
| Carbendazim + tebuconazol, R1 e 21 dias | 33,6 b | 20,3 |
| Carbendazim + tebuconazol, R2 e 21 dias | 38,6 b | 14,2 |
| Testemunha | 55,6 a | 22,0 |
| C.V. (%) | 16,3 | 26,8 |

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A presença de fungos nos grãos colhidos também foi analisada (Tabela 5), especialmente em relação ao agente causal da antracnose. As incidências máximas observadas foram 5,3% para *C. truncatum*, 17,7% para *Fusarium graminearum*, 8,0% para *Fusarium equiseti* e 7,0% para *Phomopsis* sp. Não houve diferenças significativas entre a testemunha e os esquemas de aplicação utilizados.

Na safra 2006/07, novamente houve diferenças significativas na incidência do patógeno, analisado pela incubação de vagens em câmara úmida (Tabela 6). Exceto para os tratamentos com carbendazim (R3) e carbendazim + tebuconazol (R3), os demais diminuíram a incidência de *C. truncatum* em vagens. A incidência nos grãos colhidos foi baixa (máximo de 1,66%) e não diferiu entre esquemas de aplicação e testemunha.

Tabela 5: Incidência de *Colletotrichum truncatum* (CT), *Fusarium graminearum* (FG), *Fusarium equiseti* (FE) e *Phomopsis* sp. (PH) em sementes da cultivar CD 219 RR, em função de diferentes esquemas de aplicação de fungicidas em soja, safra 2005/06. UPF, Passo Fundo-RS

| Esquemas de aplicação | CT | FG | FE | PH |
|--|--------------------|--------|-------|-------|
| Azoxistrobina + ciproconazol, R1 | 2,0ns ¹ | 10,0ns | 3,7ns | 5,0ns |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R2 | 3,5 | 5,0 | 4,3 | 4,0 |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R1 e 21 dias | 2,6 | 12,0 | 7,3 | 4,6 |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R2 e 21 dias | 2,0 | 7,3 | 5,6 | 5,0 |
| Carbendazim, R1 e 21 dias | 2,6 | 10,6 | 5,6 | 5,0 |
| Carbendazim, R2 e 21 dias | 3,3 | 7,6 | 6,3 | 7,0 |
| Carbendazim + tebuconazol, R1 e 21 dias | 1,6 | 17,7 | 5,0 | 6,3 |
| Carbendazim + tebuconazol, R2 e 21 dias | 3,6 | 8,7 | 8,0 | 5,0 |
| Testemunha, | 5,3 | 6,0 | 5,7 | 5,6 |
| C.V. (%) | 24,1 | 24,7 | 28,4 | 35,3 |

¹Não significativo pela análise de variância.

Os efeitos dos tratamentos de aplicação sobre os componentes do rendimento de grãos (Tabela 7) foram significativos apenas para peso de mil grãos e rendimento total, enquanto o número de vagens por planta ou grãos por vagem não foram influenciados. Todos os tratamentos utilizados diferiram da testemunha quanto ao PMG. Exceto a mistura carbendazim + tebuconazol, todos os demais tratamentos, quando aplicados duas vezes, proporcionaram rendimentos totais maiores que a testemunha.

Tabela 6: Incidência de *Colletotrichum truncatum* em vagens e grãos, em função de esquemas de aplicação de fungicidas para controle de doenças em soja (cv. CD 219 RR), safra 2006/07. UPF, Passo Fundo-RS

| Esquemas de aplicação | Incidência de <i>C. truncatum</i> (%) | |
|--|---------------------------------------|---------|
| | Vagens | Grãos |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R3 | 37,3 b ¹ | 1,66 ns |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R3 e R5.1 | 38,7 b | 2,00 |
| Carbedazim, R3 | 49,0 a | 1,00 |
| Carbedazim, R3 e R5.1 | 29,3 b | 1,33 |
| Carbendazim + tebuconazol, R3 | 50,0 a | 0,66 |
| Carbendazim + tebuconazol, R3 e R5.1 | 30,7 b | 1,00 |
| Piraclostrobina + epoxiconazol, R3 | 38,6 b | 0,66 |
| Piraclostrobina + epoxiconazol, R3 e R5.1 | 34,4 b | 0,66 |
| Trifloxistrobina + ciproconazol, R3 | 37,3 b | 0,33 |
| Trifloxistrobina + ciproconazol, R3 e R5.1 | 32,3 b | 0,66 |
| Testemunha | 59,6 a | 1,33 |
| C.V. (%) | 16,5 | 27,3 |

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 7: Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos (PMG) e rendimento de grãos em função de esquemas de aplicação de fungicidas para controle de doenças em soja (cv. CD 219 RR), safra 2006/07. UPF, Passo Fundo-RS

| Esquemas de aplicação | Vagens/ planta | Grãos/ Vagem | PMG (g) | Rend. grãos (kg/ha) |
|--|-------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|
| Azoxistrobina + ciproconazol, R3 | 71,6 ns | 1,9 ns | 141,9 a ¹ | 2868,4 ab |
| Azoxistrobina + ciproconazol, R3 e R5.1 | 68,3 | 1,9 | 148,6 a | 3213,2 a |
| Carbendazim, R3 | 75,5 | 1,9 | 145,4 a | 2917,0 ab |
| Carbendazim, R3 e R5.1 | 85,2 | 1,9 | 144,9 a | 3136,1 a |
| Carbendazim + tebuconazol, R3 | 69,1 | 1,9 | 143,6 a | 2906,1 ab |
| Carbendazim + tebuconazol, R3 e R5.1 | 75,8 | 1,9 | 148,1 a | 2889,7 ab |
| Piraclostrobina + epoxiconazol, R3 | 71,6 | 2,1 | 144,0 a | 2903,2 ab |
| Piraclostrobina + epoxiconazol, R3 e R5.1 | 72,5 | 2,1 | 145,0 a | 3143,4 a |
| Trifloxistrobina + ciproconazol, R3 | 77,2 | 1,8 | 143,6 a | 2891,7 ab |
| Trifloxistrobina + ciproconazol, R3 e R5.1 | 80,6 | 2,0 | 145,2 a | 3122,7 a |
| Testemunha | 63,8 | 2,0 | 129,9 b | 2743,4 b |
| C.V. (%) | 21,8 | 19,6 | 6,7 | 16,4 |

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Klingelfuss & Yorinori (2000), o fungo *C. truncatum* esta presente nos órgãos aéreos da planta muito antes do aparecimento dos sintomas da antracnose. Por isso, quando as aplicações de fungicidas são realizadas após o aparecimento da doença, é difícil reduzir a sua incidência. Os autores não observaram efeito da aplicação de fungicida sobre a doença. Nos trabalhos realizados em ambas as safras de 2005/06 e 2006/07, o controle da antracnose foi apenas parcial, ficando abaixo de 50%, quando considerada a incidência em vagens. Isso demonstra a dificuldade de controlar essa doença com aplicações e fungicida na fase reprodutiva da cultura.

Henning *et al.* (2005) observaram controle da antracnose com o fungicida trifloxistrobina + ciproconazol, que chegou a proporcionar diferenças em rendimento de grãos de 1.258 kg/ha^{-1} em relação à testemunha, e de 1.214 kg/h^{-1} na comparação com o fungicida difenoconazol. Os autores, no entanto, não esclarecem como foi realizado o manejo das outras doenças, cujo efeito pode estar embutido nas diferenças de rendimento observadas.

CONCLUSÃO

É difícil avaliar o efeito exclusivo da antracnose sobre os componentes do rendimento da soja, pois doenças de final de ciclo também se fazem presentes, mesmo quando oídio e ferrugem são controladas com fungicidas específicos. A análise visual ou através da incubação em câmara úmida da presença da doença e do patógeno, mostra que o controle químico da antracnose é apenas parcial, abaixo de 50%. Isso significa que esquemas de aplicação diferenciados devem ser avaliados para essa doença, pois aplicações na fase reprodutiva da cultura resultam em pouco efeito.

CONCLUSÃO GERAL

A importância crescente da antracnose da soja no Brasil, especialmente na região Centro-Oeste pode ser explicada pela suscetibilidade das cultivares e pelas condições de cultivo e manejo da soja. Especialmente nos seus estádios iniciais, quando recebe o inóculo provindo das sementes e de restos culturais, as plantas são mais suscetíveis, o que determina a introdução precoce do patógeno na lavoura. Em cultivares suscetíveis, o controle químico é uma alternativa para o manejo da antracnose, cujo patógeno é sensível aos fungicidas triazóis e a misturas de triazóis e estrobilurinas como ciproconazol + azoxistrobina, ciproconazol + trifloxistrobina, epoxiconazol + piraclostrobina, mais que o fungicida benzimidazol carbendazim, tradicionalmente indicado para seu controle. Contudo os resultados obtidos em campo mostram controle inferior a 50% da antracnose, o que pode ser atribuído à reduzida ação curativa por parte dos fungicidas, a qual somente se mostra possível até quatro dias após a inoculação. Melhores resultados podem ser obtidos com aplicações preventivas de fungicidas, que protegem as plantas por até 12 dias, porém isso requer a utilização de sistemas de previsão ou monitoramento freqüente, a fim de posicionar a aplicação do fungicida o mais próximo possível do momento da infecção. O controle biológico à base de antagonistas como *Bacillus sp.* mostra potencial para ser utilizado em um esquema de manejo integrado da antracnose, o que requer estudos adicionais. Com base neste trabalho, os controles químicos e biológicos da antracnose mostraram-se importantes, porém insuficientes para o manejo da antracnose. Fica evidente que este

também depende da ação de outras medidas preventivas, como a rotação de cultura, um adequado arranjo de plantas, o uso de adubação equilibrada e de sementes com boa sanidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. Plant Pathology. 4 th ed. San Diego: Academic Press, 1997, p. 43 - 62.

ALEXOPOULOS, C.J., MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. 1996. Introductory Mycology. 4th ed. New York, John Wiley & Sons. 869 pp

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). Manual de fitopatologia. 4. ed. São Paulo: Agonômica Ceres, 2005. p. 569-588.

ALMEIDA, A. M. R.; SARTORI, F.; CALVO, E. S.; MARIN, S. R. R.; FUKUJI, T. S. Diferenciação morfo-bio-molecular de isolados de *Cercospora kikuchii* obtidos de sementes de soja, no Brasil. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 26, p. 328, ago. 2001. Suplemento. Resumo 224. Edição do XXXIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, São Pedro, SP, ago. 2001

ALMEIDA, A.M.R. Avaliação do efeito curativo e preventivo de fungicidas em soja (*Glycine max* (L.) Merrill).. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.6, n.2, p.173-178, 1981.

ALMEIDA, A.M.R., SARAIVA, O.F.; FARIAS, J.R.B.; GAUDÊNCIO, C.A.; TORRES, E. Survival of pathogens on soybean debris under no-tillage and conventional tillage systems. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, nº10, p.1231-38, out. 2001.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, HENNING; A.A. Doenças da soja. In: KIMATI, H. et al. Manual de Fitopatologia, v.2. Doenças de plantas cultivadas. Ceres, São Paulo, p.642-664. 1997.

ANDRADE, P.J.M. & ANDRADE, D.F.A.A. Eficiência de fungicidas utilizados em aplicação aérea no controle de doenças de final de ciclo da cultura da soja. *Fitopatologia Brasileira* 24 (Suplemento):263. 1999.

BACKMAN, P.A. et al. Yield losses in soybeans from anthracnose caused by *Colletotrichum truncatum*. *Plant Disease*, v.66, n.11, p.1032-1034, 1982.

BAKER, K. S., SMITH, R. C. 1966. Quasiinher ent characteristics of the diffuse attenuation coefficient for irradiance. *Ocean Optics* 6. *Proc. Soc. Photoopt. Inst. Eng.* 208: 60-63.

BALARDIN, R.S. & BIZZI, A.F. Resposta de diferentes cultivares de soja ao controle químico de doenças. *Anais, XXVIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, Santa Maria.* 2000. CD-ROM. p.128.

BALARDIN, R.S. Controle de doenças na parte aérea da cultura da soja. Santa Maria. UFSM. 1999.

BALARDIN, R.S. Danos causados por doenças de final de ciclo na cultura da soja. In: Encontro brasileiro sobre doenças da cultura da soja, 2º, Resumo: Passo Fundo: Aldeia Norte, 2002 p. 61 – 70.

BALARDIN, R.S. Doenças da soja. Santa Maria: UFSM, 2002. 107p.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ceres, 1996. 299p.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Manejo de fitopatossistemas: conceitos básicos. In: BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico.

BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D. B. Avaliação dos danos causados por doenças de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas.* São Paulo: Editora Agronômica Ceres 1995. v.3, p. 133-184.

BERGER, R.D. The analysis of effects of control measures on the development of epidemics. In: Kranz, J. & Rotem, J. (eds.)

Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology. Berlin, Springer, 1988. P. 137-151

BERLATO, M. A. Modelo de relação entre o rendimento de grãos de soja e o deficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987. 93 p. Tese de Doutorado.

BORKERT, C.V. et al. Seja o doutor da sua soja. Arquivo do Agrônomo, n.5. Potafós, 1994. 6p. (Informações Agronômicas, n.66).

BUCHWALDT L. ; MORRALL R. A. A.; CHONGO G.; BERNIER C. C.; Windborne dispersal of *Colletotrichum truncatum* and survival in infested lentil Phytopathology .1996. 86:1193-1198.

CAB International (1999); (Ellis (1971a e 1971b); Roten (1994) EMBRAPA SOJA. Sistema de produção. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil. Versão eletrônica. Embrapa. 2003.

CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia de soja e rendimento. In: _____. Soja: Tecnologia da Produção. Piracicaba: USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998. p.256-275.

COLSON, E., AND B. DEVERALL. 1996. Helping plants fight their own disease battles. Australian Cottongrower 17 (17):76-80.

COSTA .I. F.; BALARDIN. R. S.; MEDEIROS.L ; BAYER T. M; Resistência de seis cultivares de soja ao *Colletotrichum truncatum* (Schwein) em dois estádios fenológicos. Ciência Rural vol. 36 n. 6, 2006.

COSTA, I.F.D. Controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja. 2005. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 101p.

CUNHA, G. R. Informações meteorológicas de Passo Fundo, RS: dezembro de 2005. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 5 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 188). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co188.htm>

EMBRAPA SOJA. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01. Londrina: Fundação MT, 2000. 245 p. (Embrapa Soja. Documentos, 146).

EMBRAPA SOJA. Sistema de produção. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil. Versão eletrônica. Embrapa. 2003.

EMBRAPA SOJA. Sistema de produção. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil. Versão eletrônica. Embrapa. 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 1996. Londrina, 1997. 217p.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

Embrapa-soja. Circular Técnico, 14. Londrina.1996. 75 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recomendação técnica para a produção de soja na região central do Brasil. Londrina, 2000. 195p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de soja. Londrina, 2003. 245p.

FORCELINI, C. A. et al. Controle de doenças foliares em soja em função de fungicidas e sua época de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2, 2002, Foz do Iguaçu. Resumos... Londrina: EMBRAPA- Soja, 2002. p. 4

FRAC Code List 2. Fungicides sorted by mode of action. Disponível em: <http://www.frac.info/frac/index.htm> acesso em 01/05/2007.

FRANCA NETO, J.B.; WEST, S.H. Effects of *Collectotrichum truncatum* and *Cercospora kikuchii* on viability and quality of soybean seed. *Journal of Seed Technology*, Beltsville, v.13, n.2, p.136-149, 1989.

GOULART, A.C.P. Eficiência do fungicida carbendazin (Bendazol SC) e sua mistura ao fungicida captan (Captan SC), aplicados em tratamento de sementes de soja, para o controle de patógenos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20., 1998, Londrina, PR. Ata e resumos... Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. p.254-255

HAMMERSCHLAG, R. S. AND SISLER, H. D. Benomyl and methyl-2 1973. benzimidazole (MBC): biochemical, cytological and chemical aspects of toxicity to *Ustilago mardis* and *Saccharomyces cerevesiae*; *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 3: 42

HAPPERLY, P.R. et al. Soybean anthracnose and its seed assay in Puerto Rico. *Seed Science and Technology*, v.11, n.2, p.371-380, 1983.

HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B. & RUPE, J.C. 1999. *Compendium of soybean diseases*, 4th ed. APS Press, Saint Paul.

HARVILLE, B. G.; RUSSIN, J. S.; HABETZ, R. J. *Rhizoctonia foliar blight and seed yields in soybeans*. *Crop Science*, Madison, v. 36, p. 563-566, 1996.

HENNING, A. A. *Patologia e tratamento de sementes: noções gerais*. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p.

HENNING. A.A & YUYAMA. M.M. levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 E 1996/97. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 21, no 1, p. 18-26, 1999.

HEWITT, H. G. *Fungicides in crop protection*. CAB International, 1998. Chapter 4. *Fungicide Performance*. P 87- 153.

HOFFMANN, L.L. et al. Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, p.245-251, 2004.

HOFMANN, L. L.; A incidência de fungos associadas com doenças de final de ciclo em soja, *Fitopatologia Brasileira*, v.24 , p. 290, 2003

IBGE. Agronegócio. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009.

INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO – TRIGO E TRITICALE – 2005. 37ª Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Cruz Alta, março, 2005, 157 p.

INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, safra – 2005e 2006.

JUNIOR, J.N.; FARIA, L.C. COSTA, J.L.S.; MONTEIRO, P.M.F.O. Levantamento da ocorrência de doenças em soja no estado de Goiás, na safra 1999/00. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22., 2000, Cuiabá. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2000. p.73.

KHARE, M.N & CHACKO, S (1983) Factors affecting seed infection and transmission of *Colletotrichum dematium* f.sp. *truncata* in soybean. *Seed Science and Technology* 11:853-858.

KIMATI, H. Controle Químico. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H. e Amorin, L. (Eds.) *Manual de Fitopatologia*. 3ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1996. p.82-84.

KIMATI, H. Evolução dos Fungicidas. In: SIMPÓSIO – CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DE PLANTAS. *Summa Phytopathologica*, v. 22, n. 1, p. 79-80, 1996.

KIMATI, H. Histórico da Resistência de Fungos a Fungicidas no Brasil. Disponível em < <http://www.frac-brasil.org.br/>>. Acesso em: 13/03/2006.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. Princípios gerais de controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de Fitopatologia, v. 1, cap. 34, p.692-709, 1995.

KLINGELFUSS, L. H.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* em soja. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 26, n.2, p. 158-164, jun. 2001.

KLINGELFUSS, L.H.; YORINORI, J.T. Efeito residual de fungicidas aplicados na parte aérea da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 21., 1999, Dourados. Resumos... Dourados: Embrapa Agropecuaria Oeste / Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.88-89.

KLINGELFUSS, L.H.; YORINORI, J.T. Época de aplicação de fungicidas para controle de doenças de final de ciclo em soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22., 2000, Cuiaba. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2000. p.82-83.

KLINGELFUSS, L.H.; YORINORI, J.T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* e efeito de fungicidas sobre doenças de final de ciclo em soja. Summa Phytopatologica, Jaboticabal, v.26, n.3, p.356-361, jul./set. 2000.

KLOEPPER, J. W. 1996. Host specificity in microbe-microbe interactions. BioScience 46: 406-409.

KLOEPPER, J. W., S. TUZUN, AND J. A. KUC. 1992. Proposed definitions related to induced disease resistance. Biocontrol Sci. Technol. 2 (4):349-351.

KMETZ, K; ELLETT, C.W. & SCHMITTHNER, A.F. Isolation of seed born *Diaporthe phaseolorum* and *Phomopsis* from immature soybean plants. Pant. Dis . Rep., 58:878-92,1974.

KOLLER, W Chemical approaches to managing plant pathogens. In: RUBERSON, J. R. (Ed.). Handbook of Intergrated Pest Management. New York: Dekker, 1998. p. 1-38.

KOSOSKI, RAFAELA M.; FURLANETTO, CLEBER; TOMITA, CELSO K. and CAFE FILHO, ADALBERTO C.. Effect of fungicides on *Colletotrichum acutatum* and field control of strawberry flower blight. *Fitopatologia Brasileira*, v. 26, n. 3, p. 662-666, 2001.

LEEMAN, M., J. A. VAN PELT, F. M. DEN OUDEN, M. HEINSBROEK, P. A. H. M. BAKKER, AND B. SCHIPPERS. 1995. Induction of systemic resistance by *Pseudomonas fluorescens* in radish cultivars differing in susceptibility to fusarium wilt, using a novel bioassay. *Eur j plant pathol* 101 (6):655-664.

LENNÉ, J.M. *Colletotrichum* diseases of legumes. BAILEY, J.A.; JEGER, M.J. (eds.). *Colletotrichum: Biology, pathology and control*. Oxford, UK, British Society for Plant Pathology. p. 134-166. 1992.

LIU, L., J. W. KLOPPER, AND S. TUZUN. 1995. Induction of systemic resistance in cucumber by plant growth-promoting rhizobacteria: duration of protection and effect of host resistance on protection and root colonization. *Phytopathology* 85:1064 - 1068.

LIU, S. X. et al. Identification of molecular markers associated with adult plant resistance to powdery mildew in common wheat cv. Massey. *Crop Science*, v.41, p.1268-1275, 2001.

LYON, D.J., S.D. MILLER, AND G.A. WICKS. 1996. The future of herbicides in weed control systems of the Great Plains. *J. Prod. Agric.* 9:209–215.

MACHADO, J.C. Padrões de tolerância de patógenos associados à sementes. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. Passo Fundo, Rapp, vol.2, p. 229-63. 1994.

MARTINS, F. G. Desenvolvimento de modelos de ponto crítico para quantificação de danos causados pelo complexo de doenças foliares em soja Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Fitopatologia. Passo Fundo, março de 2007

MEDEIROS, L.A.M. Resistência genética do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ao *Colletotrichum lindemuthianum*. 2004. 116p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina.

MENOSSO, O.G. et al. Tolerância de genótipos de soja ao alumínio em solução nutritiva diluída. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, p.2157-2166, 2000.

MIGNUCCI, J.S.; LIM, S.M. Powdery mildew (*Microsphaera diffusa*) development on soybeans with adult-plant resistance. Phytopathology, v.70, n.9, p.919-921, 1980.

NECHET, K. de L.; HALFELD-VIEIRA, B. de A.; GIANLUPPI, V.; MEYER, M. C. Avaliação de Genótipos de Soja em Relação à Antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e Mela (*Tanatephorus cucumeris*) nas Condições de Roraima, 2004. 16p.

NECHET, K. de L.; HALFELD-VIEIRA, B. de A.; GIANLUPPI, V.; PEREIRA, P. R. V. da S. Antracnose (*Colletotrichum truncatum*): doença importante para a soja (*Glycine max*) nos cerrados de Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 5 p.

NENE, Y. L.; THAPLIYAL, P. N. Fungicides in plant disease control. 3. ed. New York: International Scientific Publisher, 1979. 507 p.

NUNES JUNIOR, J.; GUERZONI, R. A.; SOUSA, R. P.; MONTEIRO, P. M. F. O.; ASSUNÇÃO, M. S.; SILVA, L. O.; SEIL, A. H.; TOLEDO, R. M. C. P.; SOUZA, P. I. M.; MOREIRA, C. T.; ABUD, S. Efeito de fungicidas no controle das doenças foliares de final de ciclo da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 25., 2003, Uberaba. Resumos... Londrina: Embrapa Soja: EPAMIG: Fundação Triângulo, 2003. p. 177.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Efeito do Tratamento de Sementes com Fungicidas sobre o Controle de Doenças na Parte Aérea do Trigo. Fitopatologia Brasileira, v. 28, n. 5, p.515-520, 2003.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. Doenças de soja. Diagnose, epidemiologia e controle. Passo Fundo: Embrapa CNPT, 1998. 91p.

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26, 2004, Ribeirão Preto. Documentos... Londrina, PR: Embrapa Soja, 2004. v.234.

REIS, A.C. & CASA, R.T. Manual de identificação e controle de doenças de milho. Passo Fundo: Aldeia Norte. 1996.

REIS, E. M., HOFFMANN, L. L. & BLUM, M. M. C. Modelo de ponto crítico para estimar os danos causados pelo oídio em cevada. Fitopatologia Brasileira. v.14, p.74-78, 2002.

REIS, E. M.; CASA, R.T.; MEDEIROS, C.A. Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno. Londrina. MC Gráfica Ltda, 2001. 94p.

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

REIS, E.M., BLUM, M.M.C., CASA, R.T. & MEDEIROS, C.A. Grain losses caused by the infection of wheat heads by *Gibberella zeae* in southern Brazil, from 1984 to 1994. Summa Phytopathologica 22:134-137.1996.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; HOFFMANN, L.L. & MENDES, C.M. Effect of leaf rust on wheat grain yield. Fitopatologia 25:67-71. 2000.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 25, 1997, Passo Fundo. Recomendações técnicas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 1997/98... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. 130p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 29., 2001, Porto Alegre. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2001/2002. Porto Alegre: FEPAGRO, 2001. 138p

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2002/2003. Cruz Alta: FUNDACEP/ FECOTRIGO, 2002. 140p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 32., 2004, Passo Fundo. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2000/01. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004.

ROBERTS, D. A.; BOOTHROYD, C. W. Na introduction to the principles of plant pathology. In: ROBERTS, D. A.; BOOTHROYD, C. W. Fundamentals of plant pathology. 2nd ed. New York: W. H. Freeman, 1984.

ROBERTS, T. R. AND D. H. HUTSON. Metabolic pathways of agrochemicals. Part 2 Insecticides and fungicides. 1999. The Royal Society of Chemistry Cambridge, UK.

ROMEIRO, R. S. 1995. Bactérias Fitopatogênicas. Vol. Editora UFV. Viçosa.

ROUSE, D. I. Use of crop growth-models to predict the effects of disease. Annual Review of Phytopathology. University of Wisconsin, 1988.

SEDIYAMA, G.D.; PEREIRA, M.G.; SEGIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. Cultura da soja-1ª parte: Impr. Univ Viçosa., UFV.1996.

SEMENTES DE SOJA. Revista Brasileira de Sementes. v. 27, n.2. Pelotas, RS, 2005.

SHANER, G. Evaluation of slow-mildewing resistance of knox wheat in the field. Phytopathology, v.63, p.609-615, 1973.

SILVA, O. C. Dano e controle do complexo de doenças foliares da soja. II Encontro brasileiro sobre doenças da cultura da soja 20 a 21 de agosto de 2002, Aldeia Norte Editora – Passo Fundo p. 55 - 59, 2002.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. Compendium of soybean diseases. 3 ed. St Paul: APS Press, 1989. 106p.

SOARES, R. M.; CASTRO, R. L. Avaliação de Doenças Foliares nos Ensaios Estadual e Regional de Trigo no Rio Grande do Sul. Fitopatologia Brasileira, v. 28, n. 6, p. 687, 2003.

SOUZA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de; LOBATO, E. Interpretação de análise de terra e recomendação de adubos fosfatados para as culturas anuais nos cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1987. 7p.

SUTTON, P. 1992. L'art et la terre dans la culture des aborigènes australiens. in Cahiers de Géopoétique (série colloques): Géographie de la culture: espace, existence, expression, Colloque de Nîmes, Octobre 1991. Pp45-55

TALAMINI, V., POZZA, E.A., MACHADO, J.C. & OLIVEIRA, F.A. Epidemiologia de doenças associadas a *Colletotrichum* spp. transmitidas por sementes. Revisão Anual de Patologia de Plantas 10:219-248. 2001.

TANAKA, M.A.S. & MACHADO, J.C. Patologia de sementes. Informe Agropecuário 11:40-46. 1985

VIERO, V. C. Epidemiologia comparativa entre a ferrugem asiática da soja e a ferrugem da folha do trigo. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Passo Fundo, 2008.

WRATHER, J.A., ANDERSON, T.R., ARSYAD, D.M., GAI, J., PLOPER, L.D., PORTA-PUGLIA, A., RAM, H.H. & J.T. Soybean disease loss estimates for the 10 soybean producing countries in 1994. Plant Disease 81:107-110. 1997

YANG, X.B. et al. Soybean varietal response and yield loss caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Disease, v.83, p.456- 461, 1999.

YORINORI, J. T. Cancro da haste da soja: Epidemiologia e controle.

YORINORI, J. T.; KLINGELFUSS, L. H.; CAMARGO, T. V. de; HENNING, A. A. Levantamento das doenças fúngicas da soja, seus impactos sobre o rendimento e aferição das atuais médias de controle (04.1999.335-04). In: EMBRAPA SOJA. Resultados de pesquisa da Embrapa Soja, 1999. Londrina, 2000. p. 64-69.

YORINORI, J.T (1997) Oídio da Soja. Londrina: EMBRAPA –soja. 13 p.

YORINORI, J.T. Management of economically important diseases in Brazil. Proceedings, Invited and Contributed Papers and Posters, World Soybean Research Conference, Chicago. 1999.

YORINORI, N. 2001. A indústria e seu papel na profissionalização na cadeia produtiva da batata. Batata Show, 2:8-11.

YUYAMA, M.M.; HENNING, A.A. Avaliação de fungicidas e suas misturas para o controle de *Colletotrichum truncatum* em sementes de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22., 2000, Cuiabá. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2000. p.203-204.

ZADOKS, J. C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. Epidemiology and Plant Disease Management. New York: Oxford University Press, 1979, 427 p. 92

ZAMBOLIM, L. Manejo Integrado de Doenças com Ênfase ao Controle Químico. In: Zambolim, L.; Conceição, M. Z.; Santiago, T. (Eds.). O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa: UFV, 2003. 376p.

ZOCKUN, M. H. G. P. A expansão da soja no Brasil: alguns aspectos da produção. São Paulo, 1978. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo.