



**MARCIEL PEREIRA MENDES**

**RELAÇÃO ENTRE POTENCIAL DE INÓCULO  
DE *Colletotrichum truncatum* E DESEMPENHO DE  
SEMENTES DE SOJA TRATADAS E NÃO  
TRATADAS COM FUNGICIDAS**

**LAVRAS – MG**

**2014**

**MARCIEL PEREIRA MENDES**

**RELAÇÃO ENTRE POTENCIAL DE INÓCULO DE *Colletotrichum*  
*truncatum* E DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS E  
NÃO TRATADAS COM FUNGICIDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. José da Cruz Machado

**LAVRAS – MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Mendes, Marciel Pereira.

Relação entre potencial de inoculo de *Colletotrichum truncatum*  
e desempenho de sementes de soja tratadas e não tratadas com  
fungicidas / Marciel Pereira Mendes. – Lavras : UFLA, 2014.

62 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: José da Cruz Machado.

Bibliografia.

1. Sementes - Tratamento. 2. *Glycine max* L. 3. Antracnose. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.44

**MARCIEL PEREIRA MENDES**

**RELAÇÃO ENTRE POTENCIAL DE INÓCULO DE *Colletotrichum*  
*truncatum* E DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS E  
NÃO TRATADAS COM FUNGICIDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2014.

Dr. Flávio H. Vasconcelos Medeiros UFLA

Dr. Renato Mendes Guimarães UFLA

Dr. José da Cruz Machado  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2014**

## AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente à minha mãe, Marceli Pereira Mendes, pelo amor, carinho e incentivo.

À Liliane Aico Kobayashi Leonel e Valdeir Ferreira Leonel, pelo incentivo na carreira agrônômica, pelo exemplo de determinação e trabalho e pelo apoio na minha formação profissional.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em especial ao Prof. PhD. Walber Luiz Gavassoni, pela orientação na graduação em Agronomia.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Fitopatologia (DFP), pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da UFLA, pela oportunidade concedida para realização do Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Prof. PhD. José da Cruz Machado, por me acolher em seu laboratório, pela orientação, incentivo, amizade, dedicação e ensinamentos, que foram fundamentais para o meu desenvolvimento profissional.

À toda a equipe do Laboratório de Patologia de Sementes da UFLA, que hoje considero como irmãos.

A todos os amigos em Lavras, principalmente pela oportunidade de conhecer cada um e levar a amizade sincera.

***Ante o alvo***

*Há muito que fazer.*

*Não te queixes. Trabalha.*

*Companheiros falharam?*

*Prossegue e terás outros.*

*Não queres certo grupo?*

*Outras áreas te esperam.*

*Desilusões à vista?*

*Não pares. Continua.*

*Buscai a Paz de Deus?*

*O serviço é o caminho.*

*Ante o alvo, os que seguem*

*É que podem chegar.*

Emmanuel

## RESUMO

A antracnose da soja, causada por *Colletotrichum truncatum* encontra-se amplamente distribuída no mundo, sendo as sementes a principal forma de disseminação do patógeno e o tratamento de sementes uma das principais medidas de controle. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar os efeitos de diferentes níveis de potenciais de inóculo de *C. truncatum* em sementes de soja, em relação ao tratamento das mesmas com diferentes ingredientes ativos de fungicidas, comumente recomendados para o tratamento de sementes. As sementes foram infectadas por *C. truncatum* por meio da técnica de condicionamento osmótico, descrita em literatura, sendo essas separadas em 4 lotes, com diferentes tempo de contato do fungo com a semente, na qual cada lote corresponde a um potencial de inóculo. O tratamento fungicida foi realizado após a secagem das sementes, utilizando-se dois produtos de contato (protetores), thiram e pyraclostrobin e dois sistêmicos, carbendazim e flutriafol. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste de sanidade e germinação, emergência de plantas em bandejas, com contagem de estandes, avaliações de peso e altura de plantas e índice de doença em condições de cultivo sob duas temperaturas, 20°C e 25°C, e fotoperíodo de 14 horas de luz diárias, durante 30 dias. Os efeitos do patógeno foram inversamente proporcionais aos potenciais de inóculo nas sementes, sendo os potenciais mais elevados os mais prejudiciais, ao desempenho das sementes não tratadas, à 25 °C. As sementes tratadas com thiram apresentaram os menores índices em todos os potenciais de inóculo utilizados. Nos potenciais de inóculo mais elevados nenhum dos produtos avaliados foi capaz de controlar a doença em níveis satisfatórios. Esses resultados reforçam a hipótese de que o potencial de inóculo de *C. truncatum* em sementes de soja é um fator de grande relevância na escolha e entendimento da eficácia de produtos fungicidas.

Palavras-chave: Tratamento de sementes. *Glycine max* L. Antracnose.

## ABSTRACT

The soybean anthracnose caused by *Colletotrichum truncatum* is widely distributed in the world. Seeds are the main form of dissemination of the pathogen and seed treatment is usually used to control the disease. In this study the effects of different inoculum levels of *C. truncatum* on soybean seeds were evaluated, in relation to the treatment of the same with different fungicide active ingredients usually recommended for seed treatment. Seeds were infected with *C. truncatum* by the priming technique, described in literature, with seeds being separated into 4 lots representing each on inoculum potential. The fungicide treatment was performed after drying seed, it was used, by two contact fungicide (protectors) pyraclostrobin and thiram and two systemic products carbendazim and flutriafol. Treatment effects were evaluated by health and germination test, emergence of plants in trays, with count of two stands, weight ratings, plant height and disease index in cultivation under two temperatures, 20°C e 25°C, and photoperiod of 14 hours of light per 30 days. The effects were inversely proportional to the inoculum potential, with the highest potential being more damaging, observed in untreated seeds on 25 °C. The seeds treated with thiram showed the lowest index of all inoculum potentials. At the highest inoculum potential no fungicide was able to control the disease to satisfactory levels. These results support the hypothesis that inoculum potential of *C. truncatum* on soybean seed is a highly relevant factor in choosing and understanding the efficacy of fungicide used for seed treatment for control anthracnose of soybean.

Key words: Seed treatment. *Glycine max* L. Anthracnose.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Análise de regressão dos valores percentuais de Incidência (A) e Intensidade (B) de inóculo de sementes de soja tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> .....	28
Figura 2	Análise de regressão dos valores percentuais de germinação de sementes de soja tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> .....	29
Figura 3	Análise de regressão para Índice de velocidade de emergência de sementes de soja tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> sob duas temperaturas.....	30
Figura 4	Análise de regressão para valores percentuais de estande inicial de plantas de soja na qual as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> sob duas temperaturas.....	32
Figura 5	Análise de regressão para valores percentuais de população final de plantas de soja na qual as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> sob duas temperaturas.....	33
Figura 6	Análise de regressão para valores médios de alturas de plantas de soja na qual as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> sob duas temperaturas.....	35

Figura 7	Análise de regressão para valores médios de massa de matéria fresca de plantas de soja as quais as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> , sob duas temperaturas .....	36
Figura 8	Análise de regressão para valores médios de massa de matéria seca de plantas de soja as quais as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> , sob duas temperaturas .....	38
Figura 9	Análise de regressão para valores percentuais de índice de doença em plantas de soja as quais as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>C. truncatum</i> , sob duas temperaturas.....	40
Figura 10	Padrões de desenvolvimento de plantas de soja oriundas de sementes infectadas por <i>C. truncatum</i> com diferentes potenciais de inóculo, tratadas e não tratadas com diferentes fungicidas, em cultivo em câmara de crescimento vegetal com temperatura de 25 °C e aos 30 dias após a semeadura.....	41
Figura 11	Padrões de desenvolvimento de plantas de soja oriundas de sementes infectadas por <i>C. truncatum</i> com diferentes potenciais de inóculo, tratadas e não tratadas com diferentes fungicidas, em cultivo em câmara de crescimento vegetal com temperatura de 20 °C e aos 30 dias após a semeadura.....	42

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>2.1</b>	<b>A cultura da soja e os prejuízos causados por doenças</b> .....	13
<b>2.2</b>	<b>Aspectos gerais da antracnose da soja</b> .....	14
<b>2.3</b>	<b>Tratamento sanitário de sementes de soja e fatores interferentes</b> .....	16
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>3.1</b>	<b>Origem e seleção das sementes</b> .....	20
<b>3.2</b>	<b>Procedimentos para obter sementes com diferentes níveis de potencial de inóculo de <i>Colletotrichum truncatum</i></b> .....	20
<b>3.3</b>	<b>Tratamento de sementes com os fungicidas</b> .....	21
<b>3.4</b>	<b>Testes de sanidade e de germinação de sementes tratadas</b> .....	23
<b>3.5</b>	<b>Emergência de plantas em bandeja com substrato de solo</b> .....	24
<b>3.6</b>	<b>Delineamento experimental e análises estatísticas</b> .....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	27
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	43
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	49
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50
	<b>ANEXOS</b> .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A antracnose da soja, cujo agente etiológico é o fungo *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore, é uma das principais doenças dessa cultura, com ampla distribuição no Brasil e no mundo, onde a soja é cultivada. Trata-se de uma doença que causa sérios prejuízos aos produtores em diversas regiões no Brasil, a exemplo da região Sul, em que foi constatada em 57% dos campos de produção (LEHMAN; MACHADO; TARRAGO, 1976). Nos Estados Unidos, há informações de perdas de produção de até 19% devido à ocorrência dessa doença (BACKMAN; WILLIAMS; CRAWFORD, 1982).

A associação entre patógenos e sementes é considerada como uma das fontes primárias de inóculo mais eficazes em causar epidemia da antracnose e uma das principais formas de dispersão do patógeno. Sementes contaminadas podem apresentar sintomas aparentes na forma de manchas escuras superficiais, porém na maioria dos casos sementes infectadas pelo patógeno não apresentam sintomas visuais. A partir desta fonte, diversos tipos de sintomas/danos podem ser observados nas plantas emergidas como a redução de estande no campo, lesões cotiledonares, necrose nas nervuras das folhas e na haste. As plantas jovens infectadas constituem fontes subsequentes de distribuição da doença em campos de cultivos. Esses efeitos culminam com reduções na produção final e depreciação da qualidade dos grãos e sementes formados.

A antracnose tem como hospedeiros alternativos outras leguminosas, como ervilha, lentilha e alguns frutos pós-colheita (GALLI; PANIZZI; VIEIRA, 2007; ARMSTRONG-CHO et al., 2012; VAIL; VANDENBERG, 2011; KUBOTA et al., 2011; UDAYANGA et al., 2013), e isso é um fator que dificulta o manejo dessa doença.

Atualmente, não há cultivares de soja resistentes a *C. truncatum* e o manejo da antracnose não tem sido especificamente estabelecido nas condições

brasileiras. Registros de controle desta doença são relatados em conjunto com outras doenças que ocorrem, ao final de ciclo da cultura (GALLI et al., 2005). Em geral, o tratamento de sementes é uma das medidas de manejo que mais tem sido referenciada para o controle da antracnose em soja.

O tratamento de sementes tem se mostrado eficaz no estabelecimento de população de plantas no campo e conseqüentemente no aumento de produção e produtividade (POAG et al., 2005; BRADLEY, 2007; PEREIRA et al., 2009; URREA; RUPE; ROTHROCK, 2013). Apesar de ser uma medida de extrema relevância, muitos fatores que interferem ou condicionam o seu desempenho ainda permanecem desconhecidos ou pouco estudados, a exemplo da interferência da posição e do potencial de inóculo de *C. truncatum*, em sementes de soja.

Fungicidas químicos têm sido usados em mistura, em formulações compostas por ingredientes ativos com espectros e modos de ação complementares (MACHADO; MACHADO, 2011), mas há ainda nesta área uma lacuna no conhecimento atual, principalmente sobre a atuação dos produtos, em função dos diferentes potenciais de inóculo na semente. Objetivou-se, neste trabalho, verificar o desempenho dos diferentes produtos, em função de diferentes potenciais de inóculo de *C. truncatum* em sementes inoculadas e sob duas temperaturas de cultivo em ambientes controlados e avaliar a eficácia de alguns ingredientes ativos de fungicidas no controle da antracnose, em sementes contaminadas da soja.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da soja e os prejuízos causados por doenças

A soja é a espécie agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas e corresponde a 49% da área plantada em grãos do País. O aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo da cultura e eficácia dos produtores. A produção de grãos é um suporte importante para a fabricação de rações animais e usados também na alimentação humana e em outras finalidades, encontrando-se em franco crescimento. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor com uma produção de 81,5 milhões de toneladas atrás apenas dos EUA, cuja produção estimada em 2013 foi de 82,6 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2012). Sabe-se que a soja constitui uma das fontes vegetais mais ricas em componentes calórico-protéicas, contendo cerca de 40% de proteína de boa qualidade e 20% de óleo (VIEIRA; CABRAL; PAULA, 1997). No Brasil, a produção anual de óleo está em torno de 7,1 milhões de toneladas, sendo o óleo de soja o mais consumido, chegando a 5,8 milhões de toneladas em 2013 ou 86% do total consumido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS, 2013). Além disso, as proteínas oriundas de sementes de leguminosas correspondem a 20% das proteínas vegetais consumidas pelo homem (VASCONCELOS et al., 2001).

Entre os principais fatores que limitam a exploração máxima do potencial produtivo da soja, estimada em mais de 4000 kg.ha<sup>-1</sup>, está a ocorrência de doenças, que são responsáveis por perdas elevadas em todos os países produtores. Wrather et al. (2001) estimaram uma perda de 15 milhões de toneladas na produção devido às doenças nos dez principais países produtores de soja no mundo em 1998, prejuízo econômico estimado em US\$ 3,31 bilhões.

No entanto, a rápida expansão da cultura, fruto do desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas às diversas regiões do Brasil, entre outros fatores, tem levado o cultivo da soja ao certo descaso com os cuidados fitossanitários básicos, permitindo que muitas doenças sejam disseminadas nas principais regiões produtoras (GAZZONI; YORINI, 1995). Tal expansão permitiu, por exemplo, o cultivo da soja em áreas irrigadas na região do Cerrado, nas estações de outono/inverno para a produção de sementes. Esse cultivo favorece a sobrevivência dos fungos causadores da antracnose (*Colletotrichum truncatum*), da ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*), do cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*), da podridão-branca-da-haste (*Sclerotinia sclerotiorum*), da podridão-vermelha-da-raiz (*Fusarium solani* f.sp. *glycines*), do míldio da soja (*Peronospora manshurica*), dos nematoides-de-galhas (*Meloidogyne* spp.) e de cisto (*Heterodera glycines*) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011).

Assim sendo, medidas de controle fitossanitário devem ser tomadas para reduzir as perdas por doenças no Brasil, sendo que o uso de variedades resistentes e o plantio de sementes sadias são estratégias eficazes no controle de patógenos como no caso de *C. truncatum* (GOULART, 2011).

## 2.2 Aspectos gerais da antracnose da soja

A antracnose é uma das principais doenças da soja, na região dos Cerrados. Sob condições de alta umidade, a doença causa apodrecimento e queda das vagens, abertura precoce das vagens imaturas e proporciona condições para germinação dos grãos em formação. Essa doença geralmente está associada à ocorrência de diferentes espécies de *Phomopsis* (GALLI et al., 2005) que causam a seca da vagem e da haste em plantas de soja. Além das vagens, *C. truncatum* infecta a haste e outras partes do hospedeiro com sintomas de

manchas castanho-escuras. A alta severidade da antracnose nas lavouras nos Cerrados é atribuída à maior precipitação e altas temperaturas, porém, outros fatores como o excesso de população de plantas, cultivo contínuo da soja, estreitamento nas entrelinhas (35-43 cm), uso de sementes contaminadas, infestação e dano por percevejos e deficiências nutricionais, principalmente de potássio, são também responsáveis pela maior incidência e severidade da doença (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011).

Os sintomas mais característicos da antracnose podem ser observados em nervuras, pecíolos e ramos tenros das partes sombreadas e em vagens em início de formação (YORINORI, 1996). As vagens infectadas nos estádios R3-R4 adquirem coloração castanho-escuro 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 cotilédones, dos pecíolos e manchas nas folhas, hastes e vagens. Em períodos de alta umidade, as partes infectadas ficam cobertas por pontuações negras, os acérvulos, que são as frutificações típicas do fungo (ALMEIDA; FERREIRA; YORINORI, 2005; YORINORI, 1996).

Sementes de soja infectadas tornam-se murchas ou mofadas, com uma coloração castanha e manchas cinzentas irregulares com pintas pretas, ou ainda, podem ser assintomáticas (NICHOLSON; SINCLAIR, 1973; HEPPELY et al., 1983; BEGUM et al., 2007).

*C. truncatum* é transmitido por sementes sendo ele recuperado de lesões de antracnose, observadas em plântulas desenvolvidas de sementes naturalmente infectadas e cultivadas em solo esterilizado (KHARE; CHACKO, 1983) e de sementes inoculadas e cultivadas em areia esterilizada em casa de vegetação (DHINGRA et al., 1978; ROY, 1982). Em condições controladas de cultivo, o patógeno foi detectado nos cotilédones e no córtex do caule em plântulas



assintomáticas, originadas a partir de sementes inoculadas com suspensão de conídios de *C. truncatum* (TIFFANY, 1951). Posteriormente, houve um avanço longitudinal e ele foi recuperado também em vagens.

Infecção de sementes por *C. truncatum* tem sido menor em áreas com baixa precipitação pluvial e elevada densidade de plantas na lavoura (KHARE; CHACKO, 1983). Em Porto Rico, a produção de sementes de soja apresentou uma maior infecção pelo patógeno, no período de chuvas do que na estação seca (WYLLIE; SCOTT, 1988). O papel da luz, temperatura e umidade relativa do ar na germinação de *C. truncatum* e infecção em vagens de soja foram estudados em laboratório na Índia (KAUSHAL; ANIL; TYAGI, 1998). A temperatura ótima para a germinação e o crescimento do tubo germinativo foi na faixa de 20 °C e para a infecção em vagem foi de 25 °C. A condição mais favorável de

luminosidade, para a germinação dos esporos e crescimento do tubo germinativo, foi alternância de três horas de luz, seguidas por nove horas de escuro. O fotoperíodo mais favorável para a infecção em vagens foi 12 horas de luz/12 horas de escuro. Os processos de infecção em vagens e o desenvolvimento de acérvulos demoraram mais sob luz contínua (KAUSHAL; ANIL; TYAGI, 1998).

### **2.3 Tratamento sanitário de sementes de soja e fatores interferentes**

Dentre as várias práticas de tratamento sanitário de sementes, a que mais se destaca é o tratamento químico, devido à sua simplicidade de execução, abrangência de espécies sujeitas à sua ação, além de outros aspectos como

relação custo/benefício satisfatório (MACHADO; MACHADO, 2011). O tratamento químico de semente é uma prática que tem sido recomendada para o controle de fungos associados às sementes de soja, visando, principalmente, garantir o desempenho germinativo das sementes e evitar a disseminação de inóculo (MACHADO, 2000). O tratamento de sementes com fungicidas é uma prática que vem sendo utilizada por um número cada vez maior de sojicultores. O volume de sementes tratadas com fungicidas, que, na safra 1991/92 não atingiu 5% da área semeada, em 2010 foi em torno de 90-95% da área semeada com soja no Brasil (HENNING et al., 2010).

O desempenho do tratamento químico de sementes para controle de doenças é influenciável por diversos fatores bióticos e abióticos, conforme discutido por Machado e Machado (2011). Relatam esses autores que o tipo, variabilidade e nível de ocorrência do patógeno alvo do tratamento de sementes constituem em fatores determinantes na eficácia do tratamento, assim como a localização do patógeno nos tecidos das sementes e a natureza de sua superfície, que pode ser lisa ou rugosa e a condição física e fisiológica das sementes do lote. Outros fatores interferentes são as características do produto (formulação, ingrediente ativo e dosagem) e a tecnologia operacional de tratamento, considerando-se a compatibilidade com outros insumos aplicados às sementes, quando houver e as condições de armazenamento e manejo das sementes tratadas. Outro fator também importante é a interação entre patógenos e produtos químicos no tratamento. Com base em estudos relatados em literatura, a eficácia do tratamento fungicida depende do vigor e do nível de ocorrência de fungos associados às sementes (GOMES et al., 2009; MACHADO; MACHADO, 2011). Outro ponto que merece destaque nesse tema é a importância do tratamento das sementes com fungicidas, em condições de déficit hídrico do solo. A planta inicia rapidamente os processos de germinação e emergência quando semeada em solos com boa disponibilidade de água e temperaturas

adequadas, e, quando essas condições não são satisfeitas, as sementes ficam expostas a ação de microrganismos presentes no solo, que podem determinar sua deterioração. O tratamento de sementes com fungicidas nessas condições, torna-se imprescindível pois promove uma zona de proteção ao redor da mesma contra os microrganismos do solo e previne a sua deterioração nesse período (GOULART, 2011).

A eficácia dos fungicidas, em tratamento de sementes, pode ser avaliada com base na porcentagem de plântulas emergidas, nível de doença e outros parâmetros (JUGENHEIMER, 1976; MACHADO, 2000). A quantidade de inóculo de um patógeno e a sua localização nas sementes podem condicionar ao sucesso ou não do tratamento químico. Machado (2000) cita que outro fator a ser considerado, é a relação entre o número/peso de sementes e volume de produtos, podendo essa relação determinar sub ou super dosagens dos produtos.

O tratamento de semente tem apresentado uma evolução nos últimos tempos. Inicialmente, foram utilizados os hidrocarbonetos aromáticos, como pentacloronitrobenzeno ou ditiocarbamatos (thiram) usados amplamente pelos agricultores, seguidos de compostos aplicados em baixa taxa, como os inibidores da desmetilação, como difenoconazole, tebuconazole e triadimenol. Os mais recentes fungicidas de amplo espectro aplicados em baixa dose são do grupo das estrubirulinas, como o azoxytrobin com atividade de amplo espectro e um diferente modo de ação (MUNKVOLD, 2009). Alguns desses produtos apresentam atividade específica contra certos grupos de patógenos, como o metalaxyl para controle de oomicetos, outros fungicidas como tebuconazole, triadimenol e azoxytrobin, possuem uma atividade de amplo espectro e controlam mais de um grupo de patógenos (MCGEE, 1995).

Pereira et al. (2009) mostraram que o controle mais eficaz de *C. truncatum* em sementes de soja foi obtido quando as sementes foram tratadas com fludioxonil + mefenoxam e thiabendazole + thiram. Esses tratamentos

também contribuíram para um maior desempenho fisiológico das sementes. Em trabalho de Urrea, Rupe e Rothrock (2013), o tratamento de sementes propiciou aumento do estande de soja em diferentes temperaturas, sendo que os fungicidas de amplo espectro trifloxytrobin + metalaxyl e mefenoxam + fludioxonil + azoxystrobin foram os mais eficazes em assegurar estandes mais elevados de soja, em solo infestado com *Pythium* spp. e *Rhizoctonia solani*.

A eficácia de diversos fungicidas, isolados ou em misturas, em relação aos principais fungos da soja, *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Fusarium semitectum* (*pallidoroseum*), *Phomopsis* spp. (anamorfo de *Diaporthe* spp.) e *Colletotrichum truncatum*, tem sido frequentemente alvo de avaliações no Brasil (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011). O controle dos quatro primeiros patógenos é propiciado pelos fungicidas sistêmicos, especialmente do grupo dos benzimidazóis. Dentre os produtos testados e hoje recomendados para o tratamento de sementes de soja, os fungicidas: thiabendazole, carbendazim e tiofanato metílico, têm sido os mais eficientes. Os fungicidas de contato, tradicionalmente conhecidos (captan, thiram e tolylfluanid), que apresentam bom desempenho no campo quanto à emergência de plantas, não controlam, totalmente, *Phomopsis* spp. e *Fusarium semitectum*, nas sementes, quando apresentam índices superiores a 40% desses patógenos (HENNING et al., 2010). Por essa razão, o uso desses produtos é recomendado em misturas, com um fungicida sistêmico.

O conhecimento mais detalhado sobre os fatores que interferem no desempenho do tratamento sanitário de sementes é ainda questionável. Uma hipótese que se lança neste campo diz respeito aos efeitos de níveis ou potenciais de inóculo de *C. truncatum*, sobre a qualidade de sementes de soja infectadas por esse patógeno.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Origem e seleção das sementes

A seleção das sementes foi feita com base nos resultados de testes de germinação e vigor (Tetrazólio) e sanidade (*blotter test*) realizados no Laboratório de Patologia de Sementes da UFLA (BRASIL, 2009). Por essas análises, foi selecionada a cultivar de soja M-7211RR, cujas sementes foram procedentes de lavouras no município de Patos de Minas – MG, safra 2011/12, as quais foram mantidas em câmara fria a 10 °C até a realização do presente trabalho. Essas sementes apresentaram 95% de germinação, 95% de viabilidade pelo teste de Tetrazólio e incidência de 1% de *Rhizopus* spp.

#### 3.2 Procedimentos para obter sementes com diferentes níveis de potencial de inóculo de *Colletotrichum truncatum*

As sementes foram previamente desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 1 minuto, lavadas em água esterilizada e secas em temperatura ambiente, por 24 horas. O isolado de *C. truncatum* foi obtido junto à Coleção Micológica de Lavras (CLM) com codificação 327, o qual foi transferido para placas de Petri, contendo BDA (200g de extrato de batata, 20 de dextrose, 20g de ágar) e incubado em câmara tipo BOD, com temperatura ajustada para 25 °C e fotoperíodo de 12 horas diárias, durante cinco dias. Após esse período, adicionou-se 10 mL de água destilada e esterilizada a cada placa, suspendendo os conídios com alça de Drigalski, para a obtenção da suspensão de inóculo ajustada a uma concentração de  $1 \times 10^6$  conídios mL. Alíquotas de 1 mL foram transferidas para novas placas de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo meio BDA (200g de extrato de batata, 20 de dextrose, 20g de ágar), acrescido do

soluto manitol com potencial osmótico ajustado para -1MPa, conforme software SPMM (MICHEL; RADCLIFFE, 1995). Após o crescimento micelial aos 4 dias, 100 g de sementes de soja foram distribuídas sobre a colônia do fungo, em uma única camada e incubadas em câmara de 25 °C<sub>±</sub> com fotoperíodo de 12 horas, por diferentes períodos de exposição (0, 36, 72 e 108 horas), correspondendo aos potenciais de inóculo P0, P1, P2 e P3.

### **3.3 Tratamento de sementes com os fungicidas**

Após a inoculação e secagem das sementes em temperatura ambiente por 24 horas, os tratamentos químicos foram realizados com os ingredientes ativos dos fungicidas (Tabela 1), com adição prévia de água destilada na relação 1 L/100kg de sementes. As sementes foram tratadas em sacos plásticos de 3 L de capacidade, adicionando-se os produtos fitossanitários (em g i.a./100 kg de sementes) e agitando-as manualmente até a completa cobertura do produto nas sementes. O tratamento controle (Testemunha) consistiu de sementes umedecidas com água. Após o tratamento, as sementes foram secas a uma temperatura de 25°C, por 24 horas.

Tabela 1 Produtos fungicidas utilizados no tratamento de sementes de soja

Ingrediente Ativo	Grupo químico	Mecanismos de ação**	Modo de ação	Formulação*	Concentração (g i.a./kg)	Dose (g ou mL i.a./100kg sementes)
carbendazim	Benzimidazol	MBC	Sistêmico	SC	500,0	50,0
flutriafol	Triazol	DMI	Sistêmico	SC	125,5	5,0
pyraclostrobin	Estrobilurina	QoI	Protetor	EC	250,0	10,0
thiram	Dimetilditiocarbamato	Multi-site	Protetor	WP	700,0	50,0

\* EC: concentrado emulsionável, SC: suspensão concentrada, WP: pó molhável

\*\*DMI (DeMethylation Inhibitors), Inibe a síntese do ergosterol, consequentemente, inibe a replicação do fungo; QoI (Quinone outside Inhibitors): Inibe a passagem de elétrons na cadeia respiratória, interfere na respiração do fungo; Multi-site: vários sítios de ação; MBC (Methyl Benzimidazole Carbamates) inibe a mitose e divisão celular de células fúngicas.

Fonte: FRAC (2012)

### 3.4 Testes de sanidade e de germinação de sementes tratadas

Para o teste de sanidade (*blotter test*), 200 sementes foram usadas por tratamento. As sementes foram distribuídas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo 3 discos de papel filtro umedecidos com uma solução de 2,4-D (sal de sódio) a 10 ppm, com 50 sementes por placa. As placas foram colocadas em câmara incubadora a 23°C e fotoperíodo de 12 horas, por nove dias. Após este tempo de incubação, as sementes foram individualmente examinadas no microscópio estereoscópio, sendo registrada a ocorrência do fungo. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes contaminadas, conferindo desta maneira a incidência do fungo estudado. Para obtenção da intensidade do inóculo nas sementes foi elaborada uma escala de notas do fungo nas sementes, adaptada de Machado et al. (2013), que foi assim composta; 0 – sementes sem sinais do patógeno na superfície; 1 – sementes com 1 a 10% da superfície coberta com sinais do patógeno; 2 – sementes com 11 a 50% da superfície coberta com sinais do patógeno; 3 – sementes com mais de 50% da superfície coberta com sinais do patógeno. Os danos de intensidade de inóculo por *C. truncatum* foram calculados pela fórmula adaptada de (MCKINNEY, 1923).

$$II (\%) = \sum \frac{(f \cdot v)}{n \cdot x} \cdot 100$$

Sendo:

II = Intensidade de inóculo (%)

f = número de sementes com determinada nota

v = nota observada

n = número total de sementes avaliadas



x = grau máximo de infecção

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. O método de rolo papel foi usado de acordo com a RAS - Regras de Análise de Sementes/MAPA – (BRASIL, 2009), no qual o papel germitest foi umedecido com água destilada, em uma proporção 2.5 vezes o peso de papel. Depois da preparação dos rolos, esses foram acondicionados em um germinador com a temperatura de 25 °C, por sete dias. Após esse período, plântulas normais, anormais e sementes mortas foram contabilizadas e os dados expressos em porcentagem.

### 3.5 Emergência de plantas em bandeja com substrato de solo

Cinquenta sementes de cada parcela foram semeadas em bandejas plásticas com 50 células individualizadas, com volume de 250 cm<sup>3</sup> de cada célula, contendo substrato autoclavado na mistura de areia e composto orgânico (Hortiplant), na proporção de 1:1. As bandejas foram acondicionadas em duas câmaras de crescimento vegetal a 25 °C e 20 °C, com fotoperíodo diário de 14 horas, por 30 dias, com regas diárias durante todo o experimento.

Os efeitos de *C. truncatum* no desempenho das sementes de soja foram avaliados, considerando-se as seguintes variáveis:

1 – Índice de velocidade de emergência de acordo com Maguire (1961):

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Sendo:

IVE = Índice de velocidade de emergência

N1...Nn = número de dias decorridos da semeadura até a respectiva contagem

E1...En = número de plântulas emergidas em cada dia considerado

2 – Estandes representando a população de plantas aos dez e trinta dias, após a semeadura;

3 – Altura das plantas aos 30 dias, considerando uma média de 10 plantas aleatórias, por parcela;

4 – Peso de matéria fresca e seca de plantas, no trigésimo dia após a semeadura. As plantas emergidas foram pesadas em balança digital, logo após a retirada das mesmas do substrato, para obtenção da massa de matéria fresca. Em seguida, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar ajustada a 40 °C, por 144 horas;

5 – Índice de doença. Para essa avaliação foi utilizada uma escala de doença adaptada de Araújo et al. (2006), composta das seguintes notas; 0 – plantas sadias sem os sintomas da doença; 1 – plantas emergidas com sintomas de necroses superficiais escuras na região do colo; 2 – plantas com sintomas de necroses mais profundas escuras em torno da região do colo e lesões negras nos cotilédones; 3 – sementes não germinadas e plântulas mortas em pré-emergência, por ação do fungo. Os valores médios de índice de doença foram calculados pela fórmula adaptada de McKinney (1923), já descrita anteriormente.

### **3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas**

Os experimentos foram em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para experimentos em câmara de crescimento vegetal e quatro para os experimentos em laboratório. Cada parcela foi constituída de 50 sementes, em todas as avaliações. Os dados foram submetidos à análise de regressão e teste de médias e determinou-se a correlação entre as classes de inóculo, em todas as variáveis consideradas no experimento. As análises

estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

#### 4 RESULTADOS

A incidência e intensidade de *C. truncatum* nas sementes de soja, tratadas e não tratadas com fungicidas, avaliadas pelo teste de sanidade diferiram, significativamente ( $P < 0,05$ ), pelo teste F (Tabela 1A), nas quais as equações de regressão foram obtidas em função dos diferentes níveis de potencial de inóculo (Figura 1). As sementes não inoculadas não apresentaram sinais de *C. truncatum*, enquanto as sementes inoculadas para cada potencial de inóculo (P1, P2 e P3) apresentaram aumento progressivo na incidência do fungo, sendo observado 100% de incidência do patógeno, no potencial de inóculo mais elevado (P3), para a maioria dos tratamentos. Todas as sementes inoculadas apresentaram incidência de inóculo superior a 80% (Figura 1A), com exceção daquelas tratadas com o fungicida thiram, que apresentaram percentagem máxima em torno de 40%.

Na avaliação de intensidade de inóculo do fungo nas sementes, não somente thiram se diferenciou do controle, como na avaliação de incidência, mas os fungicidas flutriafol e pyraclostrobin se diferenciaram, estatisticamente, do tratamento controle no potencial de inóculo P1. Já o fungicida carbendazim diferiu do controle no potencial P2. Todos os tratamentos demonstraram valores percentuais inferiores a thiram (Tabela 2A).

Sementes tratadas com thiram apresentaram os menores valores percentuais de intensidade de inóculo, inclusive no potencial mais elevado (P3), com uma redução de mais de 50%, quando comparado com tratamento controle e 40% quando comparado com os fungicidas sistêmicos carbendazim e flutriafol, no potencial de inóculo P2 (Figura 1).

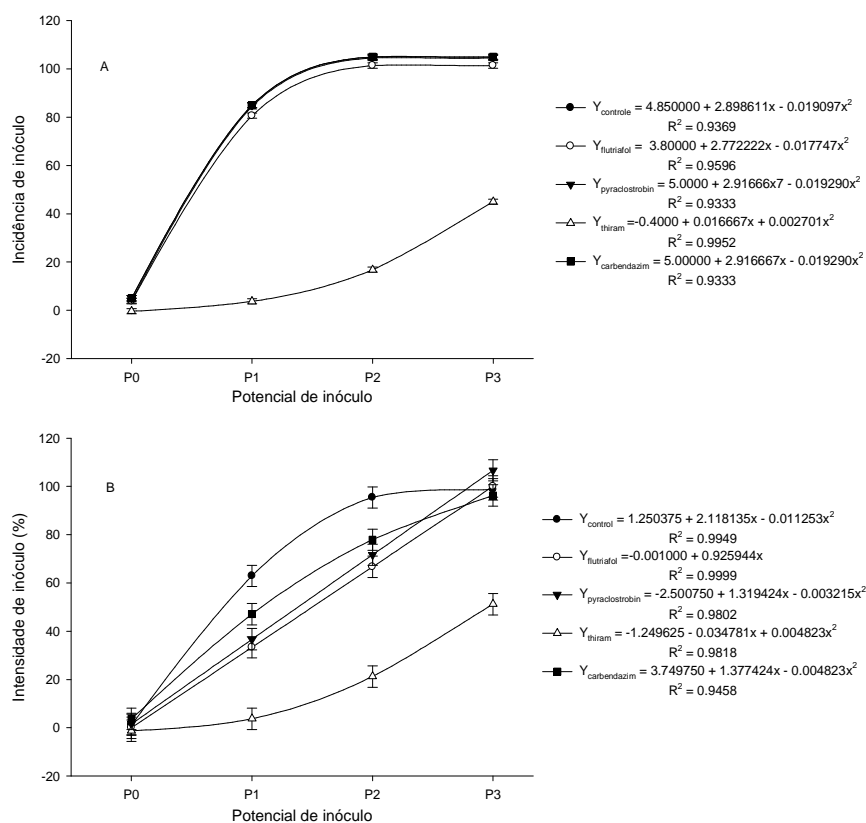


Figura 1 Análise de regressão dos valores percentuais de Incidência (A) e Intensidade (B) de inóculo de sementes de soja tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum*

Para a variável germinação em laboratório, não houve diferença estatística entre as sementes tratadas e não tratadas com fungicidas na ausência do fungo (P0). A presença do patógeno reduziu a germinação das sementes, em todos os tratamentos, sendo esse efeito progressivo com o aumento do potencial de inóculo.

Em relação ao efeito dos produtos fungicidas, thiram garantiu a máxima germinação, mesmo nas sementes inoculadas no potencial de inóculo P1, e

apresentou eficácia superior aos demais produtos, para os potenciais de inóculo P1 e P2. Para o P1, a redução da germinação das sementes de soja tratadas com thiram foi de 40%, em relação ao tratamento controle, enquanto que a redução média dos outros três produtos foi menor que 10% (Figura 2), quando comparado com o controle. No potencial de inóculo mais elevado (P3) não houve diferença estatística entre os produtos utilizados.

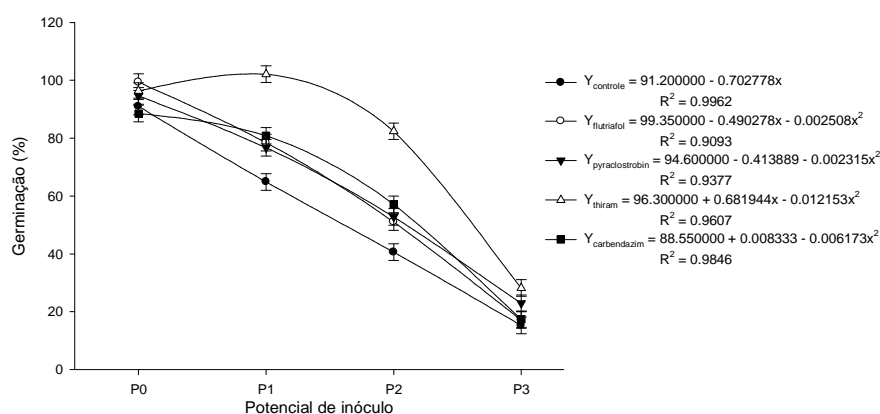


Figura 2 Análise de regressão dos valores percentuais de germinação de sementes de soja tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum*

O vigor das plantas de soja, avaliado pelo IVE, foi influenciado pelo potencial de inóculo, sendo esse efeito mais intenso nos maiores níveis desse potencial. A ação de *C. truncatum* provocou uma redução de mais de 70%, quando comparada com sementes não inoculadas (P0) e no potencial de inóculo mais intenso (P3) (Figura 3).

As sementes tratadas com flutriafol apresentaram valores de IVE inferiores, quando comparadas com os demais tratamentos, incluindo o tratamento controle (Tabela 4A). Na temperatura de 20 °C, sementes tratadas

com esse produto apresentaram reduções superiores a 25% no IVE, quando comparado com o controle.

No geral, o fungicida thiram proporcionou níveis de IVE superiores aos demais tratamentos, em ambas as temperaturas e nos diferentes potenciais de inóculo, tendo diferenciado estatisticamente dos demais fungicidas na temperatura de 25 °C, inclusive nas sementes não inoculadas com o patógeno. Na temperatura de 20 °C, houve também uma superioridade do fungicida thiram em relação aos demais tratamentos, nos potenciais P1 e P2.

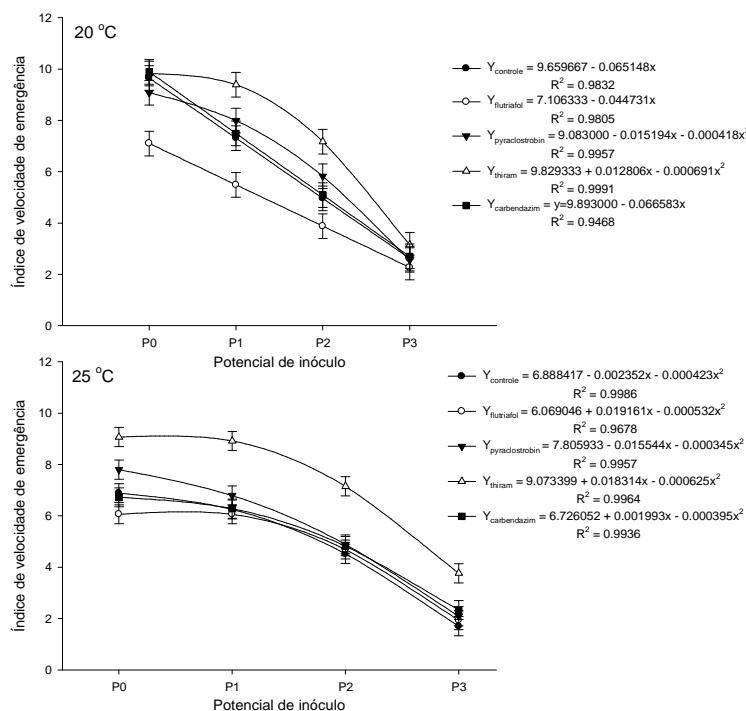


Figura 3 Análise de regressão para Índice de velocidade de emergência de sementes de soja tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum* sob duas temperaturas

O estabelecimento de plantas emergidas aos 10 dias após a semeadura (estande inicial) foi afetado pelo patógeno que provocou decréscimos graduais dessa variável com o aumento do potencial de inóculo, em ambas as temperaturas utilizadas. Em média, houve uma redução superior a 40% e 60% (Figura 4) nas temperaturas de 25 e 20 °C, respectivamente, quando comparando sementes não infectadas com sementes infectadas no potencial de inóculo P3.

Na temperatura de 25 °C, o fungicida thiram se destacou dos demais produtos, mesmo no potencial de inóculo mais elevado (P3), com porcentual de estande inicial superior de 15% aos demais tratamentos (Tabela 5A). O referido fungicida propiciou valores de estande inicial superiores, mesmo quando comparado com os demais tratamentos no potencial de inóculo P0, sementes que não foram inoculadas com o patógeno, na temperatura de 25 °C.

A ação protetora do pyraclostrobin pode ser observada na avaliação de estande inicial a 20 °C, que não se diferenciou estatisticamente do tratamento thiram no potencial de inóculo P1 (Tabela 5A).

Todos os fungicidas, em ambas as temperaturas, apresentaram porcentual inferior a 50% de estande inicial, no potencial de inóculo mais elevado (P3).



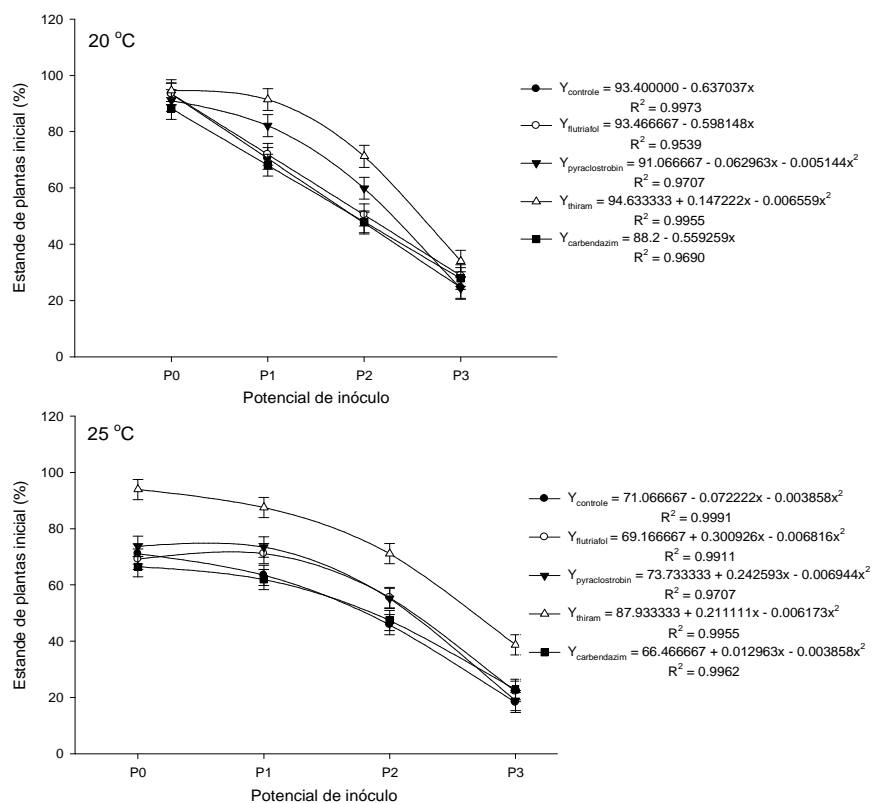


Figura 4 Análise de regressão para valores percentuais de estande inicial de plantas de soja na qual as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum* sob duas temperaturas

Pelos valores de estande final de plantas, observou-se uma mesma tendência dos resultados dessa avaliação com os resultados avaliados para estande inicial (Figura 5). Em ambas as temperaturas, o efeito do fungo em diferentes potenciais de inóculo pode ser notado pela redução na população de plantas, aos 30 dias (estande final), com uma proporcionalidade inversa, em função do aumento do potencial de inóculo (Figura 10 e 11).

Na temperatura mais elevada utilizada neste estudo, thiram proporcionou valores de 20% superiores aos demais tratamentos (Tabela 6A).

Fato esse que não ocorreu na temperatura mais baixa, na qual thiram apresentou percentuais semelhantes aos demais tratamentos fungicidas, exceto no potencial de inóculo P2, em que thiram se diferenciou, estatisticamente, dos demais tratamentos.

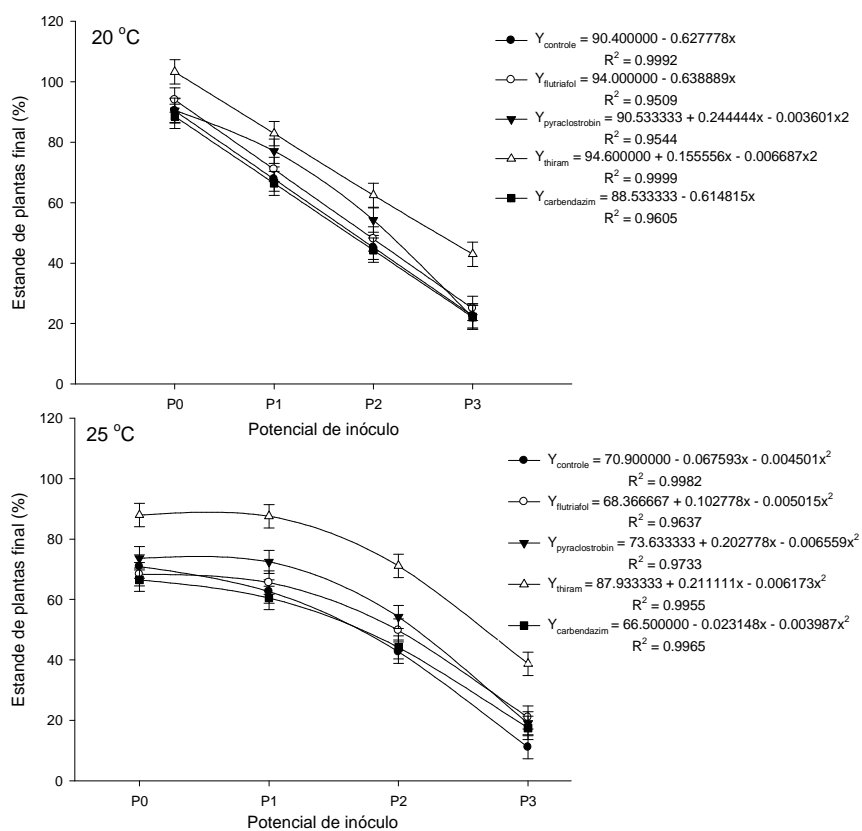


Figura 5 Análise de regressão para valores percentuais de população final de plantas de soja na qual as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum* sob duas temperaturas

Na avaliação de altura de plantas, as sementes germinadas na temperatura de 25 °C apresentaram percentuais médios superiores às sementes

germinadas à temperatura de 20 °C (Figura 6). Em ambas as temperaturas, houve um efeito gradual progressivo do potencial de inóculo de *C. truncatum* na altura de plantas, sendo os maiores valores dessa variável observados nos menores potenciais de inóculo.

Na temperatura de 25 °C, o fungicida thiram apresentou os maiores valores médios de altura, 15% superior quando comparado com carbendazim, segundo maior valor, no potencial de inóculo P0. Thiram também foi superior em até 40%, quando comparado com flutriafol, valor médio mais inferior de altura, no mesmo potencial P0. Flutriafol diferenciou-se estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 7A), na temperatura de 20 °C, com valores médios de cerca de 50% inferiores, quando comparado com thiram.

O comportamento de thiram na temperatura de 20 °C foi diferente, em relação à temperatura mais elevada, na qual esse produto apresentou índices de altura semelhantes aos demais tratamentos, com exceção do futriafol que proporcionou valores estatisticamente inferiores aos demais tratamentos.

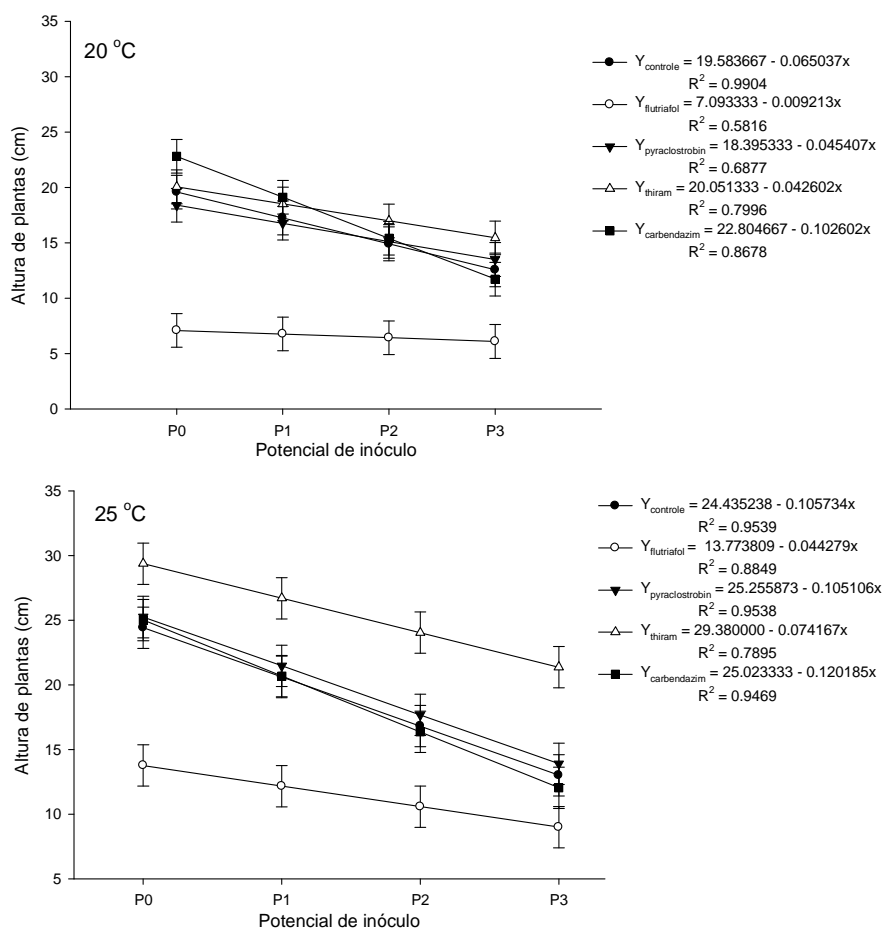


Figura 6 Análise de regressão para valores médios de alturas de plantas de soja na qual as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum* sob duas temperaturas

Na avaliação de massa matéria fresca de plantas, todos os tratamentos sofreram ação do patógeno nos diferentes níveis de potenciais de inóculo. Com o aumento do potencial de inóculo, houve uma redução gradual da massa de matéria fresca, sendo essa redução de até 75%, quando comparado com

sementes não infectadas, no maior nível de potencial de inóculo do patógeno (P3) (Figura 7).

No geral, os fungicidas mostraram o mesmo comportamento das análises de regressões, exceto o tratamento controle em 20 °C, que mostrou um comportamento de curva quadrática. O fungicida thiram proporcionou um índice de massa fresca superior aos demais tratamentos, em torno de 25%, quando comparado com o tratamento sem fungicida (controle) na temperatura de 25 °C. A eficácia de thiram também foi observada nos maiores índices de massa da matéria fresca, em plantas no potencial de inóculo P0.

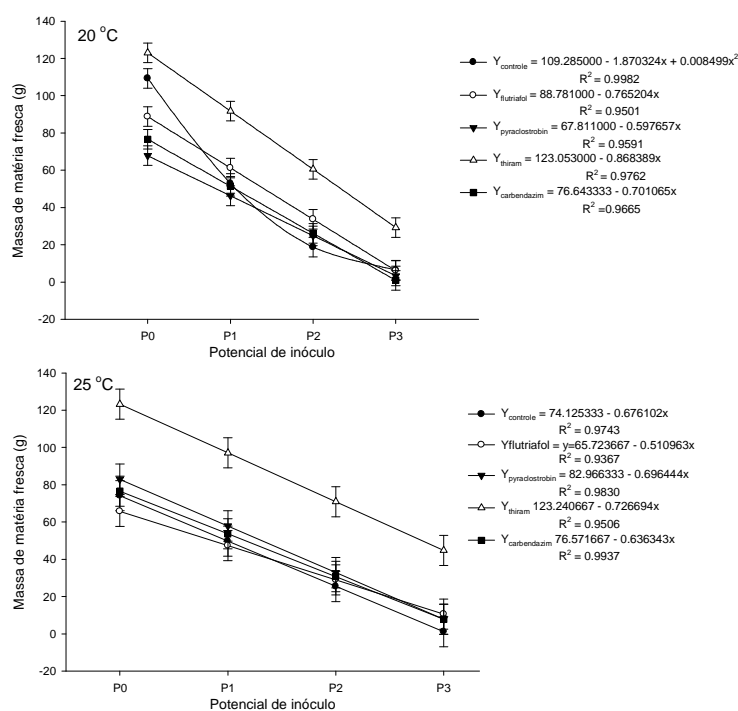


Figura 7 Análise de regressão para valores médios de massa de matéria fresca de plantas de soja as quais as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum*, sob duas temperaturas

A massa de matéria seca de plantas apresentou a mesma tendência observada para a massa matéria fresca, na qual as sementes que não continham o patógeno apresentaram os maiores valores médios de massa seca, em ambas as temperaturas. Na medida em que o potencial de inóculo aumentava, a massa de matéria seca de plantas diminuía (Figura 8).

O tratamento de sementes com o fungicida thiram apresentou valor médio de massa seca de plantas superior aos demais tratamentos, em ambas as temperaturas no potencial de inóculo P2. Na temperatura de 25 °C, esse produto proporcionou um aumento superior a 30%, quando comparado com os demais tratamentos. Na temperatura de 20 °C, thiram proporcionou um aumento de mais de 40% nos potenciais de inóculo P1 e P2, quando comparado com os demais tratamentos. No potencial de inóculo mais intenso (P3), nenhum fungicida conseguiu reduzir o dano causado pelo patógeno, de maneira satisfatória, do ponto de vista de controle da doença em plantas.

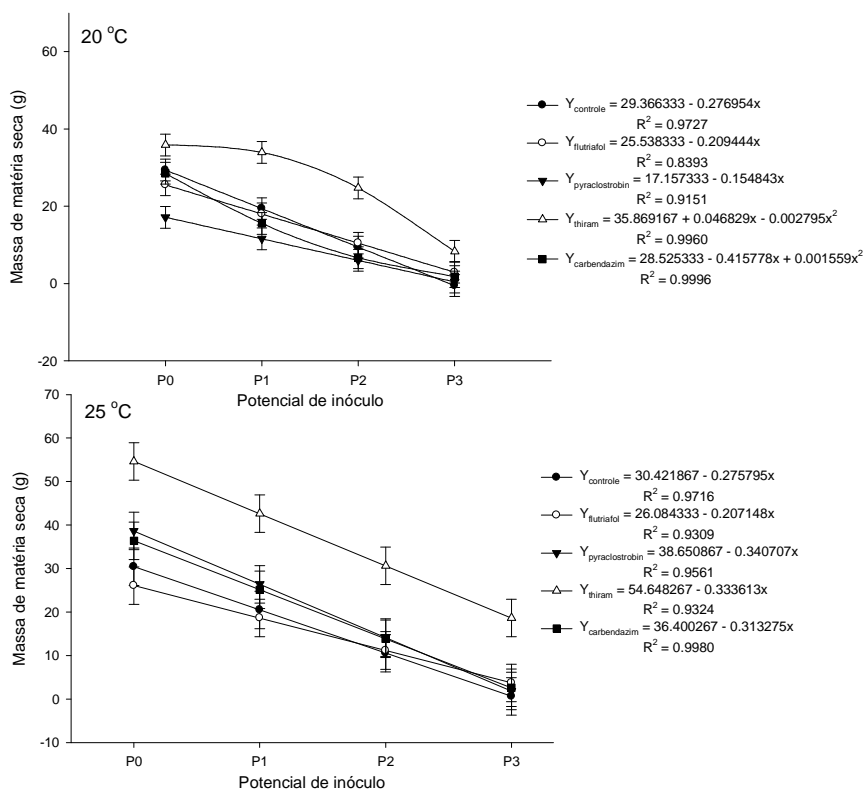


Figura 8 Análise de regressão para valores médios de massa de matéria seca de plantas de soja as quais as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum*, sob duas temperaturas

Com base na avaliação dos sintomas da antracnose neste trabalho, a presença de *C. truncatum* não foi observada nas plantas emergidas em condições controladas, a partir de sementes que não foram inoculadas. No entanto, os sintomas dessa doença foram evidentes e com o aumento de severidade proporcional aos aumentos de potenciais de inóculo, em ambas as temperaturas. Os maiores índices da doença em plantas foram observados no potencial de inóculo mais elevado.

Na temperatura de 20 °C, os fungicidas diferenciaram do controle nos potenciais P1 e P2 (Figura 9). O fungicida thiram diferenciou dos demais tratamentos, em ambas as temperaturas, proporcionando os menores índices de doença. Ainda em 20 °C, thiram reduziu o índice de doença em cerca 20% no potencial de inóculo P1 e P2. Na temperatura de 25 °C, a redução foi menor, cerca de 10% em P1 e 25% em P2, mostrando a ação severa do patógeno em temperaturas que prevalecem em climas tropicais. Nesta mesma temperatura, no potencial de inóculo P3, o fungicida thiram apresentou média do valor estimado inferior à temperatura de 20 °C, fato explicado pela análise das regressões, nas quais thiram apresentou um comportamento quadrático, favorecendo o elevado valor de índice de doença em P3, já na temperatura de 25 °C, thiram apresentou um comportamento linear e a média observada ficou abaixo da média estimada, fato que pode ser confirmado pelo baixo índice de correlação ( $R^2$ ) da regressão de thiram a 25 °C. Nesta mesma temperatura, os fungicidas flutriafol, pyraclostrobin e carbendazim não diferenciaram do tratamento controle.



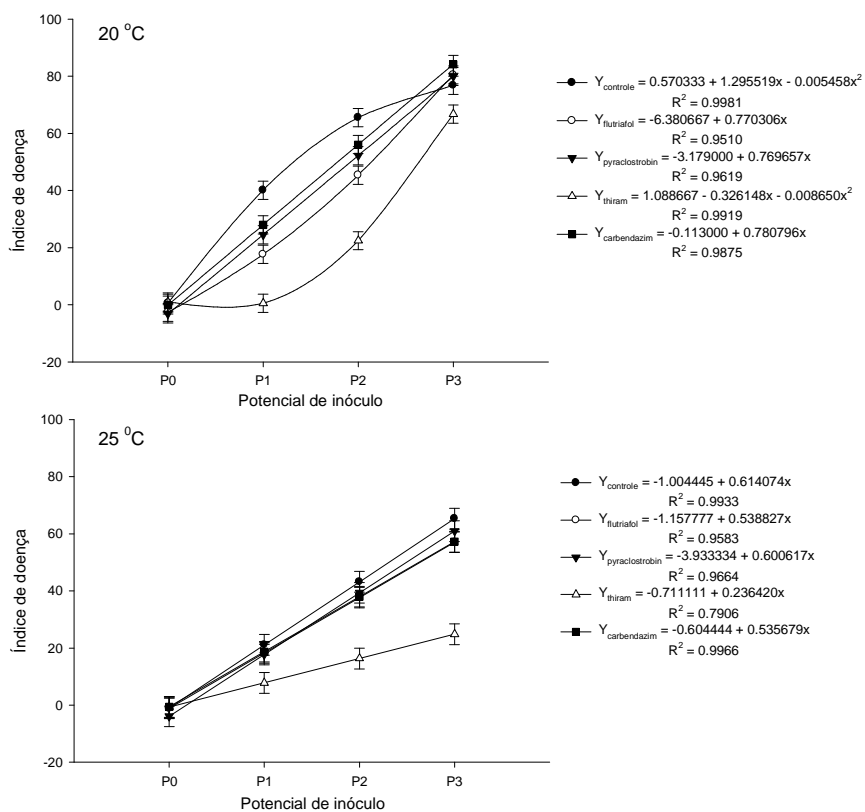


Figura 9 Análise de regressão para valores percentuais de índice de doença em plantas de soja as quais as sementes foram tratadas e não tratadas com fungicidas, em relação a diferentes níveis de potencial de inóculo de *C. truncatum*, sob duas temperaturas

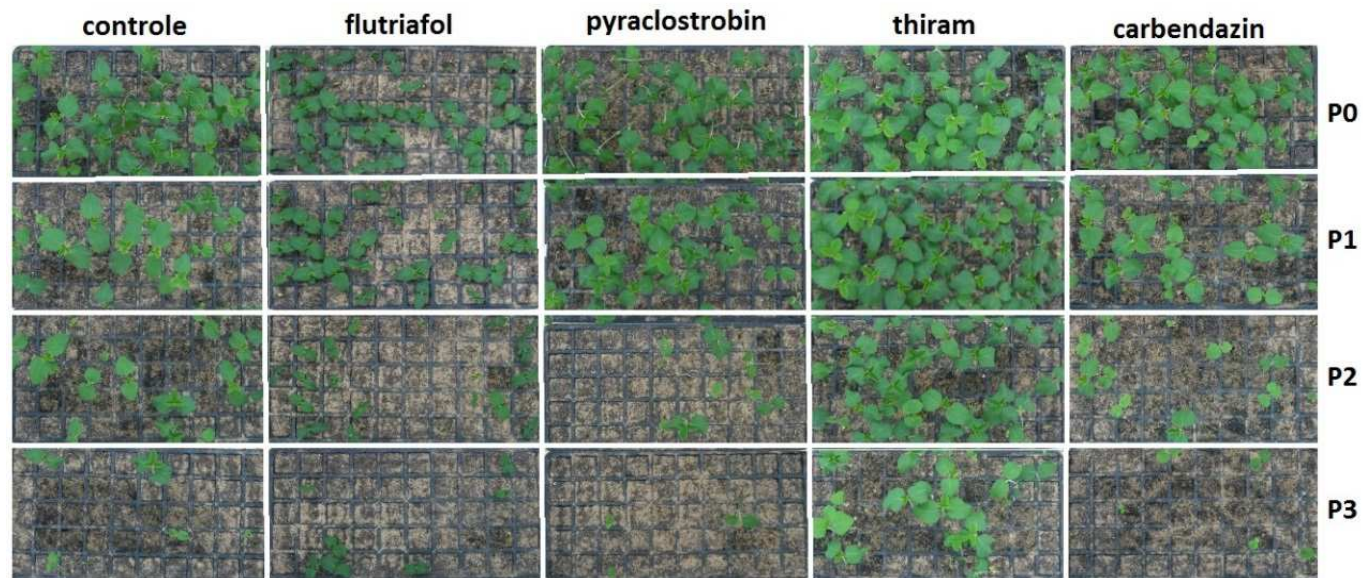


Figura 10 Padrões de desenvolvimento de plantas de soja oriundas de sementes infectadas por *C. truncatum* com diferentes potenciais de inóculo, tratadas e não tratadas com diferentes fungicidas, em cultivo em câmara de crescimento vegetal com temperatura de 25 °C e aos 30 dias após a semeadura

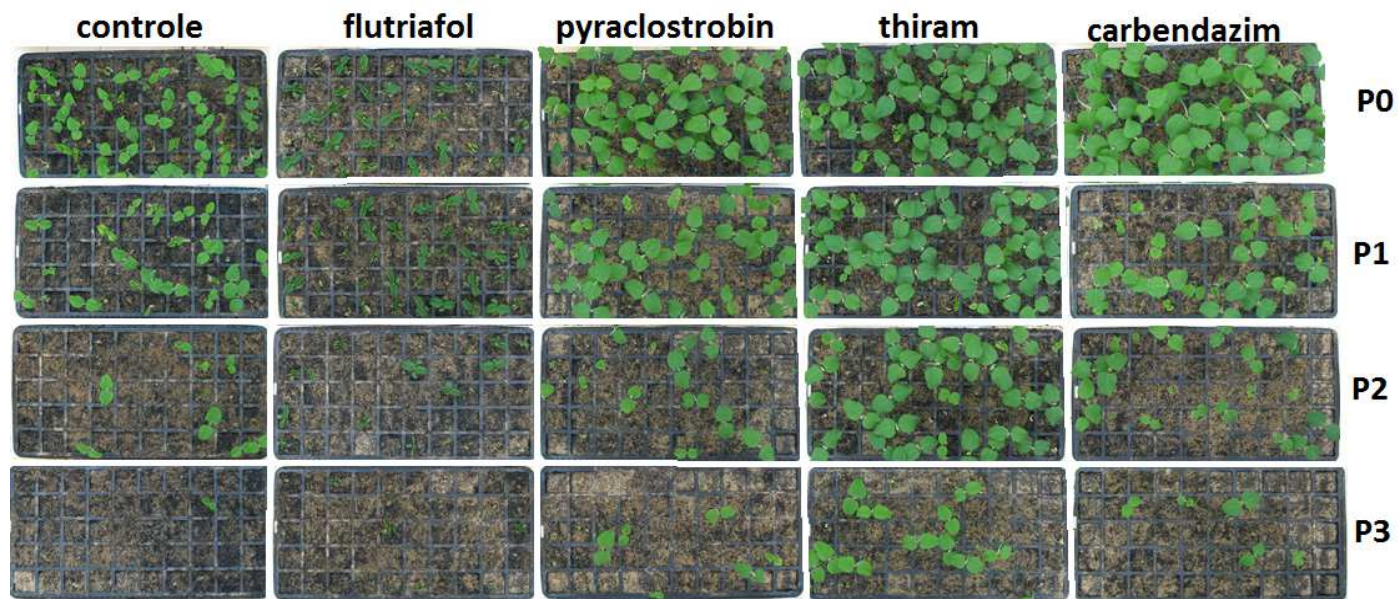


Figura 11 Padrões de desenvolvimento de plantas de soja oriundas de sementes infectadas por *C. truncatum* com diferentes potenciais de inóculo, tratadas e não tratadas com diferentes fungicidas, em cultivo em câmara de crescimento vegetal com temperatura de 20 °C e aos 30 dias após a semeadura

## 5 DISCUSSÃO

Este trabalho foi o primeiro a evidenciar com detalhes o efeito de *C. truncatum* no desempenho de sementes de soja, sendo ele progressivo e proporcional ao aumento do potencial de inóculo do patógeno, em todas as condições de cultivo estabelecidas neste estudo. De modo geral, os resultados observados seguem padrões de interação de outros patossistemas já descritos na literatura, cujos agentes etiológicos são transmitidos via sementes de espécies hospedeiras, porém a ação do referido patógeno, neste patossistema, foi mais drástica (BALMER et al., 1966; SOUSA et al., 2008; BOTELHO et al., 2013). No caso de patossistemas envolvendo *Sclerotinia sclerotiorum* tem-se observado que os efeitos do patógeno na qualidade das sementes infectadas são também drásticos e variáveis, de acordo com o nível inicial de infecção nas sementes (BOTELHO et al., 2013), porém a frequência desse patógeno, na prática, é menor em comparação com *C. truncatum*, em soja.

Pela avaliação do teste de sanidade ficou evidenciado que o uso da variável incidência do patógeno nas sementes, de forma isolada, é insuficiente para detectar diferenças de desempenho entre produtos fungicidas. Neste caso, a quantificação do inóculo associada às sementes em teste de sanidade é importante e torna-se necessária do ponto de vista epidemiológico. Conforme relatado na literatura de patologia de sementes, o grau de associação de patógenos com sementes, considerando-se a localização e quantidade de inóculo inicial nas sementes pode determinar o modelo epidemiológico da doença, a partir de sementes infectadas no campo de cultivo (MAUDE, 1996; MACHADO, 2000). Vale lembrar que a intensidade de *C. truncatum*, leva em consideração a incidência e concentração do patógeno em sementes. A intensidade de *C. truncatum* apresentou um aumento gradual correspondente ao aumento do potencial de inóculo, como também visto em outros patossistemas

(BALMER et al., 1966; ARAÚJO et al., 2006; SOUSA et al., 2008; ALVES; POZZA, 2010; BOTELHO et al., 2013). Machado et al. (2013) avaliaram o desempenho de sementes de milho inoculadas com *Fusarium verticillioides*, sob diferentes intensidades de inóculo e ficaram evidentes os severos danos que um alto potencial de inóculo pode provocar em plantas de milho, em estádios iniciais de cultivo. Entre fungicidas protetores, chama atenção a elevada eficácia de thiram em comparação com um outro produto protetor do grupo das estrobilurinas, o fungicida pyraclostrobin não foi eficaz no controle do patógeno nos potenciais de inóculo P2 e P3, pois a presença do fungo foi nítida, confirmada pela presença de acérvulos característicos de *C. truncatum*. A significância entre as interações (Tabela 1A) ocorreu pela falta de paralelismo entre o tratamento controle, flutriafol e o thiram, no qual o tratamento controle na avaliação de intensidade de inóculo apresentou acentuado crescimento nos potenciais de inóculo menores, pois as sementes sem tratamento fungicida estavam vulneráveis à ação do patógeno e a curva se estabilizou já no potencial de inóculo P2. O fungicida flutriafol do grupo dos triazois apresentou uma reta linear crescente e constante, com uma alta correlação entre as médias observadas. O fungicida thiram mostrou uma significância para uma regressão quadrática, com um ligeiro aumento em P1, para uma progressão mais acentuada da intensidade do patógeno no potencial de inóculo mais elevado de *C. truncatum*, que caracteriza a alta agressividade do patógeno nos potenciais de inóculo mais elevados.

Pelo teste de germinação, o tratamento controle apresentou como no teste de sanidade, diferença significativa em relação aos demais tratamentos de sementes com os potenciais de inóculo, tendo isso ocorrido devido à reta linear do tratamento controle não ser paralela aos demais tratamentos que apresentaram uma curva de regressão quadrática. A eficácia do thiram pode ser constatada pelo percentual de germinação no potencial de inóculo P1, não diferindo

estatisticamente de sementes sem o patógeno (P0) (Figura 2), que caracteriza a eficácia dos fungicidas protetores na germinação das sementes, principalmente, quando o patógeno apresenta-se em baixos níveis de inóculo. Resultados semelhantes foram também observados por Marcos Filho e Perri Júnior (1977), em sementes de feijão.

Os resultados de emergência em substrato deixam evidência de que *C. truncatum* ocasiona severos danos, em plantas, em estágios iniciais de desenvolvimento. O tratamento de sementes é uma das formas mais eficaz de controle do patógeno, por garantir o estabelecimento da população de plantas, em estágios iniciais de cultivo. Entretanto, se a semente apresentar uma alta quantidade de inóculo, nenhum fungicida consegue garantir a eficácia no controle do patógeno e proporcionar o maior potencial de produção da cultura. Para todas as avaliações em teste de bandeja não houve interação entre tratamento fungicida e potencial de inóculo, com exceção da avaliação índice de doença, mas forte significância entre os fatores isolados (Figuras 11 e 12).

O efeito do potencial de inóculo de *C. truncatum* ficou evidente com a redução da população de plantas tanto inicial quanto final, confirmada a significância pelo teste F, no fator potencial de inóculo. Significância essa, que ocorreu também no fator fungicida, com valores médios diferentes entre os tratamentos de sementes. Mas para a interação entre potencial de inóculo e fungicida não houve significância pelo teste F (*P* valores), pois as curvas de regressões foram paralelas entre si. Em geral, o fungicida thiram proporcionou médias de população de plantas superior aos demais fungicidas, resultados semelhantes também foram obtidos por outros autores (PEREIRA et al., 2009; URREA; RUPE; ROTHROCK, 2013). Outros trabalhos já haviam comprovado que o tratamento de sementes de feijão e soja com thiram proporcionou valores mais elevados de germinação e o vigor das sementes (MARCOS FILHO; PERRI JÚNIOR, 1977; MENTEN; MENDES, 1982; CASTRO, 2013).

Possíveis causas do desempenho diferenciado entre os produtos utilizados neste estudo, em relação ao controle da antracnose podem ser atribuídas a diversos fatores como: características químicas e mecanismos de ação, afinidade entre cada produto e estrutura e organização celular das sementes e tipo de patógeno envolvido nessa relação (MACHADO; MACHADO, 2011). Pela literatura, o produto thiram apresenta um número maior de mecanismos de ação nas células de fungos sensíveis a ele, sendo um produto de contato amplamente utilizado para controle de diversos fungos fitopatogênicos associados a sementes de modo geral (MACHADO, 2000; MUNKVOLD, 2009; FRAC LIST OF FUNGICIDE COMMON NAMES, 2012). Por sua vez, os dois fungicidas sistêmicos, carbendazim e flutriafol são limitados em termos de mecanismos de ação na célula fúngica alvo de sua atuação, além de limitações, em relação a espectro de atuação. Vale lembrar que a sistemicidade de um produto seria um tópico referencial de comparação apenas em plantas com tecidos vasculares já consolidados, o que não acontece com sementes, cujas estruturas ainda são primárias em termos de organização anatômica (BEWLEY; BLACK, 1994). Chama a atenção também neste estudo a atuação menos acentuada do produto pyraclostrobin, que embora apresente um amplo espectro de atuação contra fungos fitopatogênicos possui apenas um mecanismo de atuação celular em fungos alvos, sendo também considerado um produto com características de proteção.

As análises de vigor, estandes inicial e final, altura de plantas e peso fresco e seco de plantas apresentaram resultados semelhantes às demais avaliações, com destaque pela baixa média do flutriafol, devido a um efeito de toxidez nas plantas, efeito também evidenciado com uma diferença significativa na altura de plantas entre tratamento fungicida. Os triazois são fungicidas sistêmicos de rápida absorção e menor translocação em altas temperaturas, que ocasiona um menor porte das plantas, que com o desenvolvimento das mesmas,

sugere o efeito tóxico (FRANÇA NETO; HENNING; YORINORI, 2000; TOGNI, 2008). Outro fator para a toxidade em sementes é uma possível elevada dose do produto, indicando que os triazóis devem ser usados com cautela para tratamento de sementes (BORGATI et al., 2013). No geral, os dois fungicidas sistêmicos apresentaram comportamentos semelhantes, que pode ser visto pela falta de significância no contraste fungicida sistêmico na análise de variância (Tabela 1A). Vale registrar que o fungicida flutriafol usado neste trabalho não possuía uma formulação específica para tratamento de sementes, ao contrário do carbendazim do grupo dos benzimidazais, que é tradicional em tratamento de sementes (HANS et al., 1981; THOMAS; SWEETINGHAM, 2003; SHARMA-POUDYAL; DUVEILLER; SHARMA, 2005) e muito utilizado

pelos agricultores em mistura com outros ingredientes ativos. No entanto, a falta de significância entre os *P* valores (Tabela 1A), na maioria das avaliações, significou que ambos os fungicidas apresentaram comportamentos semelhantes na interação com *C. truncatum*.

Com base nestes resultados, fica clara a necessidade de estudos mais aprofundados no âmbito de conhecimento, sobre a afinidade entre as moléculas dos produtos fungicidas e a natureza anatômica e bioquímica das estruturas das sementes alvos do tratamento sanitário. Vale salientar também que uma estratégia que tem sido adotada para o aumento ou garantia de eficácia do tratamento sanitário químico de sementes é o uso de misturas de diferentes ingredientes ativos, levando-se em consideração aspectos como mecanismos de ação, espectro de ação e natureza de atuação dos mesmos nos tecidos de plantas e compatibilidade entre os ingredientes ativos. Neste sentido, misturas como;



carbendazim + thiram, carboxin + thiram, thiabendazole + thiram, pyraclostrobin + tiofanato metílico + fipronil, fludioxonil + metalaxyl entre outros, já encontram-se no mercado, com registro para uso em diversos casos, pelos agricultores (MACHADO, 2000; HENNING et al., 2010; GOULART, 2011).

A ação de *C. truncatum* ficou evidente na avaliação de índice de doença na qual o aumento proporcional do potencial de inóculo provocou maior severidade do patógeno. A presença do mesmo pode ser confirmada, principalmente, pelos sintomas característicos nas plântulas/plantas, na forma de necrose dos cotilédones. Fato este, que também prova eficácia da técnica de restrição hídrica na inoculação de sementes de soja, descrita por Machado et al. (2001). A interação tripla entre no índice de doença (Tabela 1A), pode ser explicada devido ao comportamento diferente da agressividade do fungo, em diferentes potenciais de inóculo sob a ação dos produtos fungicidas e a influência direta da temperatura na infecção, provocada por *C. truncatum*.

A ação de patógenos na semente, como fonte de inóculo primário nas lavouras de soja, tornou-se evidente neste trabalho. Ficou claro também que um nível severo de infecção nas sementes representa um desafio para o tratamento de sementes, pela ineficácia de erradicar o inóculo, nessas condições. Os resultados também mostram que *C. truncatum* é de grande risco para os produtores de soja, quando o mesmo está presente em alta concentração ou quantidade na semente.

## 6 CONCLUSÕES

- a) O efeito de *C. truncatum* no desempenho de sementes de soja é progressivo e severo e variável em função do nível de potencial de inóculo nas sementes, podendo esse patógeno provocar mortes de plântulas em pré-emergência, nos potenciais de inóculo mais elevados.
- b) O tratamento de sementes de soja com fungicida mostra-se eficaz no controle de infecções por *C. truncatum*, porém é influenciado pelo nível inicial de infecção pelo patógeno e natureza dos ingredientes ativos dos fungicidas, aplicados nas sementes na fase de pré-plantio.
- c) Entre os produtos utilizados no tratamento de sementes neste trabalho, thiram, carbendazim, flutriafol e pyraclostrobin, houve uma diferenciação estatística da eficácia dos mesmos, sendo thiram o produto que proporcionou as maiores reduções dos potenciais de inóculo na infecção por *C. truncatum* e os maiores valores de germinação, vigor, estande, peso e altura das plantas emergidas de sementes tratadas e cultivadas, em duas condições controladas de temperatura de ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T. Doenças da soja. In: KIMATI, H. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: volume 2. São Paulo: Ceres, 2005.
- ALVES, M.; POZZA, E. A. Indicator kriging modeling epidemiology of common bean anthracnose. **Applied Geomatics**, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 65-72, June 2010.
- ARAÚJO, D. V. et al. Influência da temperatura e do tempo de inoculação das sementes de algodão na transmissibilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 35-40, fev. 2006.
- ARMSTRONG-CHO, C. et al. The infection process of two pathogenic races of *Colletotrichum truncatum* on lentil. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v. 34, n. 1, p. 58-67, Apr. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Dados estatísticos do complexo soja referentes ao mês de novembro de 2013**. São Paulo: ABIOVE, 2013. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php>>. Acesso em: 11 jan. 2014.
- BACKMAN, P. A.; WILLIAMS, J. C.; CRAWFORD, M. A. Yield losses in soybeans from anthracnose caused by *Colletotrichum truncatum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 66, n. 11, 1032-1034, Feb. 1982.
- BALMER, E. et al. Efeito do potencial de inóculo de *Colletotrichum gossypii* South sobre o tombamento das mudinhas do algodoeiro. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, São Paulo, v. 23, p. 325-338, 1966.
- BEGUM, M. M. et al. Detection of seed-borne fungi and site of infection by *Colletotrichum truncatum* in naturally-infected soybean seeds. **International Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 2, n. 9, p. 812-819, 2007.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**. New York: Springer, 1994.
- BORGATI, T. F. et al. Synthesis and phytotoxic activity of 1,2,3-triazole derivatives. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 953-961, June 2013.

BOTELHO, L. D. S. et al. Performance of common bean seeds infected by the fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 153-160, Aug. 2013.

BRADLEY, C. A. Effect of fungicide seed treatments on stand establishment, seedling disease, and yield of soybean in North Dakota. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 92, n. 2, p. 120-125, Jan. 2007.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa, 2009.

CASTRO, P. R. D. C. Physiological benefits of seed treatments. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 103, n. 2, p. 174-175, June 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de safra**. Brasília: CONAB, 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

DHINGRA, O. D. et al. Behaviour of four soybean cultivars to seed-infecting fungi in delayed harvest. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 277-282, 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja - Região central do Brasil 2012 e 2013. **Sistema de Produção**, Londrina, n. 15, p. 1-261, out. 2011.

FRAC LIST OF FUNGICIDE COMMON NAMES. **Fungicide resistance action committee**. Washington: FRAC, 2012. Disponível em: <<http://www.frac.info/>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T. Caracterização dos problemas de fitotoxicidade de plântulas de soja devido ao tratamento das sementes com fungicida rhodiarum 500 SC, na safra 2000/01. **Circular Técnica**, Londrina, n. 27, p. 1-21, nov. 2000.

GALLI, J. A. et al. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Cercospora kikuchii* na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p.182-187, dez. 2005.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. D. C.; VIEIRA, R. D. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Phomopsis sojae* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 40-46, jan./mar. 2007.

GAZZONI, D. L.; YORINI, J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: Embrapa, 1995.

GOMES, D. P. et al. Effect of the vigour and of the fungicide treatment in the germination and sanity tests of soybean seeds. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 59-65, nov./dez. 2009.

GOULART, A. C. P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas. In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 5., 2011, Argentina. **Anais...** Argentina: Mercosoja, 2011.

HANS, J. K. et al. The influence of soil and other physical factors on the antifungal activity of carbendazim against *Rhizoctonia solani*. **Pesticide Science**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 425-32, Aug. 1981.

HENNING, A. A. et al. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de "La Niña". **Circular Técnica**, Londrina, n. 82, p. 1-8, out. 2010.

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

JUGENHEIMER, R. W. **Corn: improvement, seed production, and uses**. New York: John Wiley & Sons, 1976.

KAUSHAL, R. P.; ANIL, K.; TYAGI, P. D. Role of light, temperature and relative humidity on germination of *Colletotrichum truncatum* and soybean pod infection under laboratory conditions. **Journal of Mycology and Plant Pathology**, Udaipur, v. 28, n. 1, p. 1-4, Mar. 1998.

KHARE, M. N.; CHACKO, S. Factors affecting seed infection and transmission of *Colletotrichum-Dematium* F Sp *truncata* in soybean. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 11, n. 3, p. 853-858, Feb. 1983.

KUBOTA, M. et al. Anthracnose of salt-wort (*Salsola komarovii*) caused by *Colletotrichum truncatum*. **Journal of General Plant Pathology**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 68-71, Jan. 2011.

- LEHMAN, P. S.; MACHADO, C. C.; TARRAGO, M. T. Frequency and severity of soybean diseases in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 183-93, fev. 1976.
- MACHADO, J. C. et al. Inoculação artificial de sementes de soja por fungos, utilizando solução de manitol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 95-101, set./dez. 2001.
- MACHADO, J. C. et al. Inoculum potential of *Fusarium verticillioides* and performance of maize seeds. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 213-217, May/June 2013.
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS, 2000.
- MACHADO, J. C.; MACHADO, C. F. Fatores interferentes no tratamento sanitário de sementes. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 11., Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2011. p. 165.
- MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madson, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar. 1962.
- MARCOS FILHO, J.; PERRI JÚNIOR, J. Efeitos de tratamentos fungicidas sobre a germinação e o vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **O solo**, Piracicaba, v. 69, p. 35-42, fev. 1977.
- MAUDE, R. **Seedborne diseases and their control: principles and practice**. New York: CAB international, 1996.
- MCGEE, D. C. Epidemiological approach to disease management through seed technology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 33, p. 445-466, Sept. 1995.
- MCKINNEY, H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 26, n. 9, p. 195-217, Jan. 1923.

MENTEN, J.; MENDES, B. Efeito do genótipo e tratamento químico na incidência de microorganismos em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **O solo**, Piracicaba, v. 74, p.7-12, nov. 1982.

MICHEL, B. E.; RADCLIFFE, D. A computer program relating solute potential to solution composition for five solutes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 1, p. 126-130, Jan./Feb. 1995.

MUNKVOLD, G. P. Seed pathology progress in academia and industry. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 47, p. 285-311, Sept. 2009.

NICHOLSON, J. F.; SINCLAIR, J. B. Effect of planting date, storage conditions and seedborne fungi on soybean seed quality. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 57, n. 9, p. 770-774, 1973.

PEREIRA, C. E. et al. Fungicide treatment of soybean seeds inoculated with *Colletotrichum truncatum*. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2390-2395, out. 2009.

POAG, P. S. et al. Economic evaluation of soybean fungicide seed treatments. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, n. 6, p. 1647-1657, Nov. 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

ROY, K. W. Seedling diseases caused in soybean by species of *Colletotrichum* and *Glomerella*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 72, n. 8, p. 1093-1096, 1982.

SHARMA-POUDYAL, D.; DUVEILLER, E.; SHARMA, R. Effects of seed

treatment and foliar fungicides on *Helminthosporium* leaf blight and on performance of wheat in warmer growing conditions. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 153, n. 7-8, p. 401-408, Apr. 2005.

SOUSA, M. V. et al. Métodos de inoculação e efeitos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* em sementes de algodoeiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 41-48, Jan./Feb. 2008.

THOMAS, G.; SWEETINGHAM, M. Fungicide seed treatments reduce seed transmission and severity of lupin anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Australasian Plant Pathology**, Melbourne, v. 32, n. 1, p. 39-46, Mar. 2003.

TIFFANY, L. H. Delayed sporulation of *Colletotrichum* on soybean. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 46, p. 975-985, 1951.

TOGNI D. D. J. **Contribuição do tratamento de sementes de soja (*Glycine max L. Merril*) com fungicidas no manejo da ferrugem asiática**. 2008: Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

UDAYANGA, D. et al. What are the common anthracnose pathogens of tropical fruits? **Fungal Diversity**, Washington, v. 61, n. 1, p. 165-79, July 2013.

URREA, K.; RUPE, J. C.; ROTHROCK, C. S. Effect of fungicide seed treatments, cultivars, and soils on soybean stand establishment. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 97, n. 6, p. 807-812, June 2013.

VAIL, S.; VANDENBERG, A. Genetic control of interspecific-derived and juvenile resistance in lentil to *colletotrichum truncatum*. **Crop Science**, Madson, v. 51, n. 4, p. 1481-1490, July 2011.

VASCONCELOS, I. M. et al. Nutritional study of two Brazilian soybean (*Glycine max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 12, n. 1, p. 55-62, Jan. 2001.

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; PAULA, A. C. O. de. Caracterização física e tecnológica de seis cultivares de soja plantadas no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 4-6, set./dez. 1997.

WRATHER, J. A. et al. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v. 23, n. 2, p. 115-121, Apr. 2001.

WYLLIE, T. D.; SCOTT, D. H. **Soybean diseases of the north central region**. Saint Paul: APS Press, 1988.

YORINORI, J. T. Cancro da haste da soja: epidemiologia e controle. **Circular Técnica**, Londrina, n. 14, p. 1-75, 1996.



## ANEXOS

### ANEXO A - TABELAS

Tabela 1A	Análise de variância ( <i>P</i> valores) para avaliação em laboratório e câmara de crescimento para cinco tratamentos de sementes (Fungicidas), em conjunto com análise de contrastes dos fungicidas os quais foram divididos de três grupos (controle, protetor e sistêmico), quatro potenciais de inóculo (Potencial) e duas temperaturas (Temperatura).....	57
Tabela 2A	Médias de percentuais de incidência e intensidade de inóculo, na avaliação de teste de sanidade em sementes de soja .....	58
Tabela 3A	Médias de percentuais de germinação de sementes de soja.....	58
Tabela 4A	Médias de índice de velocidade de emergência de sementes de soja, semeadas em bandejas acondicionadas em duas temperaturas .....	59
Tabela 5A	Médias dos percentuais de estande de plantas dez dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas.....	59
Tabela 6A	Médias dos percentuais de estande de plantas, trinta dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas.....	60
Tabela 7A	Médias de alturas de plantas de soja, 30 dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas.....	60
Tabela 8A	Médias de massa de matéria fresca de plantas de soja, trinta dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas.....	61
Tabela 9A	Médias de massa de matéria seca de plantas de soja, trinta dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas.....	61
Tabela 10A	Médias do índice de doença em plântulas/plantas de soja, no vigésimo dia após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas.....	62

Tabela 1A Análise de variância (*P* valores) para avaliação em laboratório e câmara de crescimento para cinco tratamentos de sementes (Fungicidas), em conjunto com análise de contrastes dos fungicidas os quais foram divididos de três grupos (controle, protetor e sistêmico), quatro potenciais de inóculo (Potencial) e duas temperaturas (Temperatura)

Fonte de variação	<i>P</i> valores								
	Germ <sup>a</sup>	Inten <sup>b</sup>	IVE <sup>c</sup>	Es inicial <sup>d</sup>	Es final <sup>e</sup>	Altura <sup>f</sup>	M fresca <sup>g</sup>	M seca <sup>h</sup>	Doença <sup>i</sup>
Fungicidas	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Controle x fungicidas	<0.0001	<0.0001	0.0672	0.00061	0.00020	0.31460	0.00288	0.0158	<0.0001
Protetor x sistêmico	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Protetor x protetor	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.0001	<0.0001	0.00049	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Sistêmico x sistêmico	0.80657	0.05081	<0.001	0.09225	0.09917	<0.0001	0.52619	0.41830	0.00585
Potencial	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fungicidas x potencial	<0.0001	<0.0001	0.0850	0.0571	0.0706	0.0159	0.0044	0.1476	<0.0001
Temperatura*	-	-	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.8153	<0.0001	<0.0001
Temperatura x Fungicidas	-	-	0.0050	0.2152	0.2488	0.0018	0.0088	0.0052	0.2900
Temperatura x Potencial	-	-	<0.001	<0.0001	<0.0001	0.0260	0.0343	0.1149	<0.0001
Temperatura x Fungicida x Potencial	-	-	0.9827	0.8485	0.5146	0.9827	0.7611	0.7385	<0.0001

<sup>a</sup> Germinação (%)

<sup>b</sup> Intensidade e incidência de inóculo (%)

<sup>c</sup> Índice de velocidade de emergência

<sup>d</sup> Estande de plantas inicial (%)

<sup>e</sup> Estande de plantas final (%)

<sup>f</sup> Altura de plantas (cm)

<sup>g</sup> Massa de matéria fresca (g)

<sup>h</sup> Massa de matéria seca (g)

<sup>i</sup> Índice de doença em plantas (%)

Tabela 2A Médias de percentuais de incidência e intensidade de inóculo, na avaliação de teste de sanidade em sementes de soja

Tratamentos	Teste de sanidade							
	Incidência de inóculo (%)				Intensidade de inóculo (%)			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	0.0 <sub>t</sub>	99.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	0.0 <sub>a</sub>	66.6 <sub>c</sub>	91.6 <sub>t</sub>	100.0 <sub>b</sub>
flutriafol	0.0 <sub>t</sub>	92.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	0.0 <sub>a</sub>	33.3 <sub>b</sub>	66.6 <sub>t</sub>	100.0 <sub>b</sub>
pyraclostribin	0.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	0.0 <sub>a</sub>	33.3 <sub>b</sub>	83.3 <sub>t</sub>	100.0 <sub>b</sub>
thiram	0.0 <sub>t</sub>	2.5 <sub>t</sub>	16.0 <sub>t</sub>	38.5 <sub>t</sub>	0.0 <sub>a</sub>	0.5 <sub>a</sub>	24.9 <sub>t</sub>	50.0 <sub>a</sub>
carbendazim	0.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	100.0 <sub>t</sub>	0.0 <sub>a</sub>	58.3 <sub>c</sub>	66.6 <sub>t</sub>	100.0 <sub>b</sub>
CV (%)	3.4				18.2			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 3A Médias de percentuais de germinação de sementes de soja

Tratamentos	Germinação (%)			
	P0	P1	P2	P3
controle	93.5 <sub>a</sub>	63.0 <sub>c</sub>	41.0 <sub>c</sub>	16.0 <sub>a</sub>
flutriafol	95.0 <sub>a</sub>	91.5 <sub>ac</sub>	38.0 <sub>c</sub>	21.5 <sub>a</sub>
pyraclostribin	95.0 <sub>a</sub>	86.0 <sub>b</sub>	43.5 <sub>bc</sub>	26.0 <sub>a</sub>
thiram	99.0 <sub>a</sub>	97.0 <sub>a</sub>	90.5 <sub>a</sub>	25.5 <sub>a</sub>
carbendazim	87.0 <sub>a</sub>	85.0 <sub>b</sub>	52.5 <sub>b</sub>	19.0 <sub>a</sub>
CV (%)	9.11			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente entre si, pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 4A Médias de índice de velocidade de emergência de sementes de soja, semeadas em bandejas acondicionadas em duas temperaturas

Tratamentos	Índice de velocidade de emergência							
	25°C				20°C			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	6.9 <sup>c</sup>	6.1 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>	1.6 <sup>b</sup>	9.3 <sup>a</sup>	7.8 <sup>c</sup>	4.9 <sup>b</sup>	2.4 <sup>c</sup>
flutriafol	6.2 <sup>c</sup>	5.6 <sup>b</sup>	5.1 <sup>b</sup>	1.7 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	5.8 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>	2.0 <sup>c</sup>
pyraclostribin	7.8 <sup>tb</sup>	6.6 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	2.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>a</sup>	8.2 <sup>c</sup>	5.6 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>c</sup>
thiram	9.0 <sup>t</sup>	9.0 <sup>t</sup>	6.9 <sup>t</sup>	3.8 <sup>t</sup>	9.7 <sup>a</sup>	9.5 <sup>t</sup>	7.0 <sup>a</sup>	3.1 <sup>t</sup>
carbendazim	6.6 <sup>c</sup>	6.4 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>	2.3 <sup>tb</sup>	9.2 <sup>a</sup>	8.5 <sup>t</sup>	4.9 <sup>b</sup>	2.4 <sup>c</sup>
CV (%)	11.9				13.7			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 5A Médias dos percentuais de estande de plantas dez dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas

Tratamentos	População de plantas inicial (%)							
	25°C				20°C			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	71.3 <sup>b</sup>	62.6 <sup>c</sup>	46.6 <sup>b</sup>	18.0 <sup>b</sup>	92.0 <sup>a</sup>	72.6 <sup>b</sup>	47.3 <sup>b</sup>	24.0 <sup>a</sup>
flutriafol	70.0 <sup>b</sup>	68.6 <sup>c</sup>	58.0 <sup>b</sup>	21.3 <sup>b</sup>	88.0 <sup>a</sup>	80.6 <sup>ab</sup>	49.3 <sup>b</sup>	26.6 <sup>a</sup>
pyraclostribin	72.0 <sup>b</sup>	78.6 <sup>b</sup>	50.0 <sup>b</sup>	20.6 <sup>b</sup>	89.3 <sup>a</sup>	87.3 <sup>ab</sup>	54.6 <sup>b</sup>	26.0 <sup>a</sup>
thiram	66.0 <sup>t</sup>	89.3 <sup>t</sup>	69.3 <sup>t</sup>	39.3 <sup>t</sup>	94.6 <sup>a</sup>	91.3 <sup>a</sup>	71.3 <sup>a</sup>	34.0 <sup>a</sup>
carbendazim	87.3 <sup>b</sup>	63.6 <sup>c</sup>	46.0 <sup>b</sup>	23.3 <sup>b</sup>	84.0 <sup>a</sup>	74.6 <sup>b</sup>	47.3 <sup>b</sup>	26.0 <sup>a</sup>
CV (%)	11.1				10.6			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 6A Médias dos percentuais de estande de plantas, trinta dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas

Tratamentos	População de plantas final (%)							
	25°C				20°C			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	71.3 <sub>l</sub>	61.3 <sub>l</sub>	44.0 <sub>b</sub>	10.6 <sub>l</sub>	90.6 <sub>a</sub>	68.0 <sub>c</sub>	44.0 <sub>o</sub>	23.3 <sub>a</sub>
flutriafol	70.0 <sub>l</sub>	60.6 <sub>l</sub>	54.6 <sub>ab</sub>	19.3 <sub>l</sub>	88.0 <sub>a</sub>	80.6 <sub>abc</sub>	46.6 <sub>o</sub>	22.6 <sub>a</sub>
pyraclostribin	72.0 <sub>lb</sub>	77.3 <sub>lb</sub>	49.3 <sub>b</sub>	20.6 <sub>l</sub>	88.0 <sub>a</sub>	84.6 <sub>ab</sub>	46.6 <sub>o</sub>	24.6 <sub>a</sub>
thiram	87.3 <sub>l</sub>	89.3 <sub>l</sub>	69.3 <sub>a</sub>	39.3 <sub>l</sub>	94.6 <sub>a</sub>	91.3 <sub>a</sub>	71.3 <sub>a</sub>	33.3 <sub>a</sub>
carbendazim	66.0 <sub>l</sub>	62.0 <sub>lc</sub>	42.6 <sub>b</sub>	18.0 <sub>l</sub>	83.3 <sub>a</sub>	74.6 <sub>bc</sub>	43.3 <sub>o</sub>	20.0 <sub>a</sub>
CV (%)	12.3				11.4			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 7A Médias de alturas de plantas de soja, 30 dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas

Tratamentos	Altura de plantas (cm)							
	25°C				20°C			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	24.4 <sub>l</sub>	19.6 <sub>l</sub>	15.9 <sub>lc</sub>	13.9 <sub>l</sub>	19.8 <sub>ab</sub>	16.8 <sub>a</sub>	14.8 <sub>a</sub>	13.7 <sub>a</sub>
flutriafol	13.7 <sub>l</sub>	12.8 <sub>lb</sub>	9.5 <sub>l</sub>	9.4 <sub>l</sub>	7.4 <sub>c</sub>	6.3 <sub>b</sub>	6.2 <sub>o</sub>	6.3 <sub>b</sub>
pyraclostribin	26.0 <sub>l</sub>	21.0 <sub>l</sub>	16.4 <sub>l</sub>	14.9 <sub>l</sub>	17.6 <sub>o</sub>	18.6 <sub>a</sub>	13.7 <sub>a</sub>	13.7 <sub>a</sub>
thiram	31.0 <sub>l</sub>	24.4 <sub>l</sub>	23.6 <sub>l</sub>	22.4 <sub>l</sub>	20.9 <sub>a</sub>	17.3 <sub>a</sub>	17.0 <sub>a</sub>	15.4 <sub>a</sub>
carbendazim	26.2 <sub>l</sub>	19.1 <sub>l</sub>	15.7 <sub>lc</sub>	13.0 <sub>l</sub>	24.2 <sub>ab</sub>	17.9 <sub>a</sub>	13.4 <sub>a</sub>	13.4 <sub>a</sub>
CV (%)	14.8				17.9			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 8A Médias de massa de matéria fresca de plantas de soja, trinta dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas

Tratamentos	Massa de matéria fresca de plantas (g)							
	25°C				20°C			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	78.9 <sub>g</sub>	43.3 <sub>g</sub>	23.8 <sub>g</sub>	4.3 <sub>g</sub>	110.1 <sub>g</sub>	50.7 bc	20.9 <sub>g</sub>	5.6 a
flutriafol	60.0 <sub>g</sub>	55.8 <sub>g</sub>	29.0 <sub>g</sub>	7.6 <sub>g</sub>	85.5 <sub>g</sub>	70.7 b	24.2 <sub>g</sub>	9.2 a
pyraclostribin	80.7 <sub>g</sub>	63.3 <sub>g</sub>	28.5 <sub>g</sub>	8.7 <sub>g</sub>	67.9 <sub>g</sub>	50.2 bc	16.6 <sub>g</sub>	7.3 a
thiram	118.5 <sub>g</sub>	99.1 <sub>g</sub>	80.8 <sub>g</sub>	37.0 <sub>g</sub>	117.1 <sub>g</sub>	98.8 a	64.0 <sub>g</sub>	24.5 a
carbendazim	78.1 <sub>g</sub>	52.6 <sub>g</sub>	27.9 <sub>g</sub>	10.0 <sub>g</sub>	81.7 <sub>g</sub>	46.5 c	20.5 <sub>g</sub>	6.2 a
CV (%)	28.3				18.6			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si, pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 9A Médias de massa de matéria seca de plantas de soja, trinta dias após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas

Tratamentos	Massa de matéria seca de plantas (g)							
	25°C				20°C			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	32.3 <sub>g</sub>	18.6 <sub>g</sub>	8.6 <sub>g</sub>	2.5 <sub>g</sub>	29.8 <sub>g</sub>	20.2 b	6.3 <sub>g</sub>	1.2 a
flutriafol	23.7 <sub>g</sub>	22.3 <sub>g</sub>	10.6 <sub>g</sub>	2.7 <sub>g</sub>	22.3 <sub>g</sub>	24.1 ab	7.9 <sub>g</sub>	2.5 a
pyraclostribin	36.3 <sub>g</sub>	31.1 <sub>g</sub>	11.5 <sub>g</sub>	1.9 <sub>g</sub>	16.6 <sub>g</sub>	13.7 b	3.1 <sub>g</sub>	1.5 a
thiram	52.9 <sub>g</sub>	42.1 <sub>g</sub>	36.5 <sub>g</sub>	14.8 <sub>g</sub>	35.5 <sub>g</sub>	34.8 a	23.8 <sub>g</sub>	8.6 a
carbendazim	35.8 <sub>g</sub>	26.0 <sub>g</sub>	13.6 <sub>g</sub>	2.3 <sub>g</sub>	28.8 <sub>g</sub>	15.8 b	6.3 <sub>g</sub>	1.8 a
CV (%)	35.0				31.9			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 10A Médias do índice de doença em plântulas/plantas de soja, no vigésimo dia após a semeadura, em bandejas acondicionadas em duas temperaturas

Tratamentos	Índice de doença (%)							
	25°C				20°C			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
controle	0.0 <sub>t</sub>	21.2 <sub>v</sub>	39.9 <sub>v</sub>	67.4 <sub>v</sub>	0.0 <sub>t</sub>	41.8 c	63.8 <sub>v</sub>	77.3 ab
flutriafol	0.0 <sub>t</sub>	20.2 <sub>v</sub>	30.0 <sub>b</sub>	61.4 <sub>v</sub>	0.0 <sub>t</sub>	9.6 a	53.4 <sub>v</sub>	77.8 ab
pyraclostrobin	0.0 <sub>t</sub>	10.2 <sub>b</sub>	42.4 <sub>v</sub>	63.3 <sub>v</sub>	0.0 <sub>t</sub>	15.8 ab	60.0 <sub>v</sub>	77.6 ab
thiram	0.0 <sub>t</sub>	2.8 <sub>t</sub>	24.0 <sub>t</sub>	21.3 <sub>t</sub>	0.0 <sub>t</sub>	3.8 a	19.1 <sub>a</sub>	67.8 a
carbendazim	0.0 <sub>t</sub>	18.8 <sub>v</sub>	35.9 <sub>b</sub>	58.5 <sub>v</sub>	0.0 <sub>t</sub>	24.9 b	61.8 <sub>v</sub>	81.4 b
CV (%)	24.3				14.9			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo Tukey, a 5% de probabilidade