

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurina em soja

Paula Caroline Silva Moura

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas

**Piracicaba
2013**

Paula Caroline Silva Moura
Engenheira Agrônoma

Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurina em soja

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **PAULO ROBERTO CAMARGO E CASTRO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e
Bioquímica de Plantas

**Piracicaba
2013**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Moura, Paula Caroline Silva

Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurina em soja / Paula Caroline
Silva Moura.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - -
Piracicaba, 2013
60 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Ferrugem (Doença de planta) 2. Fungicidas 3. Soja - Anatomia - Produção I. Título

CDD 633.34
M929e

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

AGRADECIMENTOS

Ao meu Santo Deus, companheiro fiel em todos os momentos.

Aos meus amados pais, Sebastião Dair Cardoso de Moura e Izabete Silva Moura e irmão, Igor Felipe Silva Moura, dedicados, amorosos, fiéis, companheiros. Agradeço ainda aos demais familiares, participantes ativos desta conquista. Sei que conto com as orações de todos.

Aos queridos amigos que encontrei em Piracicaba, ricos em amor, felicidade, doadores constantes de paz e alegria, Thayne Munhoz, Fabrício Packer, Karla Vilaça, Adilson Nunes, Macela Muller, Emanuela Oliveira, Juliana Leles Costa que prazerosamente conheci por aqui.

Às meninas da “casinha”, lar doce lar adorável, Rafaela Pereira, Aline Miranda, Michele Bernadino e Edjane Freitas (querida agregada) por todo o companheirismo, desabafo, opiniões, carinho, atenção. Fui privilegiada por conhecê-las... Não tenho dúvidas que sou uma pessoa melhor após nosso convívio.

Aos queridos e belos Leandro Silva, Fábio Coutinho e Ranieri Ribeiro pelos maravilhosos momentos de descontração, happy hours, momento culinária, entre outros... Vocês são demais!

Às queridas frequentadoras da “casinha”, Tarcila Silva, Jaqueline, Tatiana Diniz, Júlia Lima, Juliana, Dorotéia Ferreira, Silmara Bortolletto por serem tão amigas, alto astral, verdadeiras, coloridas... Sentirei saudades.

Aos amigos e colegas da Pós-Graduação, pelos auxílios diversos, profissionais e pessoais, Márcia Carvalho, Diego Kitahara, Willian, André Zaidan e Valdinei Moreira.

À indispensável Secretária do PPG em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Solizete Silva, que nos momentos mais difíceis, soube acalmar, acalantar, orientar e demonstrar a importância de cada etapa de vida; mais que especial, foi fundamental à conclusão deste curso. Não posso esquecer da Luciane Toledo, Secretária do PPG em Produção Vegetal, prestativa, linda e doce.

Durante o mestrado, mais que o crescimento profissional, pude aproveitar o crescimento pessoal e, portanto, agradeço ao Professor Ricardo Ferraz de Oliveira, orientador por um longo período durante o mestrado.

Por permitir-me alçar voos seguros, confiantemente, agradeço ao Majestoso orientador Doutor Paulo Roberto de Camargo e Castro, por toda

confiança, apoio, por ensinar-me o papel de um valoroso Professor, amoroso, paciente, confiável. Como exemplo, quero segui-lo em cada passo, certa de que pude aprender com o convívio, mais que em todo o curso nesta escola. A generosidade e sorriso amigável serão sempre louváveis. Toda e qualquer palavra são insuficientes para agradecê-lo, mas peço a Deus que retribua-o em amor, saúde e sabedoria.

À Professora Maria Bernadete Gonçalves Martins pela execução das análises anatômicas apresentadas neste trabalho, bem como na fundamentação teórica escrita.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, e ao Departamento de Ciências Biológicas, especialmente aos Professores Beatriz Apezato da Glória, Ricardo Ferraz de Oliveira, Ricardo Kluge, Tomaz Caetano Ripoli e Daniel Sherer de Moura, ministrantes das disciplinas cursadas. Ainda aos senhores Tirolez, Vande, Pequeno pela doação de carinho e cuidado, bem como a Maria Augusta (Guta), Eliana Nascimento.

À Maestrina Cíntia Pinotti, enriquecedora de corações com música e outras artes, bem como o Coral “Luiz de Queiroz”, que honrosamente participei durante o mestrado. Me lembrarei de cada encontro, cada nota, de cada arpejo.

À seção de Biblioteca desta escola e a todos os funcionários de departamentos diversos. Sempre fui muito bem atendida com muita atenção, cuidado e carinho.

À CAPES pela concessão de Bolsa de Estudos.

E por fim, mas não menos importante, agradeço ao amado Daniel Philipe Veloso Leal, querido, que soube se tornar indispensável em minha vida. Obrigada por tanto carinho, amor e apoio.

Com certeza estou sendo injusta com queridos que participaram da minha história em Piracicaba. Apesar de não expresso de forma escrita nesta dissertação, meu agradecimento é verdadeiro e eterno. As boas sensações aqui vividas serão sempre lembradas.

Obrigada a todos!

O "Hoje" deve ser o dia mais intenso da vida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Importância econômica da cultura da soja	19
2.2 Fatores que interferem no desenvolvimento, fisiologia e produção da soja	20
2.3 Utilização de agroquímicos para o controle de doenças fúngicas em soja	22
2.3.1 Características dos triazóis	23
2.3.2 Características das estrobilurinas	24
2.4 Interferências da aplicação de fungicidas na fisiologia e produção da soja	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	29
3.2 Condições climáticas durante a condução do experimento	31
3.3 Tratamentos e delineamento experimental	32
3.4 Características avaliadas	33
3.4.1 Parâmetros de produção	33
3.4.1.1 Número e massa fresca, massa seca e média de vagens, de grãos e massa de 100 grãos	33
3.4.2.1 Espessura do limbo foliar, espessura e largura da nervura central, espessura do xilema e do floema	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Parâmetros de produção.....	35
4.2 Parâmetros anatômicos.....	38
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS	47
6 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	51
ANEXO.....	59

RESUMO

Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurina em soja

Com o aumento da população mundial, torna-se necessário a busca de tecnologias para o incremento da produção de alimentos. O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se entre as atividades econômicas mundiais que apresentam crescimentos expressivos nas últimas décadas e apesar da crescente expansão territorial e produção agrícola, tem a produtividade influenciada por fatores externos e internos durante o cultivo, sendo o principal deles, a incidência de doenças. Atualmente, a doença mais preocupante é a ferrugem da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow. Para o controle desta doença devastadora, recomenda-se a aplicação concomitante de fungicidas triazóis e estrobilurinas, que, conforme alguns dados da literatura, além de atuarem de forma protetora e curativa, apresentam efeitos na produtividade. O objetivo do trabalho foi esclarecer o efeito fisiológico do triazol ciproconazol e da estrobilurina azoxistrobina em plantas de soja sem incidência de ferrugem. O trabalho foi realizado em casa de vegetação no Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ/ USP, em Piracicaba, SP no período entre dezembro de 2008 a maio de 2009 com plantas de soja cultivar Pintado. As condições hídricas e do solo foram mantidas conforme as recomendações para a cultura. Os tratamentos foram constituídos pelos fungicidas Ciproconazol (triazol), Azoxistrobina (estrobilurina) e Óleo mineral (Nimbus) e as aplicações realizadas nos estádios R₁, R₄ (duas aplicações) e R₁, R₄ R_{5,4} (três aplicações). Foram analisados aspectos de produção (Número, massa fresca, seca e média das vagens, massa seca de grãos e peso de 100 grãos) e aspectos anatômicos (espessura do limbo foliar, espessura e largura da nervura central, espessura do xilema e do floema), sendo que nestas análises, foram utilizados apenas os tratamentos em que foram realizados três aplicações do fungicida. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente ao acaso, com 9 tratamentos e 5 blocos. Os resultados apontam redução no número de vagens por planta, massa fresca e seca das vagens, número de grãos e massa seca de grãos tratados com a mistura entre o triazol e a estrobilurina. Sob o aspecto anatômico, houve incremento na espessura do limbo foliar, espessura e largura da nervura central e a espessura do sistema vascular (xilema e floema). Com base nos dados obtidos no trabalho, conclui-se que, nas condições em que foi realizado, a aplicação do triazol e da estrobilurina em plantas de soja restringe o potencial de produção de grãos no cultivar Pintado.

Palavras-chave: Ciproconazol; Azoxistrobina; Ferrugem da soja; Produção; Anatomia

ABSTRACT

Physiological effects of triazole and strobilurin application on soybean

With increasing world population, it is necessary to search for technologies to increase food production. The cultivation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) stands out among the economic activities that present significant growth worldwide in recent decades, and despite the increasing territorial expansion and agricultural production, productivity is influenced by external and internal factors during cultivation, the main one being, the incidence of diseases. Currently, the disease more worrying soybean is rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow. To control this devastating disease, we recommend the application of triazole and strobilurin fungicides, which, according to some literature data, act so protective and curative, and have effects on productivity. The objective of this study was to clarify the physiological effect of the triazole cyproconazole and strobilurin azoxystrobin in soybean without rust incidence. The study was conducted in a greenhouse at the Department of Biological Sciences ESALQ / USP, Piracicaba, SP, Brazil in the period between December 2008 and May 2009 with soybean cultivar Pintado. The soil and water conditions were maintained as recommended for the crop. The treatments consisted of fungicides cyproconazole (triazole), azoxystrobin (strobilurin) and mineral oil (Nimbus) under applications at the stages R₁, R₄ (two applications) and R₁, R₄, R_{5,4} (three applications). We analyzed aspects of production (number, fresh, dry and average pod dry grain and 100-grain weight) and anatomical aspects (leaf thickness, width and thickness of the midrib, thickness of xylem and phloem), and in these analysis, we used only the treatments that were performed three applications of fungicide. The experimental design was a randomized block design with 9 treatments and 5 blocks. The results showed a reduction in the number of pods per plant, fresh and dry weight of pods, number of grains and dry grain treated with the mixture of triazole and strobilurin. Under the anatomical aspect, there was an increase in leaf thickness, width and thickness of the midrib and the thickness of the vascular system (xylem and phloem). By the data obtained in the study, it was concluded that, under the conditions in which it was performed, the application of triazole and strobilurin in soybean plants restricts the potential for grain production in the cultivar Pintado.

Keywords: Cyproconazole; Azoxystrobin; Soybean rust; Production; Anatomy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área experimental.....	29
Figura 2 – Visão geral da casa de vegetação.	30
Figura 3 – Distribuição dos vasos no interior da casa de vegetação.....	30
Figura 4 – Seções transversais da lâmina foliar de soja cultivar Pintado.....	40
Figura 5 – Seções transversais da nervura central de soja cultivar Pintado.	40
Figura 6 – Seções transversais da lâmina foliar de soja cultivar Pintado.....	41
Figura 7 – Representação dos dados de espessura do limbo de plantas de soja cultivar Pintado.	42
Figura 8 – Representação dos dados de espessura da nervura de plantas de soja cultivar Pintado.	42
Figura 9 – Representação dos dados de largura da nervura de plantas de soja cultivar Pintado.	43
Figura 10 – Representação dos dados de espessura do xilema de plantas de soja cultivar Pintado.	43
Figura 11 – Representação dos dados de espessura do floema de plantas de soja cultivar Pintado.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados climáticos para a região de Piracicaba durante o período de condução do experimento.....	31
Tabela 2 – Tratamentos realizados e estádios fenológicos em que foram aplicados.	32
Tabela 3 – Resultados referentes ao número de vagens, massa fresca, seca, média de vagens de soja cultivar Pintado	36
Tabela 4 – Resultados referentes ao número de grãos, massa seca, média, peso de 100 grãos de soja cultivar Pintado	38

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da agricultura é produzir alimentos em quantidade e qualidade suficientes para alimentar a população atual. Pela limitação de expansão da área cultivada, torna-se imprescindível manter e elevar o potencial produtivo para garantir à demanda mundial, alimentação, sustentabilidade econômica e ambiental.

O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se entre as atividades econômicas mundiais que apresentam crescimentos expressivos nas últimas décadas. Tal fato pode ser atribuído ao desenvolvimento e estruturação de um mercado internacional sólido, relacionado com o comércio de produtos do complexo da soja, bem como a consolidação desta oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, especialmente para atender demandas crescentes dos setores ligados à elaboração de produtos de origem animal e a geração e oferta de tecnologias, que viabilizaram a expansão da exploração sojícola para diversas regiões do mundo (RODRIGUES, 2009).

Apesar da crescente expansão territorial e de produção agrícola, esta cultura, assim como outras, apresenta um potencial de rendimento e qualidade influenciados por fatores externos e internos durante o cultivo. De forma geral, a adaptação a climas tropicais e a baixa nodulação são citados como interferentes negativos de produtividade (HARTMAN et al., 1991), no entanto, a incidência de doenças é o fator mais importante neste sentido, ocasionando perdas de até 100% (CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA SOJA, 2012; CARNEIRO; LIMA, 2010; ALMEIDA et al., 2005).

Aproximadamente 40 doenças causadas por agentes etiológicos diversos já foram identificadas no Brasil. Esse número é crescente como consequência da monocultura e com a introdução de novos patógenos (ZANATTA, 2009). Na safra agrícola 2000/2001 surgiu uma nova doença, ainda hoje temida pelos produtores de soja e dispersa em diversos estados brasileiros, denominada ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow, (COSTAMILAM et al., 2002; REIS et al., 2002; YORINORI et al., 2002; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA, 2004; EMBRAPA SOJA, 2005) e caracterizada por lesões em folhas, legumes, hastes, pecíolos e desfolha precoce (SINCLAIR; HARTMAN, 1999; REIS et al., 2004, 2006).

Desde os primeiros relatos sobre a ferrugem asiática, pesquisadores de todo o mundo buscam desenvolver cultivares resistentes, porém os estudos são dificultados pela enorme variabilidade genética do fungo causador da doença. Por esta razão, até o momento, a principal medida de controle desta doença é o uso de fungicidas. Os mais eficientes são os que combinam diferentes representantes do grupo de triazóis (biorreguladores, retardadores de crescimento) com diferentes estrobilurinas ou benzimidazóis.

Por concepção, os fungicidas agrícolas são produtos destinados a provocar a morte de fitopatógenos de forma a reduzir suas populações a níveis tais que não interfiram nem na qualidade nem na quantidade dos produtos agrícolas. No entanto, diversos pesquisadores têm avaliado os possíveis efeitos benéficos de diferentes fungicidas sobre o rendimento e os mecanismos de defesa do hospedeiro. Sabe-se, que a aplicação de fungicidas diminui a intensidade de doenças foliares, mas não implica, necessariamente, em aumento de produtividade. São muitos os indícios levantados sobre este assunto, o que favorece questionamentos diversos e possibilita novas pesquisas.

Em virtude da possibilidade do triazol ciproconazol, da estrobilurina azoxistrobina e do óleo mineral afetarem a fisiologia e a produtividade da soja (*Glycine max*) além da ação fungicida, objetiva-se discriminar os efeitos das aplicações de tais produtos em relação aos fatores de produção e anatômicos em plantas sem a incidência de doenças.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância econômica da cultura da soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma planta da família das leguminosas originária da Ásia, com centro de origem na China. É cultivada a cerca de cinco mil anos e a sua introdução no Brasil ocorreu no século XIX. A expansão da área cultivada iniciou a partir da década de 60, motivada pela riqueza nutricional do óleo beneficiado a partir do grão, introduzido na dieta humana e pela demanda do mercado internacional (MUNDSTOK; THOMAS, 2005).

O grão de soja é um dos principais produtos de exportação do Brasil e uma das principais “commodities” do mundo. A sua proteína é amplamente utilizada na alimentação animal e o seu óleo, na alimentação humana. A demanda de soja também é crescente na obtenção de produtos como fertilizantes, revestimentos, papel, tintas e até para a fabricação de combustível (biodiesel) (RECOMENDAÇÕES, 2007).

É a mais importante entre as espécies vegetais de oleaginosas e ocupa a quarta posição em termos de grão mais produzido, atrás apenas do milho, do trigo e do arroz. Os Estados Unidos da América é o país que detém a maior produção e o Brasil o segundo maior produtor. No levantamento da safra agrícola em setembro de 2012 (Safra 2011/12) a área cultivada no Brasil foi apontada em 25.042 mil hectares, com produção de 66,38 mil toneladas, aproximadamente 26,1% do total mundial, ao passo que, os Estados Unidos produziu cerca de 41,5% do total mundial. No mesmo período, a previsão da área total cultivada na região Sudeste, indica crescimento entre 74,5 e 110,4 mil hectares. No estado de Minas Gerais a área apresenta crescimento de 51,2 a 69,6 mil hectares e São Paulo de 23,3 a 40,8 mil hectares. (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

A cultura da soja participa da economia de pequenos, médios e grandes produtores rurais do país. A produção tem sido crescente, pela boa tecnologia aplicada, o uso de material genético de bom potencial produtivo e pela profissionalização dos técnicos e dos produtores rurais (GASSEN; BORGES, 2004; RECOMENDAÇÕES, 2007).

2.2 Fatores que interferem no desenvolvimento, fisiologia e produção da soja

A produção de uma determinada planta cultivada, sempre resultará das interações existentes entre a espécie escolhida, o ambiente de produção e o manejo adotado. Se o objetivo é atingir elevadas produtividades, torna-se essencial para quem exerce o gerenciamento da tecnologia e do ambiente de produção, conhecimentos detalhados do agroecossistema sob sua responsabilidade. Com respeito ao fator planta cultivada, o conhecimento sobre as sucessivas etapas de seu desenvolvimento (Fenologia), funcionalidade da espécie (Fisiologia) e interações com o ambiente em que se encontra (Ecofisiologia), é condição básica e necessária para se atingir elevados níveis de produção (CÂMARA, 2000).

O desenvolvimento da soja é estabelecido pela quantidade de massa seca (matéria seca) acumulada na planta. Com exceção da água, a massa seca consiste de tudo que se encontra na planta, como carboidratos, proteínas, lipídeos e nutrientes minerais. A maior parte da massa seca é produzida por meio da fotossíntese; a junção dos açúcares produzidos por este processo com os nutrientes minerais obtidos do solo constituem os ingredientes básicos necessários para a elaboração dos carboidratos, proteínas e lipídeos da matéria seca. Neste sentido, ressalta-se que todos os cultivares têm um potencial máximo de rendimento, que é geneticamente determinado. No entanto, esse potencial de rendimento somente é obtido quando as condições ambientais são perfeitas, o que geralmente não ocorre naturalmente. Em condições de campo, a natureza proporciona a maior parte das influências ambientais sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. Entretanto, os produtores, através de práticas de manejo já comprovadas, podem manipular o ambiente de produção.

Segundo a EMBRAPA (2012), a cultura da soja requer temperaturas entre 20 e 30°C e disponibilidade hídrica variável entre 450 a 800 mm/ciclo. Para minimizar os efeitos do déficit hídrico, recomenda-se utilizar cultivares adaptados a região e as condições do solo, realizar a semeadura na época recomendada, com umidade adequada no perfil do solo e adotar práticas que favoreçam a manutenção da água pelo solo. A adaptação de diferentes cultivares a determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e térmicas, de sua exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. A

soja é considerada planta de dia curto e em função dessa característica, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul. Entretanto, cultivares que apresentam a característica “período juvenil longo” possuem adaptabilidade mais ampla, o que possibilita a utilização em faixas mais abrangentes de latitudes (locais) e de épocas de semeadura.

A monocultura ou mesmo o sistema contínuo de sucessão do tipo soja - trigo ou soja - milho safrinha, por exemplo, tende a provocar a degradação física, química e biológica do solo e queda na produtividade das culturas. Tal manejo proporciona condições favoráveis à doenças, pragas e plantas invasoras. Para a obtenção de máxima produção, são necessárias técnicas específicas para controle de erosão; calagem, adubação; qualidade e tratamento de sementes, época e densidade de semeadura, cultivares adaptados, controle de plantas invasoras, pragas e doenças.

Entre os principais fatores que limitam a exploração máxima do potencial de produtividade da soja, estão as doenças. Aproximadamente 40 destas, causadas por fungos, bactérias e vírus já foram identificadas no Brasil. Esse número é crescente com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura (ZANATTA, 2009). A importância econômica de cada doença varia de ano para ano, de região para região e depende das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar até perdas totais (LIMA, 2010; ALMEIDA et al., 2005).

A expansão de áreas irrigadas nos Cerrados tem possibilitado o cultivo da soja no outono/inverno para a produção de sementes, o que favorece a sobrevivência dos fungos causadores da antracnose, ferrugem, cancro da haste, podridão branca da haste e podridão vermelha da raiz, principais doenças fúngicas incidentes na cultura. A maioria dos patógenos é transmitida através das sementes e, portanto, o uso de sementes sadias ou o tratamento das sementes é essencial para a prevenção ou redução das perdas (EMBRAPA, 2012).

2.3 Utilização de agroquímicos para o controle de doenças fúngicas em soja

Foi descrito por Veiga (2009) o desenvolvimento histórico da utilização de fungicidas em plantas, as estratégias de controle químico de doenças de plantas evoluíram bastante nos últimos 30 anos. Até meados dos anos setenta, predominava em nosso país a utilização de produtos protetores, tópicos, não sistêmicos, que permaneciam externamente aos tecidos vegetais. Sua ação era limitada à proteção da planta contra os processos iniciais de infecção, ocorrentes na superfície das folhas e frutos, tais como a germinação de esporos, formação de tubos germinativos e apressórios, impedindo basicamente a invasão do hospedeiro pelo patógeno. Tais produtos proporcionavam períodos relativamente curtos de proteção, pois além de estarem totalmente sujeitos à ação de decomposição e remoção pelas intempéries, a reaplicação era necessária para garantir a proteção de novos tecidos formados, especialmente em períodos de intenso crescimento vegetativo. Desta situação, evoluiu-se para o uso de fungicidas modernos, denominados sistêmicos, capazes de penetrar os tecidos das plantas, permanecer salvo da ação das intempéries, e ainda atuar com algum poder curativo no combate aos processos de colonização ocorrentes no interior destes tecidos. Primeiro os benzimidazóis, depois os triazóis, e por último as estrobilurinas, incorporados às estratégias de controle químico das principais doenças, nos cultivos mais importantes. Além de contribuírem para aumentar as estratégias de controle pelas razões acima descritas, alguns fungicidas sistêmicos introduziram uma nova variável no trato fitossanitário: a alteração de processos fisiológicos das plantas tratadas. Neste sentido, os primeiros compostos a chamar a atenção foram os triazóis, compostos de elevada sistemicidade e capazes de promover nítidos efeitos sobre o desenvolvimento das plantas como redução do comprimento dos entrenós, alterações na morfologia das folhas, estímulo ao florescimento e formação de frutos. Estes efeitos fisiológicos são bem explicados pela capacidade destes produtos de inibirem a biossíntese de giberelina. Com o progresso das análises químicas, vieram as estrobilurinas, compostos que normalmente apresentam ação de profundidade e promovem o que se convencionou chamar “efeito verde” nas culturas tratadas: um aumento sensível na área verde da cultura em fases avançadas do ciclo, onde normalmente as áreas cloróticas e necróticas já predominariam.

Diferentes alterações fisiológicas são apontadas como causadoras deste efeito verde: incremento na biossíntese e acúmulo de clorofila; alteração na fotossíntese líquida das plantas; redução dos processos de senescência foliar, com decréscimo na formação de etileno e ácido abscísico; incremento no aproveitamento do nitrogênio absorvido, pelo aumento da atividade da enzima nitrato redutase (BARTLETT et al., 2002; OERKE et al., 2001; GROSSMANN; RETZLAFF, 1997; GROSSMANN et al., 1999; VENANCIO et al., 2004, 2005). A alteração destes índices fisiológicos está relacionada com as alterações anatômicas observadas em plantas sob aplicação de agroquímicos.

Em relação à soja, atualmente é uma das culturas que mais apresenta produtos comerciais registrados (ANDREI, 2005; GIAGRO, 2010). Para o controle da ferrugem da soja, recomenda-se a utilização conjunta de um triazol e uma estrobilurina, o que evita a resistência fungica aos produtos químicos. A EMBRAPA, (2012) alerta que a utilização de triazóis isolados não é indicada para o controle da ferrugem em função do menor controle em comparação com as misturas de triazóis e estrobilurinas. A mesma orientação é válida para os fungicidas do grupo das estrobilurinas, que apesar de apresentar controle superior aos triazóis isolados, foi inferior às misturas dos ativos. Descreve-se a seguir, as principais características dos grupos de triazóis e estrobilurinas:

2.3.1 Características dos triazóis

Os triazóis são fungicidas orgânicos desenvolvidos em 1960 a partir da adição de diferentes radicais químicos a uma molécula de 1,2,4-triazol com propriedades fungicidas e biorreguladoras de variados graus. Além dessas propriedades, alguns representantes do grupo são relatados por proteger plantas dos danos causados pelo frio, calor, seca e SO₂. Com exceção do fungicida bitertanol, classificado como locossistêmico, a maioria dos triazóis são sistêmicos, absorvidos e translocados pela planta de forma acrópeta.

Os fungicidas triazóis podem atuar como protetores ou curativos e apresentam elevada fungitoxicidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais com elevado efeito residual. Como protetores, estes fungicidas apresentam ação tóxica sobre a germinação de esporos, sobre a formação do tubo germinativo e na formação do apressório, já na atuação de forma curativa, o desenvolvimento do

haustório e/ou o crescimento micelial no interior dos tecidos do hospedeiro são inibidos pela presença do fungicida (FORCELINI, 1994; EHR; KEMMITT, 2002). Os principais produtos encontrados que apresentam como princípio ativo os triazóis são Ciproconazol, Tebuconazol, Flutriafol, Epoxiconazol, Tetraconazol, Fluquinconazol, Miclobutanil, Metconazol, Difenconazol, Propiconazol e Triadimenol (GHELLER, 2012).

As células fúngicas em contato com fungicidas triazóis acumulam esteróis como o 4,4-dimetil e o 4 α -metil, ambos com radical 14 α -metil e sofrem inativação do processo de dimetilação do lanosterol até compostos intermediários, precursores do ergosterol. Este fato deve-se à ocupação pelo fungicida de sítios ativos destinados à ligação da enzima 14 α -dimetilase ao citocromo P-450, catalisador da reação de oxidação de 14 α -metil até 14 α -hidroximetil, primeiro passo no processo de dimetilação. A ausência do ergosterol e o aumento de compostos intermediários promovem uma desorganização da estrutura celular e induzem a formação de membranas alternativas. A adição de ergosterol em células fúngicas não reverte o processo, visto que as posições a ele destinadas são ocupadas por outros esteróis. Com doses elevadas de fungicida, observa-se dano direto sobre a membrana do fungo, assim como alterações morfológicas caracterizadas pela turgescência celular, vacuolização excessiva, septação incompleta e aparecimento de vesículas (RODRIGUES, 2009).

2.3.2 Características das estrobilurinas

As moléculas do grupo das estrobilurinas inibem o transporte de elétrons entre o citocromo *b* e citocromo *c*, no sítio Qo na cadeia transportadora de elétrons, consequentemente reduzem a formação de ATP pela mitocôndria presente nas células fúngicas (ANKE, 1995); assim, há limitações na produção de energia e no crescimento de fungos (LEINHOS, 1997). Tal grupo tem um largo espectro de ação contra várias espécies de fungos, como Omicetos, Ascomicetos, Basidiomicetos e Deuteromicetos (DACOL; GIBBARD; HODSON; 1998) e os principais produtos encontrados que apresentam como princípio ativo as estrobilurinas são kresoximetil, azoxistrobina, trioxistrobina, picoxistrobina, piraclostrobina e metominostrobin (ANESIADIS et al., 2003). As moléculas deste grupo apresentam absorção foliar gradual e difusão translaminar.

2.4 Interferências da aplicação de fungicidas na fisiologia e produção da soja

A aplicação e conseguinte translocação dos produtos resultam em efeitos diversos no metabolismo vegetal; a intensidade destas mudanças depende da espécie, idade, dose e método de aplicação e podem ser afetados pelas condições ambientais, amenas ou estressantes, após a aplicação dos agroquímicos.

A aplicação de triazóis está relacionada com a redução da altura e diâmetro do caule com consequente compactação da copa e maior tolerância à seca devido à redução da transpiração e aumento na produção de cera cuticular. A redução na taxa de transpiração previne o murchamento foliar e a senescência, o que possibilita maiores produtividades em algumas culturas (IZUMI et al., 1984). Os aspectos anatômicos também são alterados em conformidade com as alterações fisiológicas citadas. Saishoji et al. (1998) salientam que mesmo fungicidas triazóis de uso consagrado na agricultura para controle de importantes patógenos também são capazes de proporcionar sensível efeito bioestimulante sobre as plantas cultivadas. Rodrigues et al. (1998) obtiveram ganhos de produtividade na cultura da soja, por exemplo, independentemente do controle de doenças, com o uso de triazóis, e Berova e Zlatev (2000) conseguiram produzir alterações morfológicas como, redução na altura das plantas e engrossamento do caule na cultura do tomateiro após a aplicação de paclobutrazol, bem como antecipação na produção de frutos prontos para a colheita. Flecher et al. (2000) no entanto, afirmaram que, em algumas espécies, o tratamento com triazóis retarda a senescência e justificaram os resultados com a atuação na síntese do etileno ou de citocinina.

Outro efeito positivo observado em plantas tratadas com triazóis é o melhor aproveitamento da água. O mecanismo pelo qual estes fungicidas induzem mudanças na transpiração pode estar relacionado com o ajuste osmótico nos estômatos, associado com o aumento na concentração de potássio (K) e ânion nas células guardas. Estes conceitos levaram Biggs (1990) a avaliar os fungicidas flusilazol e bitertanol (triazóis) na cultura da maçã. O flusilazol (1,4 g do i.a. por 100 L) foi associado com reduzidas taxas de transpiração, de efeito transitório, comparado ao controle, não pulverizado. Em dois de três experimentos realizados em 1986, o autor encontrou redução na taxa de transpiração pelo uso de baixas doses de flusilazol e de altas doses de bitertanol.

Outros compostos, também derivados do triazol, atuam na regulação hormonal. Neste aspecto, a inibição da biossíntese da giberelina é o principal efeito regulador. Rodrigues, Ono e Foloni (1998) afirmaram que estas propriedades aumentaram a resistência de plantas por reduzir o tamanho das mesmas, tornando-as mais compactas e menos propensas a estresses adversos. Quanto à citocinina, há indução à produção e os efeitos podem ser verificados nas folhas, que apresentam coloração verde escura, metabolicamente ativas, com altas concentrações de clorofilas e carotenoides.

Harvey (2002) avaliou o efeito de fungicidas do grupo das estrobilurinas e triazóis no controle de Ramulária, uma doença secundária relatada em algodão, causada pelo fungo *Ramularia areola*. O autor constatou uma correlação não linear entre níveis de doença e a produtividade, ou seja, baixos níveis da doença, obtidos com a aplicação dos fungicidas estudados, influenciaram positivamente no rendimento de algodão.

Com relação às estrobilurinas e sua interferência benéfica nos processos metabólicos de plantas, Venâncio et al. (2004), em um artigo de revisão, apontou resultados positivos desta molécula sob diversos níveis de complexidade, desde o efeito verdejante, frequentemente mencionado em avaliações de campo, até as influências na regulação hormonal, assimilação de carbono e nitrogênio, atraso na senescência, estresse oxidativo em plantas e indução de resistência a vírus.

Diversos autores relataram o significativo efeito verde proporcionado pela aplicação de estrobilurinas. É possível encontrar na literatura referências ao incremento na concentração de clorofila (OLIVEIRA, 1998), ou à alteração na fotossíntese líquida das plantas, ou à redução dos processos de senescência foliar, com decréscimo na formação de etileno e ácido abscísico, ou ainda ao incremento no aproveitamento do nitrogênio absorvido, pelo aumento de atividade da enzima nitrato redutase (BARTLETT et al., 2002; OERKE et al., 2001; GROSSMANN et al., 1999; VENANCIO et al., 2004, 2005).

A literatura apresenta hipóteses para explicar aumento da produtividade em plantas tratadas com estrobilurina (FAGAN, 2007). Na primeira, o aumento da produtividade seria decorrente da alteração de processos fisiológicos como o ponto de compensação de dióxido de carbono, a senescência foliar, a ACC-sintase e desta forma biossíntese de etileno, o conteúdo de clorofila, a atividade fotossintética, a

abertura de estômatos, o consumo de água, a atividade de enzimas antioxidantes, os níveis de ácido abscísico e outros hormônios vegetais e ainda, a atividade da enzima nitrato redutase (KÖEHLE et al., 2002). Existe, no entanto, outra forma de explicar esse alto nível de tecido verde em plantas: o alto poder de prevenção de infecções proporcionado pelas estrobilurinas, aliado ao amplo espectro deste grupo de fungicidas. Assim, inúmeras tentativas de invasão ao tecido vegetal, inclusive de espécies fúngicas não reconhecidamente patogênicas à cultura, seriam prevenidas pelas estrobilurinas, o que evitaria o desvio de energia para processos de reação ou proteção do tecido (BERTELSEN et al., 2001).

Pascholati et al. (1986) considerou que a microflora saprofítica, pode provocar o amadurecimento e a queda natural das folhas através da estimulação na produção de etileno endógeno pela folha, o qual deixaria de ser sintetizado se o fungicida eliminar os microrganismos epifíticos.

A utilização de estrobilurinas é também bastante controversa em relação a alguns aspectos da fisiologia das plantas. Em relação aos efeitos sobre as trocas gasosas, embora haja trabalhos como os de Nason (2007) que indica redução da condutividade estomática, trocas gasosas e transpiração em plantas sob tratamento com estrobilurinas, outros autores obtiveram resultados totalmente opostos, com incremento da condutividade estomática e conseqüentemente das trocas gasosas e da transpiração (FAGAN, 2007). Em relação ao incremento na atividade da enzima nitrato redutase, os trabalhos compilados por Clark (2003) mostraram que apesar do incremento na atividade desta enzima estar ligado a uma maior fertilidade das flores e à formação de um número maior de sementes por planta, o resultado final de produção não foi afetado, porque a massa dos grãos, neste caso, diminuiu.

Herms et al. (2002) afirmaram que fungicidas do grupo das estrobilurinas podem disparar mecanismos de resistência sistêmica adquirida em plantas de tabaco como elicitores de resistência, capazes de tornar as plantas tratadas resistentes a patógenos viróticos, bacterianos e fúngicos.

Jadoski (2012) relatou que a estrobilurina kresoximetil inibe a síntese de etileno pela redução da atividade da ACC- sintase, participante da biossíntese de etileno, em tecidos de brotações de trigo. Tal fato correlaciona-se com o atraso da senescência foliar e conseqüentemente com a atividade fotossintética prolongada nos tecidos verdes.

Michael (2002) estudou os aspectos fisiológicos de estrobilurinas em plantas de trigo e cevada submetidas a três aplicações do produto, com incremento de 7% no rendimento de grãos em comparação com tratamentos à base de fungicidas triazólicos. Observou-se incremento de 19% na taxa fotossintética e de 15% na taxa de transporte de elétrons, além da melhoria na eficiência de uso da água. Hershman et al. (2005), em seu trabalho com a cultura da soja, avaliaram pulverizações de azoxistrobina + lambda-cyhalothrim, em aplicação única, entre os estádios R3 e R6. Naquela safra, foi estimado que aproximadamente 15.000 ha de soja foram tratados desta forma. Os autores observaram o efeito verde e o correlacionaram à aplicação do fungicida, com indicações de que as alterações fisiológicas sofridas pelas plantas de soja tenham promovido ganhos na produtividade.

Para Gerhard et al. (1999), além do efeito fungicida das estrobilurinas, a sua influência positiva sobre a fisiologia e níveis de hormônios no desenvolvimento das plantas pode ser avaliada em condições de campo. Essas avaliações permitem oferecer explicações para aumentos médios de 6% da produtividade.

Outro fato importante que ocorre com as estrobilurinas é o denominado “efeito de memória” ou persistência do efeito, mesmo na ausência do produto. Jabs (2004) comentou que aplicações precoces de kresoximetil resultaram neste efeito de persistência e as plantas condicionadas responderam melhor ao estresse submetido.

Veiga (2009) concluiu em seu trabalho que para a aplicação da mistura de triazóis e estrobilurinas em plantas de feijoeiro, o produtor deve considerar apenas a escolha da mistura mais eficiente no controle da ferrugem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências Biológicas, localizada na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/ USP, Piracicaba, SP (Latitude 22°43'31" S, Longitude 47°38'57" O, Altitude 547 m) (Figuras 1 e 2), durante o período de dezembro de 2008 a maio de 2009. Conforme a classificação climática de Köppen, a região é caracterizada como *Cwa*, isto é, subtropical úmida, com três meses mais secos (junho, julho e agosto), com chuvas no verão e seca no inverno. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio, inferior a 18°C. Estes dados são importantes, porque apesar de o experimento ter sido realizado em casa de vegetação, a temperatura e umidade relativa no interior da mesma, variam conforme as condições ambientais.

A semeadura da soja (*Glycine max* cv. Pintado) foi realizada no dia 17/12/2008 em vasos de 20 kg, preenchidos com substrato de terra argilosa, areia e matéria orgânica. As sementes do cultivar utilizado não foram inoculadas e não foram necessárias práticas de correção e adubação do solo, conforme análise laboratorial. A irrigação foi estabelecida pelo método gravimétrico, com objetivo de manter o solo próximo a capacidade de campo para um melhor desenvolvimento da cultura. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de arranquio manual; não houve incidência de pragas ou doenças durante todo o ciclo de cultivo (Figura 3).

As colheitas foram realizadas no estágio reprodutivo R6, com grãos totalmente formados, conforme a descrição da escala de Fehr e Caviness (1977), adaptada por Costa e Marchezan (1982).



Figura1 - Localização da área experimental



Figura 2 – Visão geral da casa de vegetação onde o experimento foi conduzido



Figura 3 - Distribuição dos vasos no interior da casa de vegetação

3.2 Condições climáticas durante a condução do experimento

Durante a condução do experimento a temperatura se manteve ideal, entre os limites recomendados para a cultura (entre 20 e 30°C). O plantio da soja coincidiu com períodos de elevada umidade relativa do ar e a colheita dos frutos com baixa pluviosidade média, conferindo resultados de análises de peso de grãos mais confiáveis. Vale ressaltar que o experimento foi realizado em casa de vegetação, totalmente coberta, com irrigação realizada de forma manual.

Tabela 1 - Dados climáticos para a região de Piracicaba durante o período de condução do experimento

Mês	Temperatura máxima média (°C)	Temperatura mínima média (°C)	Temperatura média (°C)
Dez/08	30,2	17,9	24,0
Jan/09	28,9	19,2	24,1
Fev/09	30,6	20,1	25,3
Mar/09	30,8	19,4	25,1
Abr/09	28,6	15,9	22,2
Mai/09	27,5	13,9	20,7

Fonte: Base de dados da Estação Convencional - Posto meteorológico de Piracicaba, SP, Área de Física e Meteorologia- LEB (ESALQ/USP).

3.3 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido de forma inteiramente casualizada, com 9 tratamentos, e 5 repetições, discriminados na Tabela 1. Foram constituídos por aplicações dos fungicidas Ciproconazol (triazol), Azoxistrobina (estrobilurina) e Óleo mineral (Nimbus), conforme as dosagens comerciais recomendadas, nos estádios fenológicos abaixo descritos:

Tabela 2 - Tratamentos realizados e estádios fenológicos em que foram aplicados

Nome	Denominação	Estádio
T1	Controle (Água 200 L/ ha)	R ₁ , R ₄ e R _{5,4}
T2	Ciproconazol + Azoxistrobina (300 ml/ha) + Óleo mineral (600 ml/ha)	R ₁ e R ₄
T3	Azoxistrobina (240 ml/ha) + Óleo mineral (600 ml/ha)	R ₁ e R ₄
T4	Ciproconazol (300 ml/ha)	R ₁ e R ₄
T5	Óleo mineral (600 ml/ha)	R ₁ e R ₄
T6	Ciproconazol + Azoxistrobina (300 ml/ha) + Óleo mineral (600 ml/ha)	R ₁ , R ₄ e R _{5,4}
T7	Azoxistrobina (240 ml/ha) + Óleo mineral (600 ml/ha)	R ₁ , R ₄ e R _{5,4}
T8	Ciproconazol (300 ml/ha)	R ₁ , R ₄ e R _{5,4}
T9	Óleo mineral (600 ml/ha)	R ₁ , R ₄ e R _{5,4}

3.4 Características avaliadas

Foram avaliados os aspectos de produção e anatômicos para inferir o comportamento fisiológico das plantas de soja submetidas à aplicação do ciproconazol e da azoxistrobina, além do óleo mineral. Os parâmetros de produção consistiram do número de vagens por planta, a massa fresca, seca e média das vagens, número de grãos, massa seca e média de grãos e peso de 100 grãos. Os parâmetros anatômicos consistiram da avaliação da espessura do limbo e nervura, largura da nervura e espessura de xilema e floema, apenas nos tratamentos com três aplicações dos agroquímicos, além do controle, conforme recomendação para o controle da ferrugem da soja. Os dados obtidos foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.4.1 Parâmetros de produção

3.4.1.1 Número e massa fresca, massa seca e média de vagens, de grãos e massa de 100 grãos

Logo após a colheita (estádio reprodutivo R6), as vagens formadas foram contadas e quantificadas quanto à massa (g) com auxílio de balança digital. Após a contagem do número de vagens, estas foram levadas a estufa de circulação forçada de ar, a temperatura constante de 65 °C até atingirem massa estável. Após serem retiradas desse local, foram mantidas em dessecador até atingirem temperatura em equilíbrio com o meio, sem absorção de umidade. Cuidadosamente, quantificou-se a massa (g) total das vagens de cada repetição dos tratamentos, a massa (g) total dos grãos de cada repetição dos tratamentos e de 100 grãos de cada amostra, em balança digital. Calculou-se também a massa média das vagens e dos grãos.

3.4.2 Parâmetros anatômicos

3.4.2.1 Espessura do limbo foliar, espessura e largura da nervura central, espessura do xilema e do floema

Para os estudos anatômicos foram coletadas 4 folhas centrais do terceiro nó de 5 plantas amostradas aleatoriamente em cada tratamento. Estas folhas foram colhidas no final do estágio reprodutivo (R6) 14 dias após a última aplicação dos tratamentos. Quatro amostras de cada folha central do trifólio foram colhidas, fixadas em FAA 70 (1:1: 8 formaldeído, ácido acético glacial e álcool etílico) por 24 horas, desidratadas em uma série de etanol e infiltradas em resina plástica à base de glicol metacrilato (hidroxil-etil-metacrilato), (JOHANSEN, 1940). Em micrótomo rotativo, os blocos foram seccionados (5 a 10 μm de espessura) e as secções coradas com 1% de toluidino azul e 1% de borato de sódio em 100 ml de água destilada, conforme descrição realizada por Sakai (1973). Com as 20 repetições por tratamento, realizaram-se as análises de espessura do limbo foliar, espessura e largura da nervura central e espessura do xilema e do floema, através de uma câmara tipo Leica®DC 300F, acoplada no fotomicroscópio Leica ®DMLB. Para aferição das espessuras teciduais, utilizou-se do Programa KS 100, versão 3.0 (Zeiss).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros de produção

O número de vagens nas plantas sob tratamento com os agroquímicos reduziu em comparação ao controle, com exceção ao tratamento com três aplicações de Óleo mineral, conforme demonstrado na Tabela 3. Os resultados de massa verde e seca de vagens também apresentaram comportamento similar, com diminuição acentuada nos tratamentos com Ciproconazol (2 aplicações), Óleo mineral (2 aplicações) e Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações). Estes resultados corroboram os encontrados por Pinto (2010), Swoboda e Pedersen (2009), Costa et al. (2012) e Beestor (2011), em seus trabalhos sobre o efeito da aplicação de triazóis e/ou estrobilurinas em soja, observaram que o número de vagens por planta apresentou valores negativos em relação ao controle. Swoboda e Pedersen (2009) afirmaram que as estrobilurinas reduziram a condutância estomática em trigo, cevada e soja em condições controladas e por consequência, foram observadas baixas taxas de transpiração, concentração de CO₂ no mesófilo foliar e taxa fotossintética, em comparação com plantas sem qualquer tratamento ou tratadas apenas com triazóis. Estes mesmos autores ainda afirmaram que dificilmente haverá aumento de produtividade e rendimento em soja relacionada à aplicação destes fungicidas.

Com relação à massa média das vagens, observou-se um incremento nas plantas tratadas com Ciproconazol (2 aplicações) e Azoxistrobina + Óleo (2 aplicações) em relação ao controle, ou seja, apesar da redução do número de vagens nestes tratamentos, a massa foi significativamente acrescida. O tratamento com Óleo mineral (2 aplicações) mostrou-se inferior nas análises do número de vagens por planta e massa fresca e seca de plantas, o que nos permite ressaltar que a aplicação de óleo mineral deve seguir como adjuvante à aplicação de defensivos agrícolas.

Tabela 3 - Resultados referentes ao número de vagens, massa fresca, seca, média de vagens de soja cultivar Pintado

Tratamentos	Número de vagens	Massa fresca (g)	Massa seca (g)	Massa média (g)
T1 Controle	398,4 A*	192,2 A	176,4 A	0,438 BC
T2 C + A +O (2)	256,2 BC	149,8 ABC	137,4 ABC	0,536 A
T3 A + O (2)	256,8 BC	129,1 ABC	120,2 ABC	0,472 ABC
T4 C (2)	211,8 C	123,0 BC	113,7 BC	0,542 A
T5 O (2)	246,6 BC	119,4 BC	109,2 BC	0,434 C
T6 C + A +O (3)	198,6 C	109,3 C	102,1 C	0,514 ABC
T7 A + O (3)	263,4 BC	126,9 ABC	118,2 ABC	0,446 BC
T8 C (3)	275 BC	153,1 ABC	142,6 ABC	0,522 AB
T9 O (3)	332,4 AB	178,6 AB	165,9 AB	0,500 ABC
F (Trat.)	6,04**	3,95**	3,93**	5,37**
CV (%)	20,51	22,3	22,12	8,43

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

C: Ciproconazol; A: Azoxistrobina; O: Óleo mineral; (2): Duas aplicações do tratamento; (3): Três aplicações do tratamento.

Em relação ao número de grãos, nota-se diminuição nas plantas tratadas com Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (2 aplicações), Azoxistrobina + Óleo (2 aplicações), Ciproconazol (2 aplicações), Óleo mineral (2 aplicações) e Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações) de acordo com a Tabela 4. Tal aspecto foi ainda mais acentuado no tratamento com Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações), o que nos permite afirmar que tanto a aplicação individual de triazóis, estrobilurinas e óleo mineral quanto a mistura destes, resultam em menor quantidade de grãos. Este aspecto pode ainda ser observado nos dados referentes a massa seca de grãos, onde os tratamentos Óleo (2 aplicações) e Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações) apresentaram os piores resultados. Weisz et al. (2010), em seu trabalho sobre os benefícios econômicos da aplicação de fungicidas em trigo de inverno, na ausência de doenças fungicas, avaliaram a aplicação de triazóis e estrobilurinas utilizados isoladamente e associados, em seis locais nos estados da Carolina do Norte e Virginia. Estes autores relataram que não houve aumento relativo nem médio no rendimento do trigo com a utilização destes

fungicidas, em nenhum dos tratamentos aplicados, na ausência de doenças na cultura. Neste trabalho, o rendimento foi avaliado pela massa seca de grãos. Já Rodrigues (2009) em seu trabalho sobre o efeito fisiológico de fungicidas em plantas de soja, com a aplicação de epoxiconazol (triazol) + piraclostrobina (estrobilurina) em condições irrigadas e não irrigadas, afirmou que a aplicação de triazóis reduziu a taxa de transpiração e caracterizou este efeito como positivo por prevenir o murchamento foliar e a senescência. Estes aspectos conferiram à planta um melhor aproveitamento da água e possibilitaram maiores produtividades em alguns cultivares. No entanto, este autor observou redução na produção de grãos em todas as variedades testadas, nas duas condições hídricas estudadas. Tal fato demonstrou que a aplicação de fungicidas em plantas saudáveis, com os triazóis e estrobilurinas como princípios ativos, reduziu a produção, provavelmente por diminuir a concentração de dióxido de carbono necessária à atividade fotossintética.

Diferentemente dos resultados obtidos nas análises do número de vagens por planta, massa fresca e seca das vagens, número e massa seca de grãos, as análises de massa média e o massa de 100 grãos apresentaram incremento nos tratamentos com Ciproconazol (2 aplicações) e Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (2 aplicações) ou seja, apesar da menor quantidade de grãos, o peso relativo destes foi superior.

Tabela 4 - Resultados referentes ao número de grãos, massa seca, média, peso de 100 grãos de grãos de soja cultivar Pintado

Tratamentos	Número de grãos	Massa seca (g)	Massa média (g)	Peso de 100 grãos (g)
T1 Controle	820,0 A	124,6 A	0,152 CD	15,0 CD
T2 C + A +O (2)	506,0 BC	96,7 ABC	0,190 A	19,7 A
T3 A + O (2)	556,8 BC	87,0 ABC	0,158 BCD	15,6 CD
T4 C (2)	444,4 BC	84,6 ABC	0,194 A	19,3 A
T5 O (2)	535,6 BC	80,0 BC	0,148 D	14,8 D
T6 C + A +O (3)	422,0 C	71,6 C	0,17 ABCD	17,3 ABCD
T7 A + O (3)	535,4 BC	85,5 ABC	0,162 BCD	15,9 BCD
T8 C (3)	551,0 BC	101,2 ABC	0,184 AB	18,6 AB
T9 O (3)	693,2 AB	121,7 AB	0,176 ABC	17,6 ABC
F (Trat.)	5,33**	3,79**	8,4**	10,3**
CV (%)	21,24	22,07	7,54	7,52

* Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

C: Ciproconazol; A: Azoxistrobina; O: Óleo mineral; (2): Duas aplicações do tratamento; (3): Três aplicações do tratamento.

4.2 Parâmetros anatômicos

As folhas de soja são tipicamente dorsiventrals, anfiestomáticas, e a epiderme das duas faces da folha apresenta tricomas tectores e glandulares (AZEVEDO, 1995; MUSSURY et al., 2007). Ainda conforme Azevedo, (1995), o mesofilo é formado por duas camadas de parênquima paliçádico, duas de parênquima lacunoso e entre estas uma camada de parênquima paravenal, tecido onde a endoderme se expande lateralmente formando placas parenquimáticas, que dividem o mesofilo ao meio e auxiliam na translocação horizontal de produtos fotossintéticos. Os feixes vasculares são colaterais, envolvidos por uma bainha de células parenquimáticas; os feixes de maior calibre podem apresentar extensões de bainha parenquimática que conecta-os à epiderme (MUSSURY et al., 2007). Tais características descritas corroboram com as observadas no presente trabalho. Verificou-se ainda que o parênquima lacunoso é composto por células de vários tamanhos e formas, com espaços intercelulares pouco pronunciados e os feixes

vasculares são rodeados por uma bainha parenquimática ou endodérmica com células isodiamétricas (Figuras 4, 5 e 6). Comparando-se as seções transversais das folhas com tratamento controle com aquelas tratadas com fungicidas, verificou-se que os fungicidas aumentaram as dimensões do mesofilo (Figuras 4, 5 e 6), e portanto, podem elevar a taxa fotossintética e a produtividade vegetal. Esses resultados são similares aos encontrados por Sopher et al. (1999), e Asami et al. (2000) trabalhando com milho sob tratamento com triazóis.

As imagens dos cortes transversais que expõem o limbo foliar demonstraram um aumento em número de células com conseqüente aumento em espessura do tecido (Figuras 4, 5 e 6). De acordo com Murphy e Carr (2002), o sucesso da infecção localizada de um agente patogênico requer a replicação e subsequente movimento célula a célula, a partir de células inicialmente inoculadas para células sadias adjacentes, via plasmodesmas. Se a utilização de fungicidas aumenta a espessura e/ou o número de camadas celulares, apesar da ausência do *P. pachyrhizi*, pode-se inferir que seja esse um dos mecanismos que reduz a penetração e a colonização do fungo nos tecidos vegetais. Mussury et al. (2012) em suas análises anatômicas de plantas de soja infectadas por *P. pachyrhizi*, verificaram modificações na espessura das diferentes estruturas/tecidos foliares nas folhas tratadas com os extratos vegetais e afirmaram que as plantas desenvolveram mecanismos estruturais e bioquímicos para evitar ou mesmo retardar a infecção; estes mecanismos podem ser expressos espontaneamente pela planta ou serem provocados pela presença do patógeno. Pode-se, no entanto, afirmar que as figuras (Figuras 4, 5 e 6) indicam uma hipertrofia ou crescimento excessivo de células e tecidos, não relacionado com a produção da cultura em questão, mas com o efeito bioestimulante, esperado, em função dos produtos ministrados.

As aplicações de Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral comparadas com o tratamento controle, resultaram em incremento da espessura do limbo foliar, espessura da nervura, largura da nervura, espessura do xilema e floema, ou seja, as folhas da soja apresentaram menor lâmina foliar e por compensação, maior espessura do limbo, conforme apresentado nas Figuras 4 a 11.

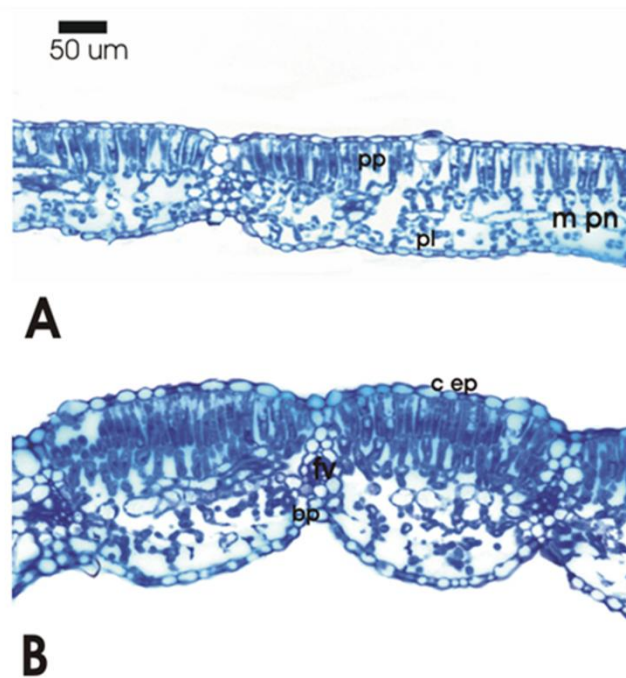


Figura 4 - Seções transversais da lâmina foliar de soja, cultivar Pintado. A: Folha do tratamento controle (T1); B: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (T6). ep: epiderme; fv: feixes vasculares; mpn: parênquima paravascular; pl: parênquima lacunoso; pp: parênquima paliçadico

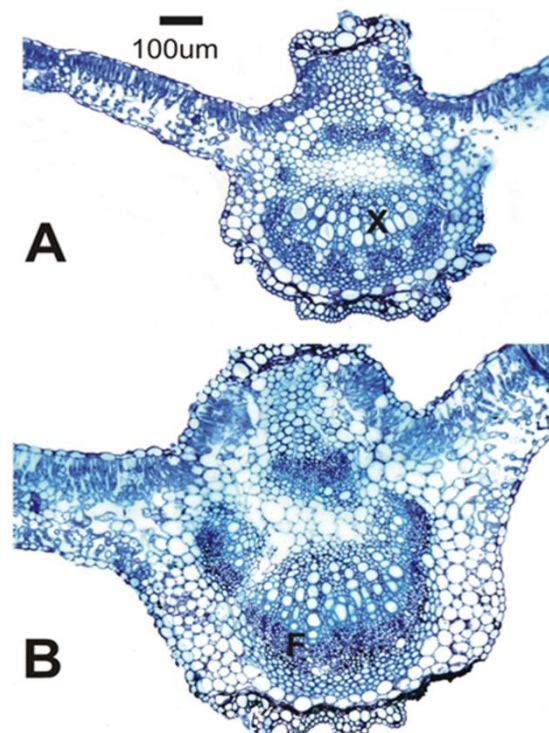


Figura 5 - Seções transversais da nervura central de soja, cultivar Pintado. A: Folha do tratamento controle (T1); B: Ciproconazol +Azoxistrobina + Óleo (T6). X: Xilema; F: Floema

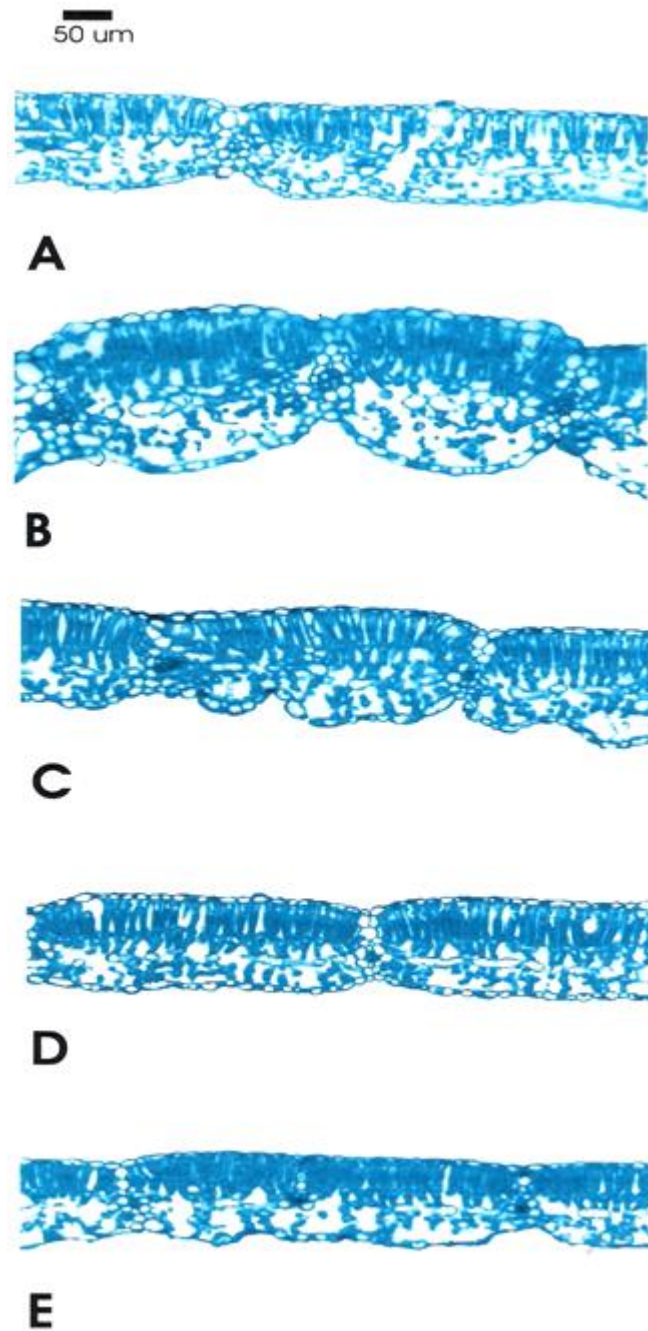


Figura 6 - Seções transversais da lâmina foliar de soja, cultivar Pintado com diferentes tratamentos. A: Controle (T1); B: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (T6); C: Azoxistrobina + Óleo (T7); D: Ciproconazol (T8); E: Óleo mineral (T9)

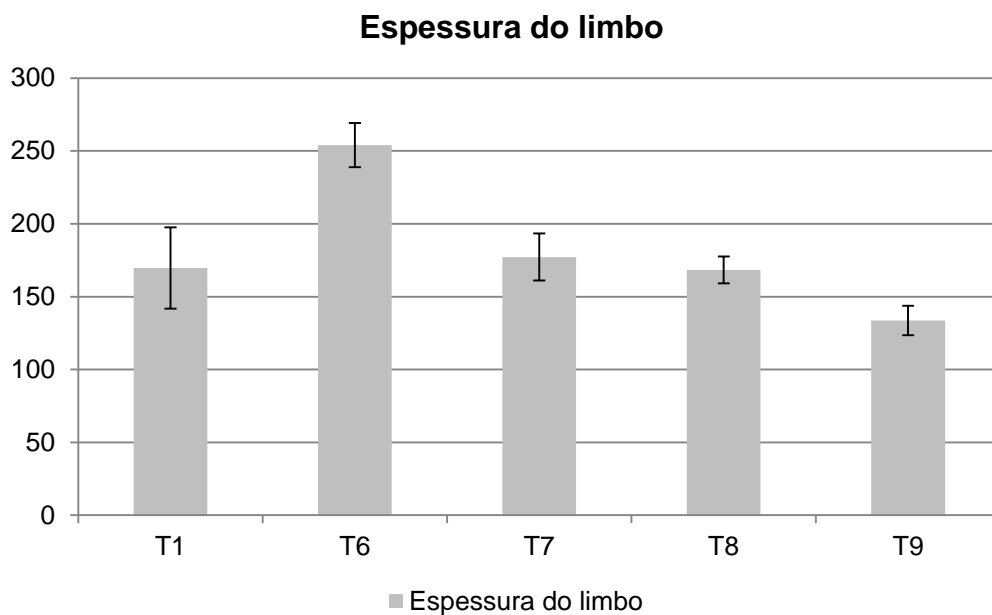


Figura 7 - Representação dos dados de espessura do limbo de plantas de soja, cultivar Pintado em que T1: Controle; T6: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T7: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T8: Ciproconazol (3 aplicações), T9: Óleo (3 aplicações)

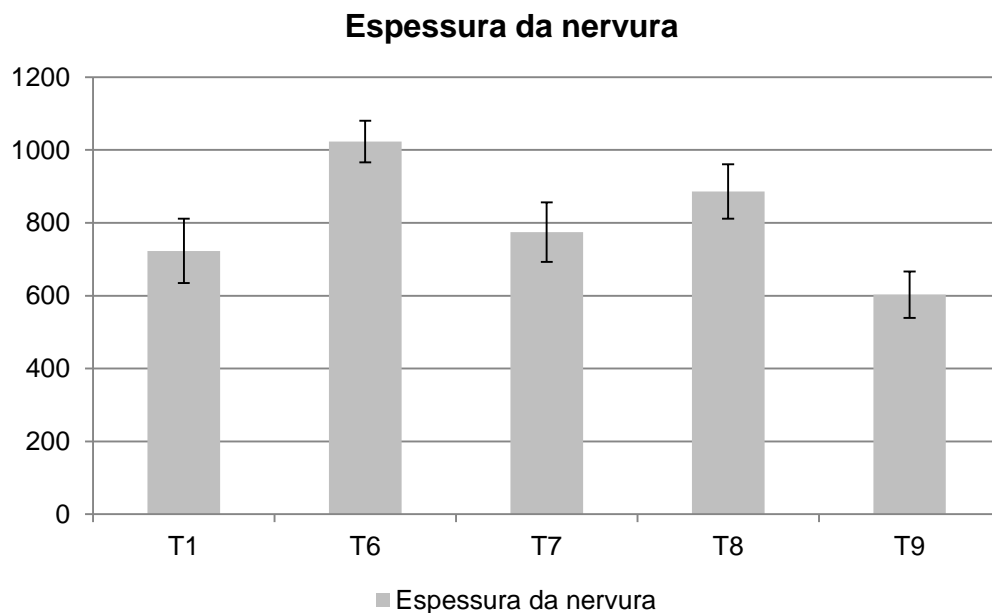


Figura 8 - Representação dos dados de espessura da nervura de plantas de soja, cultivar Pintado em que T1: Controle; T6: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T7: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T8: Ciproconazol (3 aplicações), T9: Óleo (3 aplicações)

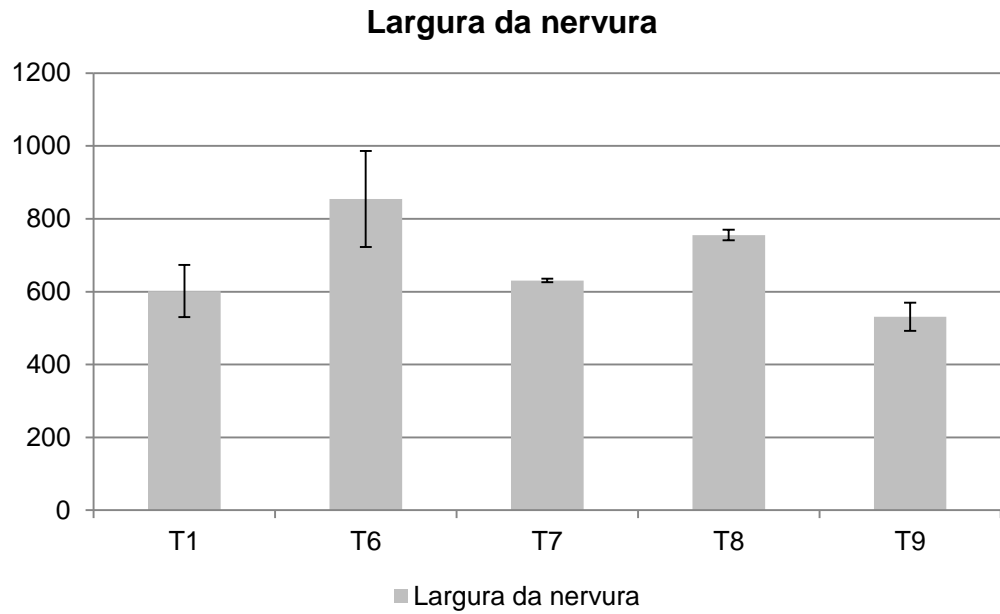


Figura 9 - Representação dos dados de largura da nervura de plantas de soja, cultivar Pintado em que T1: Controle; T6: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T7: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T8: Ciproconazol (3 aplicações), T9: Óleo (3 aplicações)

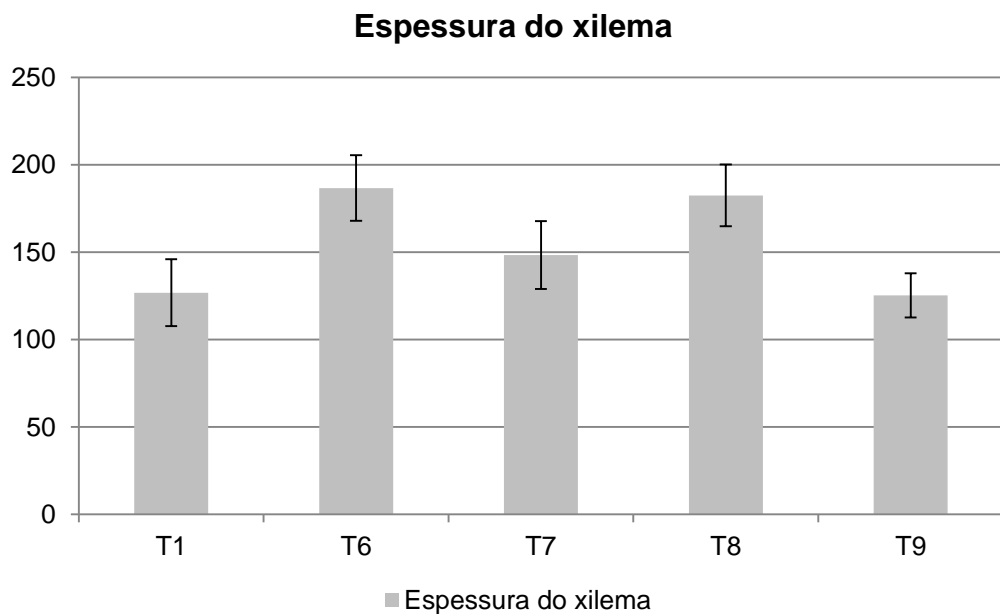


Figura 10 - Representação dos dados de espessura do xilema de plantas de soja, cultivar Pintado em que T1: Controle; T6: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T7: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T8: Ciproconazol (3 aplicações), T9: Óleo (3 aplicações)

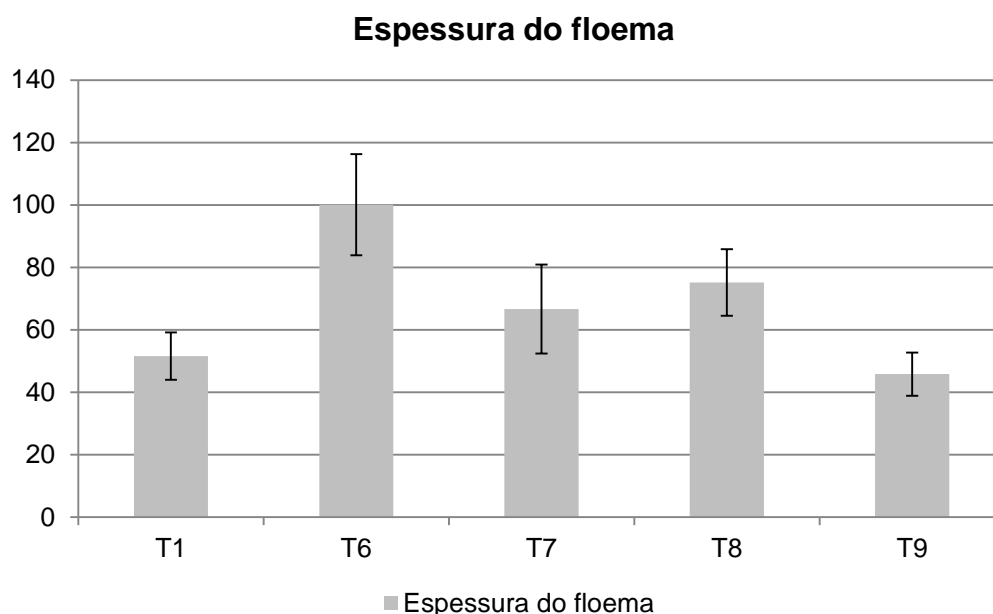


Figura 11 - Representação dos dados de espessura do floema de plantas de soja, cultivar Pintado em que T1: Controle; T6: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T7: Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo (3 aplicações); T8: Ciproconazol (3 aplicações), T9: Óleo (3 aplicações)

Apesar do incremento tissular obtido nos parâmetros anatômicos, não houve acréscimo no número de vagens por planta, massa das vagens, número de grãos e massa seca dos grãos, o que nos permite afirmar que as taxas fotossintéticas e assimilação de CO₂ foram mantidas ou reduzidas nos tratamentos com a aplicação de triazóis e estrobilurinas em relação ao tratamento controle. Os resultados de pesquisa têm demonstrado que os efeitos fisiológicos benéficos dos fungicidas do grupo dos triazóis e das estrobilurinas são extremamente variáveis, dependem da cultura em questão, da presença e severidade das doenças, da época de aplicação, dos produtos utilizados e das condições ambientais (COSTA et al., 2012).

Os resultados obtidos são diferentes dos encontrados por Fagan (2007, 2010), Duarte (2009), Muhammad (2012) e Carmona (2011) que relataram ganhos na produção de grãos de soja. Pinto (2010), com o intuito de avaliar o efeito da aplicação de estrobilurinas em soja, observou que não houve prolongamento do ciclo e, portanto, não ocorreu incremento na produção de grãos. Costa et al. (2012) em sua análise sobre a viabilidade técnica e econômica da aplicação de triazóis e estrobilurinas em milho, com diferentes variedades testadas, em diferentes localidades no Brasil, concluíram que não houve incremento na produção das

mesmas, as quais não apresentaram doenças, e, portanto, o rendimento apresentou valores negativos em relação ao tratamento controle, sem qualquer aplicação de fungicidas. Wise e Mueller, (2011) em um comunicado técnico da Sociedade Americana de Fitopatologia, não apenas afirmaram que diversos tratamentos com fungicidas triazóis e estrobilurinas podem reduzir a produtividade em milho, como também alertam que a aplicação destes não resulta em benefício econômico.

Fatores, como o nível de resistência do cultivar, pressão de doenças, época de aplicação, sistema produtivo, fungicida utilizado e condições climáticas podem interferir no resultado da aplicação dos fungicidas no rendimento dos cultivares de soja. Um melhor entendimento sobre estes fatores e a interação deles faz-se necessário para um melhor uso de agroquímicos.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Frente aos dados obtidos, considerou-se que:

- O número de vagens foi reduzido nas plantas de soja cultivar Pintado tratadas com ciproconazol e azoxistrobina. Somente as aplicações com Óleo mineral (3 aplicações) não diferiram significativamente do controle pelo teste de Tukey (5%). Esta redução foi mais drástica com a pulverização de Ciproconazol (3 aplicações) e Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações).

- A massa fresca e seca das vagens foi reduzida com a aplicação de Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações), Óleo mineral (2 aplicações) e Ciproconazol (2 aplicações).

- A massa média das vagens foi incrementada nos tratamentos com Ciproconazol (2 aplicações) e Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações).

- Somente o tratamento com Óleo mineral (3 aplicações) não diferiu significativamente do controle; os demais tratamentos diminuíram o número de grãos, principalmente Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações).

- A massa seca de grãos foi reduzida na soja tratada com Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações).

- A massa média dos grãos mostrou-se elevada nos tratamentos com Ciproconazol (2 aplicações), Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (2 aplicações), e Ciproconazol (3 aplicações), sendo que o Óleo mineral (2 aplicações) reduziu este parâmetro em relação ao controle.

- A massa de 100 grãos revelou-se maior na soja tratada com Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (2 aplicações), Ciproconazol (2 aplicações), sendo que o Óleo mineral (2 aplicações) diminuiu este parâmetro comparativamente ao controle.

- O tratamento com Ciproconazol + Azoxistrobina + Óleo mineral (3 aplicações) incrementou a espessura do limbo foliar e juntamente com o Ciproconazol (3 aplicações) aumentou a espessura e a largura da nervura central e a espessura do sistema vascular (xilema e floema) das plantas de soja, comparativamente ao tratamento controle.

6 CONCLUSÃO

Frente aos dados obtidos conclui-se que, além de 2 aplicações com Ciproconazol, Azoxistrobina e Óleo mineral, há uma restrição no potencial de produção da soja e alterações anatômicas significativas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MAYER, M.C. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. cap. 64, p. 569-588.
- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 7. ed. São Paulo: Organização Andrei, 2005. 1141 p.
- ANESIADIS, T.; KARAOGLANIDIS, G.S.; TZAVELLA-KLONARI, K. Protective, curative and eradicant activity of the strobilurin fungicide azoxystrobin against *Cercospora beticola* and *Erysiphe betae*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 151, p. 647-651, 2003.
- ANKE, T. The antifungal strobilurins and their possible ecological role. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v. 73, suppl. 1, p. 940-945, 1995.
- ASAMI, T.; MIN, Y.K.; NAGATA, N.; YAMAGISHI, K.; TAKATUTSUTO, S.; FUJIOKA, S.; MUROFUSHI, N. Characterization of brassinazole, a triazol – type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. **Plant Physiology**, Rockville, v. 123, p. 93-100, 2000.
- AZEVEDO, A.A. **Ação do flúor, em chuva simulada, sobre a estrutura foliar de *Glycine max* (L.) Merrill**. 1995. 95 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- BARTLETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; GODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HAMER, M.; PARR-DOBZANSKI, B. Review: the strobilurin fungicides. **Pest Management Science**, Chichester, v. 58, p. 649-662, 2002.
- BEROVA, M.; ZLATEV, Z. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 30, p. 117-123, 2000.
- BERTELSEN, J.R.; NEERGARD, E.; SMEDEGAARD-PETERSEN, V. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. **Plant Pathology**, Oxford, v. 50, p. 190-205, 2001.

BESTOR, N. **The effect of fungicides on soybean in Iowa applied alone or in combination with insecticides at two application growth stages on disease severity and yield.** 2011. 138 p. Thesis (Master in Plant Patology) - Iowa State University, Ames, 2011.

BIGGS, A.R. Reduction in transpiration and return bloom in apple by two sterol inhibiting fungicides. **The Journal of Horticultural Science**, London, v. 25, p. 1403-1405, 1990.

CÂMARA, G.M.S. **Bases de fisiologia da cultura da soja.** Piracicaba: O Autor, 2000. 450 p.

CARMONA, M.; GALLY, M.; SAUTUA, F.; ABELLO, A.; LOPEZ, P. Uso de mezclas de azoxistrobina y triazoles para controlar enfermedades de fin de ciclo de la soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 134-139, 2011.

CARNEIRO, I.S.M.; LIMA, M.L. **Revisão de literatura das doenças da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** Rede Agronomia, 2010. Disponível em: <<http://gronomos.ning.com/forum/topics/revisao-de-literatura-das>>. Acesso em: 17 out. 2012.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA SOJA. Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/index.php?p=pragas_doencas> Acessado em: 22 out. 2012.

CLARK, D.C. Agronomic implications of some morphological and biochemical effects of trifloxystrobin in wheat growing. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Leverkusen, v. 56, p. 281-296, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Prospecção para safra 2012/13.** Brasília, 2012. 138 p.

COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja.** Campinas: Fundação Cargill, 1982. 30 p.

COSTA, R.V.; COTA, L.V.; SILVA, D.D.; MEIRELLES, W.F.; LANZA, F.E. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurina em milho. **Tropical Plant Physiology**, Rockville, v. 37, p. 246–254, 2012.

COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P. F.; YORINORI, J. T. Perda de rendimento de grãos de soja causada pela ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 27, p. 100, 2002.

DACOL, L.M.; GIBBARD, M.O.; HODSON, S.K. Azoxystrobin: development on horticultural crops in Europe. **Brighton Crop Protection Pests and Diseases**, Brighton, n. 3, p. 843-848, 1998.

DUARTE, R.P.; JULIATTI, F.C.; FREITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 101-111, 2009.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2004. 2390 p.

_____. **Tecnologias de produção de soja** Londrina: Embrapa Soja, 2012. Disponível em: <www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>. Acesso em: 13 out. 2012.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja**. Londrina, 2005. 224 p.

EHR, R.J.; KEMMITT, G. **Periodic table of the fungicides**. Indianapolis: Dow Agrosiences, 2002. 18 p.

FAGAN, E.B. **A cultura de soja: modelo de crescimento e aplicação da estrobilurina piraclostrobina**. 2007. 84 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FAGAN, E.B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM L.F.; OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.

FLETCHER R.A.; GILLEY, A.; DAVIS, T.D.; SANKHLA, N. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticulture Reviews**, Milton, v. 24, p. 55-138, 2000.

FORCELINI, C.A. Fungicidas inibidores da síntese de esteróis. I. Triazóis. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, v. 2, p. 335-355, 1994.

GASSEN, F.; BORGES, L.D. Importância econômica da soja. In: REIS, E.M. **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. p. 178. (Série Técnica).

GERÊNCIA DE INFORMAÇÕES SOBRE AGROTÓXICOS.

<<http://www.giagro.com.br/>>Brasília, 2010. Acesso em: 21 out. 2012.

GERHARD, M.; HABERMAYER, J.; ZINKERNAGEL, V. The impact of strobilurins on plant vitality on winter wheat under field conditions. In: LYR, H. **Modern fungicides and antifungal compounds**. Andover: Intercept, 1999. p. 197-208.

GHELLER. **Fungicidas sistêmicos**. Disponível em:

<<http://www.fag.edu.br/professores/jorgea/DEFESA%20FITOSSANIT%C1RIA/FUNGICIDAS%20TRAZ%D3IS%20OUTROS.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2012.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**, Chichester, v. 50, p. 11-20, 1997.

GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; CASPAR, G. Regulation of phytohormone levels, leaf senescence and transpiration by the strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Plant Physiology**, München, v. 154, p. 805-808, 1999.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; TSCHANZ, A.T. Soybean rust development and the qualitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 596-600, 1991.

HARVEY, I.C. Epidemiology and control of leaf and awn spot of barley caused by *Ramularia collo-cygni*. **New Zealand Plant Protection**, Auckland, v. 55, p. 331-335, 2002.

HERMS, S.; SEEHAUS, K.; KOEHLE, H.; CONRATH, U. A strobilurin fungicide enhances the resistance of tobacco mosaic virus and *Pseudomonas syringae pv tabaci*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 130, p. 120-127, 2002.

HERSMAN, D.; JOHNSON, D.; HERBER, J. **Quadris and warrior use on soybean: means of capturing additional yield?** 2004. Disponível em:

<http://www.uky.edu/agriculture/kpn/kpn_04/pn040209.htm#soybeans>. Acesso em: 28 out. 2012.

IZUMI, K.; YAMAGUCHI, I.; WADA, A.; OSHIO, H.; TAKAHASHI, N. Effects of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-1-peten-3-ol (S-3307) on the growth and gibberellin content of rice plants. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v. 25, p. 611-617, 1984.

JABS, T. Can strobilurins still deliver? **Crop Protection**, Guildford, v. 17, p. 19-20, 2004.

JADOSKI, C.J. **Efeitos fisiológicos da piraclostrobina em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) condicionado sob diferentes tensões de água no solo.** 2012. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique.** New York: McGraw Hill Book. 523p. 1940.

LEINHOS, M.E. RANDALL, E. G.; DÜGGELIN, M.; GUGGENHEIM, R.. Development and morphology of *Uncinula necator* following treatment with the fungicides kresoxim-methyl and penconazole. **Mycological Research**, Cambridge, v. 101, p. 1033-1046, 1997.

LIMA, L.M. de; POZZA, E.D.; AZIZ, A.A.A.; FONSECA, T.A. P.S.; CARVALHO, J.G. Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja suprida com silício em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, p. 51-56, 2010.

MICHAEL, G. **The influence os strobirlurin containing fungicides on physiological processes of yield formation in winter wheat varieties.** 2002. 288 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) - Technical University of Munich, Berlin, 2002.

MUHAMMAD, I.; HONERMEIER, B. Effect of triazole and strobilurin fungicides on seed yield formation and grain quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 130, p. 80–86, 2012.

MUNDSTOK, C.M.; THOMAS, A.L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Porto Alegre: Evangraf, 2005. 31 p.

MURPHY, A.M.; CARR, J.P. Salicylic acid has cell-specific effects on Tobacco mosaic virus replication and cell-to-cell movement. **Plant Physiology**, Rockville, v. 128, p. 552-563, 2002.

MUSSURY, R.M.; BETONI, R.; SILVA, M.A.; SCALON, S.P.Q. Anatomia foliar de soja infectada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow e tratadas com extratos vegetais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 18-25, 2012.

MUSSURY, R.M.; BETONI, R.; SILVA, M.A.; DECIAN, V.; SCALON, S.P.Q.; BARBOSA, E.L. Morfoanatomia de *Glycine max* (L.) Merrill infectadas por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 459-461, 2007.

NASON, M.A.; FARRAR, J.; BARTLETT, D. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water efficiency of plants grown under conditions of water stress. **Pest Management Science**, Chichester, v. 63, p. 1191-1200, 2007.

OERKE, E.C.; BECK, C.; DEHNE, H.W. Physiologic effects of strobilurins on wheat yield. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, suppl. 6, p. 67, 2001.

OLIVEIRA, S.H.F.; TÖFOLI, J.G.; MARTINS, E.M.; DOMINGUES, R.J. Efeito não fungicida de azoxystrobin e respostas fisiológicas do seu uso em plantas de tomate e batata. In: PAIVA, S.B.; BONETI, J.I.; MENEZES, J.R.; BETTIOL, W. (Ed.). **Desenvolvendo soluções de origem natural**. São Paulo: Zeneca Agrícola, 1998. cap. 6, p. 59-67.

PASCHOLATI, S.F.; HADDAD, G.; ALVES, M.N.; SILVA, S.R.; LUSSO, M.F.G.; MORAES, W.B.C. Efeito tônico em cafeeiro aspergidos com oxido cuproso ou Dithane M- 45; retenção foliar, produção de clorofila e etileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 13., 1986, São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: Instituto Brasileiro do Café, 1986. p. 16-18.

PINTO, T.L.F. **Fungicida foliar à base de estrobilurina, produtividade e potencial fisiológico de sementes de soja**. 2010. 118 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

RECOMENDAÇÕES. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2007/2008**. Santa Maria: Orium, 2007. 168 p.

REIS, E.M.; CARDOSO, C.A.; SCHEER, O. Ferrugem da soja: etiologia e características morfológicas do hospedeiro relacionadas com o processo infeccioso. In: REIS, E.M. **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. p. 71-76. (Série Técnica).

REIS, E.M.; CASA, R.T.; MICHEL, C. Ocorrência de epidemia da ferrugem da soja no Rio Grande do Sul na safra 2001/2002. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 27, p. 198-199, 2002.

REIS, E.M.; ZANATTA, M.; BOGORNI, R.; REMOR, L.; BARUFFI, D.A. Curva de progresso da ferrugem da soja em Passo Fundo/RS. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 31, p. 139, 2006.

RODRIGUES, M.A.T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja**. 2009. 198 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; FOLONI, L.L. Efeito da aplicação de uniconazole na cultura de soja [(*Glycine max* (L.) Merrill cv IAC- 17)]. **Ciência Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 313-319, maio 1998.

SAISHOJI, T.; KUMAZAWA, S.; CHUMAN, H. Structure-activity relationships of enantiomers of the azole fungicide ipconazole and its related compounds – fungicidal and plant growth inhibitory activities. **Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 23, p. 129-136, 1998.

SAKAI, W.S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue O. **Stain Technology**, Washington, D.C., v. 48, p. 247-249, 1973.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean diseases**. 3rd ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1989. 106 p.

SOPHER, R.C.; KROL, M.; HUNER, N.P.A.; FLETCHER, R.A. Chloroplastic changes associated with paclobutrazole induced stress protection in maize seedling. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v. 77, p. 1-12, 1999.

SWOBODA, C.; PEDERSEN, P. Effect of fungicide on soybean growth and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 10, n. 2, p. 352-356, 2009.

VEIGA, J.S. **Análise dos efeitos secundários decorrentes da aplicação de fungicidas sistêmicos à cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*)**. 2009. 100 p.

Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas: efeitos fisiológicos do fungicida pyraclostrobin. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: RAPP, 2004. cap. 9, p. 317-341.

VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; SOUZA, N.L.; BEGLIOMINI, E.; PERES, N.A. Efeitos fisiológicos de fungicidas em plantas: parte 2. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: RAPP, 2005. cap. 3, p. 49-73.

WEISZ, R.; COWGER, C.; AMBOSE, G.; GARDNER, A. Multiple mid-atlantic field experiments show no economic benefit to fungicide application when fungal disease is absent in winter wheat. **Disease Control and Pest Management**, New Rochelle, v. 101, p. 323- 333, 2011.

WISE, K.; MUELLER, D. Are fungicides no longer just for fungi? An analysis of foliar fungicide use in corn. **APSnet Features**. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/fungicide.aspx>> Acesso em: 13 out. 2012.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F. Epidemia da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, em 2001 e 2002. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 27, p. 94, 2002.

ZANATTA, T. **Efeito de fungicidas no processo infeccioso de *Pakopsora pachyrhizi***. 2009. 121 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

ANEXO

Tabela 4 – Análises anatômicas da espessura do limbo, espessura e largura da nervura, espessura do xilema e floema de plantas de soja cultivar Pintado

Tratamentos	Espessura do limbo (μm)	Espessura da nervura (μm)	Largura da nervura (μm)	Espessura do xilema (μm)	Espessura do floema (μm)
T1	169,6 B*	722,8 C	601,6 CD	126,7 C	51,63 C
T6	253,9 A	1023,1 A	854,2 A	186,6 A	100,0 A
T7	177,1 B	774,9 C	630,6 C	148,3 B	66,6 B
T8	168,3 B	885,8 B	755,3 B	182,4 A	75,1 B
T9	133,6 C	602,8 D	530,7 D	125,2 C	45,5 C
F (Trat.)	134,85**	94,09**	46,49**	55,41**	67,39**
CV (%)	9,46	9,21	12,56	11,5	17,22

* Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.