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

**Avaliação dos efeitos fisiológicos de fungicidas em cultivares de soja de
hábito de crescimento determinado e indeterminado**

José Ari Formiga

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2015**

José Ari Formiga
Engenheiro Agrônomo

**Avaliação dos efeitos fisiológicos de fungicidas em cultivares de soja de hábito de
crescimento determinado e indeterminado**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **DURVAL DOURADO NETO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2015

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

Formiga, José Ari

Avaliação dos efeitos fisiológicos de fungicidas em cultivares de soja de hábito de crescimento determinado e indeterminado / José Ari Formiga. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.

121 p. : il.

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

1. *Glycine max* 2. Estrobilurina 3. Piraclostrobina 4. Fluxaproxade 5. Tratamento de sementes I. Título

CDD 634.34
F725a

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

Aos meus pais,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus Pais, Joel Formiga Júnior e Neide Maria Formiga, pela educação e pelo exemplo de retidão, e aos meus queridos irmãos, Joel Formiga Neto e Maria Cecília Formiga.

Ao meu orientador Dr. Durval Dourado Neto, pelos ensinamentos, companheirismo e contribuição na minha formação acadêmica e pessoal.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Departamento de Produção Vegetal pela oportunidade de estudo.

À empresa BASF S. A., pelo financiamento, gestão do projeto de resíduos e suporte na condução dos experimentos.

À República Uspeão, por estes anos de ensinamentos e amizades.

Ao Grupo de Experimentação Agrícola GEA, e às seleções de 2013 e 2014, além de todos membros atuantes.

Aos amigos Felipe Pacheco Merchan, Lucas Peres Miachon e Fernando Uchiyama Ribeiro de Ávila pelo suporte durante este período na ESALQ.

Aos alunos de graduação, pelo suporte na condução do experimento.

Aos alunos de Pós-Graduação do Departamento de Produção Vegetal, pelo auxílio ao longo de todo período no Laboratório Multiusuário.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e, que, involuntariamente foram omitidos, muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS.....	19
1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1 Importância do tema estudado	29
2.2 Origem, classificação e descrição morfológica e botânica de soja.....	29
2.3 Área semeada, produtividade e produção de soja no Brasil e no mundo	31
2.4 Tratamento de sementes de soja	32
2.5 Efeito fisiológico na cultura de soja devido ao uso de produtos químicos.....	32
2.6 Principais doenças.....	34
2.7 Fungicidas utilizados na cultura de soja	36
2.8 Efeitos fisiológicos	38
2.8.1 Metabolismo de nitrogênio	38
2.8.2 Alterações hormonais	39
2.8.3 Atividade de enzimas antioxidantes	40
2.8.4 Atividade fotossintética	41
3 MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1 Espécie e cultivares.....	43
3.2 Experimentos I e II: campo.....	43
3.2.1 Local	43
3.2.2 Caracterização climática	44
3.2.3 Solo	44
3.2.4 Práticas culturais	45

3.2.5	Área e delineamento experimental.....	45
3.3	Experimentos III e IV: casa de vegetação.....	46
3.3.1	Local.....	46
3.3.2	Elementos do clima.....	46
3.3.3	Substrato.....	46
3.3.4	Práticas culturais.....	46
3.4	Comparações e testes de hipóteses.....	48
3.5	Avaliações.....	52
3.5.1	Severidade.....	52
3.5.2	Trocas gasosas.....	52
3.5.3	Teor de clorofila.....	52
3.6	Análise estatística.....	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1	Experimentos I e II: campo.....	55
4.1.1	Elementos do clima.....	55
4.1.2	Experimento I: M-7908-RR (campo).....	55
4.1.3	Experimento II: Brasmax-Potência-RR (campo).....	78
4.2	Experimentos III e IV: casa de vegetação.....	100
4.2.1	Elementos do clima.....	100
4.2.2	Experimento III: M-7908-RR (casa de vegetação).....	102
4.2.3	Experimento IV: Brasmax-Potência-RR (casa de vegetação).....	108
4.3	Considerações finais.....	112
5	CONCLUSÕES.....	115
	REFERÊNCIAS.....	117

RESUMO

Avaliação dos efeitos fisiológicos de fungicidas em cultivares de soja de hábito de crescimento determinado e indeterminado

Anualmente novas tecnologias são incorporadas a áreas tradicionais e de expansão na produção de grãos no Brasil, sendo a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] a principal cultura. Com vastas áreas e clima favorável, doenças, como a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow), foram disseminadas nas principais áreas de produção. Aplicações de fungicidas, do grupo das estrobilurinas associado ao dos triazóis, a partir do florescimento fazem parte do cronograma fitossanitário atual. O objetivo deste estudo foi analisar o efeito fungicida, fisiológico e interação entre piraclostrobina e fluxapiroxade em duas variedades cultivadas de soja de hábitos de crescimento determinado e indeterminado, e alterações nos componentes de produção quando submetidos a aplicações durante todo o ciclo. Foram utilizadas combinações com piraclostrobina + tiofanato-metílico e/ou tiofanato-metílico no tratamento de sementes em conjunto com piraclostrobina, epoxiconazol e fluxapiroxade, em aplicações foliares sendo um tratamento completo, um controle e as demais variações das épocas e dos produtos citados. As variáveis analisadas (número de grãos por vagem, número de vagens por planta, número de nós por planta, estande final de plantas e produtividade de grãos) não variaram entre os manejos estrobilurina/triazol e estrobilurina/carboxamida. Na caracterização dos efeitos fisiológicos, foram utilizados os seguintes parâmetros: condutância estomática, atividade fotossintética, carbono intercelular, transpiração e valor Spad. Os dados não foram consistentes na caracterização dos efeitos fisiológicos e sinérgicos da utilização de fluxapiroxade.

Palavras-chave: *Glycine max*; Estrobilurina; piraclostrobina; fluxapiroxade; Tratamento de sementes

ABSTRACT

Evaluation of physiological effects of fungicides in soybean cultivars of determined and undetermined habit

New technologies are incorporated every year to traditional and expansion areas of crop production in Brasil. Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] is the main crop. With vast areas and favorable weather, diseases as soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow), were disseminated to the production areas. Fungicide application, strobilurins plus triazoles starting at full flowering its an usual management practice in representative regions. This experiment aimed to evaluate the fungicide effects, physiological alterations and interactions between pyraclostrobin and fluxapyroxad in soybean cultivars of determined and indetermined growth habits, and differences in soybean production compounds when submitted to applications during the cycle. The combinations with pyraclostrobin and thiophanate-methyl and/or thiophanate-methyl in seed treatment together with pyraclostrobin, epoxiconazole and fluxapyroxad, in foliar applications with a complete treatment, control and variations of ingredient actives and timing of application. The analyzed variables such as, pods per plant, nodes per plant, final plant stand and productivity did not varied in different systems with strobilurin/triazole and strobilurin/carboxamides. The following parameters were used for characterizing the physiological effects: stomatal conductance, photosynthetic activity, intercellular carbon, transpiration and Spad value. The results were not consistent to characterize physiological and synergistic effects of the fluxapiroxad.

Keywords: *Glycine max*; Strobilurin; pyraclostrobin; fluxapiroxad; Seed treatment

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Referência geográfica da Fazenda Santa Elisa, localizada em Campinas (SP).
 (A) Localização do Estado de São Paulo em relação ao Brasil (http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Paulo); (B) Localização de Campinas em relação ao Estado de São Paulo; (C) Localização da Fazenda Santa Elisa em relação à cidade de Campinas (SP) (WIKIMAPIA, 2014)44
- Figura 2 - Variação temporal da temperatura (T, °C), da umidade relativa do ar (UR, %) e precipitação (Pp, mm) ao longo do ciclo da cultura de soja (experimentos conduzidos no campo). Variedades cultivadas M-7908-RR (Experimento I) e Brasmax-Potência-RR (Experimento II). Estação meteorológica da Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP).....55
- Figura 3 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (primeira avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/201458
- Figura 4 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (segunda avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/201458
- Figura 5 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (terceira avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/201459
- Figura 6 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (quarta avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/201460
- Figura 7 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (quinta avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/201460
- Figura 8 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (sexta avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/201461

Figura 9 - <i>Boxplot</i> referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (sétima avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	62
Figura 10 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (primeira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	65
Figura 11 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (segunda avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	66
Figura 12 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (terceira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	66
Figura 13 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (quarta avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	67
Figura 14 - <i>Boxplot</i> referente altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	69
Figura 15 - <i>Boxplot</i> referente fase reprodutiva da planta de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	70
Figura 16 - <i>Boxplot</i> referente ao período de enchimento de grãos, do estágio R ₅ ao R ₇ , da cultura de soja (Pr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	71
Figura 17 - <i>Boxplot</i> referente ao número de nós por planta de soja (Nn, nós.planta ⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	72
Figura 18 - <i>Boxplot</i> referente ao número de vagens por planta de soja (Nv, vagens.planta ⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	73

Figura 19 - <i>Boxplot</i> referente ao estande final de plantas de soja (N_p , $pl.m^{-1}$) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	74
Figura 20 - <i>Boxplot</i> referente à massa de 1000 grãos de soja (M , g) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	76
Figura 21 - <i>Boxplot</i> referente à produtividade de soja (P , $kg.ha^{-1}$) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	77
Figura 22 - <i>Boxplot</i> referente à severidade de doença (S_d), ferrugem asiática da soja (primeira avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	81
Figura 23 - <i>Boxplot</i> referente à severidade de doença (S_d), ferrugem asiática da soja (segunda avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	81
Figura 24 - <i>Boxplot</i> referente à severidade de doença (S_d), ferrugem asiática da soja (terceira avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	82
Figura 25 - <i>Boxplot</i> referente à severidade de doença (S_d), ferrugem asiática da soja (quarta avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	83
Figura 26 - <i>Boxplot</i> referente à severidade de doença (S_d), ferrugem asiática da soja (quinta avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	83
Figura 27 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (primeira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	87
Figura 28 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (segunda avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	87

Figura 29 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (terceira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	88
Figura 30 - <i>Boxplot</i> referente ao valor Spad (Sp) (quarta avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	88
Figura 31 - <i>Boxplot</i> referente à altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	90
Figura 32 - <i>Boxplot</i> referente fase reprodutiva da cultura de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	92
Figura 33 - <i>Boxplot</i> referente ao período de enchimento de grãos, R5-R7, da cultura de soja (Pr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	93
Figura 34 - <i>Boxplot</i> referente ao número de nós por planta de soja (Na, nós.planta ⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	94
Figura 35 - <i>Boxplot</i> referente ao número de vagens por planta de soja (Nv, vagens.planta ⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	96
Figura 36 - <i>Boxplot</i> referente ao estande final de plantas de soja (Np, pl.m ⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	97
Figura 37 - <i>Boxplot</i> referente à massa de 1000 grãos de soja (M, g) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	98
Figura 38 - <i>Boxplot</i> referente à produtividade de soja (P, kg.ha ⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	100

- Figura 39 - Variação temporal da temperatura (T , $^{\circ}\text{C}$) e da umidade relativa do ar (UR , %) ao longo do ciclo da cultura de soja (experimentos conduzidos em casa de vegetação). Variedades Cultivadas M-7908-RR (experimento III) e Brasmax-Potência-RR (experimento IV). Estação meteorológica da ESALQ/USP. Piracicaba (SP).....101
- Figura 40 - Variação temporal da radiação líquida (RL , $\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) ao longo do ciclo da cultura de soja (experimentos conduzidos em casa de vegetação). Variedades Cultivadas M-7908-RR (experimento III) e Brasmax-Potência-RR (experimento IV). Estação meteorológica da ESALQ/USP. Piracicaba (SP)102
- Figura 41 - Gráfico referente à fotossíntese líquida em folhas de soja (F , $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014104
- Figura 42 - Gráfico referente à condutância estomática em folhas de soja (CE , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (CE_1 : primeira aplicação, CE_2 : segunda aplicação, CE_3 : terceira aplicação e CE_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014105
- Figura 43 - Gráfico de barras referente ao carbono intercelular em folhas de soja (CI , $\mu\text{mol.mol}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (CI_1 : primeira aplicação, CI_2 : segunda aplicação, CI_3 : terceira aplicação e CI_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014.....106
- Figura 44 - Gráfico referentes à transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014107
- Figura 45 - Gráfico referente à fotossíntese líquida em folhas de soja (F , $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-

RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014..... 109

Figura 46 - Gráfico referente à condutância estomática em folhas de soja (CE , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (CE_1 : primeira aplicação, CE_2 : segunda aplicação, CE_3 : terceira aplicação e CE_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014 110

Figura 47 - Gráfico referente ao carbono intercelular em folhas de soja (CI , $\mu\text{mol.mol}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (CI_1 : primeira aplicação, CI_2 : segunda aplicação, CI_3 : terceira aplicação e CI_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014 111

Figura 48 - Gráfico referente à transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014..... 112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das pesquisas efetuadas em diferentes sistemas de busca catalográfica utilizando diferentes palavras-chave em 7 de junho de 2014.....	29
Tabela 2 - Plantas hospedeiras da ferrugem asiática da soja, retirado de <i>American Phytopathological Society</i>	35
Tabela 3 - Descrição dos tratamentos (T) referentes à avaliação das aplicações de fungicidas na cultura de soja	47
Tabela 4 - Doses em g de ingrediente ativo por 100 kg de sementes no tratamento de sementes (TS) e por hectare na aplicação foliar nos respectivos estádios fenológicos	48
Tabela 5 - Comparações a serem feitas para responder as perguntas referentes aos testes de hipóteses e objetivos estabelecidos em termos de efeito fisiológico (Fs), efeito fungicida (Fg) e interações (Int)	48
Tabela 6 - Perguntas a serem respondidas em termos de efeito fisiológico devido à aplicação de piraclostrobina e/ou fluxapiroxade nas cinco épocas de aplicação, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros	49
Tabela 7 - Perguntas a serem respondidas em termos de efeito fungicida devido à aplicação de piraclostrobina e/ou fluxapiroxade nas cinco épocas de aplicação, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros	50
Tabela 8 - Perguntas a serem respondidas em termos de efeito sinérgico devido à aplicação de piraclostrobina e/ou fluxapiroxade nas cinco épocas de aplicação, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros	51
Tabela 9 - Perguntas a serem respondidas em termos de comparação entre sistemas de produção, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros	51
Tabela 10 - Avaliações realizadas nos experimentos conduzidos no campo e em casa de vegetação	52
Tabela 11 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (E4:	

emergência aos 4 dias após a semeadura, E7: emergência aos 7 dias após a semeadura, VE: velocidade de emergência, Sp1: valor Spad - primeira avaliação, Sp2: valor Spad - segunda avaliação, Sp3: valor Spad - terceira avaliação, Sp4: valor Spad - quarta avaliação, Sd1: severidade - primeira avaliação, Sd2: severidade - segunda avaliação, Sd3: severidade - terceira avaliação, Sd4: severidade - quarta avaliação, Sd5: severidade - quinta avaliação, Sd6: severidade - sexta avaliação, e Sd7: severidade - sétima avaliação) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 20 de fevereiro de 2014. Variedade cultivada M-7908-RR (hábito de crescimento determinado). Fazenda Santa Elisa. Campinas, SP. Safra 2013/2014 56

Tabela 12 – Velocidade de emergência de plântulas de soja 4 e 7 dias após a semeadura (DAS) em função dos tratamentos de sementes (-) sem aplicações de fungicidas, (T) tiofanato-metílico e (P+T) piraclostrobina + tiofanato-metílico. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014 57

Tabela 13 - Severidade de doença (Sd) (primeira - Sd₁, segunda - Sd₂, terceira - Sd₃, quarta - Sd₄, quinta - Sd₅, sexta - Sd₆ - e sétima - Sd₇ - avaliação) referente a cada avaliação realizada ao longo do ciclo após o aparecimento da ferrugem asiática da soja, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014..... 63

Tabela 14 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) após o aparecimento da Ferrugem Asiática da Soja, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014..... 64

Tabela 15 - Valor Spad (Sp) (primeira - Sp₁, segunda – Sp₂, terceira – Sp₃ - e quarta avaliação – Sp₄) referente às avaliações com Spad 7 dias após cada aplicação foliar de fungicidas, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014 68

Tabela 16 - Altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014 70

Tabela 17 - Fase reprodutiva da planta de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014 71

Tabela 18 - Período de enchimento de grãos, do estágio R ₅ ao R ₇ , da cultura de soja (Peg, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	72
Tabela 19 - Número de nós por planta de soja (Nn, nós.planta ⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	73
Tabela 20 - Número de vagens por planta de soja (Nv, vagens.planta ⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	74
Tabela 21 - Estande final de plantas de soja (Pp, pl.ha ⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	75
Tabela 22 - Massa de 1000 grãos de soja (M, g) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	75
Tabela 23 - Produtividade de soja (P, kg.ha ⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	77
Tabela 24 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (E4: emergência aos 4 dias após a semeadura, E7: emergência aos 7 dias após a semeadura, VE: velocidade de emergência, Sp1: valor Spad - primeira avaliação, Sp2: valor Spad - segunda avaliação, Sp3: valor Spad - terceira avaliação, Sp4: valor Spad - quarta avaliação, Sd1: severidade - primeira avaliação, Sd2: severidade - segunda avaliação, Sd3: severidade - terceira avaliação, Sd4: severidade - quarta avaliação, e Sd5: severidade - quinta avaliação) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 20 de fevereiro de 2014. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR (hábito de crescimento indeterminado). Fazenda Santa Elisa. Campinas, SP. Safra 2013/2014	78
Tabela 25 – Velocidade de emergência de plântulas de soja 4 e 7 dias após a semeadura (DAS) em função dos tratamentos de sementes (-) sem aplicações de fungicidas, (T) tiofanato-metílico e (P+T) piraclostrobina + tiofanato-metílico. Variedade	

cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	79
Tabela 26 - Severidade de doença (Se) (primeira - Sd ₁ , segunda - Sd ₂ , terceira - Sd ₃ , quarta - Sd ₄ - e quinta - Sd ₅ - avaliação) referente a cada avaliação de severidade realizada ao longo do ciclo após o aparecimento da ferrugem asiática da soja, em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	85
Tabela 27 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) após o aparecimento da Ferrugem Asiática da Soja, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	86
Tabela 28 - Valor Spad (Sp) (primeira - Sp ₁ , segunda - Sp ₂ , terceira - Sp ₃ - e quarta avaliação - Sp ₄) 7 dias após cada aplicação foliar de fungicidas, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	89
Tabela 29 - Altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014	91
Tabela 30 - Fase reprodutiva da cultura de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR e M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	92
Tabela 31 - Período de enchimento de grãos, R ₅ -R ₇ , da cultura de soja (Peg, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	94
Tabela 32 - Número de nós por planta de soja (Nn, nós.planta ⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	95
Tabela 33 - Número de vagens por planta de soja (Nv, vagens.planta ⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014.....	96

Tabela 34 - Estande final de plantas de soja (P_p , $pl.ha^{-1}$) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safr 2013/2014	97
Tabela 35 - Massa de 1000 grãos de soja (M_{1000} , g) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safr 2013/2014	99
Tabela 36 - Produtividade de soja (P , $kg.ha^{-1}$) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safr 2013/2014.....	100
Tabela 37 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (F – fotossíntese, CE – condutância estomática, CI – carbono intercelular, T – transpiração) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 04 de junho de 2014. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR (hábito de crescimento indeterminado). Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safr 2013/2014.....	103
Tabela 38 - Fotossíntese líquida em folhas de soja (F , $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safr 2013/2014	104
Tabela 39 - Condutância estomática em folhas de soja (CE , $mmol.m^{-2}.s^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (CE_1 : primeira aplicação, CE_2 : segunda aplicação, CE_3 : terceira aplicação e CE_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safr 2013/2014	105
Tabela 40 - Carbono intercelular em folhas de soja (CI , $\mu mol.mol^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (CI_1 : primeira aplicação, CI_2 : segunda aplicação, CI_3 : terceira aplicação e CI_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safr 2013/2014	106

- Tabela 41 - Transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014..... 107
- Tabela 42 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (F – fotossíntese, CE – condutância estomática, CI – carbono intercelular, T – transpiração) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 04 de junho de 2014. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR (hábito de crescimento indeterminado). Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014 108
- Tabela 43 - Fotossíntese líquida em folhas de soja (F, $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014..... 109
- Tabela 44 - Condutância estomática em folhas de soja (CE, $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (CE_1 : primeira aplicação, CE_2 : segunda aplicação, CE_3 : terceira aplicação e CE_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014 110
- Tabela 45 - Carbono intercelular em folhas de soja (CI, $\mu\text{mol.mol}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (CI_1 : primeira aplicação, CI_2 : segunda aplicação, CI_3 : terceira aplicação e CI_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014..... 111
- Tabela 46 - Transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014 112

1 INTRODUÇÃO

Dentre os maiores desafios para a sojicultura atual, destaca-se o manejo fitossanitário para controle da Ferrugem Asiática da Soja, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow, um dos maiores problemas nos sistemas de produção, cujas perdas podem alcançar até 75% (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

A infecção e disseminação da Ferrugem Asiática da Soja, em áreas de manejo deficiente e condições climáticas favoráveis, evolui rapidamente e, conseqüente, reduz a produtividade. Evitar semeaduras tardias e utilizar variedades cultivadas adequadas para região são exemplos de boas técnicas, pois reduzem os custos com aplicações de fungicidas (HIKISHIMA et al., 2010; CRUZ et al., 2012). Para a safra 2010/2011 foi estimado um valor de US\$2,10 bilhões para o controle da Ferrugem Asiática da Soja no Brasil, valor que agrega custos dos fungicidas, adicionados ao custo da aplicação (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011).

Para controle da Ferrugem Asiática da Soja são utilizadas técnicas amplamente difundidas como: controle preventivo a partir do estágio fenológico R₁ (FEHR; CAVINESS, 1977), o monitoramento e aplicação após a detecção dos primeiros sintomas e a utilização de sistemas/aparelhos que preveem/detectam a doença em áreas com histórico de alta pressão de inoculo. As diferentes técnicas de manejo justificam-se, uma vez que a epidemia pode variar entre as safras, épocas de semeadura e variedades cultivadas (CRUZ et al., 2012).

Sistemas de monitoramento têm se tornado cada vez mais comuns devido à grande utilidade na macroescala. Nos Estados Unidos da América há casos de sucessos nestes sistemas como no caso da Ferrugem Asiática da Soja.

A utilização de fungicidas tem causado alterações não apenas no âmbito de controle de doenças, causando alterações fisiológicas nas plantas tratadas. Estes efeitos já foram citados por diversos autores e em diversas culturas, Binsfeld et al. (2014) na cultura da soja, Grossmann e Retzlaff (1997) na cultura do trigo e Sirtoli, Rodrigues e Goto (2011) em hortaliças.

Trabalho realizado em ambiente protegido foi analisado a reação de pepino japonês enxertado e não enxertado a diferentes doses de boscalida. Houve uma correlação linear entre doses e atividade da enzima nitrato redutase, favorecendo a assimilação do nitrato e possíveis incrementos de produtividade. O mesmo foi observado para o tamanho de folhas, fundamental na produção de fotoassimilados (SIRTOLI; RODRIGUES; GOTO, 2011).

A retenção foliar, garante que os genótipos de soja mais produtivos utilizem o aparato fotossintético em taxas mais elevadas por um maior período (ALIYEV; MIRZOYEV, 2010), isso conecta-se a uma maior janela para o enchimento de grãos, acarretando em uma maior movimentação de fotoassimilados para os grãos, o que posteriormente será refletido em produtividade.

Na última década, estudos voltados à compreensão dos efeitos fisiológicos das estrobilurinas cresceram em busca de aliar alternativas para minimizar estresses em plantas e elevar ganhos em produtividade. O bom desempenho desse jovem grupo de fungicidas no controle foliar de doenças fúngicas, fez com que a utilização de estrobilurinas crescesse rapidamente. Esse sucesso despertou o interesse de pesquisadores na utilização destas moléculas no tratamento de sementes. Posteriormente, foi comprovada a atuação das estrobilurinas sobre fungos de solo como *Pythium* spp. e *Rhizoctonia solani* (BARTLETT et al., 2002).

Devido a escassos trabalhos na utilização desta nova molécula (fluxapiraxade) juntamente com estrobilurinas, o experimento visa avaliar parâmetros biométricos e fisiológicos, com intuito de verificar os efeitos além do controle de doenças.

As hipóteses testadas são: (i) há efeito fisiológico em virtude da aplicação de piraclostrobina (no presente trabalho, foi aplicado piraclostrobina no tratamento de sementes, no estágio fenológico V₄ e 15 e 30 dias após o estágio fenológico R₁), e (ii) há efeito fisiológico em virtude da aplicação de piraclostrobina e fluxapiraxade (no presente trabalho, foram aplicados piraclostrobina e fluxapiraxade no estágio R₁ e 15 dias após o mesmo).

Os objetivos específicos são: (i) avaliar o efeito fisiológico da aplicação de piraclostrobina e fluxapiraxade, (ii) avaliar efeito fungicida do uso conjunto de piraclostrobina e fluxapiraxade, (iii) avaliar efeito sinérgico do uso de piraclostrobina e fluxapiraxade e (iv) avaliar os sistemas de produção com aplicações de piraclostrobina, fluxapiraxade, epoxiconazol ao longo do ciclo da cultura. Para tal, foram utilizados os seguintes parâmetros: velocidade de emergência, estande final de plantas, duração da fase reprodutiva e do período de enchimento de grãos, altura de plantas, teor de clorofila, trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática, carbono intercelular e transpiração), severidade de doença, componentes de produção e produtividade. As aplicações foram efetuadas nas seguintes cinco épocas: tratamento de sementes, estádios fenológicos V₄ e R₁, e 15 e 30 dias após o estágio fenológico R₁.

O objetivo geral da pesquisa é verificar o efeito fisiológico e sinérgico da aplicação de fungicidas do grupo químico das estrobilurinas (piraclostrobina), no tratamento de sementes e

durante o todo o ciclo, bem como sua interação com a molécula do grupo químico das carboxamidas (fluxaproxade) em aplicações foliares.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância do tema estudado

A importância do tema estudado pode ser avaliada pelo número de trabalhos de pesquisa realizados por outros pesquisadores.

A Tabela 1 ilustra o resultado das pesquisas efetuadas em diferentes sistemas de busca catalográfica utilizando diferentes palavras-chave.

Tabela 1 - Resultado das pesquisas efetuadas em diferentes sistemas de busca catalográfica utilizando diferentes palavras-chave em 7 de junho de 2014

Palavra-chave	Sistema de busca	Trabalhos encontrados
[Soja]	SiBI ¹	18.225
[Tratamento de semente]		55
[Efeito fisiológico]		168
[Soja] e [Tratamento de semente]		9
[Soja] e [Efeito fisiológico]		9
[Soja] e [Tratamento de semente] e [Efeito fisiológico]		0
[Soybean]	Web of Science	79.911
[Seed treatment]		189
[Physiological effect]		4
[Soybean] e [Seed treatment]		4
[Soybean] e [Physiological effect]		1
[Soybean] e [Seed treatment] e [Physiological effect]		1
[Soybean]	Scopus	80.741
[Seed treatment]		441
[Physiological effect]		5
[Soybean] e [Seed treatment]		5
[Soybean] e [Physiological effect]		5
[Soybean] e [Seed treatment] e [Physiological effect]		5
[Soja]	Google.br	15.200.000
[Tratamento de semente]		152.000
[Efeito fisiológico]		21.000
[Soja e Tratamento de semente]		75.300
[Soja] e [Efeito fisiológico]		16.800
[Soja] e [Tratamento de semente] e [Efeito fisiológico]		409
[Soybean]	Google.br	7.070.000
[Seed treatment]		1.090.000
[Physiological effect]		761.000
[Soybean] e [Seed treatment]		226.000
[Soybean] e [Physiological effect]		497.000
[Soybean] e [Seed treatment] e [Physiological effect]		26.700

¹ Sistema Integrado de Bibliotecas – Universidade de São Paulo

2.2 Origem, classificação e descrição morfológica e botânica de soja

A soja possui como centro de origem a China, sendo o primeiro grande produtor da oleaginosa no início de sua domesticação. Posteriormente outros países como Estados Unidos

da América, maior produtor atual, e Brasil desenvolveram técnicas de cultivo para os respectivos territórios (QIU, CHANG, 2010).

A planta de soja, tanto selvagem como a cultivada, possui um número de cromossomos $2n = 40$. A evolução da soja está relacionada com a mínima variação e um processo contínuo de variação quantitativa para variação qualitativa (QIU, CHANG, 2010).

Devido a semeadura, houve ao longo dos anos uma seleção para sementes maiores sendo a característica que mais foi alterada ao longo dos anos quando comparada as características como altura de plantas e espessura de hastes. Juntamente com as variações citadas houve um aumento na duração da fase reprodutiva que favorece o enchimento das sementes (QIU; CHANG, 2010).

A adaptação de plantas ao período de crescimento de cada região garante o sucesso reprodutivo da espécie como uma planta cultivada. A planta de soja é classificada botanicamente como sendo da família Fabaceae, gênero *Glycine* e subgênero Soja (Moench) F. J. Herm. São classificadas como sendo plantas de dia curto, ou seja florescendo quando o comprimento do dia é menor que fotoperíodo crítico. O tempo de maturidade e florescimento é determinado pela adaptação geográfica de uma variedade cultivada (ZHANG et al., 2007).

O período de crescimento de cada cultura e sua respectiva sensibilidade fotoperiódica, e também na soja, são definidas por complexas interações entre fotoperíodo e temperatura (ALLIPRANDINI et al., 2009).

Os hábitos de crescimento da planta de soja são guiados pelos genes *Dt* e possuem impacto importante na quantidade de nós na haste principal. Em plantas de hábito determinado há uma redução de crescimento da haste principal logo após o florescimento quando a gema apical passa de um ponto de crescimento vegetativo para uma inflorescência terminal. Quando se faz uma comparação lado a lado, as plantas determinadas tendem a apresentar altura menor com hastes mais finas e menos nós quando comparada ao mesmo padrão de haste, porém de uma variedade cultivada de hábito indeterminado. Com o término do crescimento e a modificação na gema apical é possível notar um aumento no número de nós nos ramos secundários. Linhagens de plantas determinadas tendem a ramificar mais que plantas de hábito indeterminado. Plantas de hábito indeterminado possuem haste longa com entrenós curtos próximos ao ápice (KUMUDINI, 2010).

Quatro fases guiam o aparecimento das primeiras flores, e é determinado pela temperatura e/ou temperatura e fotoperíodo. Modificações genéticas podem alterar este comportamento a depender das condições ambientais. Consequentemente, se houver alguma

alteração durante algumas destas fases no que tange a temperatura, fotoperíodo e genética, certamente influenciará no início da floração (KUMUDINI, 2010).

Cabe ressaltar que os Loci para os genes *Dt* e *E*-genes, bem como o fotoperíodo, tem influência no número de nós da haste principal e na morfologia do dossel da planta. A complexidade das variáveis (temperatura, fotoperíodo, espaçamento, população e fertilidade) são refletidas na grande diversidade morfológica observada no dossel das plantas de soja (KUMUDINI, 2010).

2.3 Área semeada, produtividade e produção de soja no Brasil e no mundo

A soja é uma planta com elevado valor nutricional, representando aproximadamente 60% da proteína vegetal e 30% do óleo vegetal utilizados no mundo. A versatilidade é outro fator importante podendo ser utilizada para nutrição humana, óleos comestíveis, alimentação animal, biocombustíveis e outras aplicações farmacêuticas e industriais (ALI, 2010).

A produção global para o ano safra 2014/2015 foi projetada para 314.400.000 toneladas com aumentos significativos nos principais produtores Estados Unidos da América e Brasil. A nação brasileira deve alcançar um novo recorde com boas produções nos seus principais Estados produtores (CONAB, 2014). A Índia, outro grande produtor mundial, em contra partida deve enfrentar baixas produtividades reflexo de uma semeadura tardia e uma curta estação de monções (USDA, 2015).

A produção de soja no Brasil, após a “domesticação” do cerrado, tem apreciado grande crescimento ano a ano. A tecnologia tropical aqui desenvolvida é cobiçada por outras regiões com clima semelhante devido ao grande sucesso. O cerrado, e em particular, o Estado do Mato Grosso é onde mais se produz e no qual as novas áreas de produção se expandem principalmente em áreas de pastagens degradadas, assim como nos Estados da Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins (CONAB, 2014).

O Brasil é responsável por uma produção de 86.120.800 toneladas de soja em uma área utilizada de 30.173.100 hectares, sendo a maior parte exportada na forma de grãos para a China. Para a safra 2014/2015, o maior incremento em área será na região centro-sul com 8,5%. No Brasil, as expectativas são de um acréscimo de 4,9% na área cultivada, saindo de 30.173.100 hectares para 31.661.800 hectares. A produtividade segue no mesmo sentido, o qual deve ser observado um incremento de 6% para a nova safra, com valor estimado de 3026 kg.ha⁻¹ frente aos 2845 kg.ha⁻¹ da safra 2013/2014. Já a produção estimada para a safra de 2014/2015 é 95.804.700 de toneladas. Este valor representa uma variação de 11% em

comparação com a safra 2013/2014, quanto foi observada a produção de 86.120.800 de toneladas (CONAB, 2014).

2.4 Tratamento de sementes de soja

O tratamento de sementes na cultura de soja é uma prática rotineira. Fungicidas, inseticidas, inoculantes, micronutrientes, bioestimulantes, bioativador são alguns exemplos dos produtos disponíveis ao sojicultor. As respostas dos produtos utilizados interagem com a qualidade fisiológica de sementes, assim sementes de alto vigor podem apresentar efeitos pronunciados. Neste mesmo trabalho foi avaliado o desempenho de plântulas à aplicação de nutrientes e bioestimulantes, para o qual foi observado desempenho positivo no desenvolvimento inicial das mesmas (BINSFELD et al., 2014).

Ao avaliar o benefício de cada ingrediente ativo (fungicidas, inseticidas e nematocidas), Gaspar et al. (2014) concluíram que apenas a utilização de fungicidas não foi consistente no acréscimo de produtividade. Entretanto ao longo dos anos de 2011 a 2013, as combinações de fungicidas + inseticidas e fungicidas + inseticidas + nematocidas tiveram respostas significativas em aumento no estande de plantas, já para produtividade os resultados apresentam variabilidade devido um contingente de fatores externos.

2.5 Efeito fisiológico na cultura de soja devido ao uso de produtos químicos

Na literatura, encontram-se inúmeros relatos da aplicação de fungicidas e suas respectivas alterações fisiológicas, muitas vezes dependentes de inúmeros fatores como a escolha do material mais adequado e condições climáticas regionais, que são pontos de partida importantes para compreensão dos resultados e obtenção de boas produtividades e maximização de lucros (KOGA et al., 2014).

As respostas em produtividade devido a aplicação de fungicidas podem, dependendo das condições, gerar acréscimos em produtividade quando comparados ao controle. Contudo estas respostas nem sempre obedecem um padrão para os diferentes materiais testados dentro de um mesmo experimento. As respostas em anos agrícolas considerados secos, assim com menores chances de ocorrência de doenças, podem apresentar acréscimos de produtividade, entretanto o resultado produtivo superior nem sempre é observado em todos os tratamentos (HOFFMANN et al., 2004).

A literatura relata muitas controvérsias no uso de fungicidas exclusivamente para benefícios “fisiológicos”, entretanto as épocas e número de aplicações podem influenciar a

duração foliar. Em regiões de clima tropical e elevadas precipitações, notadamente em períodos quentes do ano, o que favorece a ocorrência de doenças, e assim apresentando maiores probabilidades de efeitos fisiológicos mais pronunciados. Após revisão de trabalhos referentes a aplicação de fungicidas verificaram que em apenas 13% dos houve incrementos líquidos positivos ($\text{R}\$.ha^{-1}$) (GRICHAR, 2013).

Resultados dos inibidores da succinato desidrogenase na taxa fotossintética cultura de soja são escassos, porém estudos em Trigo, em casa de vegetação e ao nível de campo, demonstraram alteração positiva na capacidade fotossintética, fotossistema II, e correlação consistente com produtividade quando utilizado misturas entre os fungicidas dos grupos das carboxamidas e triazol (AJIGBOYE; MURCHIE; RAY, 2014).

As precipitações nos estádios reprodutivos, mais especificamente R_3 - R_5 , podem assegurar a produtividade. Neste estudo, ao analisar a interação entre tipos de fungicidas e ocorrência de doenças em anos com elevada precipitação entre R_3 e R_5 , houve melhor respostas na utilização de fungicidas do tipo A (IQo + ID) quando comprados com fungicidas do tipo B (ID + metil benzimidazóis carbamatos ou os grupos separadamente) no controle de doenças de final de ciclo (CARMONA et al., 2011).

A imprevisibilidade das respostas dos fungicidas é também consequência de uma escolha de estratégia não racional e não econômica, motivando uma utilização desenfreada de fungicidas. Um dos principais fatores nos incrementos da ocorrência de doença são as chuvas no final do ciclo da cultura. Avaliando 18 experimentos na região dos Pampas, Argentina, os resultados demonstram que precipitações entre 65 e 90 mm durante os períodos R_3 - R_5 , é o “sensor” que dispara a informação para uma única aplicação de fungicidas, sendo suficiente para incrementar a produtividade devido ao controle de doenças (CARMONA et al., 2011).

A definição da aplicação pela severidade é complexa e de difícil execução, e geralmente quando as tomadas de decisões são feitas alguns danos causados são irreversíveis. A distribuição e quantidade de chuvas são muito importantes (CARMONA et al., 2011), pelos dados coletados, o intervalo R_3 - R_5 é o mais apropriado para compreender a variabilidade da produtividade, isso porque 80% das variações podem ser explicadas pelas quantidades de precipitações ocorridas no período.

Latência e longos períodos de incubação são característicos de doenças de final de ciclo, por isso quando os sintomas são visíveis, R_6 - R_7 , o controle químico permite obter resultados que sejam compensatórios à utilização de fungicidas. Por fim, cabe salientar a capacidade das variedades cultivadas de soja, de hábito de crescimento determinado ou

indeterminado, em assegurar a produtividade mesmo em condições de desfolha de 30% na fase vegetativa e 15% na fase reprodutiva (BUENO et al., 2010).

2.6 Principais doenças

A Ferrugem Asiática da Soja foi primeiramente identificada no ano safra 2001/02 no Estado do Paraná. O patógeno se desenvolve entre temperaturas de 15 e 30°C com tempo de molhamento foliar acima de 10 horas. A disseminação do fungo é exclusivamente por intermédio do vento (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004). A Ferrugem asiática da soja pode acarretar perdas na qualidade das sementes de soja, embora no trabalho realizado por Leite, Pinto e Cicero (2011), mesmo em condições de alta severidade, não constatou a elevação da incidência de grãos esverdeados, ou seja, a degradação da clorofila não foi comprometida pelas alterações causadas pela doença nem pelos tratamentos com fungicidas.

As lesões iniciais são encontradas nas folhas do terço inferior, caracterizados por pontuações escuras e pequenas com diâmetro aproximado entre 1 e 2 mm. Esses sintomas são de difícil visualização sem a utilização de lupa (20x). Após a infecção, na face abaxial, é notável o aparecimento de lesões com pústulas (urédias). A folha é o principal local de ocorrência das lesões, entretanto o fungo pode atacar todas as estruturas verdes da planta. O desenvolvimento da doença não está atrelado aos estádios fenológicos, podendo ocorrer durante todo o ciclo da cultura (REIS et al., 2012). As principais plantas hospedeiras podem ser encontradas na Tabela 2.

Na identificação a campo, há outras doenças que podem dificultar a correta verificação do fitopatógeno como a pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*) e/ou mancha parda/septoriose (*Septoria glycines*). A principal distinção dos sintomas da Ferrugem asiática da soja para as outras doenças citadas é a saliência provocada pelo ostíolo com uredíniosporos (REIS et al., 2012).

Tabela 2 - Plantas hospedeiras da ferrugem asiática da soja, retirado de *American Phytopathological Society*

Nome comum	Nome científico
Feijão comum*	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>
Fava	<i>Vicia faba</i>
Labe-labe, Feijão-mangalô *	<i>Lablab purpureus</i>
Feijão-de-lima*	<i>Phaseolus lunatus</i> var. <i>lunatus</i>
Feijão-broto *	<i>Vigna radiata</i>
Feijão-da-espanha, Feijão-trepador, Feijão-flor *	<i>Phaseolus coccineus</i>
Feijão-alado, Feijão-de-asa	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>
Jacatupé, Ahip *	<i>Pachyrhizus ahipa</i> , <i>P. erosus</i>
Feijão-fradinho, Feijão-caupi, Feijão-macassa, Feijão-de-corda, Feijão-miúdo Caupi *	<i>Vigna unguiculata</i>
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>
Trevo	<i>Alysicarpus vaginalis</i>
Trevo-encarnado	<i>Trifolium incarnatum</i>
Trevo, Trevo-dourado	<i>Trifolium aureum</i>
Trevo-lapa	<i>Trifolium lappaceum</i>
Trevo-branco	<i>Trifolium repens</i>
Manduvira, Crotalaria *	<i>Crotalaria anagyroides</i> , <i>C. spectabilis</i>
Crownvetch (nome comum desconhecido em português)	<i>Securigera varia</i>
Feno-grego	<i>Trigonella foenum-graecum</i>
Pega-pegas, Carrapicho beijo-de-boi, Desmódio *	<i>Desmodium tortuosum</i>
Kudzu *	<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>
Lepedeza	<i>Lepedeza</i> spp., <i>Kummerowia striata</i> , <i>K. stipulaceae</i>
Tremoço	<i>Lupinus</i> spp.
Alfafa	<i>Medicago</i> spp.
Alcaçuz-selvagem	<i>Astragalus cicer</i> , <i>A. glycyphyllos</i>
Ervilha	<i>Pisum sativum</i>
Sesbania	<i>Sesbania exaltata</i>
Guandu, Guando, Feijão-andu *	<i>Cajanus cajan</i>
Siratro *	<i>Macroptilium atropurpureum</i>
Soja *	<i>Glycine max</i>
Feijão-espada *	<i>Canavalia gladiata</i>
Cornichão *	<i>Lotus</i> spp.
Feijão-mungo, Grão-preto *	<i>Vigna mungo</i>
Soja-perene *	<i>Neonotonia wightii</i>
Ervilhaca-peluda	<i>Vicia villosa</i> subsp. <i>varia</i>
Trevo-cheiroso, Trevo-doce	<i>Melilotus officinalis</i>

* Inclui observações de infecções naturais no campo além de infecção sob condições artificiais.

Fonte: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/SoybeanRustPort.aspx>.

As doenças de final de ciclo, devido à ocorrência simultânea e a dificuldade na identificação das doenças separadamente, individualizadas, passaram a ser consideradas como o “complexo de doenças de final de ciclo” as quais fazem parte crestamento foliar, causado

por *Cercospora kikuchii*, a antracnose, causada por *Colletotrichum truncatum*, a septoriose causada por *Septoria glycines*, e a seca da vagem e da haste causada por *Phomopsis* spp., são as principais causas de danos na cultura provocando reduções de até 20% (YORINORI, 1998). Estas doenças podem ser encontradas em todas as regiões produtoras do país.

O crestamento foliar apresenta como sintomas pontuações escuras, com bordas difusas, que ao evoluir coalescem formando manchas grandes e escuras. As manchas são castanho avermelhadas, seus sintomas progridem rapidamente quando a cultura entra em fase maturação causando desfolha prematura. A antracnose possui como característica sintomas negros nos pecíolos, hastes e vagens, com progressão para os órgãos reprodutivos a infecção pode resultar em queda das vagens e deterioração das sementes se houver atraso na colheita. Nas vagens, os sintomas são manchas castanho-escuras a negras fazendo com que as vagens fiquem retorcidas. Partes infectadas apresentam pontuações pretas negras (frutificações). A doença mancha parda tem por característica manchas angulares e de coloração castanho-avermelhadas nas folhas cotiledonares. Já nos trifólios inicialmente são manchas pequenas, 1 mm de diâmetro, com halo amarelado, de coloração parda e angular, podendo ser observada em ambas faces. Em infecções generalizadas podem levar a desfolha e maturação precoce. A seca da vagem e da haste pode ser observada durante todo o ciclo, sua sintomatologia clássica é o aparecimento no pecíolo, haste e vagens, de pontuações negras (picnídios) que se desenvolvem linearmente (HENNING et al., 2014).

A duração do período útil de uma folha pode ser afetada pela quantidade de fungicidas recebidos, porém a depender das variáveis climáticas, estas quantidades podem não refletir em acréscimos de produtividade (MCCARTNEY et al., 2007).

2.7 Fungicidas utilizados na cultura de soja

Os primeiros casos de aplicações de fungicidas em soja foram direcionados para o alvo biológico oídio (*Erysiphe difusa*) devido a um surto. Os principais grupos químicos utilizados na cultura de soja são: metil benzimidazol carbamato (MBC, benzimidazóis), os inibidores de demetilação (ID, triazóis), os inibidores da quinona oxidase (IQo, estrobilurinas) e por fim, e mais recente, os inibidores da succinato desidrogenase (ISD, carboxamidas) (GODOY; MEYER, 2014).

O grupo químico dos benzimidazóis é classificado pelo FRAC (*Fungicide Resistance Action Committee*) como fungicidas de baixas doses e amplo espectro de ação. Sua comercialização foi iniciada no final da década de 1960, sendo considerado inovador por possuir características de sistematicidade e ação curativa. É registrado para mais de 70

culturas, os principais representantes desse grupo e registrados para cultura de soja no Brasil são carbendazim, tiabendazol e tiofanato-metílico (AGROFIT, 2014). Atualmente mais de 100 espécies de fungos fitopatogênicos apresentam algum grau de resistência a este grupo. Estes fungicidas possuem como sítio de ação a inibição da polimerização da β -tubulina, impedindo a formação de microtúbulos e a não ocorrência da divisão do núcleo levando a morte celular. Não possuem ação sobre oomicetos, a principal forma de resistência é a afinidade de inibidores específicos para o sítio de ação da β -tubulina.

Os inibidores de demetilação, mais difundidos como triazóis, são produtos químicos que inibem a demetilação do carbono 14 dentro da biossíntese de esteróis, este grupo também é classificado como de amplo espectro. Estes esteróis são essenciais para o desenvolvimento adequado das paredes celulares, causando crescimento anormal e morte dos fungos, entretanto cabe salientar que os mesmos não possuem efeitos sobre os esporos devido a uma quantidade suficiente para crescimento e desenvolvimento do tubo germinativo. Suas recomendações são para que sejam aplicados de forma preventiva, ou em fases iniciais de infecção. Possuem sistematicidade local, e de maneira generalista apresentam atividade residual de 14 dias. Este é o grupo químico com o maior número de representantes cadastrados para cultura de soja, bromuconazol, ciproconazol, difenoconazol, epoxiconazol, fluquinconazol, flutriafol, metconazol, miclobutanil, propiconazol e tecuconazol (AGROFIT, 2014).

As estrobilurinas são os mais importantes fungicidas da família dos inibidores IQo, que alteram a produção de energia nas células dos fungos, estas moléculas inibem a respiração mitocondrial através do sítio de ação Qo, bloqueando o fluxo de elétrons do citocromo b para o citocromo c_1 , formadores do complexo do citocromo bc_1 , que por sua vez impede a formação de ATP. O grupo é classificado como sendo de alto risco de resistência pelo FRAC, e foi primeiramente comercializado em 1996 (BARTLETT et al., 2002). São fungicidas, em sua maioria, com ação translaminar, ou seja, uma movimentação por meio do limbo foliar. Possuem ação preventiva causando a morte de esporos em germinação, desta maneira a recomendação é para que seja aplicado antes do estabelecimento da doença. As moléculas utilizadas cultura de soja são azoxistrobina, cresoxim-metílico, picoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina (AGROFIT, 2014). Possuem um período residual entre 7 e 21 dias.

A longevidade das moléculas dos fungicidas, manutenção de níveis adequados de controle e efeitos fisiológicos são características cada vez mais estudadas e difundidas, que além de demonstrarem as vantagens de uma planta sadia, alertam sobre o risco de surgimento

de casos de resistência. O aparecimento de resistência para os inibidores de IQo são pequenos, mas não desprezíveis. Para os inibidores da demetilação e a população do patógeno no Brasil foram constatados que a mutação no *cyp51* e superexpressão do alelo mutado são importantes mecanismos de perda de sensibilidade (SCHMITZ et al., 2014).

Novas moléculas estão sendo incorporadas às moléculas tradicionais a exemplo do ingrediente ativo fluxapiraxade, do grupo químico das carboxamidas, diversificando as estratégias químicas de manejo. É um inibidor da succinato desidrogenase (ISD) do complexo II. Possui ação local sistêmica e movimentação translaminar. Tem atuação sobre as classes de fungos: ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetos e zigomicetos. Para a cultura de soja os principais fungos controlados são: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Alternaria* spp., *Phomopsis* spp., *Colletotricum truncatum*, *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e *P. pachyrhizi*. Teramoto et al. (2012) verificaram inibição do crescimento micelial com a utilização de fluxapiraxade e Fluopyran, ambos pertencentes ao grupo das carboxamidas. Ao avaliar os efeitos das carboxamidas no controle de Ferrugem asiática da soja de forma preventiva e erradicante foi observado que a adição da carboxamida aos grupos químicos atuais é uma estratégia para o controle da doença após sua infecção (AUGUSTI et al., 2014).

Trabalhos na cultura de soja sobre efeito sinérgico dos fungicidas inibidores da succinato desidrogenase e estrobilurinas são escassos. O ingrediente ativo boscalida, classificado pelo FRAC como piridina-carboxamidas, também atuante na succinato desidrogenase, tem sido mais frequentemente estudado em cultivos de maior valor agregado como as hortaliças, como no trabalho de Sirtoli, Rodrigues e Goto (2011) que trabalharam com pepino japonês.

2.8 Efeitos fisiológicos

2.8.1 Metabolismo de nitrogênio

Os efeitos fisiológicos podem influenciar positivamente a produtividade, como o incremento de matéria seca por efeitos não relacionados ao controle de doenças. Para elevar a quantidade de matéria seca produzida, é necessária uma maior assimilação de nitrogênio. Portanto, enzimas como a nitrato redutase podem ser pontos de estudos para interpretação dos resultados, para os autores isso também explica as respostas comumente observadas na cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.) nos períodos de sua maior demanda de nitrogênio (KÖHLE et al., 2003).

A baixa alteração do ponto de compensação de CO₂, observados em alguns ingredientes ativos do grupo das estrobilurinas, a exemplo da piraclostrobina, sugerem uma alteração enzimática da redutase do nitrato como o alvo relevante para maior assimilação de nitrogênio e desenvolvimento das plantas. Cabe ressaltar que a redução de nitrato para nitrito é passo limitante para o processo de assimilação e local onde a enzima atua. Assim, ao avaliar plantas de trigo em condições hidropônicas foi observado o acúmulo de nitrito e amônio nas folhas na primeira noite após a aplicação dos fungicidas. Isso se deveu provavelmente a não desativação da NR no período noturno, e sua persistência 3 dias após uma única aplicação. (KÖHLE et al., 2003).

Em estudos com discos de *Spinacia oleracea* L. tratados com cresoxim-metílico foi possível verificar um complemento, mesmo sob uma condição de luminosidade, da ativação da enzima nitrato redutase pela acidificação do citoplasma. A variação do pH após a aplicação do fungicida não alterou a taxa fotossintética e nem a redução do nitrito (GLAAB, KAISER, 1999).

Ao estudar a aplicação de estrobilurinas na cultura de soja Fagan et al. (2010), encontram alterações na atividade da nitrato redutase quando a aplicação foi realizada no florescimento, os mesmos resultados não foram encontrados quando as aplicações foram realizadas no período de enchimento de grãos. Os resultados são importantes, pois há a possibilidade de uma maior assimilação de nitrogênio neste período, consequentemente um armazenamento nos tecidos foliares, possibilitando fornecimento N nos períodos posteriores a exemplo da fase de enchimento de grãos.

2.8.2 Alterações hormonais

Um estande adequado é primordial para uma boa produtividade de grãos, porém problemas com estresse hídrico em pós-semeadura inicial é uma barreira para o estabelecimento da cultura. Balardin et al. (2011), analisando tratamentos de sementes com fungicidas e inseticidas em ambientes com e sem estresse hídrico, observaram alterações positivas na emergência, teor de clorofila, estatura de plantas e produtividade com aplicação de piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil atribuindo estes resultados ao controle de insetos e alterações fisiológicas de tolerância ao estresse como a elevação dos teores endógenos de ácido abscísico. Os resultados também corroboram com os dados obtidos por Grossmann e Retzlaff (1997), onde as estrobilurinas atuam como inibidores da síntese de precursores de etileno a exemplo da ACC sintase e ACC oxidase.

Nos ensaios realizados por Henry, Johnson e Wise (2011), houve respostas significativas na produção com a utilização de fungicidas em R_4 e também na interação entre fungicidas em R_2 e inseticidas quando aplicados em R_4 , ou ambos em R_4 . Porém, as aplicações não foram viáveis economicamente, o que pode diferir de regiões com maior incidência de doenças e insetos. Os efeitos fisiológicos das estrobilurinas em áreas com baixa incidência de doenças podem não demonstrar os efeitos benéficos como maior teor de clorofila (SWOBODA; PEDERSEN, 2009).

Já os resultados obtidos por Tsumanuma et al. (2010), em regiões tropicais, no qual foram realizadas aplicações de estrobilurina em V_4 e duas aplicações de estrobilurina em conjunto com triazol nos estádios R_2 e $R_{5.1}$ promoveram um maior acúmulo de massa de matéria seca, área foliar e maior atividade fisiológica, superiores aos tratamentos que apenas receberam aplicações de triazóis.

Avaliações feitas na cultura do milho após simulação de danos por granizo mostraram que a aplicação dos fungicidas azoxistrobina e piraclostrobina após as injúrias não foram benéficos para a cultura do milho. Porém quando as condições climáticas permitiram um melhor desenvolvimento de *Cercospora zea-maydis* houve redução da severidade da doença com as aplicações dos inibidores da Qo (BRADLEY; AMES; SCIENCES, 2009).

Os teores dos hormônios podem ser alterados pela utilização de estrobilurinas. Foi observado em plantas de trigo um maior teor de clorofila e retardo na senescência das folhas após a utilização do fungicida. Essas respostas podem estar correlacionadas com a diminuição da produção de etileno e de um de seus precursores 1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC) e elevação do teor de ácido indol-3-acético (AIA) (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997).

No mesmo trabalho, Grossmann e Retzlaff (1997) também concluíram que os teores de auxina endógeno não foram alterados de forma marcante, entretanto a molécula de cresoxim-metílico fez com que fosse observado maiores teores de citocininas na parte aérea, ao passo que os níveis de 1-amino-ciclopropano-1-carboxílico ACC diminuíram.

2.8.3 Atividade de enzimas antioxidantes

Os efeitos hormonais possuem ligação próxima com as atividades das enzimas antioxidantes catalase (CAT), peroxidase (POD) e superóxido dismutase (SOD). O crescimento vegetal em ambientes estressantes provoca a formação de radicais livres e consequentemente eleva o potencial oxidativo dos tecidos (MITTLER, 2002).

As espécies reativas de oxigênio (ERO) podem causar destruição oxidativa das células e, em contrapartida serem utilizados pela planta para monitoramento dos distúrbios ativando com isso rotas de defesa e respostas ao estresse. Os teores de ERO nas células são baixos, porém podem ser alterados em condições de estresse. Ao menos dois mecanismos são necessários para a regulação ERO nas células (ERO tóxicos e ERO de limpeza das células). As enzimas CAT e SOD estão entre os principais mecanismos benéficos de balanceamento de ERO, podendo ser utilizados como sinalizadores de estresse da planta (MITTLER, 2002).

Carrijo (2014), avaliando estrobilurinas e carboxamidas, encontrou elevação da atividade das enzimas antioxidantes com a aplicação dos inibidores da quinona, isso porém não foi constante em todas as doses utilizadas. Os resultados enzimáticos, bem como a elevação da taxa fotossintética líquida apontam para os efeitos benéficos deste grupo de fungicidas. Entretanto ao analisar as aplicações com fluxapiraxade aplicado separadamente não foram observados os mesmos efeitos.

A capacidade antioxidante contribui para o manejo do estresse, condizente com resultados observados nos tratamentos com estrobilurinas (VENÂNCIO et al., 2003). As pesquisas de Köhle et al. (2003) também evidenciam o papel de “sensor de estresse” realizado pela mitocôndria, local de ação das estrobilurinas.

2.8.4 Atividade fotossintética

Aliyev e Mirzoyev (2010), ao avaliarem 10 variedades cultivadas por um período de 4 anos, concluíram que genótipos altamente produtivos possuem altas taxas fotossintéticas, bem como de fotorrespiração, sendo um norte para os programas de melhoramento. As características desejáveis são folhas compactas e de tamanho médio, maior número de folhas no terço médio, folhas com maiores densidades e período de formação e enchimento de vagens maiores.

Trabalhos na cultura de trigo mostram também a importância das folhas do estrato superior de plantas altamente produtivas quando comparadas com plantas de patamares produtivos menores, a taxa fotossintética neste estrato pode ser 1,5 vezes maior nos genótipos mais produtivos, e a fotossíntese diária é maior nas plantas de trigo mais produtivas, mostrando assim um relacionamento próximo entre fotossíntese e fotorrespiração na obtenção de altas produtividades (ALIYEV, 2012).

Ao avaliar a aplicação de estrobilurina e triazol nas fases reprodutivas R_1 e $R_{5.1}$ na cultura de soja, Fagan et al. (2010) observaram a elevação da fotossíntese líquida relativa até os 17 dias após a primeira aplicação. Porém, ao avaliar a segunda época de aplicação, não foi

possível observar resultados similares. Os efeitos da aplicação das estrobilurinas puderam ser observados 3 horas após a aplicação, sendo que as maiores diferenças foram aos 7 dias após a primeira aplicação.

Também com trabalhos na cultura de trigo, Grossmann e Retzlaff (1997) concluíram que a utilização de cresoxim-metílico eleva a área fotossinteticamente ativa e por consequência melhora a taxa de assimilação de CO₂, com interferência na respiração das plantas de trigo.

Resultados dos inibidores da succinato desidrogenase na taxa fotossintética na cultura de soja são escassos, porém estudos em trigo, em casa de vegetação e ao nível de campo, demonstraram alteração positiva na capacidade fotossintética, fotossistema II, e correlação consistente com produtividade quando utilizado misturas entre os fungicidas dos grupos das carboxamidas e triazol (AJIGBOYE; MURCHIE; RAY, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Espécie e cultivares

Foi utilizada a cultura de soja (*Glycine max*), variedades cultivadas M-7908-RR (hábito de crescimento determinado - experimentos I e III) e Brasmax-Potência-RR (hábito de crescimento indeterminado - experimentos II e IV).

Nos experimentos conduzidos no campo (experimentos I e II), as variedades foram semeadas com densidade de 20 sementes por metro (espaçamento: 0,5 m) com o objetivo de uma população final de 400.000 plantas.ha⁻¹.

Nos experimentos conduzidos na casa de vegetação (experimentos III e IV), as variedades foram semeadas com densidade de 10 sementes por vaso com o objetivo de uma população final de 2 plantas.vaso⁻¹.

3.2 Experimentos I e II: campo

Foram realizados dois experimentos no campo utilizando os mesmos tratamentos. Porém, foram utilizadas duas variedades cultivadas: M-7908-RR (experimento I) e BMX-Potência-RR (experimento II).

3.2.1 Local

O ensaio foi conduzido no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), na área do Centro Experimental Central (CEC), Fazenda Santa Elisa (Latitude: 22°54'20" Sul, Longitude: 47°05'34" Oeste, e Altitude: 694 m), em Campinas (SP), safra 2013/2014 (Figura 1).

Figura 1 - Referência geográfica da Fazenda Santa Elisa, localizada em Campinas (SP). (A) Localização do Estado de São Paulo em relação ao Brasil (http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Paulo); (B) Localização de Campinas em relação ao Estado de São Paulo; (C) Localização da Fazenda Santa Elisa em relação à cidade de Campinas (SP) (WIKIMÁPIA, 2014)

3.2.2 Caracterização climática

Segundo a classificação de Köppen, o clima da localidade é classificado como tropical de altitude, Cwa, com temperaturas entre 15°C a 22°C. A intensidade das chuvas é maior no verão, e no inverno pode haver a ocorrência de geadas (MONTEIRO, 1973).

3.2.3 Solo

O solo é classificado como Latossolo vermelho distroférrico A moderado de textura argilosa. A amostragem de solo para análise química e física foi realizada anterior à data de semeadura na profundidade de 0,2 m (SANTOS et al., 2013).

3.2.4 Práticas culturais

3.2.4.1 Semeadura

A semeadura foi realizada em sistema convencional, em 20 de fevereiro com deposição de sementes de 0,03 m de profundidade.

3.2.4.2 Adubação

A adubação de semeadura foi realizada com 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O. Outros 22 kg.ha⁻¹ de K₂O foram distribuídos em cobertura a lanço no estágio fenológico V₄. O fertilizante foi depositado ao lado e 0,05 m abaixo do local de deposição das sementes.

3.2.4.3 Controle de plantas daninhas

O controle em pré-semeadura foi realizado com uma gradagem niveladora. Já o controle de plantas daninhas em pós emergência foi realizado com o herbicida glifosato no estágio fenológico V₄ com dose de 1440g.ha⁻¹ em equivalente ácido.

3.2.4.4 Controle de pragas e fenologia

A caracterização dos estádios fenológicos foi feita semanalmente pela escala de Fehr e Caviness (1977), a mudança de estágio foi caracterizada quando 50% + 1 das plantas se encontravam em determinado estágio fenológico. O levantamento de pragas foi realizado semanalmente com a finalidade de auxiliar nas medidas de manejo de acordo com os respectivos níveis de controle.

3.2.4.5 Irrigação

A irrigação foi realizada por um sistema de aspersão convencional em malha de 18 m x 18 m. A lâmina bruta diária aplicada foi de 8 mm, sendo nos dias nos quais houve precipitações o sistema não foi utilizado.

3.2.5 Área e delineamento experimental

A área total de cada parcela foi de 30 m² (6 linhas de 10 metros de comprimento espaçadas de 0,50 m entre si).

A área útil foi de 16,2 m² devido à eliminação das linhas externas e 0,5 m de cada extremidade.

Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO₂ e volume de calda de 150 L.ha⁻¹, pontas tipo leque 11002 e uma pressão de trabalho de 2 bar.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 repetições e 12 tratamentos, exemplificados na Tabela 3 e respectivas doses na Tabela 4.

3.3 Experimentos III e IV: casa de vegetação

Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação utilizando os mesmos tratamentos e as variedades cultivadas: M-7908-RR (experimento III) e BMX-Potência-RR (experimento IV) para avaliação de trocas gasosas.

3.3.1 Local

3.3.2 Elementos do clima

O clima da região é classificado como tropical de altitude com duas estações bem definidas, inverno seco e verão quente e chuvoso – Cwa, segundo a classificação de Köppen. Possui altitude média de 546 m e temperatura do mês mais quente de 22°C (SENTELHAS et al., 1998).

3.3.3 Substrato

O substrato utilizado foi 1/3 de areia grossa lavada, 1/3 de substrato para mudas e 1/3 de terra argilosa resultante em novo substrato com as seguintes características. As doses de K e P foram ajustadas para que os níveis fossem considerados altos de acordo com o Boletim Técnico, 100 (RAIJ et al., 1997). Os vasos utilizados foram de 5 L.

3.3.4 Práticas culturais

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente durante todo o período do experimento. Nenhum manejo de inseticidas em pós emergência foi realizado ao longo do ciclo devido à baixa infestação de pragas da parte aérea.

3.3.4.1 Semeadura

Foram semeadas 10 sementes em por vaso, posteriormente foi realizado o desbaste deixando apenas duas plantas por vaso para a condução dos experimentos. As sementes foram tratadas e inoculadas na data da semeadura.

3.3.4.2 Fenologia

A caracterização dos estádios fenológicos foi feita semanalmente pela escala de Fehr e Caviness (1977).

3.3.4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com duas repetições. Os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 3 e as respectivas doses na Tabela 4. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO₂ e volume de calda de 150 L.ha⁻¹, pontas tipo leque 11002 e uma pressão de trabalho de 2 bar.

Tabela 3 - Descrição dos tratamentos (T) referentes à avaliação das aplicações de fungicidas na cultura de soja

T	Época de aplicação ¹				
	TS	V ₄	R ₁	15 daR ₁	30 daR ₁
1	P+T ²	P+E ³	F+P ⁴	F+P	P+E
2	P+T	P+E	P ⁵	F+P	P+E
3	P+T	P+E	F ⁶	F+P	P+E
4	P+T	P+E	F+P	P	P+E
5	P+T	P+E	F+P	F	P+E
6	P+T	P+E	P+E	P+E	P+E
7	P+T	P+E	F+P	F+P	E ⁷
8	T ⁸	P+E	P	F+P	P+E
9	P+T	P+E	E	F+P	P+E
10	P+T	P+E	F+P	E	P+E
11	T	E	E	E	E
12	- ⁹	-	-	-	-

¹ TS: Tratamento de sementes. V₄: Estádio fenológico quando 50% das plantas apresentam 4 nós e trifólios completamente desenvolvidos. R₁: Estádio fenológico quando 50% das plantas apresentam um botão floral. 15 daR₁: 15 dias após o estágio fenológico R₁. 30 daR₁: 30 dias após o estágio fenológico R₁.

² P+T: piraclostrobina + tiofanato-metílico. ³ P+E: piraclostrobina + epoxiconazol.

⁴ F+P: fluxapiraxade + piraclostrobina. ⁵ P: piraclostrobina. ⁶ F: fluxapiraxade. ⁷ E: epoxiconazol

⁸ T: tiofanato-metílico. ⁹ -: Controle (testemunha absoluta)

Tabela 4 - Doses em g de ingrediente ativo por 100 kg de sementes no tratamento de sementes (TS) e por hectare na aplicação foliar nos respectivos estádios fenológicos

Ingrediente ativo	Época de aplicação ¹				
	TS	V ₄	R ₁	15 daR ₁	30 daR ₁
P+T ²	2,5+22,5				
T ⁸	22,5				
P+E ³		66,5+25			66,5+25
E ⁷		25	25	25	25
F+P ⁴			50,1+99,9	50,1+99,9	
P ⁵			99,9	99,9	
F ⁶			50,1	50,1	

¹ TS: Tratamento de sementes. V₄: Estádio fenológico quando 50% das plantas apresentam 4 nós e trifólios completamente desenvolvidos. R₁: Estádio fenológico quando 50% das plantas apresentam um botão floral. 15 daR₁: 15 dias após o estágio fenológico R₁. 30 daR₁: 30 dias após o estágio fenológico R₁.

² P+T: piraclostrobina + tiofanato-metílico. ³ P+E: piraclostrobina + epoxiconazol.

⁴ F+P: fluxapirroxade + piraclostrobina. ⁵ P: piraclostrobina. ⁶ F: fluxapirroxade

⁷ E: epoxiconazol. ⁸ T: tiofanato-metílico.

3.4 Comparações e testes de hipóteses

Podem ser encontradas, na Tabela 5, as principais comparações que buscam responder as perguntas referentes a efeitos fisiológicos, Tabela 6, efeitos fungicidas, Tabela 7, efeitos sinérgicos, Tabela 8, e efeitos entre os sistemas de produção, Tabela 9. Verifica-se, na Tabela 10, as avaliações realizadas tanto experimento de campo e em casa de vegetação.

Tabela 5 - Comparações a serem feitas para responder as perguntas referentes aos testes de hipóteses e objetivos estabelecidos em termos de efeito fisiológico (Fs), efeito fungicida (Fg) e interações (Int)

Efeito	Época de aplicação ¹				
	TS	V ₄	R ₁	15 daR ₁	30 daR ₁
Fs	(P+T) ² x(T) ⁸	(P+E) ³ x(E) ⁷	(F+P) ⁴ x(E)	(F+P)x(E)	(P+E)x(E)
			(F) ⁶ x(E)	(F)x(E)	
			(P) ⁵ x(E)	(P)x(E)	
Fg	(T)x(-)	(E)x(-)	(E)x(-)	(E)x(-)	(E)x(-)
Int			(F+P)	(F+P)	
			(F)	(F)	
			(P)	(P)	

¹ TS: Tratamento de sementes. V₄: Estádio fenológico quando 50% das plantas apresentam 4 nós e trifólios completamente desenvolvidos. R₁: Estádio fenológico quando 50% das plantas apresentam um botão floral. 15 daR₁: 15 dias após o estágio fenológico R₁. 30 daR₁: 30 dias após o estágio fenológico R₁.

² P+T: piraclostrobina + tiofanato-metílico. ³ P+E: piraclostrobina + epoxiconazol.

⁴ F+P: fluxapirroxade + piraclostrobina. ⁵ P: piraclostrobina. ⁶ F: fluxapirroxade

⁷ E: epoxiconazol. ⁸ T: tiofanato-metílico.

Tabela 6 - Perguntas a serem respondidas em termos de efeito fisiológico devido à aplicação de piraclostrobina e/ou fluxapiroxade nas cinco épocas de aplicação, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros

Perguntas a serem respondidas	Comparações	T	R	Parâmetros
	Efeito fisiológico			
Há efeito fisiológico em virtude da aplicação de piraclostrobina no tratamento de sementes? (P+T)x(T)	$(T_1+T_2+T_3+T_4+T_5+T_6+T_7+T_9+T_{10}) \times (T_8+T_{11})$ $T_2 \times T_8$	2 2	48/12 6	Velocidade de emergência, altura de planta e teor de clorofila Estande final de plantas, produtividade
Há efeito fisiológico em virtude da aplicação de piraclostrobina no estágio fenológico V ₄ ? (P+E)x(E)	$T_8 \times T_{11}$	2	18/6 12/6	Teor de clorofila e trocas gasosas
Há efeito fisiológico em virtude da aplicação de piraclostrobina e fluxapiroxade no estágio fenológico R ₁ ? (F+P)x(E), (F)x(E) e (P)x(E)	$T_1 \times T_9$ $T_3 \times T_9$ $T_2 \times T_9$	2 2 2	6 6 6	Teor de clorofila, trocas gasosas, duração da fase reprodutiva, período de enchimento de grãos, estande final de plantas, componentes de produção e produtividade
Há efeito fisiológico em virtude da aplicação de piraclostrobina e fluxapiroxade aos 15 dias após o estágio fenológico R ₁ ? (F+P)x(E), (F)x(E) e (P)x(E)	$T_1 \times T_{10}$ $T_5 \times T_{10}$ $T_4 \times T_{10}$	2 2 2	6 6 6	Teor de clorofila, trocas gasosas, duração da fase reprodutiva, período de enchimento de grãos, estande final de plantas, componentes de produção e produtividade
Há efeito fisiológico em virtude da aplicação de piraclostrobina aos 30 dias após o estágio fenológico R ₁ ? (P+E)x(E)	$T_1 \times T_7$	2	6	Teor de clorofila, trocas gasosas, duração da fase reprodutiva, período de enchimento de grãos, estande final de plantas, componentes de produção e produtividade

Tabela 7 - Perguntas a serem respondidas em termos de efeito fungicida devido à aplicação de piraclostrobina e/ou fluxapiroxade nas cinco épocas de aplicação, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros

Perguntas a serem respondidas	Comparações	Efeito fungicida		Parâmetros
		T	R	
Há efeito fungicida em virtude da aplicação de tiofanato-metílico no tratamento de sementes? (T)x(-)	$(T_8+T_{11}) \times T_{12}$	2	18/6	Severidade de doença
Há efeito fungicida em virtude da aplicação de epoxiconazol no estágio fenológico V ₄ ? (E)x(-)	$T_{11} \times T_{12}$	2	6	Severidade de doença
Há efeito fungicida em virtude da aplicação de epoxiconazol no estágio fenológico R ₁ ? (E)x(-)	$T_{11} \times T_{12}$	2	6	Severidade de doença
Há efeito fungicida em virtude da aplicação de epoxiconazol aos 15 dias após o estágio fenológico R ₁ ? (E)x(-)	$T_{11} \times T_{12}$	2	6	Severidade de doença
Há efeito fungicida em virtude da aplicação de epoxiconazol aos 30 dias após o estágio fenológico R ₁ ? (E)x(-)	$T_{11} \times T_{12}$	2	6	Severidade de doença

Tabela 8 - Perguntas a serem respondidas em termos de efeito sinérgico devido à aplicação de piraclostrobina e/ou fluxapiroxade nas cinco épocas de aplicação, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros

Perguntas a serem respondidas	Comparações	T	R	Parâmetros
Efeito sinérgico				
Há efeito sinérgico em virtude da aplicação de piraclostrobina e fluxapiroxade no estágio fenológico R ₁ ? (F+P)x(F)x(P)	T ₁ x T ₃ x T ₂	3	6	Produtividade
Há efeito sinérgico em virtude da aplicação de piraclostrobina e fluxapiroxade aos 15 dias após o estágio fenológico R ₁ ? (F+P)x(F)x(P)	T ₁ x T ₅ x T ₄	3	6	Produtividade

Tabela 9 - Perguntas a serem respondidas em termos de comparação entre sistemas de produção, comparações, número de tratamentos (T), número de repetições (R) e parâmetros

parâmetros	Sistemas de produção	Comparações	T	R	Parâmetros
Efeito fisiológico do sistema de produção devido ao uso de piraclostrobina e fluxapiroxade no estágio fenológico R ₁ e aos 15 dias após o R ₁					
T ₁ : Sistema completo com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de piraclostrobina e fluxapiroxade no estágio fenológico R ₁ e aos 15 dias após o R ₁		T ₁ xT ₆	2	6	Produtividade
T ₆ : Sistema completo com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de piraclostrobina no estágio fenológico R ₁ e aos 15 dias após o R ₁					
Efeitos fungicida e fisiológico dos sistemas de produção					
T ₂ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de piraclostrobina no estágio fenológico R ₁		T ₁ xT ₁₂	12	6	Produtividade
T ₃ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de fluxapiroxade no estágio fenológico R ₁		T ₂ xT ₁₂			
T ₄ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de piraclostrobina aos 15 dias após o estágio fenológico R ₁		T ₃ xT ₁₂			
T ₅ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de fluxapiroxade aos 15 dias após o estágio fenológico R ₁		T ₄ xT ₁₂			
T ₇ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de piraclostrobina e fluxapiroxade no estágio fenológico R ₁ e aos 15 dias após o R ₁ e aplicação de epoxiconazol aos 30 dias após o estágio fenológico R ₁		T ₅ xT ₁₂			
T ₈ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de piraclostrobina no estágio fenológico R ₁ sem a aplicação de piraclostrobina no tratamento de sementes		T ₆ xT ₁₂			
T ₉ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de epoxiconazol no estágio fenológico R ₁ e de piraclostrobina e fluxapiroxade aos 15 dias após o R ₁		T ₇ xT ₁₂			
T ₁₀ : Sistema com efeitos fungicida e fisiológico devido ao uso de piraclostrobina e fluxapiroxade no estágio fenológico R ₁ e de epoxiconazol aos 15 dias após o R ₁		T ₈ xT ₁₂			
		T ₉ xT ₁₂			
		T ₁₀ xT ₁₂			
		T ₁₁ xT ₁₂			
Efeitos fungicida e fisiológico (devido ao uso de piraclostrobina e fluxapiroxade, ou apenas piraclostrobina, no estágio fenológico R ₁ e aos 15 dias após o R ₁) dos sistemas de produção					
T ₁₁ : Sistema controle de doenças (controle relativo) para avaliar o efeito fisiológico (T ₁ x T ₁₁)		T ₁ xT ₁₁ xT ₁₂	3	6	Produtividade
T ₁₂ : Sistema controle absoluto (testemunha) para avaliar efeito fungicida (T ₁₁ x T ₁₂) e efeitos fungicida e fisiológico (T ₁ x T ₁₂)		T ₆ xT ₁₁ xT ₁₂	3	6	

3.5 Avaliações

Tabela 10 - Avaliações realizadas nos experimentos conduzidos no campo e em casa de vegetação

	Avaliação	Campo	Casa de Vegetação
Doenças	Severidade da ferrugem asiática da soja	X	
Trocas gasosas	Fotossíntese líquida, condutância estomática, carbono intercelular e transpiração		X
Teor de clorofila	Valor Spad	X	
Fenologia	Fase reprodutiva e período de enchimento de grãos	X	
Componentes de produção	Altura de plantas, número de nós por planta, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos, estande final de plantas, e produtividade	X	

3.5.1 Severidade

Para severidade da ferrugem asiática da soja, foi utilizada a escala diagramática proposta por Godoy, Koga e Canteri (2006). Os padrões para análise foliar lesionada iniciam com 0,6% de dano foliar, valores intermediários de 7, 18 e 42%, e valor máximo de 78,5% de área foliar atacada.

Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada através dos dados de severidade da doença conforme a proposta por (CAMPBELL; MADDEN, 1990), pela seguinte fórmula $AACPD = \sum (y_i + y_{i+1})/2 * (t_{i+1} - t_i)$, onde: n = número de avaliações; y = severidade da Ferrugem asiática da soja (%); e t = tempo (dias).

3.5.2 Trocas gasosas

Para análise de atividade fotossintética, foi utilizado o equipamento IRGA (*Infra Red Gas Analyzer*), modelo LI-6400 (LI-COR).

Para medir as trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática, carbono intercelular e transpiração), foram conduzidas plantas de soja em vasos em casa de vegetação utilizando 2 repetições dos tratamentos descritos na Tabela 3.

As medições foram realizadas 7 dias após a aplicação entre 8:30 e 11:30 horas da manhã e a densidade de fluxo de fótons fotossintetizantes de $1.000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

3.5.3 Teor de clorofila

O teor relativo de clorofila foi coletado pelo medidor de clorofila Minolta Spad – 502, no unifólio central do primeiro trifólio totalmente expandido.

Para as determinações dos componentes de produção como: número de vagens por planta e número de nós por planta, foram utilizadas amostras de um metro de uma das linhas

centrais, e posteriormente separados para confecção das amostras de hastes e vagens. Já a quantidade final de grãos foi encaminhada para determinação de produtividade, a 13% de umidade (base úmida).

3.6 Análise estatística

Todos os resultados dos experimentos foram submetidos à análise variância (ANOVA) utilizando o pacote estatístico SAS/STAT[®] (v. 9.1.3) (SAS, 2003). Posteriormente, utilizou-se os testes de Tukey e Duncan, ambos ao nível de significância de 5% e 10%, para comparação múltipla das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimentos I e II: campo

4.1.1 Elementos do clima

As variações de temperatura média, precipitação e UR (%) são apresentadas na Figura 2, para a região de Campinas (SP) para os meses de Fevereiro a Julho. Ao analisar a série de dados entre 1961 e 1990 do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas, observou-se uma redução de 58% no volume de chuvas correspondentes ao período entre os meses de fevereiro a julho de 2014, 235mm, em comparação com a média histórica, 560 mm. O dado médio de temperatura variou positivamente em 10,5% quando comparado à média histórica para o período de citado, já a umidade relativa decaiu em 7,2% no mesmo período.

Figura 2 - Variação temporal da temperatura (T, °C), da umidade relativa do ar (UR, %) e precipitação (Pp, mm) ao longo do ciclo da cultura de soja (experimentos conduzidos no campo). Variedades cultivadas M-7908-RR (Experimento I) e Brasmax-Potência-RR (Experimento II). Estação meteorológica da Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP)

4.1.2 Experimento I: M-7908-RR (campo)

4.1.2.1 Calendário de aplicações e avaliações

Para facilitar as avaliações durante o ciclo da cultura de soja, foi confeccionado um calendário (Tabela 11). Neste calendário, constam informações a respeito das avaliações efetuadas.

Tabela 11 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (E4: emergência aos 4 dias após a semeadura, E7: emergência aos 7 dias após a semeadura, VE: velocidade de emergência, Sp1: valor Spad - primeira avaliação, Sp2: valor Spad - segunda avaliação, Sp3: valor Spad - terceira avaliação, Sp4: valor Spad - quarta avaliação, Sd1: severidade - primeira avaliação, Sd2: severidade - segunda avaliação, Sd3: severidade - terceira avaliação, Sd4: severidade - quarta avaliação, Sd5: severidade - quinta avaliação, Sd6: severidade - sexta avaliação, e Sd7: severidade - sétima avaliação) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 20 de fevereiro de 2014. Variedade cultivada M-7908-RR (hábito de crescimento determinado). Fazenda Santa Elisa. Campinas, SP. Safra 2013/2014

Mês	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
Fev					20	21	22
					Sem	1	2
Mar	23	24	25	26	27	28	1
	3	E4	5	6	E7/VE	8	9
Mar	2	3	4	5	6	7	8
Mar	9	10	11	12	13	14	15
Mar	16	17	18	19	20	21	22
	24	25	26	27	28	29	1aApl/V ₄
Mar	23	24	25	26	27	28	29
	31	32	33	34	35	36	Sp1
Abr	30	31	1	2	3	4	5
	38	39	40	2aApl/R ₁	42	43	44
Abr	6	7	8	9	10	11	12
	45	46	47	Sp2	49	50	51
Abr	13	14	15	16	17	18	19
	52	53	54	Sd1	3aApl	57	58
Abr	20	21	22	23	24	25	26
	59	60	61	62	Sd2	Sp3	65
Mai	27	28	29	30	1	2	3
	66	67	68	69	Sd3	4aApl	72
Mai	4	5	6	7	8	9	10
	73	74	75	76	77	Sd4/Sp4	79
Mai	11	12	13	14	15	16	17
	80	81	82	83	84	Sd5	86
Mai	18	19	20	21	22	23	24
	87	88	89	90	Sd6	92	93
Mai	25	26	27	28	29	30	31
	94	95	96	97	98	NNP/NVPNGV/PP/Sd7	100
Jun	1	2	3	4	5	6	7
Jun	8	9	10	11	12	13	14
	108	109	110	111	112	113	M100/P

* Dia e mês em negrito. Fenologia: V₄: estágio fenológico V₄. R₁: estágio fenológico R₁.

4.1.2.2 Velocidade de emergência

Para a variedade cultivada M-7908-RR não foi observado diferenças estatísticas nas diferentes datas de avaliações Tabela 12. Os resultados contradizem os de Gaspar et al. (2014)

que observaram elevação no estande de plântulas com a utilização de fungicidas + inseticidas em relação ao controle.

Tabela 12 – Velocidade de emergência de plântulas de soja 4 e 7 dias após a semeadura (DAS) em função dos tratamentos de sementes (-) sem aplicações de fungicidas, (T) tiofanato-metílico e (P+T) piraclostrobina + tiofanato-metílico. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	4DAS	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	7DAS	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
-	50%	a	a	b	a	85%	a	a	a	a
T	64%	a	a	a	a	89%	a	a	a	a
P+T	58%	a	a	ab	a	90%	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.3 Severidade

Verifica-se nas Figuras 3, 4, 5, 6 e 7 a evolução do desenvolvimento da ferrugem asiática da soja referente a cada data específica. A Tabela 13 compila os resultados de todas as avaliações e respectivas diferenças estatísticas. Verifica-se, na Figura 3, o início das avaliações iniciando com o aparecimento de sintomas no tratamento 12, o qual não houve a aplicação de fungicidas foliares durante o ciclo.

Na Tabela 14, são apresentados os resultados da área abaixo da curva de progresso da doença com base nos dados de severidade observados ao longo do ciclo. Foi possível diferenciar de forma estatística, 5% de significância pelo teste de Tukey, os tratamentos que em alguma época de aplicação receberam ao menos uma aplicação de piraclostrobina e/ou fluxapiroxade como sendo superiores ao tratamento 11, apenas com aplicações foliares de epoxiconazol ao longo do ciclo e que por sua vez foi superior ao tratamento 12, sem aplicações foliares de fungicidas.

Na Figura 4, não foi observado diferenças ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey entre os tratamentos 2, 6, 7 e 8 quando comparados ao tratamento apenas com triazol, T₁₁. Um outro ponto importante é ressaltar que estes tratamentos não foram diferentes dos outros tratamentos foliares com estrobilurina e carboxamidas ao longo do ciclo. As aplicações calendarizadas em V₄ e fases vegetativas mais curtas garantiram prevenção inicial e menor desenvolvimento da doença.

Figura 3 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (primeira avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 4 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (segunda avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

A avaliação 3, representada na Figura 5, verificou-se que apenas o tratamento 8 não foi superior ao tratamento 11, padrão fungicida e apenas triazol. Contudo, os demais tratamentos foram melhores que o tratamento 11 e 12 (sem aplicações foliares de fungicidas).

Figura 5 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (terceira avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Na avaliação 4 (Figura 6), a análise estatística não separou os tratamentos 1, 2, 8 e 9 do tratamento exclusivamente com triazóis (T_{11}). Nos tratamentos que receberam aplicações de piraclostrobina e fluxapiroxade ao longo do ciclo, o tratamento 5 foi superior ao tratamento 8 no controle da severidade, o que indica um controle preventivo superior com misturas entre estrobilurinas e carboxamidas no início do estágio reprodutivo quando comparado ao controle realizado exclusivamente com estrobilurinas.

Na Figura 7 e auxílio da Tabela 13, verifica-se que os tratamentos 3, 5 e 6 quando analisados pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% foram superiores ao tratamento 11, tratado exclusivamente com epoxiconazol ao longo do ciclo.

Figura 6 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (quarta avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 7 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (quinta avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Na penúltima avaliação (Figura 8) é possível notar a elevação do nível de severidade da doença em todos os tratamentos, o que acarretou em resultados semelhantes estatisticamente quando analisados pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

A evolução da doença pode ser observada na Figura 9, a partir do tratamento sem fungicidas foliares, T₁₂, sendo classificado como 100% de desfolha e assim não sendo incluso na análise. Os outros tratamentos foram considerados iguais estatisticamente.

Figura 8 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (sexta avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 9 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (sétima avaliação), em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 13 - Severidade de doença (Sd) (primeira - Sd₁, segunda - Sd₂, terceira - Sd₃, quarta - Sd₄, quinta - Sd₅, sexta - Sd₆ - e sétima - Sd₇ - avaliação) referente a cada avaliação realizada ao longo do ciclo após o aparecimento da ferrugem asiática da soja, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Sd ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	0,00	b	b	b	b	0,94	c	c	c	c	1,56	c	c	d	d	12,56	bcd	bcd	cd	cd
2	0,00	b	b	b	b	1,17	bc	c	c	c	4,03	c	c	cd	cd	11,44	bcd	cd	cd	de
3	0,00	b	b	b	b	0,61	c	c	c	c	2,22	c	c	d	d	6,50	cd	d	d	e
4	0,00	b	b	b	b	0,58	c	c	c	c	1,89	c	c	d	d	7,33	cd	d	d	de
5	0,00	b	b	b	b	0,53	c	c	c	c	1,25	c	c	d	d	6,28	d	d	d	e
6	0,03	b	b	b	b	0,56	c	c	c	c	1,53	c	c	d	d	7,36	cd	d	d	de
7	0,00	b	b	b	b	1,28	bc	c	c	c	2,56	c	c	cd	d	7,86	cd	d	d	de
8	0,00	b	b	b	b	2,36	bc	bc	c	c	6,92	bc	bc	c	c	17,83	abc	abc	bc	bc
9	0,00	b	b	b	b	1,39	bc	bc	c	c	3,47	c	c	cd	cd	12,69	bcd	bcd	cd	cd
10	0,00	b	b	b	b	0,89	c	c	c	c	1,61	c	c	d	d	7,89	dc	d	d	de
11	0,00	b	b	b	b	4,86	b	b	b	b	12,28	b	b	b	b	21,94	ab	ab	ab	ab
12	1,17	a	a	a	a	15,72	a	a	a	a	21,36	a	a	a	a	26,61	a	a	a	a
T	Sd ₅	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₆	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₇	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀					
1	19,28	abc	bc	b	bc	22,92	a	a	b	bc	30,83	a	a	a	a					
2	20,83	abc	abc	b	b	26,42	a	a	ab	bc	30,69	a	a	a	a					
3	12,72	c	c	b	c	24,81	a	a	b	bc	28,03	a	a	a	ab					
4	18,94	bc	bc	b	bc	23,69	a	a	b	bc	28,47	a	a	a	ab					
5	14,14	c	c	b	bc	20,33	a	a	b	c	26,31	a	a	a	ab					
6	15,97	c	c	b	bc	30,42	a	a	ab	abc	29,72	a	a	a	ab					
7	20,89	abc	abc	b	b	24,69	a	a	b	bc	30,50	a	a	a	a					
8	20,58	abc	abc	b	b	28,86	a	a	ab	abc	24,19	a	a	a	ab					
9	20,53	abc	abc	b	b	27,11	a	a	ab	bc	29,83	a	a	a	ab					
10	17,86	bc	bc	b	bc	24,19	a	a	b	bc	29,31	a	a	a	ab					
11	28,58	ab	ab	a	a	33,31	a	a	ab	ab	-	-	-	-	-					
12	31,31	a	a	a	a	39,19	a	a	a	a	-	-	-	-	-					

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

Tabela 14 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) após o aparecimento da Ferrugem Asiática da Soja, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	AACPD	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	307,0	c	c	dc	cd
2	339,5	c	bc	dc	cd
3	227,1	c	c	d	d
4	267,8	c	c	d	cd
5	213,3	c	c	d	d
6	266,0	c	c	d	cd
7	297,6	c	c	dc	cd
8	423,7	bc	bc	c	bc
9	346,4	c	bc	dc	cd
10	266,6	c	c	d	cd
11	578,8	b	ab	b	b
12	803,4	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.4 Spad

Nas quatro avaliações realizadas (Tabela 15), após cada aplicação foliar de fungicidas, os valores Spad apenas variaram estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey obtidos na avaliação 2. Avaliação 1 (Figura 10) representa uniformidade das leituras ao longo do ciclo e o que se observou em 3 das 4 leituras realizadas.

Os resultados estão condizentes aos obtidos por Swoboda e Pedersen (2009), nos quais não foram observados variações significativas no teor de clorofila com aplicações foliares de fungicidas na cultura de soja.

Figura 10 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (primeira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Na avaliação 2 (Figura 11), o tratamento 2 obteve maior valor, porém igual estatisticamente aos tratamentos 1, 3, 7, 8, 11 e 12.

Houve uma grande variação, já que os tratamentos 1 e 7 receberam as misturas de piraclostrobina + fluxapiroxade, o tratamento 3 apenas o ingrediente ativo fluxapiroxade, o tratamento 8 apenas ingrediente ativo piraclostrobina, o tratamento 11 apenas o ingrediente ativo epoxiconazol e tratamento 12 sem aplicações foliares de fungicidas.

Figura 11 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (segunda avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 12 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (terceira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Na terceira avaliação (Figura 12) verifica-se novamente a uniformidade das leituras, não podendo destacar nenhum tratamento.

Observa-se na quarta leitura (Figura 13) como já comentado anteriormente, a manutenção da uniformidade entre os tratamentos.

Figura 13 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (quarta avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 15 - Valor Spad (Sp) (primeira - Sp₁, segunda – Sp₂, terceira – Sp₃ - e quarta avaliação – Sp₄) referente às avaliações com Spad 7 dias após cada aplicação foliar de fungicidas, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Sp ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sp ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sp ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sp ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	30,23	a	a	a	a	34,05	ab	abc	abc	ab	41,93	a	a	a	a	38,40	a	a	a	a
2	29,27	a	a	a	a	35,52	a	a	a	a	37,77	a	a	b	b	38,85	a	a	a	a
3	29,25	a	a	a	a	33,25	abc	abcd	bcde	bcd	39,83	a	a	ab	ab	39,30	a	a	a	a
4	30,63	a	a	a	a	31,68	bc	bcd	def	def	36,98	a	a	b	b	37,82	a	a	a	a
5	28,87	a	a	a	a	31,33	bc	cd	ef	ef	38,82	a	a	ab	ab	36,33	a	a	a	a
6	28,87	a	a	a	a	32,07	bc	bcd	cdef	cde	38,17	a	a	ab	b	36,85	a	a	a	a
7	28,88	a	a	a	a	32,83	abc	abcd	bcde	bcde	36,82	a	a	b	b	38,68	a	a	a	a
8	28,57	a	a	a	a	34,33	ab	ab	ab	ab	38,33	a	a	ab	b	39,70	a	a	a	a
9	29,68	a	a	a	a	30,37	c	d	f	f	36,75	a	a	b	b	38,63	a	a	a	a
10	29,57	a	a	a	a	32,13	bc	bcd	cdef	cde	37,52	a	a	b	b	38,78	a	a	a	a
11	30,90	a	a	a	a	33,30	abc	abc	bcde	bcd	41,88	a	a	a	a	39,30	a	a	a	a
12	28,98	a	a	a	a	33,78	ab	abc	abcd	bc	38,40	a	a	ab	b	38,58	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.5 Altura de plantas

Para a variável altura de plantas houve diferenças dos tratamentos 1, 2, 3 e 9 em relação ao tratamento 11, apenas aplicações de triazol e o tratamento 12, controle, como pode ser observado na Figura 14 e Tabela 16. Todos os tratamentos que receberam estrobilurinas e/ou carboxamidas não diferiram entre si, assim não é possível destacar o benefício da adição de uma nova molécula, neste caso o fluxapirroxade.

Figura 14 - *Boxplot* referente altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 16 - Altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Alt	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	75,35	ab	a	a	a
2	74,17	ab	ab	a	a
3	71,61	ab	ab	ab	a
4	75,09	ab	a	a	a
5	74,36	ab	ab	a	a
6	74,93	ab	a	a	a
7	74,61	ab	ab	a	a
8	71,02	ab	ab	ab	a
9	74,55	ab	ab	a	a
10	76,40	a	a	a	a
11	70,59	ab	ab	ab	a
12	65,64	b	b	b	b

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.6 Fase reprodutiva

Ao avaliar fase reprodutiva para a variedade cultivada M-7908-RR (Figura 15 e Tabela 17), apenas os tratamentos 2 e 5 diferiram entre si. Para esta fase, os tratamentos 11 e 12, com triazol e controle respectivamente, foram semelhantes aos tratamentos com inibidores da quinona e os inibidores da succinato desidrogenase.

Figura 15 - Boxplot referente fase reprodutiva da planta de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 17 - Fase reprodutiva da planta de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Fr	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	56,00	ab	ab	b	dc
2	55,17	b	b	b	d
3	57,17	ab	ab	ab	bcd
4	58,00	ab	ab	ab	abc
5	60,17	a	a	a	a
6	59,33	ab	ab	a	ab
7	59,17	ab	ab	a	ab
8	59,67	ab	a	a	ab
9	57,83	ab	ab	ab	abc
10	59,83	ab	a	a	ab
11	59,67	ab	a	a	ab
12	56,00	ab	ab	b	dc

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.7 Período de enchimento de grãos

Para o período de enchimento de grão (Figura 16 e Tabela 18), não foram verificadas diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Estes resultados assemelham-se aos dados da fase reprodutiva na qual não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Figura 16 - Boxplot referente ao período de enchimento de grãos, do estágio R₅ ao R₇, da cultura de soja (Pr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 18 - Período de enchimento de grãos, do estágio R₅ ao R₇, da cultura de soja (Peg, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Peg	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	33,67	a	a	c	c
2	37,00	a	a	abc	abc
3	36,83	a	a	abc	abc
4	36,17	a	a	abc	abc
5	36,67	a	a	abc	abc
6	37,00	a	a	abc	abc
7	38,50	a	a	ab	ab
8	39,00	a	a	a	a
9	38,33	a	a	ab	ab
10	34,67	a	a	bc	bc
11	37,17	a	a	abc	abc
12	34,17	a	a	c	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.8 Número de nós por planta

Para a variável biométrica número de nós por planta (Figura 17 e Tabela 19), observa-se também que os tratamentos não diferiram entre si, o que indica que para esta variedade cultivada esta variável é pouco afetada pela utilização de fungicidas foliares.

Figura 17 - Boxplot referente ao número de nós por planta de soja (Nn, nós.planta⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 19 - Número de nós por planta de soja (Nn, nós.planta⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Nn	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	10,83	a	a	a	b
2	11,37	a	a	a	ab
3	11,23	a	a	a	ab
4	11,56	a	a	a	ab
5	11,43	a	a	a	ab
6	11,59	a	a	a	ab
7	11,24	a	a	a	ab
8	11,44	a	a	a	ab
9	11,06	a	a	a	ab
10	11,48	a	a	a	ab
11	11,86	a	a	a	a
12	11,02	a	a	a	ab

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.9 Número de vagens por planta

Assim como para o número de nós por planta, o número de vagens por planta (Figura 18 e Tabela 20) também não foi influenciado pelos tratamentos ao ponto de não ser possível uma diferença estatística entre eles.

Figura 18 - Boxplot referente ao número de vagens por planta de soja (Nv, vagens.planta⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 20 - Número de vagens por planta de soja (Nv, vagens.planta⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Nv	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	17,41	a	a	a	a
2	19,22	a	a	a	a
3	18,57	a	a	a	a
4	18,91	a	a	a	a
5	17,64	a	a	a	a
6	19,64	a	a	a	a
7	18,00	a	a	a	a
8	19,26	a	a	a	a
9	18,15	a	a	a	a
10	17,65	a	a	a	a
11	18,49	a	a	a	a
12	17,20	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.10 Estande final de plantas

O estande final de plantas (Figura 19 e Tabela 21) não foi alterada pela adição de tiofanato-metílico e piraclostrobina. Estes resultados não estão de acordo com os encontrados por Gaspar et al. (2014), que avaliaram diversos tratamentos de sementes (fungicidas + nematicidas) em diversos sistemas de produção e os mesmo foram consistentes no aumento da estande de plantas.

Figura 19 - Boxplot referente ao estande final de plantas de soja (Np, pl.m⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 21 - Estande final de plantas de soja (Pp, pl.ha⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Pp	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	17,50	a	a	a	a
2	17,00	a	a	a	a
3	14,67	a	a	ab	ab
4	15,33	a	a	ab	ab
5	16,83	a	a	a	a
6	15,50	a	a	ab	ab
7	17,00	a	a	a	a
8	14,33	a	a	ab	ab
9	17,17	a	a	a	a
10	17,17	a	a	a	a
11	12,83	a	a	b	b
12	15,67	a	a	ab	ab

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.2.11 Massa de 1000 grãos

Na avaliação da massa de 1000 grãos (Figura 20 e Tabela 22), destaca-se os tratamentos 5 e 7 estatisticamente diferentes ao nível de 5% para o teste de Tukey do tratamento 12, controle. Em função dos resultados obtidos, verifica-se que este parâmetro não foi afetado pela aplicação de fungicidas, visto que independentemente dos ativos utilizados via foliar não foram encontrados resultados estatisticamente diferentes.

Tabela 22 - Massa de 1000 grãos de soja (M, g) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	M	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	155,13	ab	ab	bc	bc
2	186,78	ab	ab	a	a
3	186,47	ab	ab	a	a
4	183,93	ab	ab	ab	a
5	196,70	a	a	a	a
6	188,70	ab	a	a	a
7	192,12	a	a	a	a
8	187,19	ab	ab	a	a
9	188,30	ab	a	a	a
10	176,53	ab	ab	ab	ab
11	154,14	ab	ab	bc	bc
12	143,33	b	b	c	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

Figura 20 - *Boxplot* referente à massa de 1000 grãos de soja (M, g) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

4.1.2.12 Produtividade

A produtividade para os tratamentos 1, 2, 3 e 9 diferiu dos tratamentos 11 (apenas triazóis) e 12 (sem a aplicações de fungicidas ao longo do ciclo). Verifica-se, na Figura 21 e na Tabela 23, o desempenho da variedade cultivada M-7908-RR perante todos os tratamentos. Quando compara-se os tratamentos que receberam ao menos uma aplicação de estrobilurinas ao longo do ciclo, não é possível apontar diferenças estatísticas.

O tratamento 1, o mais produtivo, quando comparado percentualmente ao controle mostra uma superioridade de 64%, o que representa aproximadamente 15 sacas a mais por hectare, a realizar a mesma comparação para o tratamento 11, apenas triazol, os resultados mostram a média de produtividade 29% maior, uma diferença de aproximadamente 9 sacas por hectare. Assim, não foi possível observar um efeito adicional da utilização de fluxapiroxade nas aplicações 2 e 3, combinado ou não com a piraclostrobina. Os resultados estão de acordo com outros autores, no qual a utilização de fungicidas gera acréscimos em produtividade quando adicionados a programas com utilização de triazol (RUSKE; GOODING; JONES, 2003).

Figura 21 - *Boxplot* referente à produtividade de soja (P, kg.ha⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 23 - Produtividade de soja (P, kg.ha⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	P	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	2273,83	a	a	a	a
2	2263,89	a	a	a	a
3	2262,42	a	a	a	a
4	2125,48	ab	ab	a	a
5	2220,03	ab	a	a	a
6	2086,74	ab	ab	a	a
7	2147,70	ab	ab	a	a
8	2210,40	ab	a	a	a
9	2266,11	a	a	a	a
10	2157,76	ab	ab	a	a
11	1756,88	bc	bc	b	b
12	1380,50	c	c	c	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3 Experimento II: Brasmax-Potência-RR (campo)

4.1.3.1 Calendário de aplicações e avaliações

Para facilitar as avaliações durante o ciclo da cultura de soja, foi confeccionado um calendário (Tabela 24). Neste calendário, constam informações a respeito das avaliações efetuadas.

Tabela 24 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (E4: emergência aos 4 dias após a semeadura, E7: emergência aos 7 dias após a semeadura, VE: velocidade de emergência, Sp1: valor Spad - primeira avaliação, Sp2: valor Spad - segunda avaliação, Sp3: valor Spad - terceira avaliação, Sp4: valor Spad - quarta avaliação, Sd1: severidade - primeira avaliação, Sd2: severidade - segunda avaliação, Sd3: severidade - terceira avaliação, Sd4: severidade - quarta avaliação, e Sd5: severidade - quinta avaliação) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 20 de fevereiro de 2014. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR (hábito de crescimento indeterminado). Fazenda Santa Elisa. Campinas, SP. Safra 2013/2014

Mês	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
Fev					20	21	22
					Sem	1	2
Mar	23	24	25	26	27	28	1
	3	E4	5	6	E7/VE	8	9
Mar	2	3	4	5	6	7	8
Mar	9	10	11	12	13	14	15
Mar	16	17	18	19	20	21	22
	24	25	26	27	28	29	1aApl/V ₄
Mar	23	24	25	26	27	28	29
	31	32	33	34	35	36	Sp1
Abr	30	31	1	2	3	4	5
	38	39	40	2aApl/R ₁	42	43	44
Abr	6	7	8	9	10	11	12
	45	46	47	Sp2	49	50	51
Abr	13	14	15	16	17	18	19
	52	53	54	Sd1	3aApl	57	58
Abr	20	21	22	23	24	25	26
	59	60	61	62	Sd2	Sp3	65
Mai	27	28	29	30	1	2	3
	66	67	68	69	Sd3	4aApl	72
Mai	4	5	6	7	8	9	10
	73	74	75	76	77	Sd4/Sp4	79
Mai	11	12	13	14	15	16	17
	80	81	82	83	84	Sd5	86
Mai	18	19	20	21	22	23	24
Mai	25	26	27	28	29	30	31
	94	95	96	97	98	NNP/NVPNGV/PP	100
Jun	1	2	3	4	5	6	7
Jun	8	9	10	11	12	13	14
	108	109	110	111	112	113	M100/P

* Dia e mês em negrito. Fenologia: V₄: estágio fenológico V₄. R₁: estágio fenológico R₁.

4.1.3.2 Velocidade de emergência

Os dados de emergência para a variedade cultivada Brasmax-Potência-RR foram estatisticamente diferentes para o teste de Tukey a 5% de significância aos 7 dias após a emergência. O tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico garantiu um melhor estado de plântulas (Tabela 25). Os dados corroboram com os dados obtidos por Gaspar et al. (2014) que com a utilização de fungicidas observaram um maior estado em relação ao controle.

Tabela 25 – Velocidade de emergência de plântulas de soja 4 e 7 dias após a semeadura (DAS) em função dos tratamentos de sementes (-) sem aplicações de fungicidas, (T) tiofanato-metílico e (P+T) piraclostrobina + tiofanato-metílico. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa, Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	4DAS	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	7DAS	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
-	35%	b	b	b	b	65%	b	b	b	b
T	41%	ab	ab	b	ab	71%	b	ab	b	b
P+T	52%	a	a	a	a	87%	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3.3 Severidade

Para os tratamentos que não receberam aplicações de estrobilurinas (tratamentos 11 e 12), foi detectado maiores índices de severidade ao longo de todo o ciclo, bem como a precocidade no aparecimento dos sintomas. Para os outros tratamentos houve respostas similares, não havendo discrepâncias a serem destacadas. Os resultados são melhores descritos nas Figuras 22, 23, 24, 25 e 26, e também na Tabela 26, nas quais os valores de severidade são comprados pelos testes de Tukey e Duncan a 5 e 10% de significância. Para a variedade cultivada Brasmax Potência a definição de estratégias de manejo com variação dos ingredientes ativos piraclostrobina, fluxapiroxade, epoxiconazol ao longo do ciclo não mostrou diferenças do ponto de vista estatístico. Os resultados podem ser creditados a curta fase vegetativa, devido à deficiência hídrica e período de semeadura fora do período ideal, e as aplicações calendarizadas com início em V₄ garantindo prevenção inicial e condições menos favoráveis a duração do período de molhamento foliar (DPM) e consequentemente o desenvolvimento da doença.

A Figura 22 apenas confirma que as plantas não tratadas com fungicidas foram as que primeiro apresentaram sintomas da doença.

Os dados da área abaixo da curva de progresso da doença (Tabela 27) foram estatisticamente diferentes ao nível de 5% pelo teste de Tukey apenas para os tratamentos

com aplicações foliares de piraclostrobina e/ou fluxapirroxade quando comparados aos tratamentos com triazol e sem aplicações foliares.

Figura 22 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (primeira avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 23 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (segunda avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Após a detecção da doença, as avaliações foram feitas semanalmente. Na segunda avaliação é possível separar estatisticamente os tratamentos 11 e 12, referente a aplicação apenas de triazol e sem fungicidas, respectivamente. Já para os demais tratamentos não é possível fazer a distinção com as variações dos fungicidas aplicados quando comparados ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na terceira avaliação (Figura 24) observou-se a continuidade da evolução da severidade da doença nos tratamentos que não receberam piraclostrobina e fluxapiroxade durante a fase vegetativa e reprodutiva.

Figura 24 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (terceira avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Nesta etapa, ressalta-se a manutenção dos valores entre 0 e 10% da área foliar coberta com sintomas da Ferrugem asiática da soja, enquanto para os tratamentos 11 e 12, diferentes estatisticamente dos outros 10 tratamentos, observa-se valores entre 10 e 20 e 15 e 20%, para os tratamentos 11 e 12, respectivamente (Figura 25).

Figura 25 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (quarta avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 26 - *Boxplot* referente à severidade de doença (Sd), ferrugem asiática da soja (quinta avaliação), em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Pode-se verificar na Figura 26 a elevação da severidade nos tratamentos que receberam estrobilurinas e carboxamidas em aplicações foliares, tratamentos 1 a 10, para valores entre 10 e 20%, porém não sendo possível destacar as diferenças entre os tratamentos estatisticamente.

A Tabela 26 sumariza os dados das avaliações com os testes de comparação de médias de Tukey e Duncan, a 5 e 10% de significância. Assim pode-se afirmar que não houve diferenças ao longo do ciclo nos diferentes tratamentos, tratamentos 1 a 10, que receberam piraclostrobina e fluxapiroxade nas diferentes combinações.

Tabela 26 - Severidade de doença (Se) (primeira - Sd₁, segunda – Sd₂, terceira – Sd₃, quarta - Sd₄ - e quinta – Sd₅ - avaliação) referente a cada avaliação de severidade realizada ao longo do ciclo após o aparecimento da ferrugem asiática da soja, em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Sd ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sd ₅	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	0,000	b	b	b	b	0,083	c	c	c	c	1,450	b	b	b	c	2,517	b	b	c	c	14,050	bc	c	bc	b
2	0,000	b	b	b	b	1,117	c	c	c	c	4,350	b	b	b	c	3,883	b	b	c	c	11,113	c	c	bc	bc
3	0,000	b	b	b	b	0,833	c	c	c	c	1,700	b	b	b	c	3,150	b	b	c	c	12,483	c	c	bc	bc
4	0,000	b	b	b	b	0,417	c	c	c	c	1,900	b	b	b	c	3,883	b	b	c	c	11,567	c	c	bc	bc
5	0,000	b	b	b	b	0,500	c	c	c	c	1,267	b	b	b	c	2,267	b	b	c	c	6,317	c	c	c	c
6	0,000	b	b	b	b	1,367	c	c	c	c	2,400	b	b	b	c	4,317	b	b	c	c	16,113	bc	bc	b	b
7	0,000	b	b	b	b	0,200	c	c	c	c	1,383	b	b	b	c	2,283	b	b	c	c	7,117	c	c	c	c
8	0,000	b	b	b	b	1,000	c	c	c	c	3,833	b	b	b	c	3,850	b	b	c	c	12,367	c	c	bc	bc
9	0,000	b	b	b	b	2,067	bc	bc	c	c	4,517	b	b	b	c	5,883	b	b	c	c	12,033	c	c	bc	bc
10	0,000	b	b	b	b	0,217	c	c	c	c	1,417	b	b	b	c	2,500	b	b	c	c	12,283	c	c	bc	bc
11	0,000	b	b	b	b	5,133	b	b	b	b	13,433	a	a	a	b	15,783	a	a	b	b	28,067	a	a	a	a
12	0,300	a	a	a	a	9,600	a	a	a	a	17,117	a	a	a	a	21,917	a	a	a	a	25,350	ab	ab	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

Tabela 27 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) após o aparecimento da Ferrugem Asiática da Soja, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa, Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	AACPD	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	79,5	b	b	c	c
2	109,4	b	b	c	c
3	86,5	b	b	c	c
4	87,0	b	b	c	c
5	52,6	b	b	c	c
6	117,1	b	b	c	c
7	54,2	b	b	c	c
8	108,7	b	b	c	c
9	135,6	b	b	c	c
10	73,9	b	b	c	c
11	355,9	a	a	b	b
12	454,8	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3.4 Valor Spad

O valor Spad variou positivamente até a terceira avaliação, com declínio, em termos de valores médios para a última avaliação, isto sem variações significativas entre todos tratamentos. As Figuras 27, 28, 29 e 30 e Tabela 28 exemplificam estas variações ao longo do ciclo. A deficiência hídrica do período pode ajudar a explicar os resultados devido a redução da velocidade da evolução da doença não alterando o teor clorofila nas folhas analisadas. Estes resultados estão de acordo com o observado por Swoboda e Pedersen (2009), que não constaram alteração no teor de clorofila pela aplicação de fungicidas do grupo químico das estrobilurinas.

Figura 27 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (primeira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 28 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (segunda avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 29 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (terceira avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Figura 30 - *Boxplot* referente ao valor Spad (Sp) (quarta avaliação) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 28 - Valor Spad (Sp) (primeira - Sp₁, segunda - Sp₂, terceira - Sp₃ - e quarta avaliação - Sp₄) 7 dias após cada aplicação foliar de fungicidas, em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Sp ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sp ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sp ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	Sp ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	30,60	a	a	a	a	37,18	a	a	a	a	46,05	a	a	a	a	40,50	a	a	ab	abc
2	31,12	a	a	b	b	36,65	a	a	a	a	45,27	a	a	a	a	42,35	a	a	a	a
3	30,83	a	a	b	b	36,45	a	a	a	a	46,57	a	a	a	a	40,75	a	a	ab	abc
4	30,10	a	a	b	b	35,43	a	a	a	a	44,9	a	a	a	a	40,53	a	a	ab	abc
5	30,25	a	a	b	b	36,25	a	a	a	a	46,30	a	a	a	a	40,73	a	a	ab	abc
6	30,72	a	a	b	b	36,92	a	a	a	a	45,52	a	a	a	a	39,6	a	a	ab	abc
7	30,22	a	a	b	b	36,00	a	a	a	a	46,23	a	a	a	a	39,27	a	a	ab	bc
8	30,10	a	a	b	b	35,73	a	a	a	a	45,52	a	a	a	a	40,90	a	a	ab	abc
9	29,98	a	a	b	b	36,30	a	a	a	a	45,32	a	a	a	a	40,15	a	a	ab	abc
10	29,48	a	a	b	b	36,05	a	a	a	a	45,45	a	a	a	a	40,28	a	a	ab	abc
11	30,40	a	a	b	b	35,48	a	a	a	a	46,00	a	a	a	a	41,33	a	a	ab	ab
12	30,23	a	a	b	b	36,65	a	a	a	a	46,17	a	a	a	a	38,32	a	a	b	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3.5 Altura de plantas

Nas avaliações de biometria, mais especificamente ‘altura de plantas’, observa-se na Figura 31 e na Tabela 29 que o tratamento 7 difere do tratamento 5 e dos tratamentos 11 e 12, quando utilizado o teste de Duncan (ao nível de significância de 5%). Já quando as médias são comparadas pelo teste Tukey (ao nível de significância de 5%), os tratamentos não possuem diferenças significativas. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Swoboda e Pedersen (2009).

Figura 31 - *Boxplot* referente à altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 29 - Altura de plantas de soja (Alt, cm) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Alt	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	54,55	a	a	abc	ab
2	54,13	a	a	abc	ab
3	50,33	a	a	abc	abc
4	55,93	a	a	ab	a
5	48,20	a	a	bc	bc
6	54,27	a	a	abc	ab
7	57,02	a	a	a	a
8	52,13	a	a	abc	abc
9	55,98	a	a	ab	a
10	51,31	a	a	abc	abc
11	46,99	a	a	c	c
12	46,47	a	a	c	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3.6 Fase reprodutiva

Pode-se verificar na Figura 32 e na Tabela 30 os resultados referentes à fase reprodutiva, e que os tratamentos com estrobilurinas e carboxamidas foram diferentes do tratamento sem fungicidas (T₁₂) e do tratamento com apenas triazol (T₁₁). Os tratamentos 1, 2, 3, 5, 6 e 7 tiveram fases reprodutivas maiores ($P < 0,05$) que os tratamentos 11 e 12. Já os tratamentos 4, 8 e 9 não foram diferentes do tratamento padrão realizado com os inibidores da biossíntese de ergosterol (T₁₁).

Figura 32 - *Boxplot* referente fase reprodutiva da cultura de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 30 - Fase reprodutiva da cultura de soja (Fr, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR e M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Fr	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	61,17	a	a	a	a
2	61,17	a	a	a	a
3	61,33	a	a	a	a
4	60,67	ab	a	a	a
5	60,83	a	a	a	a
6	61,00	a	a	a	a
7	61,50	a	a	a	a
8	60,67	ab	a	a	a
9	60,67	ab	a	a	a
10	61,17	a	a	a	a
11	58,50	bc	b	b	b
12	57,00	c	b	c	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3.7 Período de enchimento de grãos

Na mesma linha dos dados observados para a fase reprodutiva, o período de enchimento de grãos verificou-se a ausência de diferença estatística para todos os tratamentos

que receberam aplicações foliares de fungicidas. Pelos resultados obtidos (Figura 33 e Tabela 31), verificou-se que a utilização dos grupos químicos não se mostrou capaz de alterar a duração deste período favorecendo o maior acúmulo de fotoassimilados nos grãos. Os resultados contrastam com os obtidos por Tsumanuma et al. (2010), que observaram um maior crescimento da cultura próximo ao final do ciclo, diferenciando, dos tratamentos com aplicação de triazóis.

Figura 33 - *Boxplot* referente ao período de enchimento de grãos, R5-R7, da cultura de soja (Pr, dias) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 31 - Período de enchimento de grãos, R₅-R₇, da cultura de soja (Peg, dias) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Peg	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	34,00	a	a	a	a
2	33,83	a	a	a	a
3	34,17	a	a	a	a
4	34,00	a	a	a	a
5	33,83	a	a	a	a
6	32,83	ab	ab	ab	ab
7	33,67	ab	a	ab	a
8	32,83	ab	ab	ab	ab
9	32,83	ab	ab	ab	ab
10	34,00	a	a	a	a
11	31,50	ab	ab	bc	bc
12	30,33	b	b	c	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3.8 Número de nós por planta

Na avaliação do número de nós por planta (Figura 34 e Tabela 32), também não foram verificadas diferenças significativas entre os 12 tratamentos. Sendo assim, pode-se inferir que a utilização de fungicidas piraclostrobina, fluxapiroxade e epoxiconazol ao longo do ciclo da cultura de soja não interferiram neste componente de produção.

Figura 34 - Boxplot referente ao número de nós por planta de soja (Na, nós.planta⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 32 - Número de nós por planta de soja (Nn, nós.planta⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Nn	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	9,57	a	a	ab	abcd
2	9,82	a	a	ab	abcd
3	9,26	a	a	ab	cd
4	9,73	a	a	ab	abcd
5	9,11	a	a	b	d
6	10,01	a	a	a	abc
7	10,13	a	a	a	a
8	9,90	a	a	ab	abc
9	10,09	a	a	a	ab
10	9,43	a	a	ab	abcd
11	9,51	a	a	ab	abcd
12	9,37	a	a	ab	bcd

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.1.3.9 Número de vagens por planta

O número de vagens por planta apresentou resultados com a mesma tendência do número de nós por planta (Figura 35 e Tabela 33), o qual se manteve estável ao longo dos tratamentos não sendo um componente alterado estatisticamente pelos tratamentos utilizados, bem como o tratamento que não recebeu aplicações foliares de fungicidas (tratamento 12).

Figura 35 - *Boxplot* referente ao número de vagens por planta de soja (N_v , vagens.planta⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 33 - Número de vagens por planta de soja (N_v , vagens.planta⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	N_v	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}
1	20,30	a	a	a	a
2	21,64	a	a	a	a
3	20,34	a	a	a	a
4	20,20	a	a	a	a
5	20,83	a	a	a	a
6	22,40	a	a	a	a
7	22,33	a	a	a	a
8	23,54	a	a	a	a
9	22,33	a	a	a	a
10	19,86	a	a	a	a
11	22,26	a	a	a	a
12	21,88	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T_5 e D_5) e 10% (T_{10} e D_{10}).

4.1.3.10 Estande final de plantas

Todos os tratamentos apresentaram estande final de plantas iguais estatisticamente (Figura 36 e Tabela 34). Isso indica que a utilização de piraclostrobina no tratamento de sementes não demonstrou resultados de influência na emergência e no estabelecimento da cultura para garantir uma maior população de plantas.

Os resultados diferem dos obtidos por Gaspar et al. (2014), que ao avaliarem diferentes tratamentos de sementes, e uma ampla variedade de sistemas de produção, observaram que fungicidas + inseticidas e fungicidas + inseticidas + nematicidas foram consistentes na elevação do estande de plantas quando comparados ao tratamento controle.

Figura 36 - Boxplot referente ao estande final de plantas de soja (N_p , $pl.m^{-1}$) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 34 - Estande final de plantas de soja (P_p , $pl.ha^{-1}$) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	P_p	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}
1	17,50	a	a	a	ab
2	16,17	a	a	a	ab
3	15,17	a	a	a	ab
4	15,00	a	a	a	ab
5	17,33	a	a	a	ab
6	17,33	a	a	a	ab
7	18,00	a	a	a	a
8	17,67	a	a	a	ab
9	17,50	a	a	a	ab
10	16,50	a	a	a	ab
11	14,17	a	a	a	b
12	14,67	a	a	a	ab

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T_5 e D_5) e 10% (T_{10} e D_{10}).

4.1.3.11 Massa de 1000 grãos

Os fungicidas piraclostrobina e fluxapiroxade foram capazes de incrementar a massa de 1000 grãos nas diversas combinações ao longo da fase vegetativa e fase reprodutiva, Figura 37 e Tabela 35. Isso porque o tratamento apenas com triazol não foi estatisticamente diferente do tratamento 12, sem aplicações foliares de fungicidas. Os tratamentos não foram capazes de determinar qual a melhor época ou combinação foi mais efetiva na massa de 1000 grãos. Os resultados refletem a manutenção foliar quando a adiciona-se os grupos químicos estrobilurinas e/ou carboxamidas no manejo e da Ferrugem asiática da soja e também de outras doenças de final de ciclo. Os resultados contrastam os resultados obtidos por Ruske, Gooding e Jones (2003), estudando a cultura do trigo, foi possível observar acréscimos apenas com a utilização de triazol.

Figura 37 - *Boxplot* referente à massa de 1000 grãos de soja (M, g) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 35 - Massa de 1000 grãos de soja (M_{1000} , g) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	M_{1000}	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}
1	167,22	a	a	ab	abc
2	166,01	a	a	ab	abc
3	168,18	a	a	ab	ab
4	165,53	a	a	ab	abc
5	168,22	a	a	ab	ab
6	162,02	a	a	b	c
7	170,05	a	a	a	a
8	165,16	a	a	ab	abc
9	165,78	a	a	ab	abc
10	164,17	a	a	ab	bc
11	145,07	b	b	c	d
12	138,76	b	b	d	e

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T_5 e D_5) e 10% (T_{10} e D_{10}).

4.1.3.12 Produtividade

As produtividades obtidas com a variedade cultivada Brasmax-Potência-RR nos tratamentos 6 e 7 foram superiores ao tratamento controle (T_{12}). O tratamento 11, apenas com triazol, não foi estatisticamente diferente do tratamento 12, sem aplicações foliares de fungicidas e também não foi estatisticamente diferente dos outros fungicidas realizados via foliar (Figura 38 e Tabela 36).

A adição de tratamentos com os grupos químicos das estrobilurinas e carboxamidas não foram diferenciais quando comparados com os tratamentos com as misturas de estrobilurinas e triazóis amplamente utilizadas no Brasil. Resultados contrastam os dos ensaios cooperativos para ferrugem asiática da soja (GODOY et al., 2014).

Figura 38 - *Boxplot* referente à produtividade de soja (P, kg.ha⁻¹) em função dos tratamentos. Variedade cultivada Brasmex-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 36 - Produtividade de soja (P, kg.ha⁻¹) em função dos tratamentos (T). Variedade cultivada Brasmex-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	P	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	1796,02	ab	a	ab	a
2	1520,55	ab	ab	abc	ab
3	1651,82	ab	ab	ab	ab
4	1672,07	ab	ab	ab	ab
5	1874,39	a	a	ab	a
6	1850,70	a	a	a	a
7	1687,14	ab	ab	ab	ab
8	1580,48	ab	ab	ab	ab
9	1484,30	ab	ab	abc	ab
10	1748,24	ab	ab	c	a
11	1277,32	ab	ab	bc	bc
12	1040,97	b	b	c	c

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.2 Experimentos III e IV: casa de vegetação

4.2.1 Elementos do clima

Na Figura 39 pode-se visualizar a variação da temperatura média e UR (%) média do período de condução dos experimentos em casa de vegetação. Na Figura 40 é apresentada a

variação temporal da radiação líquida no período em que as plantas de soja foram conduzidas para avaliações de fotossíntese líquida, condutância estomática, carbono intercelular e transpiração no IRGA. A temperatura do período foi de 19,76°C, sendo 7,2% maior quando comparada à média histórica do período (18,43°C). A umidade relativa média do período foi de 72%, já a média histórica para os meses entre junho e agosto é de 70,6%, uma variação positiva de 2 pontos percentuais para o intervalo estudado.

Figura 39 - Variação temporal da temperatura (T, °C) e da umidade relativa do ar (UR, %) ao longo do ciclo da cultura de soja (experimentos conduzidos em casa de vegetação). Variedades Cultivadas M-7908-RR (experimento III) e Brasmax-Potência-RR (experimento IV). Estação meteorológica da ESALQ/USP. Piracicaba (SP)

Figura 40 - Variação temporal da radiação líquida (RL, MJ.m⁻².d⁻¹) ao longo do ciclo da cultura de soja (experimentos conduzidos em casa de vegetação). Variedades Cultivadas M-7908-RR (experimento III) e Brasmax-Potência-RR (experimento IV). Estação meteorológica da ESALQ/USP. Piracicaba (SP)

4.2.2 Experimento III: M-7908-RR (casa de vegetação)

4.2.2.1 Calendário de aplicações e avaliações

Para facilitar as avaliações durante o ciclo da cultura de soja, foi confeccionado um calendário (Tabela 37). Neste calendário, constam informações a respeito das avaliações efetuadas referente ao experimento IV.

Tabela 37 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (F – fotossíntese, CE – condutância estomática, CI – carbono intercelular, T – transpiração) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 04 de junho de 2014. Variedade cultivada Brasmex-Potência-RR (hábito de crescimento indeterminado). Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Mês	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
Jun				4	5	6	7
				Sem	2	3	4
	6	7	8	9	10	11	12
	33	1aApl/V4	35	36	37	38	39
Jul	13	14	15	16	17	18	19
	40	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	43	44	2aApl/R1	46
Jul	20	21	22	23	24	25	26
	47	48	49	50	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	53
Ago	27	28	29	30	31	1	2
	54	55	56	57	58	3aApl/R1+15	60
Ago	3	4	5	6	7	8	9
	61	62	63	64	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	67
Ago	10	11	12	13	14	15	16
	68	69	70	71	72	4aApl/R1+15	74
Ago	17	18	19	20	21	22	23
	75	76	77	78	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	81

* Dia e mês em negrito. Fenologia: V₄: estágio fenológico V₄. R₁: estágio fenológico R₁.

4.2.2.2 Fotossíntese líquida

Pode-se verificar (Figura 41 e Tabela 38) que os tratamentos não foram diferentes entre si, assim não pode-se dizer que os tratamentos com os inibidores da succinato desidrogenase afetaram este parâmetro fisiológico.

Figura 41 - Gráfico referente à fotossíntese líquida em folhas de soja (F , $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Tabela 38 - Fotossíntese líquida em folhas de soja (F , $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

T	Avaliação																			
	F_1	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}	F_2	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}	F_3	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}	F_4	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}
1	12,487	a	a	ab	ab	13,651	a	a	a	ab	7,458	a	a	a	ab	16,318	a	a	a	a
2	11,878	a	a	ab	ab	13,962	a	a	a	ab	5,984	a	a	a	b	14,910	a	a	a	a
3	12,367	a	a	ab	ab	13,197	a	a	a	ab	10,041	a	a	a	ab	14,391	a	a	a	a
4	13,268	a	a	ab	ab	13,546	a	a	a	ab	8,355	a	a	a	ab	14,112	a	a	a	a
5	11,874	a	a	ab	ab	12,215	a	a	a	ab	8,046	a	a	a	ab	15,987	a	a	a	a
6	11,131	a	a	ab	ab	14,732	a	a	a	ab	8,798	a	a	a	ab	17,558	a	a	a	a
7	12,202	a	a	ab	ab	15,996	a	a	a	a	10,085	a	a	a	ab	13,777	a	a	a	a
8	9,818	a	a	b	b	14,997	a	a	a	ab	8,901	a	a	a	ab	15,633	a	a	a	a
9	10,729	a	a	ab	b	12,812	a	a	a	ab	10,776	a	a	a	a	13,317	a	a	a	a
10	11,688	a	a	ab	ab	13,871	a	a	a	ab	7,921	a	a	a	ab	11,935	a	a	a	a
11	12,556	a	a	ab	ab	13,530	a	a	a	ab	8,500	a	a	a	ab	12,041	a	a	a	a
12	14,321	a	a	a	a	11,290	a	a	a	b	8,730	a	a	a	ab	15,348	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T_5 e D_5) e 10% (T_{10} e D_{10}).

4.2.2.3 Condutância estomática

Na avaliação de condutância estomática (Figura 42 e Tabela 39), a qual possui interferência sobre as trocas gasosas realizadas pelas plantas também estão de acordo com os dados de fotossíntese, não sendo possível destacar os efeitos do ingrediente ativo fluxapiroxade em detrimento dos outros produtos utilizados.

Figura 42 - Gráfico referente à condutância estomática em folhas de soja (CE, mmol.m⁻².s⁻¹) em função dos tratamentos e épocas (CE₁: primeira aplicação, CE₂: segunda aplicação, CE₃: terceira aplicação e CE₄: quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 39 - Condutância estomática em folhas de soja (CE, mmol.m⁻².s⁻¹) em função dos tratamentos (T) e épocas (CE₁: primeira aplicação, CE₂: segunda aplicação, CE₃: terceira aplicação e CE₄: quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

T	Avaliação																			
	CE ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CE ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CE ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CE ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	0,127	a	a	b	bc	0,165	a	a	b	b	0,072	a	a	ab	b	0,240	a	a	a	a
2	0,155	a	a	ab	bc	0,145	a	a	b	b	0,056	a	a	b	b	0,185	a	a	a	a
3	0,159	a	a	ab	bc	0,180	a	a	ab	b	0,234	a	a	a	a	0,152	a	a	a	a
4	0,275	a	a	a	a	0,292	a	a	a	a	0,104	a	a	ab	ab	0,217	a	a	a	a
5	0,141	a	a	ab	bc	0,132	a	a	b	b	0,088	a	a	ab	b	0,223	a	a	a	a
6	0,141	a	a	ab	bc	0,163	a	a	b	b	0,169	a	a	ab	ab	0,282	a	a	a	a
7	0,213	a	a	ab	abc	0,192	a	a	ab	b	0,109	a	a	ab	ab	0,163	a	a	a	a
8	0,138	a	a	ab	bc	0,177	a	a	b	b	0,095	a	a	ab	b	0,285	a	a	a	a
9	0,097	a	a	b	c	0,138	a	a	b	b	0,150	a	a	ab	ab	0,148	a	a	a	a
10	0,128	a	a	b	bc	0,183	a	a	ab	b	0,072	a	a	ab	b	0,131	a	a	a	a
11	0,196	a	a	ab	abc	0,165	a	a	b	b	0,079	a	a	ab	b	0,129	a	a	a	a
12	0,227	a	a	ab	ab	0,134	a	a	b	b	0,102	a	a	ab	ab	0,195	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.2.2.4 Carbono intercelular

A quantificação de carbono intercelular (Figura 43 e Tabela 40) houve também constância nos resultados não permitindo que outras considerações fossem feitas.

Figura 43 - Gráfico de barras referente ao carbono intercelular em folhas de soja (CI, $\mu\text{mol.mol}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (CI₁: primeira aplicação, CI₂: segunda aplicação, CI₃: terceira aplicação e CI₄: quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Tabela 40 - Carbono intercelular em folhas de soja (CI, $\mu\text{mol.mol}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (CI₁: primeira aplicação, CI₂: segunda aplicação, CI₃: terceira aplicação e CI₄: quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

T	Avaliação																			
	CI ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CI ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CI ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CI ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	207,07	a	a	ab	bc	241,35	a	a	ab	b	207,16	a	a	ab	bc	247,21	a	a	a	ab
2	256,93	a	a	ab	abc	227,34	a	a	b	b	210,55	a	a	ab	bc	248,80	a	a	a	ab
3	241,56	a	a	ab	abc	254,09	a	a	ab	ab	365,10	a	a	a	a	225,39	a	a	a	ab
4	288,30	a	a	a	a	301,63	a	a	a	a	244,35	a	a	ab	abc	249,34	a	a	a	ab
5	240,36	a	a	ab	abc	221,92	a	a	b	b	202,00	a	a	ab	bc	257,09	a	a	a	ab
6	250,91	a	a	ab	abc	230,67	a	a	b	b	301,02	a	a	ab	abc	274,03	a	a	a	a
7	269,82	a	a	ab	ab	239,52	a	a	ab	b	214,65	a	a	ab	bc	235,68	a	a	a	ab
8	250,27	a	a	ab	abc	234,33	a	a	ab	b	199,96	a	a	ab	bc	239,54	a	a	a	ab
9	202,72	a	a	b	c	227,51	a	a	b	b	324,97	a	a	ab	ab	224,76	a	a	a	ab
10	233,40	a	a	ab	abc	254,26	a	a	ab	ab	185,46	a	a	ab	bc	211,56	a	a	a	b
11	247,97	a	a	ab	abc	239,51	a	a	ab	b	172,36	a	a	b	c	208,10	a	a	a	b
12	278,78	a	a	ab	a	229,07	a	a	b	b	204,65	a	a	ab	bc	245,41	a	a	a	ab

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.2.2.5 Transpiração

Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto à transpiração (Figura 44 e Tabela 41), mantendo-se semelhante as outras variáveis fisiológicas observadas para a variedade cultivada M-7908-RR.

Figura 44 - Gráfico referentes à transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Tabela 41 - Transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada M-7908-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

T	Avaliação																			
	T ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	T ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	T ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	T ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	2,07	a	a	b	b	2,89	a	a	abc	abcd	1,28	a	a	ab	bc	3,97	a	a	a	a
2	2,44	a	a	ab	b	2,62	a	a	abc	bcd	1,09	a	a	b	c	2,99	a	a	a	a
3	2,58	a	a	ab	b	3,19	a	a	ab	ab	1,89	a	a	ab	abc	2,92	a	a	a	a
4	4,09	a	a	a	a	3,11	a	a	abc	abc	1,82	a	a	ab	abc	3,64	a	a	a	a
5	2,17	a	a	b	b	2,42	a	a	bc	cd	1,56	a	a	ab	abc	3,92	a	a	a	a
6	2,50	a	a	ab	b	2,92	a	a	abc	abcd	2,00	a	a	ab	ab	4,70	a	a	a	a
7	2,98	a	a	ab	ab	3,33	a	a	a	a	2,03	a	a	ab	ab	3,20	a	a	a	a
8	2,12	a	a	b	b	3,03	a	a	abc	abc	1,59	a	a	ab	abc	4,40	a	a	a	a
9	1,88	a	a	b	b	2,51	a	a	abc	bcd	2,34	a	a	a	a	2,82	a	a	a	a
10	2,10	a	a	b	b	2,87	a	a	abc	abcd	1,39	a	a	ab	bc	2,50	a	a	a	a
11	2,87	a	a	ab	ab	2,95	a	a	abc	abcd	1,41	a	a	ab	bc	2,49	a	a	a	a
12	2,59	a	a	ab	b	2,27	a	a	c	d	1,71	a	a	ab	abc	3,51	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T_5 e D_5) e 10% (T_{10} e D_{10}).

4.2.3 Experimento IV: Brasmax-Potência-RR (casa de vegetação)

4.2.3.1 Calendário de aplicações e avaliações

Para facilitar as avaliações durante o ciclo da cultura de soja, foi confeccionado um calendário (Tabela 42). Neste calendário, constam informações a respeito das avaliações efetuadas referente ao experimento IV.

Tabela 42 - Calendário de aplicações (1aApl: primeira aplicação, 2aApl: segunda aplicação, 3aApl: terceira aplicação e 4aApl: quarta aplicação) e avaliações (F – fotossíntese, CE – condutância estomática, CI – carbono intercelular, T – transpiração) especificando o número de dias após a semeadura (Sem) de soja ocorrida em 04 de junho de 2014. Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR (hábito de crescimento indeterminado). Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Mês	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
Jun				4	5	6	7
				Sem	2	3	4
Jul	6	7	8	9	10	11	12
	33	1aApl/V ₄	35	36	37	38	39
Jul	13	14	15	16	17	18	19
	40	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	43	44	2aApl/R ₁	46
Jul	20	21	22	23	24	25	26
	47	48	49	50	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	53
Ago	27	28	29	30	31	1	2
	54	55	56	57	58	3aApl/R ₁ +15	60
Ago	3	4	5	6	7	8	9
	61	62	63	64	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	67
Ago	10	11	12	13	14	15	16
	68	69	70	71	72	4aApl/R ₁ +15	74
Ago	17	18	19	20	21	22	23
	75	76	77	78	F/CE/CI/T	F/CE/CI/T	81

* Dia e mês em negrito. Fenologia: V₄: estágio fenológico V₄. R₁: estágio fenológico R₁.

4.2.3.2 Fotossíntese líquida

Para a variedade cultivada Brasmax-Potência-RR não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, resultados estes semelhantes ao encontrados para a variedade cultivada de hábito determinado M-7908-RR (Figura 45 e Tabela 43).

Figura 45 - Gráfico referente à fotossíntese líquida em folhas de soja (F , $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Tabela 43 - Fotossíntese líquida em folhas de soja (F , $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (F_1 : primeira aplicação, F_2 : segunda aplicação, F_3 : terceira aplicação e F_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

T	Avaliação																			
	F ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	F ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	F ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	F ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	15,072	a	a	ab	abc	15,254	a	a	a	ab	17,846	a	a	ab	ab	17,906	a	a	a	ab
2	14,841	a	a	ab	abc	19,171	a	a	a	ab	12,414	a	a	b	bc	16,798	a	a	a	ab
3	13,558	a	a	ab	abc	14,081	a	a	a	b	13,074	a	a	ab	bc	16,308	a	a	a	ab
4	14,466	a	a	ab	abc	16,959	a	a	a	ab	18,098	a	a	ab	ab	14,860	a	a	a	ab
5	18,103	a	a	a	a	19,126	a	a	a	ab	17,452	a	a	ab	abc	18,625	a	a	a	ab
6	15,846	a	a	ab	ab	16,765	a	a	a	ab	17,125	a	a	ab	abc	8,968	a	a	a	b
7	12,315	a	a	ab	bc	16,408	a	a	a	ab	14,268	a	a	ab	abc	15,191	a	a	a	ab
8	10,318	a	a	b	c	20,379	a	a	a	a	19,456	a	a	a	a	20,869	a	a	a	a
9	18,030	a	a	a	a	15,137	a	a	a	ab	13,683	a	a	ab	bc	12,124	a	a	a	ab
10	13,198	a	a	ab	abc	17,164	a	a	a	ab	12,055	a	a	b	bc	10,701	a	a	a	b
11	15,195	a	a	ab	abc	19,636	a	a	a	a	14,498	a	a	ab	abc	16,262	a	a	a	ab
12	12,648	a	a	ab	bc	19,229	a	a	a	ab	15,608	a	a	ab	abc	14,800	a	a	a	ab

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T_5 e D_5) e 10% (T_{10} e D_{10}).

4.2.3.3 Condutância estomática

Para a variável fisiológica condutância estomática (Figura 46 e Tabela 44) não foi possível identificar variações nos tratamentos de forma significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Figura 46 - Gráfico referente à condutância estomática em folhas de soja (CE, $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (CE₁: primeira aplicação, CE₂: segunda aplicação, CE₃: terceira aplicação e CE₄: quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

Tabela 44 - Condutância estomática em folhas de soja (CE, $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (CE₁: primeira aplicação, CE₂: segunda aplicação, CE₃: terceira aplicação e CE₄: quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Fazenda Santa Elisa. Campinas (SP). Safra 2013/2014

T	Avaliação																			
	CE ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CE ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CE ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CE ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	0,219	a	a	ab	abc	0,205	a	a	a	a	0,220	a	a	ab	abcd	0,338	a	a	a	a
2	0,167	a	a	ab	abc	0,313	a	a	a	a	0,140	a	a	b	bcd	0,214	a	a	a	ab
3	0,163	a	a	ab	abc	0,193	a	a	a	a	0,127	a	a	b	cd	0,211	a	a	a	ab
4	0,218	a	a	ab	abc	0,201	a	a	a	a	0,228	a	a	ab	abc	0,214	a	a	a	ab
5	0,370	a	a	a	a	0,375	a	a	a	a	0,201	a	a	ab	abcd	0,253	a	a	a	ab
6	0,203	a	a	ab	abc	0,239	a	a	a	a	0,237	a	a	ab	ab	0,129	a	a	a	ab
7	0,147	a	a	ab	bc	0,187	a	a	a	a	0,170	a	a	ab	abcd	0,215	a	a	a	ab
8	0,079	a	a	b	c	0,489	a	a	a	a	0,273	a	a	a	a	0,305	a	a	a	ab
9	0,307	a	a	ab	ab	0,166	a	a	a	a	0,166	a	a	ab	bcd	0,146	a	a	a	ab
10	0,121	a	a	ab	bc	0,187	a	a	a	a	0,115	a	a	b	d	0,105	a	a	a	b
11	0,250	a	a	ab	abc	0,432	a	a	a	a	0,184	a	a	ab	abcd	0,277	a	a	a	ab
12	0,146	a	a	ab	bc	0,322	a	a	a	a	0,174	a	a	ab	abcd	0,229	a	a	a	ab

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.2.3.4 Carbono intercelular

O carbono intercelular, por ser influenciado pela abertura e fechamento dos estômatos, manteve-se estável ao longo dos 12 tratamentos não havendo variações significativas entre eles (Figura 47 e Tabela 45).

Figura 47 - Gráfico referente ao carbono intercelular em folhas de soja (CI, $\mu\text{mol.mol}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (CI₁: primeira aplicação, CI₂: segunda aplicação, CI₃: terceira aplicação e CI₄: quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Tabela 45 - Carbono intercelular em folhas de soja (CI, $\mu\text{mol.mol}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (CI₁: primeira aplicação, CI₂: segunda aplicação, CI₃: terceira aplicação e CI₄: quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Agricultura - Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP - São Paulo 2013/2014																				
T	Avaliação																			
	CI ₁	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CI ₂	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CI ₃	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀	CI ₄	T ₅	T ₁₀	D ₅	D ₁₀
1	265,89	a	a	ab	abc	238,54	a	a	a	a	236,43	a	a	a	abc	268,23	a	a	a	a
2	236,89	a	a	ab	bc	252,39	a	a	a	a	221,83	a	a	a	abc	245,77	a	a	a	ab
3	237,30	a	a	ab	bc	250,87	a	a	a	a	212,57	a	a	a	abc	253,68	a	a	a	ab
4	272,98	a	a	ab	abc	240,38	a	a	a	a	236,30	a	a	a	abc	241,81	a	a	a	ab
5	284,81	a	a	a	a	273,82	a	a	a	a	237,72	a	a	a	abc	246,43	a	a	a	ab
6	246,62	a	a	ab	abc	263,17	a	a	a	a	250,44	a	a	a	ab	261,34	a	a	a	a
7	246,51	a	a	ab	bc	233,76	a	a	a	a	227,39	a	a	a	abc	234,25	a	a	a	ab
8	186,58	a	a	b	c	239,58	a	a	a	a	255,72	a	a	a	a	260,72	a	a	a	a
9	242,35	a	a	ab	ab	217,78	a	a	a	a	227,45	a	a	a	abc	236,99	a	a	a	ab
10	200,09	a	a	ab	bc	230,57	a	a	a	a	206,48	a	a	a	bc	191,31	a	a	a	b
11	247,33	a	a	ab	abc	258,72	a	a	a	a	197,74	a	a	a	c	257,57	a	a	a	a
12	237,97	a	a	ab	bc	262,50	a	a	a	a	234,15	a	a	a	abc	257,69	a	a	a	a

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T₅ e D₅) e 10% (T₁₀ e D₁₀).

4.2.3.5 Transpiração

Os resultados de transpiração das folhas de soja da variedade cultivada Brasmax-Potência-RR não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%, resultados semelhantes as outras variáveis fisiológicas analisadas (Figura 48 e Tabela 46).

Figura 48 - Gráfico referente à transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmex-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

Tabela 46 - Transpiração em folhas de soja (T , $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em função dos tratamentos (T) e épocas (T_1 : primeira aplicação, T_2 : segunda aplicação, T_3 : terceira aplicação e T_4 : quarta aplicação). Variedade cultivada Brasmex-Potência-RR. Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Safra 2013/2014

T	Avaliação																			
	T_1	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}	T_2	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}	T_3	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}	T_4	T_5	T_{10}	D_5	D_{10}
1	3,79	a	a	ab	abc	3,28	a	a	a	a	3,46	a	a	ab	abc	5,53	a	a	a	a
2	3,12	a	a	ab	bc	4,73	a	a	a	a	2,37	a	a	ab	bc	3,81	a	a	a	abc
3	2,42	a	a	b	bc	3,22	a	a	a	a	2,26	a	a	b	c	3,79	a	a	a	abc
4	3,96	a	a	ab	abc	3,58	a	a	a	a	3,59	a	a	ab	abc	3,97	a	a	a	abc
5	5,70	a	a	a	a	5,71	a	a	a	a	3,48	a	a	ab	abc	4,45	a	a	a	abc
6	3,48	a	a	ab	abc	4,14	a	a	a	a	3,82	a	a	ab	ab	2,48	a	a	a	bc
7	2,74	a	a	ab	bc	3,29	a	a	a	a	2,91	a	a	ab	abc	3,84	a	a	a	abc
8	1,53	a	a	b	c	5,94	a	a	a	a	4,16	a	a	a	a	5,35	a	a	a	ab
9	4,36	a	a	ab	ab	2,86	a	a	a	a	2,84	a	a	ab	abc	2,84	a	a	a	abc
10	2,22	a	a	b	bc	3,28	a	a	a	a	2,16	a	a	b	c	2,06	a	a	a	c
11	4,00	a	a	ab	abc	5,76	a	a	a	a	3,05	a	a	ab	abc	5,10	a	a	a	ab
12	2,67	a	a	ab	bc	4,98	a	a	a	a	2,92	a	a	ab	abc	4,05	a	a	a	abc

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (T) e Duncan (D) ao nível de significância de 5% (T_5 e D_5) e 10% (T_{10} e D_{10}).

4.3 Considerações finais

A qualidade da semente é importante, e com base nos dados, pôde-se observar que o fungicida piraclostrobina garantiu uma melhor emergência para a variedade cultivada Brasmex-Potência-RR aos 7 dias após a semeadura. Por outro lado este mesmo resultado não foi visto para a variedade cultivada M-7908-RR, podendo assim haver diferenças no vigor entre os lotes de sementes.

A estratégia de manejo com aplicações de piraclostrobina + fluxapiroxade no início do florescimento e 15 dias após obteve melhores resultados para a variedade cultivada M-7908-RR, porém não diferindo dos outros tratamentos com piraclostrobina e fluxapiroxade.

Com a utilização da nova molécula fluxapiroxade, aplicada de forma conjunta com piraclostrobina e separadamente em duas épocas de aplicação, R_1 e 15 dias após R_1 , não foi possível extrair dados semelhantes aos observados pelos ensaios cooperativos desenvolvidos pela Embrapa (GODOY et al., 2014), nos quais a mistura foi superior ao controle realizado com piraclostrobina + epoxiconazol e outras misturas semelhantes a essa. Assim, a utilização de cultivares precoces, em uma época inicial de semeadura, é um bom ponto de partida para novos estudos para avaliação desta nova classe de fungicidas e seus efeitos benéficos.

5 CONCLUSÕES

Foi observado efeitos fisiológicos com a utilização de piraclostrobina nos tratamentos de sementes aos 7 dias após a emergência para a variedade cultivada Brasmax-Potência-RR. Para as outras avaliações tanto para a variedade cultivada Brasmax-Potência-RR quanto para M-7908-RR não houve efeitos dos tratamentos sobre as variáveis analisadas (teor de clorofila, trocas gasosas, duração da fase reprodutiva, duração período de enchimento de grãos, altura, componentes de produção, estande final de plantas e produtividade).

Para as avaliações de efeitos fungicidas, verificou-se efeitos em relação ao controle de Ferrugem Asiática de Soja em virtude da aplicação de epoxiconazol quando comparado ao tratamento sem aplicações foliares de fungicidas para a variedade cultivada M-7908-RR.

Não foram verificados efeitos sinérgicos por meio da variável produtividade pela utilização de piraclostrobina e fluxapiroxade em ambas variedades cultivadas estudadas.

Não foram observadas diferenças estatísticas entre os sistemas de produção com aplicações foliares de fungicidas para a variedade cultivada Brasmax-Potência-RR para a variável produtividade. Já para a variedade cultivada M-7908-RR, o tratamento de sementes com piraclostrobina e com a aplicação de piraclostrobina + fluxapiroxade 15 dias após R_1 e piraclostrobina + epoxiconazol aos 30 dias após R_1 foram estatisticamente superiores ao tratamento 11 com aplicação foliar exclusiva com triazol e sem aplicações foliares ao longo do ciclo para a variável produtividade.

Por fim, conclui-se que na comparação de sistemas de produção que não houve diferença estatística com o uso de piraclostrobina + fluxapiroxade, mistura mais recente, e piraclostrobina + epoxiconazol nos estádios R_1 e 15 dias após R_1 , utilizando as variedades cultivadas Brasmax-Potência-RR e M-7908-RR para a variável produtividade.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos fitossanitários. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 08 dez 2014.
- AJIGBOYE, O.O.; MURCHIE, E.; RAY, R.V. Foliar application of isopyrazam and epoxiconazol e improves photosystem II efficiency, biomass and yield in winter wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v. 114, p. 52-60, 2014.
- ALI, N. Soybean processing and utilization. In: SINGH, G. (Ed.) **The soybean. Botany, production and uses**. London: Singh, G. 2010. p. 345-374.
- ALIYEV, J.A. Photosynthesis, photorespiration and productivity of wheat and soybean genotypes. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 145, n. 3, p. 369-383, 2012.
- ALIYEV, J.A.; MIRZOYEV, R.S. Photosynthesis and productivity of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.], **Proceedings of ANAS (Biological Sciences)**, Baku, v. 65, p. 60-70, 2010.
- ALLIPRANDINI, L.F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P.F.; CAVASSIN, E.; GABE, H.L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M.N.; DE OLIVEIRA, M.A.R.; PITOL, C.; PRADO, L.C.; STECKLING, C. Understanding soybean maturity groups in brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop Science**, Madison, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.
- ALMEIDA, A.M.R.; SARAIVA, O.F.; FARIAS, J.R.B.; GAUDÊNCIO, C.A.; TORRES, E. Survival of pathogens on soybean debris under no-tillage and conventional tillage systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 10, p. 1231-1238, 2001.
- AUGUSTI, G.R.; SARI, B.G.; DA COSTA, I.F.D.; RODRIGUES, J.S.; GUERRA, R.C. Aplicações preventivas e erradicantes de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 3, p. 288-289, 2014.
- BALARDIN, R.S.; SILVA, F.D.L.; DEBONA, D.; CORTE, G.D.; FAVERA, D.D.; TORMEN, N.R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, 2011.
- BARTLETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; GODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HAMER, M.; PARR-DOBRZANSKI, B. The strobilurin fungicides. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 58, n. 7, p. 649-662, 2002.
- BINSFELD, J.A.; BARBIERI, A.P.P.; HUTH, C.; CABRERA, I.C.; HENNING, L.M.M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.
- BRADLEY, C.A.; AMES, K.A.; SCIENCES, C. Effect of foliar fungicides on corn with simulated hail damage. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 94, n. 1, p. 83-86, 2009.
- BUENO, A.F.; BATISTELA, M.J.; MOSCARDI, F.; BUENO, R.C.O.F.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R.B. **Níveis de desfolha tolerados na cultura de soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade**. Londrina, 2010. p. 12. (Circular Técnica, 79).

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. (Ed.). **Introduction to plant disease epidemiology**. New York:Wiley, 1990. 532p.

CARMONA, M.; SAUTUA, F.; PERELMAN, S.; REIS, E.M.; GALLY, M. Relationship between late soybean diseases complex and rain in determining grain yield responses to fungicide applications. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 159, n. 10, p. 687-693, 2011.

CARRIJO, D.R. **Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida fluxapiroxade, isolado e em mistura com a piraclostrobina, na cultura de soja**. 71 p. 2014. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. v.2 – Safra 2014/15, n. 3 – Terceiro Levantamento. dez. 2014.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. Custo ferrugem asiática da soja. 2011. Disponível em: http://www.consortioantiferrugem.net/portal/?page_id=1347. Acesso em: 08 dez 2013.

CRUZ, T.V.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C.; LARANJEIRA, F.F.; LOPES, P.V.L.; ANDRADE, N.S.; LEDO, C.A.S. Perdas causadas pela ferrugem asiática em cultivares de soja semeadas em diferentes épocas no oeste da Bahia. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 255-265, 2012.

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.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development. Special Report 80**. Coop. Ext. Serv. Agric. Home Econ. Exp. Stn. Ames, Iowa State University, 1977. 12p.

GASPAR, A.P.; MARBURGER, D.A.; MOURTZINIS, S.; CONLEY, S.P. Soybean seed yield response to multiple seed treatment components across diverse environments. **Agronomy Journal**, Madison, v. 106, n. 6, p. 1955-1962, 2014.

GLAAB, J.; KAISER, W.M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissue after application of the fungicide Kresoxim-methyl. **Planta**, Berlin, v. 207, p. 442-448, 1999.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 43, p. 63-68, 2006.

GODOY, C.V.; MEYER, M.C. Resistência a fungicidas na cultura da soja. **Informativo Meridional**. Fundação Meridional de Apoio à Pesquisa Agropecuária, 2014. <http://fundacaomeridional.com.br/artigos/2014/11/10/resistencia-a-fungicidas-na-cultura-da-soja>.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; PIMENTA, C.B.; CASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; ANDRADE JÚNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; DA SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; MADALOSSO, M.; ITO, M.F.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MONTECELLI, T.D.N.; CARLIN, V.J.; BARROS, V.L.P.; VENANCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina, 2014. 7p. (Circular Técnica, 103).

GRICHAR, W.J. Soybean (*Glycine max* L.) response to fungicides in the absence of disease pressure. **International Journal of Agronomy**, Lismore, v. 2013, p. 1-5, 2013.

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

HENNING, A.A.; ALMEIDA, A.M.R.; GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; YORINORI, J.T.; COSTAMILAN, L.M.; FERREIRA, L.P.; MEYER, M.C.; SOARES, R.M.; DIAS, W.P. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 76.

HENRY, R.S.; JOHNSON, W.G.; WISE, K.A. The impact of a fungicide and an insecticide on soybean growth, yield, and profitability. **Crop Protection**, Guildford, v. 30, n. 12, p. 1629-1634, 2011.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M.G.; GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; SILVA, A.J. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 96-103, 2010.

HOFFMANN, L.L.; REIS, E.M.; FORCELINI, C.A.; PANISSON, E.; MENDES, C.S.; CASA, R.T. Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 245-251, 2004.

KAISER, J.J.; LEWIS, O.A.H. Nitrate reductase and glutamine synthetase activity in leaves and roots of nitrate fed *Helianthus annuus* L. **Plant and Soil**, The Hague, v. 70, p. 127-130, 1984.

KOGA, L.J.; CANTERI, M.G.; CALVO, E.S.; MARTINS, D.C.; XAVIER, S.A.; HARADA, A.; KIIHL, R.A. Managing soybean rust with fungicides and varieties of the early / semi-early and intermediate maturity groups. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 39, n. 2, p. 129-133, 2014.

KÖHLE, H.; GEROSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the Strobilurin fungicide F-500 on plants. 2003. Disponível em: <https://www.seedquest.com/id/b/basf/vitality/articles/Physiological_effects_of_the_strobilurin_fungicide.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2013.

- KUMUDINI, S. Soybean growth and development. In: SINGH, G. (Ed.) **The soybean. Botany, production and uses**. London: Singh, G, 2010. p. 48-73.
- LEITE, T.; PINTO, F.; CICERO, M. Fungicidas foliares e a doença ferrugem asiática na produção e na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, p. 680-688, 2011.
- MCCARTNEY, C.; MERCER, P.C.; COOKE, L.R.; FRAAIJE, B.A. Effects of a strobilurin-based spray programme on disease control, green leaf area, yield and development of fungicide-resistance in *Mycosphaerella graminicola* in Northern Ireland. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 8, p. 1272-1280, 2007.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, London, v. 9, p. 405-410, 2002.
- MONTEIRO, C. A. de F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo - estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1973. 129 p.
- QIU, L.J.; CHANG, R.Z. The origin and history of soybean. In: SINGH, G. (Ed.) **The soybean. Botany, production and uses**. London: Singh, G., 2010. p. 1-23.
- RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- REIS, E.M.; REIS, A.C.; CARMONA, M.; DANIELLI, A.L.D. Ferrugem asiática. In: REIS, E.M.; CASA, R.T. (Ed.). **Doenças da soja**. Berthier: Passo Fundo, 2012. p. 69-101.
- RUSKE, R.E.; GOODING, M.J.; JONES, S.A. The effects of adding picoxystrobin, azoxystrobin and nitrogen to a triazole programme on disease control, flag leaf senescence, yield and grain quality of winter wheat. **Crop Protection**, Guildford, v. 22, n. 7, p. 975-987, 2003.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A.de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.de; CUNHA, T. J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.
- SAS INSTITUTE. SAS version 9.1.3. Cary, 2003.
- SCHMITZ, H.K.; MEDEIROS, C.A.; CRAIG, I.R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 70, n. 3, p. 378-388, 2014.
- SENTELHAS, P.C.; MARIN, F.R.; PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; VILLA NOVA, N.A.; BARBIERI, V. **Análise dos dados climáticos e do balanço hídrico climatológico de Piracicaba**. Piracicaba: ESALQ, Depto. de Física e Meteorologia. 1998. 81p.

SIRTOLI, L.F.; RODRIGUES, J.D.; GOTO, R. Efeito fisiológico do fungicida boscalida na atividade da nitrato redutase e nas características fitotécnicas de pepineiro japonês enxertado e não enxertado. **Scientia Agraria Paranaensis**, Cascavel, v. 10, n. 3, p. 58-69, 2011.

SWOBODA, C.; PEDERSEN, P. Effect of fungicide on soybean growth and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 101, n. 2, p. 352-356, 2009.

TERAMOTO, A.; MACHADO, T.A.; NASCIMENTO, L.M.; MEYER, M.C.; CUNHA, M.G. Sensibilidade a fungicidas de isolados de *Corynespora cassiicola* provenientes do estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2012. 1 CD-ROM.

TSUMANUMA, G.M.; CARVALHO, S.J.P.; FANCELLI, A.L.; BERNARDES, M.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E. Crescimento de dois cultivares de soja submetidos a aplicações de herbicidas e fungicidas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 6, p. 742-750, 2010.

USDA, World Agricultural supply and demand estimates, 2015. p. 38.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicide on plants. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 59-68, 2003.

WIKIMAPIA. 2014. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Campinas> > e <<http://wikimapia.org/14489466/pt/IAC-Fazenda-Santa-Elisa>>. Acesso em: 11 dez. 2014.

YORINORI, J.T. Controle integrado das principais doenças da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.) **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Câmara, G.M.S. 1998. p. 139-192.

YORINORI, J.T.; LAZZAROTTO, J.J. **Situação da ferrugem asiática no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27 p. (Documentos, 236).

ZHANG, L.X.; KYEI-BOAHEN, S.; ZHANG, J.; ZHANG, M.H.; FREELAND, T.B.; WATSON JR., C.E.; LIU, X.M. Modifications of optimum adaptation zones for soybean maturity groups in the USA. **Crop Management**, Madison, v.6, n. 1, p. 1-11, 2007.