

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

Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja

Marco Antonio Tavares Rodrigues

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Marco Antonio Tavares Rodrigues
Engenheiro Agrônomo

Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja

Orientador:

Prof. Dr. **DURVAL DOURADO NETO**

Co-Orientador:

Prof. Dr. **JOÃO DOMINGOS RODRIGUES**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba
2009

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

Rodrigues, Marco Antonio Tavares

Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja / Marco Antonio Tavares Rodrigues. - - Piracicaba, 2009.
197 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Fisiologia vegetal 2. Fungicidas 3. Soja I. Título

CDD 633.34
R696a

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

À minha esposa, Silvana, e aos
meus filhos Natália, Thaís e Yuri
(*in memoriam*),

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Laboratório de Fisiologia do Estresse do Departamento de Ciências Biológicas, Departamento de Produção Vegetal e Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia) pela oportunidade de realizar o Doutorado;

À BASF S. A., pelo apoio;

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) pelo apoio;

Aos meus pais, pela oportunidade da vida;

À minha família;

Ao Engenheiro Agrônomo Edson Begliomini, pela confiança e oportunidade;

Aos Professores Durval Dourado Neto (Orientador), João Domingos Rodrigues (Co-Orientador) e Ricardo Ferraz de Oliveira pela orientação e atenção dispensada;

Ao Professor Evandro Binotto Fagan (UNIPAM) e à Engenheira Agrônoma Karla Vilaça pelo auxílio na revisão do trabalho final;

Aos Colegas envolvidos no Convênio interinstitucional entre a BASF S.A., a Universidade de São Paulo (Usp) e a Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP); e

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS.....	29
1 INTRODUÇÃO	35
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	39
2.1 Principais doenças da parte aérea.....	39
2.1.1 Ferrugem asiática.....	39
2.1.2 Oídio.....	40
2.1.3 Mancha púrpura da semente ou crestamento foliar.....	41
2.1.4 Mancha parda ou septoriose.....	42
2.1.5 Mancha alvo.....	43
2.1.6 Antracnose.....	44
2.1.7 <i>Phomopsis</i> sp. da semente.....	45
2.1.8 Podridão ou mela.....	47
2.1.9 Míldio.....	47
2.1.10 Mancha foliar de <i>Myrothecium</i>	48
2.2 Principais produtos registrados para a cultura de soja.....	49
2.2.1 Benzimidazóis.....	49
2.2.2 Estrobilurinas.....	51
2.2.3 Triazóis.....	53
2.2.4 Outros.....	57
2.3 Modo de ação dos fungicidas.....	58
2.3.1 Principais características dos benzimidazóis.....	58
2.3.1.1 Principais características do grupo.....	58
2.3.1.2 Principais representantes do grupo.....	59
2.3.1.3 Riscos de resistência.....	59
2.3.1.4 Fitotoxicidade.....	60
2.3.2 Principais características das estrobilurinas.....	60
2.3.2.1 Principais características do grupo.....	61

2.3.2.2	Principais representantes do grupo.....	61
2.3.2.3	Riscos de resistência	63
2.3.2.4	Fitotoxicidade.....	63
2.3.3	Principais características dos triazóis.....	63
2.3.3.1	Principais características do grupo.....	64
2.3.3.2	Principais representantes do grupo.....	65
2.3.3.3	Riscos de resistência	70
2.3.3.4	Fitotoxicidade.....	70
2.4	Resultados de efeitos fisiológicos de fungicidas.....	71
2.5	Bases dos efeitos fisiológicos	80
2.5.1	Modo de ação nas plantas	80
2.5.2	Absorção, redução e assimilação de nitrogênio	81
2.5.3	Alterações hormonais.....	84
2.5.3.1	Atraso da senescência	86
2.5.3.2	Estresse oxidativo em plantas	88
2.5.4	Indução de resistência a vírus	89
3	MATERIAL E MÉTODOS	95
3.1	Localização e caracterização da área experimental	95
3.2	Caracterização dos experimentos.....	95
3.2.1	Ano 2004.....	95
3.2.2	Ano 2005.....	96
3.2.3	Ano 2006.....	96
3.2.4	Ano 2007.....	97
3.3	Descrição dos tratamentos	98
3.3.1	Ano 2004.....	98
3.3.2	Ano 2005.....	99
3.3.3	Ano 2006.....	99
3.3.4	Ano 2007.....	100
3.4	Determinações.....	100
3.4.1	Fotossíntese líquida e respiração.....	101
3.4.2	Enzima nitrato redutase.....	102

3.4.3	Etileno.....	104
3.4.4	Área foliar.....	105
3.4.5	Teor de clorofila	105
3.4.6	Produtividade e massa de 1000 sementes.....	106
3.4.7	Atividade de enzimas antioxidantes	106
3.4.8	Germinação.....	106
3.4.9	Teor de óleo.....	107
3.4.10	Análise patológica de semente	107
3.4.11	Resumo geral dos experimentos	108
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
4.1	Ano 2004	109
4.1.1	Síntese de etileno	109
4.1.2	Teor de clorofila	111
4.1.3	Índice de área foliar	114
4.1.4	Massa de matéria seca total	117
4.1.5	Duração do ciclo.....	119
4.1.6	Produtividade.....	119
4.2	Ano 2005	122
4.2.1	Fotossíntese líquida e respiração	122
4.2.2	Enzima nitrato redutase	125
4.2.3	Etileno.....	129
4.2.4	Área foliar.....	132
4.2.5	Teor de clorofila	135
4.2.6	Produtividade de grãos	138
4.2.7	Germinação.....	142
4.2.8	Teor de óleo	145
4.2.9	Incidência de <i>Phomopsis</i> spp. e <i>Cercospora kikuchii</i>	148
4.3	Ano 2006	153
4.3.1	Atividade de enzimas antioxidantes	153
4.3.1.1	Atividade da enzima peroxidase.....	154
4.3.1.2	Atividade da polifenol oxidase	156

4.3.1.3 Atividade da superóxido dismutase	158
4.3.1.4 Atividade da enzima catalase	160
4.3.2 Hormônios.....	163
4.3.2.1 Citocininas.....	163
4.3.2.2 Giberelinas	167
4.3.2.3 Auxinas	168
4.3.3 Massa de 1000 grãos.....	169
4.3.4 Produtividade	170
4.4 Ano 2007.....	171
4.5 Modelo conceitual.....	180
4.6 Considerações finais	181
5 CONCLUSÃO	183
REFERÊNCIAS	185

RESUMO

Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja

A utilização de produtos de ação fitotônica tem estimulado pesquisas em diversas áreas da agricultura, dentre elas destaca-se a utilização de fungicidas de efeito fisiológico. Um dos mais promissores é a estrobilurina Piraclostrobina, que além da ação fungicida tem ocasionado aumento de produtividade atribuída aos efeitos fisiológicos proporcionados, os quais são conhecidos nas fases vegetativa e reprodutiva. Sendo assim, foram conduzidos experimentos em campo e em casa de vegetação durante quatro anos consecutivos (2004 a 2007) com o objetivo de avaliar o efeito fisiológico em diferentes variedades cultivadas de soja à aplicação da estrobilurina Piraclostrobina. Em 2004, o crescimento das variedades cultivadas de soja CD-208, BRS-133 e Conquista foi acompanhado ao longo do ciclo de cultivo em amostragens destrutivas a cada sete dias. O fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol foi aplicado no momento em que as plantas se encontravam nos estádios fenológicos R₅, R₄ e R₃, respectivamente. As parcelas pulverizadas apresentaram maior produção de massa de matéria seca, maior índice de área foliar e maior produtividade. Em 2005, foram utilizadas as variedades cultivadas Conquista, CD-208 e Monsoy-7501. Concluiu-se que o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol promove: (i) aumento da fotossíntese líquida; (ii) melhoria da eficiência de assimilação de nitrogênio devido ao aumento da atividade da enzima nitrato redutase (ANR); (iii) diminuição da síntese de etileno (SE) (redução da senescência e queda de folhas); (iv) aumento da fitomassa seca total; (v) aumento da área foliar; (vi) aumento do teor de clorofila (*efeito verde*); (vii) melhoria dos resultados em ambientes com mais estresse; (viii) diminuição da incidência de *Phomopsis* spp. e de *Cercospora kikuchii* na semente; e (ix) aumento (tendência) do teor de óleo na semente. Em 2006, foram confirmados os resultados referentes aos anos anteriores utilizando as variedades cultivadas Monsoy-8008-RR, Monsoy-7878-RR e BRS-245-RR. Além disso, verificou-se que a aplicação de Piraclostrobina aumentou a atividade das enzimas antioxidantes (peroxidase, superóxido dismutase e catalase) e diminuiu a atividade da enzima polifenoloxidase e aumentou os teores dos hormônios citocininas (zeatinas e isopentil adenina), giberelinas (GA₃) e ácido indolbutírico. Em 2007, foi conduzido experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar o tempo de resposta de variáveis fisiológicas à aplicação da estrobilurina Piraclostrobina. Utilizou-se a variedade cultivada Conquista em vaso. Na fase vegetativa (estádios fenológicos V₂-V₃ e V₈-V₉), foram observados efeitos fisiológicos nas trocas gasosas até 7 DAA e para a ANR e SE até 16 e 18 DAA, respectivamente. Na fase reprodutiva (estádios R₁-R₂ e R_{5.1}), foi verificado aumento na atividade fotossintética até 10 DAA no estágio R₁-R₂ e até 7 DAA no estágio R_{5.1}. Em relação ao incremento da SE e ANR, foram evidenciados efeitos da estrobilurina Piraclostrobina somente até 7 e 6 DAA no estágio R₁ e 3 e 16 DAA no estágio R_{5.1}, respectivamente.

Palavras-chave: Trocas gasosas; *Glycine max*; Nitrato redutase; Etileno

ABSTRACT

Evaluation of physiological effect of fungicides on soybean crop

The use of products with tonic action in plants has stimulated research in different areas of agriculture, where the use of fungicides with physiological effect became important. One of the most promising is the strobilurin Pyraclostrobin, that in addition to the fungicidal action has caused an increase in productivity attributed to the physiological effects provided, which are known in the vegetative and reproductive phases. Therefore, experiments were carried out in greenhouse and field during four consecutive years (2004 to 2007) with the purpose of evaluating the physiological effect on different soybean cultivars to application of the strobilurin Pyraclostrobin. In 2004, the soybean growth, cultivars CD-208, BRS-133 and Conquista, was monitored during the crop cycle using destructive sampling every seven days. The Pyraclostrobin + Epoxiconazole fungicide was applied at the time the plants were in R₅, R₄ and R₃ growth stages, respectively. The treated areas showed higher production of dry matter, greater leaf area index and greater productivity. In 2005, the cultivars Conquista, CD-208 and Monsoy-7501 were used. It was concluded that Pyraclostrobin + Epoxiconazole promotes: (i) increasing of net photosynthesis, (ii) improving the efficiency of nitrogen assimilation due to the increasing of nitrate reductase activity (NRA), (iii) decreasing the ethylene production (reduction of senescence and leaf fall), (iv) increasing the total dry mass, leaf area and chlorophyll content (*green effect*), (v) improving the performance in environments with more stress; (vi) reducing the incidence of *Phomopsis* spp. and *Cercospora kikuchii* in the seed, and (vii) increasing (trend) of oil content in the seed. In 2006, the results were confirmed according to the previous years using the cultivars Monsoy-8008-RR, Monsoy-7878-RR and BRS-245-RR. Besides, it was found that the application of Pyraclostrobin increased the activity of antioxidant enzymes (peroxidase, superoxide dismutase and catalase) and reduced the PPO activity and increased levels of the following hormones: cytokinins (zeatin and adenine isopentynil), gibberellins (GA₃) and indole butyric acid. In 2007, a greenhouse experiment was carried out to evaluate the response time of physiological variables to the application of strobilurin Pyraclostrobin. The Conquista cultivar was used in pots. In the vegetative phase (V₂-V₃ and V₈-V₉ growth stages), physiological effects on gas exchange were observed until 7 DAA and for the NRA and ethylene synthesis (ES) until 16 and 18 DAA, respectively. In the reproductive phase (R₁-R₂ and R_{5.1} stages), an increasing of photosynthetic activity was verified until 10 DAA at R₁-R₂ stage and up to 7 DAA at R_{5.1} stage. Regarding to the increasing of the ES and NRA, the strobilurin Pyraclostrobin effects were observed only until to 7 and 6 DAA at R₁ stage and 3 and 16 DAA at R_{5.1} stage, respectively.

Keywords: Gas exchange; *Glycine max* L Merrill; Nitrate reductase; Ethylene

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Aumento do índice relativo de vitalidade foliar (IVF) e produção de plantas de trigo por tratamento com piraclostrobina (F500) em distintos estádios de crescimento: (A) BBCH 39 e (B) BBCH 59 (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004) 81
- Figura 2 - Relação entre perda média diária de vitalidade foliar (PMVF) e produtividade (P, kg.ha⁻¹) (curso de tempo: estágio de crescimento BBCH 71-79) (ROUSE et al., 1974 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)82
- Figura 3 - Atividade da enzima nitrato redutase (ANR, $\mu\text{mol.g}^{-1}$ de massa verde) *in vivo* (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004).....83
- Figura 4 - Estímulo de assimilação de nitrato *in vivo* e crescimento de plantas de trigo desenvolvidas em cultura hidropônica: (A) após um retardo, a absorção de nitrato por raízes (AbN, mmol.d⁻¹) aumentou quando as folhas foram tratadas com piraclostrobina, e (B) o aumento na absorção de nitrato foi seguido por incremento no crescimento (massa de matéria fresca - MMF, g) da planta em função do número de dias após a aplicação (DAA) (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)84
- Figura 5 - Inibição da atividade da ACC sintase. Efeitos de piraclostrobina sobre a atividade da 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) sintase e níveis de ACC em brotos de trigo. Plantas foram tratadas com o composto por 3 horas. Brotos foram isolados e submetidos a estresse de água (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)86
- Figura 6 - Atraso na senescência foliar e alterações nos níveis de fitohormônios. Efeitos de piraclostrobina sobre o conteúdo total de clorofila, formação de etileno e níveis de fitohormônio imunorreativo em discos de folhas de trigo senescentes após 48 horas de tratamento no escuro (GROSSMANN, 2000 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)87

- Figura 7 - Influência do fungicida piraclostrobina (F500) sobre a necrose foliar e atividade peroxidase: (A) sintomas de mancha fisiológica das folhas apresentadas como necrose foliar 33 dias após tratamento com o fungicida. Piraclostrobina foi aplicado em 6 de maio (estádio de crescimento 49) e (B) atividade de guaiacol peroxidase determinada de extratos de folha bandeira cinco dias e 30 dias após tratamento fungicida. Não se observou sintomas de mancha fisiológica das folhas antes de 24 dias após tratamento (30 de maio) (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004) 88
- Figura 8 - Um modelo de indução de resistência a viroses por ácido salicílico (SINGH; CHAUHAN; SINGHAL, 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004) 90
- Figura 9 - Pré-tratamento com F 500 causa uma aceleração na expressão do gene PR-1 de vírus do mosaico do tabaco em tabaco. Metade de uma folha de uma planta de tabaco (cv. Xanthi) com seis semanas de idade foi infiltrada com água (-) enquanto a segunda metade da folha foi infiltrada com uma solução aquosa de piraclostrobina (+). 24 h mais tarde, a folha foi infectada, em ambas as metades, com uma solução de vírus do mosaico do tabaco ($1,55 \mu\text{g.mL}^{-1}$ proteína de vírus em tampão de fosfato). O acúmulo de PR-1 de mRNA foi analisado no momento indicado após infecção por Análise Northern Blotting com uma amostra (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)..... 91
- Figura 10 - Reações bioquímicas primárias em células de plantas (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)..... 92
- Figura 11 - Influência de sinalização em células de plantas via NO (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)..... 93
- Figura 12 - Visualização das diferenças de coloração nas amostras com 0,5; 10; 15; 20 e 25 mL de concentrações de nitrito para a construção da curva padrão. ESALQ/USP, Piracicaba-SP 104
- Figura 13 - Teor de etileno (A, B e C), matéria seca (D, E e F) e síntese de etileno por unidade de biomassa seca (G, H e I) nas variedades cultivadas CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com Opera (OP) e não pulverizadas (N). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004 110

- Figura 14 - Teor de clorofila nas folhas da cultura de soja em condições irrigada (Irr) e sem irrigação (Seq) suplementar nas variedades cultivadas CD-208 (OP e N) (Irr) (A), CD-208 (OP e N) (Seq) (B); BRS-133 (OP e N) (Irr) (C), BRS-133 (OP e N) (Seq) (D); e Conquista (OP e N) (Irr) (E), Conquista (OP e N) (Seq) (F). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004.....113
- Figura 15 - Índice de área foliar durante o ciclo da cultura de soja em condições irrigada (Irr) e sem irrigação (Seq) suplementar nas variedades cultivadas CD-208 (OP e N) (Irr) (A), CD-208 (OP e N) (Seq) (B); BRS-133 (OP e N) (Irr) (C), BRS-133 (OP e N) (Seq) (D); e Conquista (OP e N) (Irr) (E), Conquista (OP e N) (Seq) (F). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004.....116
- Figura 16 - Acúmulo da matéria seca total ao longo da estação de cultivo cultura da soja em condições irrigada e sem irrigação suplementar nas variedades cultivadas CD-208 (OP e N) (Irr) (A), CD-208 (OP e N) (Seq) (B); BRS-133 (OP e N) (Irr) (C), BRS-133 (OP e N) (Seq) (D); e Conquista (OP e N) (Irr) (E), Conquista (OP e N) (Seq) (F). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004.....118
- Figura 17 - Produtividade da cultura de soja em condições irrigada (Irr) e sem irrigação suplementar (Seq) nas variedades cultivadas (A) CD-208 (Irr OP, Irr N, Seq OP e Seq N), (B) BRS-133 (Irr OP, Irr N, Seq OP e Seq N) e (C) Conquista (Irr OP, Irr N, Seq OP e Seq N). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004.....121
- Figura 18 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; e (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005122
- Figura 19 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005123

- Figura 20 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005..... 123
- Figura 21 - Efeito fisiológico na atividade da enzima nitrato redutase na cultura de soja oito dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 47) 126
- Figura 22 - Efeito fisiológico na atividade da enzima nitrato redutase na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 48) 127
- Figura 23 - Efeito fisiológico na atividade da enzima nitrato redutase na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 49)..... 127
- Figura 24 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 50) 130

- Figura 25 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 51).....130
- Figura 26 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 52).....131
- Figura 27 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 53).....133
- Figura 28 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e três dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 54).....133

- Figura 29 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 55) 134
- Figura 30 - Efeito fisiológico no teor de clorofila (mg.L⁻¹) na cultura de soja vinte e cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 56) 136
- Figura 31 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 57) 136
- Figura 32 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 58) 137
- Figura 33 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 59) 139

- Figura 34 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 60) 139
- Figura 35 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 61) 140
- Figura 36 - Efeito do uso de Opera sob condição de estresse abiótico de (A) irrigado e (B) não irrigado. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005142
- Figura 37 - Efeito fisiológico na germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 62) 143
- Figura 38 - Efeito fisiológico na germinação de sementes de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 63).....143
- Figura 39 - Efeito fisiológico na germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 64) 144

- Figura 40 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 65) 146
- Figura 41 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 66) 146
- Figura 42 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 67) 147
- Figura 43 - Efeito do uso de Opera na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 68) 149
- Figura 44 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 69) 150

- Figura 45 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 70).....151
- Figura 46 - Atividade da enzima peroxidase (aPOD, µmol.min⁻¹ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade cultivada Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006155
- Figura 47 - Atividade da enzima peroxidase (aPOD, µmol.min⁻¹ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade cultivada Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006155
- Figura 48 - Atividade da enzima peroxidase (aPOD, µmol.min⁻¹ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade cultivada BRS-245-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006.....156
- Figura 49 - Valores da atividade da atividade da enzima polifenol oxidase (aPPO, µmol.min⁻¹ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina+Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda aplicação (b). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006157

- Figura 50 - Valores da atividade da atividade da enzima polifenol oxidase (aPPO, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda aplicação (b). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006..... 157
- Figura 51 - Valores da atividade da atividade da enzima polifenol oxidase (aPPO, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade BRS-245 RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina+Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação (b). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006..... 158
- Figura 52 - Atividade da enzima superóxido dismutase (aSOD, unidades SOD por mg) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006..... 159
- Figura 53 - Atividade da enzima superóxido dismutase (aSOD, unidades SOD por mg) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878 RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006..... 159
- Figura 54 - Atividade da enzima superóxido dismutase (aSOD, unidades SOD por mg) em plantas de soja, variedade BRS-245-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006..... 160

- Figura 55 - Atividade da enzima catalase (aCAT, mol.min⁻¹.mg⁻¹ de H₂O₂) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006.....161
- Figura 56 - Atividade da enzima catalase (aCAT, mol.min⁻¹.mg⁻¹ de H₂O₂) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006.....162
- Figura 57 - Atividade da enzima catalase (aCAT, mol.min⁻¹.mg⁻¹ de H₂O₂) em plantas de soja, variedade BRS-245-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006162
- Figura 58 - Atividade da zeatina-riboflavina (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006164
- Figura 59 - Atividade da isopentil-adenina (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006164
- Figura 60 - Atividade da isopentil-adenina-riboflavina (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006165

- Figura 61 - Atividade da zeatina-ribotídeo (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006 165
- Figura 62 - Atividade da isopentinil-adenina (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006 166
- Figura 63 - Atividade da isopentinil-adenina-ribosídeo (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006 166
- Figura 64 - Atividade da GA₃ (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006..... 167
- Figura 65 - Atividade da GA₃ (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006..... 168
- Figura 66 - Atividade da ácido indolbutírico (IBA, em ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006 169

- Figura 67 - Massa de 1000 grãos (M100, g por 1000 grãos) de soja referente às variedades cultivadas Monsoy-8008-RR (A) e Monsoy-7878-RR (B). Tratamentos: (T₁) testemunha, (T₂) Piraclostrobina + Epoxiconazol e (T₃) triazol. ESALQ/USP. Piracicaba-SP. Ano 2006.....170
- Figura 68 - Produtividade de grãos (P, kg.ha⁻¹) da cultura de soja referente às variedades cultivadas Monsoy-8008-RR (A) e Monsoy-7878-RR (B). Tratamentos: (T₁) testemunha, (T₂) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol e (T₃) triazol. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2006.....171
- Figura 69 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da fotossíntese líquida (A) (FLr, %) e da respiração (B) (REr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₂-V₃. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007173
- Figura 70 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em plantas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₂-V₃. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007.....173
- Figura 71 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da fotossíntese líquida (A) (FLr, %) e da respiração (B) (RE, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₈-V₉. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007174
- Figura 72 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₈-V₉. ESALQ/USP, Piracicaba-SP, Ano 2007.....176

- Figura 73 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da Fotossíntese líquida (A) (FLr, %) e da respiração (B) (REr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol no estágio R₁. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007..... 176
- Figura 74 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol no estágio R₁. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007 177
- Figura 75 - Valores relativos de (A) Fotossíntese líquida (FLr, %) e de (B) respiração (REr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio R₁, aos sete dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007 179
- Figura 76 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio R_{5.1}. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007 179
- Figura 77 - Modelo conceitual referente ao efeito fisiológico da utilização do fungicida Piraclostrobina na cultura de soja 181

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Carbendazim	49
Tabela 2 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Tiofanato metílico.	50
Tabela 3 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Azoxistrobina.....	51
Tabela 4 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Picoxistrobina	51
Tabela 5 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Piraclostrobina	52
Tabela 6 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas Trifloxistrobina.....	52
Tabela 7 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Bromuconazol.....	53
Tabela 8 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Ciproconazol.....	53
Tabela 9 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Difenconazol.....	54
Tabela 10 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Epoxiconazol	54
Tabela 11 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Fluatrilfol	55
Tabela 12 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Fluquinconazol ...	55
Tabela 13 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Metconazol	56
Tabela 14 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Miclobutanil.....	56
Tabela 15 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Propiconazol	56
Tabela 16 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Tebuconazol.....	57
Tabela 17 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Tetraconazol	57
Tabela 18 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Carbendazim	59
Tabela 19 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Tiofanato metílico.....	59
Tabela 20 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Azoxistrobina (Methoxy-acrylates)	61
Tabela 21 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Picoxistrobina (Methoxy-acrylates).....	62
Tabela 22 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Piraclostrobina (Methoxy-carbamates).....	62
Tabela 23 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Trifloxistrobina (Oximino-acetates)	63

Tabela 24 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Bromuconazol	65
Tabela 25 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Ciproconazol	65
Tabela 26 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Difenconazol	66
Tabela 27 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Epoxiconazol.....	66
Tabela 28 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Fluquinconazol.....	67
Tabela 29 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Flutriafol.....	67
Tabela 30 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Metconazol.....	68
Tabela 31 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Miclobutanil	68
Tabela 32 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Propiconazol.....	69
Tabela 33 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Tebuconazol	69
Tabela 34 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Tetraconazol.....	70
Tabela 35 - Descrição dos tratamentos. Ano 2004	99
Tabela 36 - Descrição dos tratamentos. Ano 2005	99
Tabela 37 - Descrição dos tratamentos. Ano 2006	100
Tabela 38 - Descrição dos tratamentos. Ano 2007	100
Tabela 39 - Resumo geral dos experimentos	108
Tabela 40 - Parâmetros da equação de Richards ajustada aos dados de teor de clorofila de plantas de soja das variedades cultivadas CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com fungicida (OP) e não pulverizadas (N) nas condições irrigada (Irr) e de sequeiro (Seq). Ano 2004.....	112

Tabela 41 - Parâmetros do modelo de Gauss ajustado aos dados de índice de área foliar de plantas de soja das variedades CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com fungicida (OP) e não pulverizadas (N), nas condições irrigada (Irr) e de sequeiro (Seq). Ano 2004.....	115
Tabela 42 - Parâmetros do modelo de Gauss ajustado aos dados de massa de matéria seca total de plantas de soja das variedades CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com fungicida (OP) e não pulverizadas (N), nas condições irrigada (Irr) e de sequeiro (Seq). Ano 2004	117
Tabela 43 - Duração do ciclo da cultura de soja (dias) em condições irrigada e sem irrigação com o fungicida Opera (OP) e sem o fungicida Opera (N). Ano 2004	119
Tabela 44 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005	124
Tabela 45 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005	124
Tabela 46 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	125
Tabela 47 - Efeito fisiológico na atividade relativa da enzima nitrato redutase (%) na cultura de soja oito dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005.....	128
Tabela 48 - Efeito fisiológico na atividade relativa da enzima nitrato redutase (%) na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005	128
Tabela 49 - Efeito fisiológico na atividade relativa da enzima nitrato redutase (%) na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	129
Tabela 50 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Conquista. Ano 2005	131

Tabela 51 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada CD-208. Ano 2005	132
Tabela 52 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	132
Tabela 53 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005	134
Tabela 54 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e três dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005	135
Tabela 55 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	135
Tabela 56 - Efeito fisiológico no teor de clorofila na cultura de soja vinte e cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005	137
Tabela 57 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005	138
Tabela 58 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	138
Tabela 59 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005.....	140
Tabela 60 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005	141
Tabela 61 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	141
Tabela 62 - Efeito fisiológico no aumento da germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005	144
Tabela 63 - Efeito fisiológico no aumento da germinação de sementes de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005	145
Tabela 64 - Efeito fisiológico no aumento da germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005.....	145

Tabela 65 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005	147
Tabela 66 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005 ..	148
Tabela 67 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	148
Tabela 68 - Efeito do uso de Opera na redução da incidência de (A) <i>Phomopsis</i> spp. e (B) <i>Cercospora kikuchii</i> na semente de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005	152
Tabela 69 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) <i>Phomopsis</i> spp. e (B) <i>Cercospora kikuchii</i> na semente de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005 ...	152
Tabela 70 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) <i>Phomopsis</i> spp. e (B) <i>Cercospora kikuchii</i> na semente de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005	153

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de clima tropical, cuja produção é mais concentrada nos Estados Unidos ao redor de 71,5 milhões toneladas e América do Sul (Brasil, Argentina, Paraguai, Bolívia e Uruguai) com 117 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2008), devido as condições climáticas favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento. O potencial de rendimento da soja é determinado principalmente por fatores genéticos, além disso, fatores externos limitantes, que atuam em algum momento durante o ciclo da cultura também influenciam na produção (HEIFFIG, 2002). Um dos problemas mais comuns do cultivo de soja nos países de clima tropical inclui a adaptação, doenças e baixa nodulação (HARTMAN et al., 1991).

A incidência de doenças, principalmente as ocasionadas por fungos podem ocorrer durante todo o ciclo ou apenas no final do ciclo de cultivo. As doenças incidentes durante a fase final do ciclo “DFC” (complexo de doenças representadas por *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina* e *Septoria glycines*) causam prejuízos na produção de até 21%, sendo este decréscimo principalmente na redução do peso de sementes (GUERZONI, 2001). As doenças mais comuns durante o ciclo vegetativo e reprodutivo são o oídio (*Microsphaera diffusa*), mildio (*Peronospora manshurica*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*), mancha alva (*Corynespora cassicola*), mela (*Thanatephorus cucumis*) e principalmente a ferrugem da soja.

A ferrugem da soja é causada por duas espécies de fungo do gênero *Phakopsora*: a *Phakopsora meibomiae* (Arth.) Arth., causadora da ferrugem "americana", que ocorre naturalmente em diversas fabáceas (leguminosas) desde Porto Rico, no Caribe (VAKILI; BROMFIELD, 1976), ao sul do Estado do Paraná (Ponta Grossa) (YORINORI, 1989; YORINORI; DESLANDES, 1984) e a *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow, causadora da ferrugem asiática, presente na maioria dos países que cultivam a soja e, a partir da safra 2000/2001, também no Brasil e no Paraguai. A distinção das duas espécies é feita através da morfologia de teliósporos e da análise do DNA (ONO et al., 1992).

A ferrugem da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* foi relatada pela primeira vez em 1902 no Japão. Em 1998, foi relatada no Zimbábue onde tornou-se epidêmica, causando perdas de 60% a 80% na produção de soja. No ano de 2001, foi observada no Paraguai e em Mato Grosso. Atualmente a doença se encontra em diversos estados brasileiros, inclusive no Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2004ab e EMBRAPA SOJA, 2005).

A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) é uma doença de final de ciclo que tem sido a causa de grandes reduções na produtividade da cultura da soja, ocasionando prejuízos econômicos e sociais relevantes. O controle eficiente desta doença tem envolvido o meio científico, empresas e produtores em um esforço conjunto. Este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol no controle da ferrugem asiática na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivada sem irrigação suplementar e irrigada durante todo o período.

Pesquisadores de todo o Brasil e do exterior continuam buscando desenvolver cultivares resistentes à ferrugem da soja, estudos que são dificultados pela enorme variabilidade genética do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, causador da ferrugem. Na ausência de cultivares resistentes, são indicadas medidas de manejo para reduzir os danos com a ferrugem. Entre as indicações estão: semeadura de cultivares mais precoces; estreitar época de semeadura indicada para cada região; semeadura com densidade de plantas que permitam um bom arejamento foliar para maior eficiência na penetração de fungicidas e, principalmente, monitoramento constante.

Os fungicidas agrícolas, por concepção, são produtos destinados ao manejo de fitopatógenos, tendo como objetivo fundamental provocar a morte destes microorganismos, reduzindo suas populações a níveis tais que não interfiram nem na qualidade nem na quantidade dos produtos agrícolas cultivados. Até o início da década de 90, o foco das pesquisas sempre foi alvo biológico, ou seja, quanto maior e mais rápida a ação sobre o microorganismo, potencialmente melhor seria a nova molécula.

Um grande número de pesquisadores, durante a última década, tem avaliado os possíveis efeitos benéficos de diferentes fungicidas sobre o rendimento e os mecanismos de defesa do hospedeiro. São muitos os indícios levantados sobre este assunto, abrindo novas linhas de pesquisa, onde o interesse principal é a otimização de uso dos fungicidas, visando uma trégua com o ambiente e com os consumidores de produtos agrícolas.

Os fungicidas do grupo das estrobilurinas serviram como estopim neste processo, por demonstrarem influências mais visíveis no comportamento da planta, principalmente aquelas relacionadas ao aumento na produtividade. Posteriormente outros benefícios foram descobertos, que serviram para explicar os ganhos de produtividade, mas que também esclareceram comportamentos diversos relacionados aos mecanismos de resistência da planta hospedeira.

Esta linha de pesquisa parece estar só no começo, principalmente devido aos avanços na ciência, principalmente a engenharia genética, que permitem elucidar o comportamento metabólico nos vegetais quanto as respostas a injúrias bióticas e/ou abióticas. Existem muitos trabalhos em campos e laboratórios sendo avaliados que, nos próximos anos, deverão dar suporte a esta tendência mundial que é a sustentabilidade das ações do homem, procurando conviver com a natureza através da compreensão de seus mecanismos e não alterá-la simplesmente em seu benefício.

O presente trabalho tem por objetivo geral compilar, avaliar e comparar o desempenho de fungicidas utilizados em diferentes variedades cultivadas na cultura de soja, em condições de sequeiro e irrigado, com auxílio de medidas fenométricas, fisiológicas e bioquímicas, procurando caracterizar o seu efeito fisiológico na qualidade e na produtividade final de grãos. Como objetivos específicos, tem-se que: (i) Ano 2004: avaliar os efeitos fisiológicos de fungicidas na cultura de soja (análises: seletividade, % de controle de doenças, massa de matéria seca, índice de área foliar, teor de clorofila, síntese de etileno, duração do ciclo e produtividade de grãos); (ii) Ano 2005: (a) desenvolver modelo teórico dos efeitos fisiológicos da estrobilurina piraclostrobina na cultura da soja; (b) comparar o efeito fisiológico das diferentes estrobilurinas; (c) avaliar o aumento da tolerância ao estresse (ou diminuição de perdas decorrente do estresse hídrico); e (d) avaliar os benefícios proporcionados quanto a qualidade do produto final (análises: respiração, fotossíntese líquida, atividade da enzima nitrato redutase, síntese de etileno, teor de clorofila, massa de matéria seca, índice de área foliar, produtividade, qualidade da semente); (iii) Ano 2006: (a) desenvolver modelo teórico dos efeitos fisiológicos da estrobilurina piraclostrobina na cultura da soja; (b) comparar o efeito fisiológico das diferentes estrobilurinas; (c) avaliar o aumento da tolerância ao estresse (ou diminuição de perdas decorrente do estresse hídrico); e (d) avaliar os benefícios proporcionados quanto a qualidade do produto final (análises: hormônios; enzimas antiestresse; respiração e fotossíntese líquida; atividade da enzima nitrato redutase, síntese de etileno, teor de clorofila, massa de matéria seca, índice de área foliar, produtividade, hormônios, enzimas antiestresse e qualidade da semente); e (iv) Ano 2007: (a) avaliar o aumento da tolerância ao estresse (ou diminuição de perdas decorrente do estresse hídrico) em diferentes estádios fenológicos; e (b) avaliar os efeitos fisiológicos em diferentes estádios fenológicos (análises: respiração e fotossíntese líquida, nitrato redutase, síntese de etileno, teor de clorofila, massa de

matéria seca, índice de área foliar, produtividade, hormônios, enzimas anti-estresse e qualidade da semente).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Principais doenças da parte aérea

Dentre as principais doenças da parte aérea da soja podemos destacar: (i) ferrugem asiática, (ii) oídio, (iii) mancha púrpura da semente ou crestamento foliar, (iv) mancha parda ou septoriose, (v) mancha alvo, (vi) antracnose, (vii) phomopsis da semente, (viii) podridão ou mela, (ix) míldio e (x) mancha foliar de *myrothecium* (YORINORI, 2002; KIMATI et al., 2005 e GIAGRO, 2008).

2.1.1 Ferrugem asiática

Causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi detectada no Brasil, em março de 2001, causando perdas nas lavouras de soja nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com reduções de até 70% na produtividade. É considerada como uma das doenças mais agressivas. A ocorrência da ferrugem pode variar de um ano para outro e as plantas de soja podem ser infectadas em qualquer estágio após a emergência, dependendo das condições climáticas.

Os primeiros sintomas aparecem normalmente nas folhas das partes baixas da planta e caracterizam-se por pequenas pontuações escuras, no tecido sadio, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Na face inferior das folhas podem ser observadas saliências que correspondem a estruturas de frutificação do fungo (urédias). São essas saliências que diferenciam a ferrugem das outras doenças. Ela pode ser observada por meio de uma lupa com capacidade de aumento de dez a 20 vezes. Com o desenvolvimento, a lesão acinzentada torna-se marrom e são delimitadas pelas nervuras. As lesões são mais numerosas na face inferior da folha.

Em ataques severos, as lesões podem ser encontradas nas vagens, nas hastes e nos pecíolos. As pústulas de ferrugem são mais visíveis na face inferior da folha que exuda uma massa de esporos (uredosporos), formados em uma urédia. A coloração das pústulas é variável e depende da idade da interação entre o genótipo e a raça do patógeno. A desfolha da planta é rápido e resulta na redução do número de vagens, de grãos, e do peso dos grãos.

Os sintomas da doença podem ser facilmente confundidos com as doenças Mancha parda (*Septoria glycines*), crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*) e danos por herbicidas pós-emergentes. Em todos os casos, as folhas afetadas amarelam, secam e caem prematuramente, dificultando a distinção. As condições que favorecem seu desenvolvimento são temperaturas noturnas amenas e presença de água na superfície das folhas por mais de dez horas,

tanto na forma de orvalho como precipitações bem distribuídas ao longo da safra. Regiões com altitude superior a 700 metros, normalmente são mais favoráveis a ocorrência da doença devido a um maior número de horas de orvalho. Regiões baixas, porém com chuvas bem distribuídas, também são favoráveis. Períodos quentes e secos desfavorecem a ocorrência da doença.

O fungo *Phakopsora pachyrizi* é um parasita obrigatório que para a sua perpetuação depende de hospedeiros vivos, encontrados em grande quantidade na natureza. A entressafra contribui para redução do fungo. As primeiras semeaduras estão sujeitos a uma menor quantidade de fungo e menor pressão da doença. Sua transmissão não ocorre pelas sementes e sua principal forma de disseminação é o vento. O monitoramento contínuo é essencial para que a medida de controle possa ser logo no início, para não haver reduções de produtividade. A ação do fungicida protege a lavoura por um período de 25 dias. A aplicação no momento errado, torna necessária outras aplicações, o que aumenta sensivelmente os custos de produção. Os sintomas, quando percebidos tardiamente, comprometendo a eficiência dos produtos.

2.1.2 Oídio

O agente causal é o fungo *Microsphaera diffusa* Cooke & Peck era anteriormente referido como *Erysiphe polygoni*. Esse patógeno vem adquirindo importância nas regiões altas dos cerrados, principalmente em algumas áreas de Minas Gerais, como Patos de Minas e Presidente Olegário. Esse patógeno afeta toda a parte aérea da planta, atingindo principalmente as folhas, dependendo da variedade cultivada, pode ocorrer desfolha. Diversas espécies de fabáceas (leguminosas) são citadas como hospedeiras desse fungo.

O sintoma é mais evidente nas folhas, mas também pode infectar hastes e vagens. Sobre a folha infectada observa-se uma teia de micélio de coloração branca e aspecto pulverulento. Outros sintomas, como clorose, manchas ferruginosas e desfolhas também podem ser observados, mas dependem da reação da variedade cultivada.

Microsphaera diffusa é um parasita obrigatório, precisa de tecido vivo para sobreviver. As hospedeiras alternativas do fungo funcionam como fonte de inóculo para a próxima safra. O vento é o principal responsável pela disseminação do fungo. Estudos estão sendo realizados no sentido de obter variedades resistentes a esse fungo. Deve-se evitar a semeadura tardia.

2.1.3 Mancha púrpura da semente ou crestamento foliar

A mancha púrpura (ou crestamento foliar), causada pelo fungo *Cercospora kikuchii* (Tak. Matsumoto et Tomoy.) M.W. Gradner, é conhecida como doença de final de ciclo (DFC), por ocorrer com maior severidade na fase final de granação da soja.

Trata-se de um fungo cosmopolita que encontra-se em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, manifestando com maior intensidade nas regiões mais quentes e chuvosas do cerrado. Além da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), *C. kikuchii* já foi registrado nos hospedeiros: *Cyamopsis tetragonoloba*, *G. soja*, *G. tabacina*, *G. ussuriensis* e *Vigna prainiana*.

A descoloração das sementes causada pelo fungo leva a uma desvalorização do lote, tanto para uso industrial quanto para semeadura. Se o grau de infecção for leve, há muito pouco comprometimento da qualidade industrial e da germinação. O fungo é responsável pela desfolha prematura da planta, o que provoca a redução da granação na ordem de até 30%, e conseqüentemente perdas dos rendimentos de 45%, de acordo com o potencial produtivo da cultura.

Os sintomas nas folhas são manchas pequenas, castanho-avermelhadas, que aumentam de tamanho até coalescerem para formar grandes áreas castanho-escuras, que provocam o característico crestamento da doença e a queda prematura das folhas. Nas vagens, verifica-se a presença de manchas puntiformes, vermelhas, que crescem e adquirem uma coloração castanho-avermelhada. Após este processo, atravessam todo o tecido da vagem até atingir as sementes e infectá-las, deixando a coloração púrpura em seu tegumento.

A infecção na semente pode ser superficial, tornando o micélio limitado a terceira camada do tegumento. Em infecções mais severas, o fungo pode penetrar o hilo, alojando-se no parênquima estelar, no embrião e no sistema vascular da semente. A coloração púrpura está limitada às duas camadas externas do tegumento. A ausência da cor púrpura em sementes produzidas em campos infectados por *C. kikuchii* não é garantia de que esteja livre do patógeno, pois ele pode ocorrer como contaminante externo e transmitir a doença. As plantas originadas de sementes infectadas são menos vigorosas, e em conseqüência, menos produtivas.

O fungo sobrevive nos restos culturais e principalmente nas sementes. Quando são armazenadas a temperaturas baixas (menores de 16°C), a sobrevivência do patógeno prolonga-se por muito tempo. A principal via de disseminação de *C. kikuchii* são as sementes infectadas. Os conídios do fungo levados pelo vento dentro da plantação são responsáveis pela infecção

secundária durante a estação de cultivo. Os restos vegetais deixados no campo após a colheita garantem uma importante fonte de inóculo, que pode ser dispersa dentro do próprio campo e entre campos vizinhos pelo maquinário durante a preparação do solo.

Geralmente, o desenvolvimento da doença é favorecido quando há chuvas freqüentes e temperaturas variando entre 22°C e 30°C. Além disto, solos com baixa fertilidade podem predispor as plantas a um ataque mais severo do patógeno na haste, chegando a atingir até a medula. A ocorrência de veranico durante o ciclo da cultura reduz a incidência, tornando desnecessária a aplicação de fungicidas. A incidência dessa doença pode ser reduzida através da integração do tratamento químico das sementes com a incorporação dos restos culturais e a rotação da soja com espécies não suscetíveis, como o milho e a sucessão com o milheto. A aplicação de agroquímico na parte aérea da planta deve ser feita entre os estádios R_{5.1} e R_{5.5}, se as condições climáticas estiverem favoráveis à ocorrência da doença.

2.1.4 Mancha parda ou septoriose

O agente causal é o fungo *Septoria glycines* Hemmi (teleomorfo *Mycosphaerella uspenskajae* Mashkina & Tomilin). É uma doença amplamente disseminada no país, podendo causar grandes perdas no rendimento de grãos e em especial na soja.

Os primeiros sintomas ocorrem em plantas com 35 a 40 dias, que apresentam pequenas pontuações ou manchas angulares e de coloração castanho-avermelhada nas folhas unifoliadas. Em condições favoráveis podem ocorrer sintomas até nos primeiros trifólios e causar severa desfolha. Após esse período, as plantas se recuperam. No final do enchimento das vagens ocorre um novo surto da doença, causando, nas folhas verdes, pontuações pardas que evoluem para manchas com halos amarelados e coloração parda na face superior e coloração rosada na face inferior da folha. Infecções severas também causam desfolha e maturação prematura, com conseqüente redução no rendimento.

Septoria glycines sobrevive no campo em restos culturais, que constituem o inóculo primário, e sua disseminação a longas distâncias pode ser realizada por meio de sementes, que são a forma como o patógeno é introduzido na lavoura. Plantas jovens em início de desenvolvimento são preferencialmente infectadas e, com a esporulação do fungo, forma-se o inóculo secundário, que pode intensificar a doença. Umidade elevada, temperaturas amenas e longos períodos chuvosos são favoráveis à ocorrência da doença e desenvolvimento do fungo.

São recomendadas a eliminação dos restos de culturas anteriores e a realização de rotação de cultura com espécies não susceptíveis. O tratamento de sementes, com o uso de fungicida, dever ser realizado preventivamente. Em anos chuvosos deve ser realizada a aplicação de fungicida na parte aérea das plantas.

2.1.5 Mancha alvo

O agente causal é o fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. et M.A. Curtis) C.T. Wei (ou *Helminthosporium cassiicola* Berk. et M.A. Curtis). Trata-se de um patógeno cosmopolita que se encontra em todas as regiões produtoras de soja do Brasil. As variedades suscetíveis à doença podem sofrer desfolha intensa e apresentar sintomas nas hastes e nas vagens. Além da soja, o fungo ataca as espécies de outros 16 gêneros de fabáceas (leguminosas) e de mais de 50 famílias de plantas diferentes.

Os sintomas da doença são manchas foliares pequenas, marrons, rodeadas de um halo amarelado, que evoluem para manchas circulares maiores, castanho-claras a castanho-escuras, chegando a dois milímetros de diâmetro. As manchas apresentam o centro negro e vários anéis concêntricos de coloração mais escura, que lhe dão o aspecto de alvo. A podridão de raiz causada pelo fungo *C. cassiicola* é também comum, principalmente em áreas de semeadura direta. A infecção nas raízes caracteriza-se por uma cor castanho-clara, que morrem com o avanço dos sintomas e aparecem cobertas por uma camada negra formada pelos conidióforos e conídios do fungo. A infecção das sementes é pouco comum, mas quando ocorre apresentam lesões castanho-escuras.

O fungo sobrevive sobre os restos de colheitas deixados no campo e sobre as raízes infectadas. As sementes também podem ser infectadas ou contaminadas. Nela o fungo sobrevive por algum tempo. A disseminação a longa distância ocorre pelas sementes infectadas ou contaminadas. A disseminação dentro do campo é facilitada pelos labores de preparação do solo e pelas correntes da água da chuva ou irrigação. A disseminação secundária é feita principalmente pelo vento que leva os conídios formados sobre as manchas foliares. As chuvas prolongadas no período de maturação da cultura favorecem o desenvolvimento da doença, sendo que surtos severos têm sido observados esporadicamente, desde as zonas mais frias do Sul às chapadas dos Cerrados.

A rotação de culturas, principalmente com milho ou outras gramíneas, promovem um bom controle da doença. Quando se tratar de monocultura de soja, é recomendável realizar o

revolvimento do solo para enterrar profundamente os restos de colheitas infectados. Recomenda-se também o uso de sementes limpas e tratadas com fungicidas. A via mais eficiente no controle da doença é o uso de variedades resistentes.

2.1.6 Antracnose

O agente causal é o fungo *Colletotrichum dematium* (Pers.) Grove, agente causal da antracnose da soja, tem como sinônimo *Sphaeria dematium* Pers., *C. dematium* (Pers. ex Fr.) Grove var. *truncatum* (Schw.) Arx., *C. truncatum* (Schw.) Andrus et D. Moore, *C. glycines* Hori, *C. caulivorum* Heald et Wolf., *C. viciae* Dearn et Overh., *Vermicularia truncata* Scw. e *V. polytricha* Cooke. Existe outra espécie de fungo, *Glomerella glycines* (Hore) Lehman et Wolf, causador também da antracnose na soja.

Os danos são consideráveis nas regiões temperadas e úmidas, assim como nos trópicos e subtropicais, principalmente por redução do padrão e qualidade das sementes e dos rendimentos, que podem ser diminuídos entre 20% e 50%. No Brasil, a doença está presente em todas as áreas produtoras de soja, com registros nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Tocantins e no Distrito Federal. Além da soja, o fungo já foi relatado em mais de 30 famílias de plantas diferentes.

O cultivo da soja é suscetível à antracnose em todos os estádios do seu desenvolvimento. Os sintomas nas folhas apresentam-se como enrolamento, necrose das nervuras da lâmina foliar, cancos nos pecíolos e desfolha prematura. Os estádios iniciais de formação das vagens (R₃-R₄) são os mais suscetíveis à infecção, causando-lhes o abortamento. Se a infecção ocorrer durante a granação, apresentam-se estrias encharcadas que logo se tornam negras, podendo atingir toda a vagem. Sob umidade relativa alta e prolongada, as vagens se abrem, os grãos verdes germinam e a superfície dos tecidos infectados de toda a planta cobre-se dos acérvulos do fungo.

As hastes e ramos muitas vezes mostram-se assintomáticos. Somente sob condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, aparecem lesões escuras que evoluem para a formação de cancos e cobrem-se das frutificações do fungo. Nas sementes os sintomas são manchas deprimidas e marrom-escuras.

O fungo sobrevive como micélio nos restos de cultura infectados, assim como nas sementes. Os conídios são disseminados pelos respingos da água da chuva ou da irrigação por aspersão. Períodos de chuva prolongados, umidade relativa alta e cultura muito adensada são condições que favorecem o desenvolvimento da doença. Temperaturas, regime pluvial alto e

outros fatores como plantações muito adensadas, cultivo contínuo, uso de sementes infectadas e deficiências nutricionais são fatores que favorecem o desenvolvimento da doença. Entre as práticas culturais para o controle da doença recomenda-se: utilizar sementes saudáveis, limpas, adequadamente tratadas e produzidas em regiões sem histórico de incidência da doença e sob estrito controle fitossanitário; realizar rotação de cultura com espécies não hospedeiras, no mínimo durante um e dois anos, e eliminar os restos da cultura, que devem ser enterrados profundamente.

2.1.7 *Phomopsis* sp. da semente

O agente causal é o fungo *Phomopsis sojae* Lehman, sendo o anamorfo (fase assexuada) de *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* (Lehman) Wehm. A doença tem se convertido em endêmica em muitas regiões produtoras de soja, afetando o caule e as vagens, e, como consequência, ficam comprometidas a capacidade de germinação e a qualidade industrial das sementes. Em geral, a doença aparece na forma de pequenas manchas negras nas vagens e no caule e, muito raramente, nas folhas; as plantas infectadas podem sofrer de raquitismo.

A *Phomopsis* da semente está disseminada em todas as regiões produtoras de soja do mundo. No Brasil, tem se disseminado rapidamente e hoje afeta plantações de soja nos seguintes estados: Distrito Federal, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo. Ataca principalmente fabáceas (leguminosas) e solanáceas, embora também existam registros em batata-doce e milho, mas a variedade *D. phaseolorum* var. *sojae* ataca apenas a soja.

Os sintomas típicos da doença são numerosas lesões pequenas e negras nas vagens e na haste. Ambos os estádios (anamorfo e teleomorfo) produzem sintomas muito semelhantes e podem ocorrer juntos, ou com predominância de um ou outro, dependendo de vários fatores, como suscetibilidade do hospedeiro, condições climáticas, estado nutricional da planta, entre outros. Muito raramente ocorrem lesões nas folhas, caso contrário, as lesões aparecem principalmente no ápice ou nas bordas dos folíolos, e daí progridem para o pecíolo, até causar a morte de toda a lâmina foliar. Numerosos picnídios (*P. sojae*) ou peritécios (*D. phaseolorum* var. *sojae*) negros ocorrem sobre as vagens; não há grandes diferenças entre ambas as frutificações quando observadas a olho nu no campo, mas, geralmente, os peritécios apresentam-se distribuídos ao acaso ou uniformemente na superfície externa da vagem, enquanto que os picnídios formam círculos concêntricos. Quando o ataque ocorre antes do amadurecimento das sementes, as mesmas

abortam e as vagens ficam chochas ou apodrecidas, adquirindo uma coloração esbranquiçada a marrom-clara. Tanto os peritécios quanto os picnídios aparecem dispostos de forma linear na superfície do caule, seguindo o curso dos feixes dos vasos condutores. Sob ambiente muito seco, a doença fica restrita à região diretamente acima do solo. O fungo pode invadir as sementes em qualquer momento após o seu desenvolvimento, principalmente quando a colheita é demorada por causa do tempo chuvoso; períodos alternados de chuva e estiagem provocam a deterioração e a quebra das vagens, facilitando a infecção das sementes. Internamente, o fungo coloniza todos os tecidos do tegumento, cotilédones e, ocasionalmente, a radícula e a plúmula, apresentando rachaduras e enrugamento do tegumento, perda do brilho natural, geralmente são recobertos por uma massa esbranquiçada ou bege de micélio.

O fungo pode sobreviver sobre os restos de cultura deixados no campo ou em restos vegetais de outras espécies de plantas que é capaz de parasitar; em sementes infectadas e armazenadas sob condições frias e secas, o fungo pode sobreviver até dois anos. A disseminação da doença a longa distância ocorre através das sementes infectadas ou contaminadas. No interior da lavoura, os conídios ou ascósporos são disseminados pelo vento, respingos da água de chuva ou de irrigação por aspersão, também podem ser dispersados por insetos ou durante a preparação do solo para a próxima semeadura, assim como pelo próprio maquinário agrícola, roupa e sapatos dos operários, etc. Períodos prolongados de umidade durante os estádios reprodutivos e de amadurecimento das vagens, com temperaturas acima de 20°C, junto a outros fatores, como ferimentos mecânicos, picadas de insetos ou de nematóides, deficiência de potássio, infecção por vírus, são condições que predisõem e favorecem o desenvolvimento da doença.

Existem algumas variedades menos suscetíveis, porém não totalmente resistentes. Deve-se plantar apenas sementes limpas, livres do patógeno e adequadamente tratadas com fungicidas sistêmicos e produzidas em águas sem histórico de ocorrência da doença; semear cultivares precoces, que amadureçam durante o período de pouca chuva, evitando o adensamento da plantação; realizar rotação de culturas, principalmente com gramíneas, e enterrar profundamente os restos de cultura infectados; realizar uma adequada adubação com potássio. No controle químico, deve-se realizar pulverizações com fungicidas a partir da floração (estádio de desenvolvimento R₃-R₄) até o começo do amadurecimento das vagens (R₆-R₇).

2.1.8 Podridão ou mela

O agente causal é o fungo *Rhizoctonia solani*. Trata-se de um fungo cosmopolita, que ocorre em um grande número de hospedeiras economicamente importantes como algodão, amendoim, arroz, batata, café, cenoura, feijão, fumo, soja, entre outras.

Inicialmente ocorrem descoloração e necrose dos tecidos do coleto e das raízes das plântulas provocando o tombamento e o apodrecimento. Em plantas mais desenvolvidas ocorrem amarelecimento e murcha, podendo ocorrer morte. O tombamento ocorre preferencialmente em reboleiras ou ao longo das linhas de semeadura.

Rhizoctonia solani é um fungo de solo, que possui um grande número de hospedeiros e grande variabilidade genética. Sua disseminação é feita por meio de sementes contaminadas, solo infestado, água de chuva ou de irrigação, vento e implementos agrícolas. Esclerócitos, que são estruturas de resistência do fungo, e micélio que sobrevivem saprofiticamente no solo e colonizam plantas hospedeiras e restos culturais são as fontes de inóculo. Temperaturas entre 10 e 21°C, alta umidade e umidade do solo moderada a alta, favorecem a ocorrência da doença. Para a semeadura é recomendada a utilização de sementes sadias, de boa qualidade e tratadas com fungicida. Deve-se evitar locais úmidos, e solos mal drenados. O preparo dos canteiros deve ser realizado com antecedência para destruir toda matéria orgânica não decomposta e haver melhor aeração do solo. O solo destinado à formação de sementeiras deve ser fumigado. Deve-se realizar rotação de cultura com plantas não hospedeiras. Ocorrendo a doença no canteiro deve-se eliminar as mudas doentes e parte do solo junto a essas plantas, reduzir a irrigação ao mínimo e regar o canteiro com fungicida.

2.1.9 Míldio

O agente causal é o fungo *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. ex Gäum, apesar de a doença chamar a atenção nos primeiros 30-40 dias da fase vegetativa da soja, à medida que a planta desenvolve, a severidade do míldio vai reduzindo e continua presente nas folhas de plantas adultas como pequenas pontuações amarelas. Até o momento, não foram determinadas perdas causadas pela doença no Brasil.

O fungo é disseminado através de sementes infectadas e pela dispersão dos conídios através do vento.

O fungo *P. manshurica* infecta as folhas e penetra através da vagem afetando os grãos em formação. A doença tem início nas folhas unifolioladas e progride para cima, podendo atingir toda a parte aérea. Os sintomas iniciais do ataque do fungo são representados por pontuações amarelas na face superior das folhas, as quais aumentam de tamanho, podendo atingir 3 a 5 mm de diâmetro. Em situações severas, as lesões coalescem e podem resultar em crestamento da folha. No verso da mancha amarelada na folha, aparecem as estruturas de frutificação do fungo, de aspecto de algodão e de coloração levemente rosada, características do míldio. Após a necrose da parte infectada, as manchas formadas apresentam muita semelhança com a mancha “olho de rã”, devendo-se ter o cuidado de não confundir as doenças. As infecções na vagem podem resultar em deterioração da semente ou infecção parcial, com desenvolvimento de uma crosta pulverulenta, constituída de micélio e esporos do fungo, dando uma coloração creme ao tegumento.

2.1.10 Mancha foliar de *Myrothecium*

O agente causal é o fungo *M. roridum* infecta uma ampla gama de hospedeiros e, provavelmente, nas áreas de ocorrência, já estava presente em algumas espécies nativas antes da soja.

Não há informação sobre a disseminação de *M. roridum* através da semente. Sua disseminação no campo é feita através do vento em forma de suspensão de conídios em gotículas de água após o impacto das gotas de chuva sobre a massa de esporos (cirros) liberados pelos picnídios na superfície das lesões. Os esporos são dispersos pela chuva e o vento, a curta ou longa distâncias, dependendo da sua intensidade. A ocorrência da mancha de *Myrothecium* tem início em forma de reboleiras e, posteriormente, generaliza-se na lavoura.

O fungo pode atacar toda a parte aérea da planta mas o sintoma é mais característico na folha. Na fase inicial, pode ser confundida com manchas de *Ascochyta* e de “olho de rã”. A lesão inicia-se por uma mancha circular, verde-clara e evolui para manchas circulares, atingindo até 1 cm de diâmetro. Na parte superior da folha, as manchas apresentam um centro castanho-claro e margem castanho-avermelhada. Na página inferior, a coloração é uniformemente castanho-escura e, sob condição de alta umidade, apresenta pontos brancos como pequenos flocos de algodão, os quais constituem o micélio do fungo. Esse micélio dá origem à frutificação (esporodóquios sésseis) e transforma-se em pontos negros, formando pequenas massas de esporos no centro das lesões. Quando a incidência é severa, as lesões coalescem e as folhas ficam dilaceradas como se afetadas por granizo, porém, com resquícios das áreas necrosadas.

2.2 Principais produtos registrados para a cultura de soja

Hoje a cultura de soja é uma das culturas que mais apresenta produtos registrados, entretanto, atualmente a maioria dos produtos comercializados pertencem a três diferentes tipos de modo de ação (ANDREI, 2005 e GIAGRO, 2008).

As informações deste item não se constituem recomendações de uso, as quais poderão ser obtidas no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento no seguinte endereço eletrônico: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

2.2.1 Benzimidazóis

Tabela 1 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Carbendazim

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	200 a 250
Tipo de formulação	Suspensão Concentrada (SC)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Antracnose (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Bavistin (Milenia); Bendazol (Milenia); Craben 500 SC (Crop Chem); Carbomax 500 SC (Agripec); Czar (Milenia); Delsene SC (Du Pont); Derosal 500 SC (Bayer); Lead (FMC); Mandarim (Sinon); Novazin (Cheminova); Portero (Dva Agro); Prevent (Crop Chem) e Carbendazim 500 SC (Rotam)
Mistura (g.ha ⁻¹ i.a.)	Battle (Cheminova) - Carbendazim (300) + Fluatrilfol (50,4)

Tabela 2 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Tiofanato metílico

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	255 a 595
Tipos de formulação	Suspensão Concentrada (SC), Grânulos Dispersíveis em água (WG), Pó Molhável (PM)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Antracnose (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>), Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Capo WG (Sipcam); Cercobin 700 PM (Iharabras); Estrela 500 SC (Microquimica); Fiera WG (Sipcam); Pomme (Iharabras); Spring WG (Sipcam); Support T (Sipcam); Support WG (Sipcam) e Tidy 700 (Iharabras)
Misturas (g.ha ⁻¹ i.a.)	Impact Duo (Cheminova) - Tiofanato metílico (300) + fluatrilfol (60) Celeiro (Iharabras) - Tiofanato metílico (300) + fluatrilfol (60)

2.2.2 Estrobilurinas

Tabela 3 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Azoxistrobina

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	50
Tipo de formulação	Suspensão Concentrada (SC)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>), Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>), Mancha Alvo (<i>Corynespora cassiicola</i>), Antracnose (<i>Colletotrichum truncatum</i>) e Podridão aquosa ou mela (<i>Thanatephorus cucumeris</i>)
Marca comercial (Formuladores)	Priori (Syngenta)
Mistura (g.ha ⁻¹ i.a.)	Priori Xtra (Syngenta) - Azoxistrobina (60) + Ciproconazol (24)

Tabela 4 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Picoxistrobina

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	50 a 62,5
Tipo de formulação	Suspensão Concentrada (SC)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marca comercial (Formuladores)	Approach (Syngenta - Du Pont distribuidor exclusivo)
Mistura (g.ha ⁻¹ i.a.)	Approach Prima (Du Pont) - Picoxistrobina (60) + Ciproconazol (24)

Tabela 5 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Piraclostrobina

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	66,5 a 79,8
Tipos de formulação	Concentrado Emulsionável (CE) e Suspo Emulsão(SE)*
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>), Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>), Mancha Alvo (<i>Corynespora cassiicola</i>), Antracnose (<i>Colletotrichum truncatum</i>) e Podridão aquosa ou mela (<i>Rhizoctonia solani</i>)
Marca comercial (Formuladores)	Comet (BASF)
Mistura (g.ha ⁻¹ i.a.)	*Opera (BASF) - Piraclostrobina (66,5) + Epoxiconazol (25)

Tabela 6 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas Trifloxistrobina

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	40 a 75
Tipos de formulação	Concentrado Emulsionável (CE)*, Suspensão Concentrada (SC)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>), Antracnose (<i>Colletotrichum truncatum</i>) e Podridão aquosa ou mela (<i>Thanatephorus cucumeris</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	não tem formulação de Trifloxistrobina sozinha registrada para a cultura de soja
Misturas (g.ha ⁻¹ i.a.)	*Stratego (Bayer) - Trifloxistrobina (50) + Propiconazol (50) *Sphere (Bayer) - Trifloxistrobina (56,25) + Ciproconazol (24) Nativo (Bayer) - Trifloxistrobina (50) + Tebuconazol (100)

2.2.3 Triazóis

Tabela 7 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Bromuconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	50 a 60
Tipo de formulação	Suspensão Concentrada (SC)
Alvos	Ferrugem e oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Condor 200 SC (Sumitomo)
Mistura	Não existe mistura registrada

Tabela 8 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Ciproconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	24* a 30
Tipo de formulação	Concentrado solúvel (SL)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Alto 100 (Syngenta)
Misturas (g.ha ⁻¹ i.a.)	*Artea (Syngenta) - Ciproconazol (24) + Propiconazol (75) *Approach Prima (Du Pont) - Picoxistrobina (60) + Ciproconazol (24) *Sphere (Bayer) - Trifloxistrobina (56,25) + Ciproconazol (24) *Priori Xtra (Syngenta) - Azoxistrobina (60) + Ciproconazol (24)

Tabela 9 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Difenconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	25 a 75
Tipo de formulação	Concentrado Emulsionável (CE)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>), Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>), Antracnose (<i>Colletotrichum dematium</i>) e Phomopsis da semente (<i>Phomopsis sojae</i>).
Marcas comerciais (Formuladores)	Difenohelm (Helm), Prisma (Helm), Score (Syngenta)
Misturas (g.ha ⁻¹ i.a.)	Taspa (Syngenta) - Difeconazol (37,5) + Propiconazol (37,5)

Tabela 10 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Epoxiconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	12,5 a 50
Tipo de formulação	Suspensão Concentrada (SC)
Alvos	Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Keep 125 SC (Milenia) e Virtue (BASF)
Misturas (g.ha ⁻¹ i.a.)	Opera (BASF) - Piraclostrobina (66,5) + Epoxiconazol (25)

Tabela 11 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Fluatrilol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	50 a 125
Tipo de formulação	Suspensão Concentrada (SC)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Decisor (Cheminova), IMPACT (Cheminova), Impact 125 SC (Cheminova), Mercury (Cheminova), Potenzor (Cheminova), Tasker (Cheminova), Tornado (Cheminova) e Zoom (Sinon)
Misturas (g.ha ⁻¹ i.a.)	Impact Duo (Cheminova) - Tiofanato metílico (300) + fluatrilol (60) Celeiro (Iharabras) - Tiofanato metílico (300) + fluatrilol (60)

Tabela 12 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Fluquinconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	62,5
Tipo de formulação	Concentrado Emulsionável (CE)
Alvo	Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Palisade (Bayer)
Mistura	não existe mistura registrada

Tabela 13 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Metconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	24* a 30
Tipo de formulação	Concentrado solúvel (SL)
Alvos	Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Caramba 90 (BASF)
Misturas	não existe misturas registradas

Tabela 14 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Miclobutanil

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	62,5 a 125
Tipo de formulação	Concentrado Emulsionável (CE)
Alvos	Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Systhane 250 CE (Dow Agrosciences) e Systhane CE (Dow Agrosciences)
Mistura	não existe mistura registrada

Tabela 15 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Propiconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	37,5 a 125
Tipo de formulação	Concentrado Emulsionável (CE)
Alvos	Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marca comercial (Formulador)	Juno (Milenia)
Misturas (g.ha ⁻¹ i.a.)	Sratego (Bayer) - Trifloxistrobina (50) + Propiconazol (50) Taspa (Syngenta) - Difeconazol (37,5) + Propiconazol (37,5)

Tabela 16 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Tebuconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	60 a 150
Tipo de formulação	Concentrado Emulsionável (CE)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Constant (Bayer), Elite (Bayer), Folicur 200 CE (Bayer), Konazol 200 CE (Agripec), Orius 250 CE (Milenia), Rival 200 CE (Agripec), Riza 200 CE (Cheminova), Systemic (Helm), Tebuconazol Nortox (Nortox), Tebuhelm (Helm) e Triade (Bayer)
Mistura (g.ha ⁻¹ i.a.)	Nativo (Bayer) - Trifloxistrobina (50) + Tebuconazol (100)

Tabela 17 - Dose, tipo de formulação, alvos, marcas comerciais e misturas de Tetraconazol

Item	Descrição
Dose (g.ha ⁻¹ i.a.)	37,5 a 75
Tipos de formulação	Concentrado Emulsionável (CE) e Emulsão Óleo em Água (EW)
Alvos	Mancha púrpura da semente ou Crestamento foliar (<i>Cercospora kikuchii</i>), Mancha parda ou Septoriose (<i>Septoria glycines</i>), Ferrugem (<i>Phakopsora pachyrizi</i>) e Oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>)
Marcas comerciais (Formuladores)	Domark 100 CE (Sipcam), Emerald (FMC) e Eminent 125 W (Arysta)
Mistura	não existe mistura registrada

2.2.4 Outros

Além destes existe produtos registrados a base de Chlorotalonil que são recomendados na dose de 1000 a 1500 g.ha⁻¹ de i.a. para controle de Mancha parda ou Septoriose (*Septoria*

glycines). Entretanto não tem utilização no mercado de soja, devido a baixa performance contra ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrizi*).

2.3 Modo de ação dos fungicidas

2.3.1 Principais características dos benzimidazóis

Diversos compostos não ativos como fungicidas, tornam-se ativos ao se transformarem em carbendazim. Assim existem os benzimidazóis típicos, com um anel heterocíclico (Carbendazim). Benzimidazóis atípicos são compostos sem o anel heterocíclico, mas que também se transformam em carbendazim (Tiofanato metílico). O fato de carbendazim já ser o composto fungicida, sua eficiência não é maior que a de compostos que dependem de transformação, pois as taxas de absorção pelas folhas e de translocação sistêmica são maiores e com Tiofanato metílico. Os benzimidazóis apresentam uma alta afinidade pelas proteínas tubulinas, destruindo a mitose na metáfase, atacando a fusão mitótica. A falha na separação do novo núcleo resulta na morte da célula. A formação dos microtúbulos é distorcida não ocorrendo a divisão do núcleo e a consequente separação (HEWITT, 1998). Modernas técnicas de biologia molecular têm confirmado que β -tubulina é o sítio alvo destes fungicidas (FUJIMURA et al., 1990). Os benzimidazóis são altamente seletivos, apesar da natureza altamente conservada das β -tubulinas em todos os organismos eucariotas. Os fungos Oomicetes e todas as plantas são insensíveis a este grupo. A base de seletividade é ainda desconhecida, mas provavelmente depende de diferenças estruturais nos sítios de ligação dos microtúbulos. Pequenas alterações na composição dos aminoácidos que podem sustentar a seletividade entre espécies podem também conferir resistência entre espécies, promovendo o aparecimento catastrófico de resistência limitando o valor e o uso deste grupo (HEWITT, 1998). O mecanismo de ação dos benzimidazóis inclui, de forma secundária, inibição da síntese do DNA. A atividade fungicida dos benzimidazóis tem uma forte dependência do pH do meio em que se encontram. Com valores baixos de pH a eficiência tende a ser menor. Também na presença de compostos alcalinos, a eficiência é reduzida (SMITH, 2002).

2.3.1.1 Principais características do grupo

A utilização ampla dos benzimidazóis deve-se a sua alta atividade sistêmica contra um grande número de Ascomicetos, Fungos Mitospóricos e Basidiomicetos. Constituem, possivelmente, o mais importante grupo de fungicidas sistêmicos utilizados comercialmente,

incluindo o fungicida carbendazim. São fungicidas sistêmicos com atuação protetora e curativa. Absorvidos através das folhas, tecidos verdes e raízes, com translocação acropetal. Atua inibindo o desenvolvimento do tubo germinativo, a formação do apressório e no crescimento micelial segundo Ehr e Kemmitt (2002), Hewitt (1998), Nene e Thapliyal (1993) e Tomlin (1997).

2.3.1.2 Principais representantes do grupo

Tabela 18 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Carbendazim

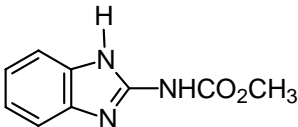
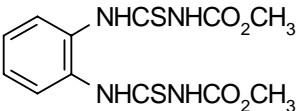
Item	Descrição
Nome comum	carbendazim
Código FRAC	1
Fórmula molecular	[C ₉ H ₉ N ₃ O ₂]
Nome químico	methyl benzimidazol-2-ylcarbamate.
Fórmula estrutural	

Tabela 19 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Tiofanato metílico

Item	Descrição
Nome comum	tiofanato metílico
Código FRAC	1
Fórmula molecular	[C ₁₂ H ₁₄ N ₄ O ₄ S ₂]
Nome químico	methyl benzimidazol-2-ylcarbamate
Fórmula estrutural	

2.3.1.3 Riscos de resistência

Alto risco de resistência, apresentando casos relatados em muitas espécies de fungos. A modificação de um único aminoácido (de fenilalanina para tirosina) resultante de um processo de mutação na β -tubulina confere resistência de *Neurospora* spp. a carbendazim. Para *Saccharomyces* spp., a resistência é governada por mudanças similares, de arginina para histidina. Existem vários alvos de mutação, principalmente E 198A/G/K e F200Y. Existe resistência

cruzada positiva entre os membros do grupo. Apresenta resistência cruzada negativa para os *N*-fenilcarbamatos. Existem recomendações específicas para manejo de resistência dos membros deste grupo indicadas pelo FRAC (RODRIGUES, 2005).

2.3.1.4 Fitotoxicidade

Quando utilizados conforme a recomendação, esses fungicidas não apresentam fitotoxicidade. Os membros desse grupo apresentam incompatibilidade com materiais altamente alcalinos e com compostos contendo cobre (TOMLIN, 1997).

2.3.2 Principais características das estrobilurinas

O mecanismo de ação dos fungicidas deste grupo, que entraram no mercado em 1996, ocorre através da inibição da respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c_1 , no sítio Q_o , interferindo na produção de ATP. O ciclo da Coenzima Q (CoQ) ocorre em duas etapas, na primeira, sua forma reduzida Ubiquinol (QH_2) libera 2 H^+ e 1 elétron, que passa para um Centro Ferro-Enxofre (Fe-S), gerando Semiquinona ($Q^{\cdot-}$). Este elétron flui do Fe-S para o Citocromo c_1 , que o encaminha ao Complexo IV, através do Citocromo c solúvel. $Q^{\cdot-}$ transfere seu elétron para o citocromo b_{566} , formando CoQ, que migra para o lado da MMI voltado para a matriz. O citocromo b_{566} transfere o elétron para b_{560} que, por sua vez, o devolve à coenzima Q, regenerando $Q^{\cdot-}$. Na segunda etapa uma nova molécula de QH_2 chega ao Complexo III, o mesmo processo ocorre até a liberação da CoQ. O elétron que permanece no Complexo III reage com a $Q^{\cdot-}$ (do ciclo anterior) e 2 H^+ da matriz, regenerando QH_2 . O ciclo ocorre na forma de dismutação, em que 2 moléculas de QH_2 são transformadas em Q e QH_2 , tendo $Q^{\cdot-}$ como intermediária. Deste modo a CoQ existe em três formas: QH_2 , Q e $Q^{\cdot-}$, sendo as duas primeiras solúveis (movem-se pela membrana) e a semiquinona ($Q^{\cdot-}$) não lipossolúvel fica presa, próximo à fase aquosa da matriz (OLIVEIRA, 2005). Os inibidores de ubiquinona bloqueiam sua redução pelo Citocromo b nas duas etapas, impedindo desta forma esta reação (GUTIERREZ-CIRLOS; TRUMPOWER, 2002). A seletividade das estrobilurinas parece estar baseada não sobre as diferenças de sítios mitocondriais dos organismos alvos, mas sim sobre diferenças estruturais de membranas celulares na penetração e degradação de fungos, vegetais e animais (VENÂNCIO et al., 1999 e SMITH, 2002).

2.3.2.1 Principais características do grupo

As moléculas do grupo das estrobilurinas atuam preventivamente inibindo a germinação de esporos, apresentando alguma ação curativa e erradicante inibindo o desenvolvimento dos fungos nos estádios iniciais de pós-germinação, com atividade antiesporulante. As moléculas são absorvidas pelas folhas de forma gradual e constante, conferindo uma proteção na superfície por tempo mais prolongado e difundindo-se pela folha, com algumas apresentando uma distribuição sistêmica uniforme. Com o aumento da umidade (orvalho, pulverização e chuva, principalmente) a redistribuição superficial e a absorção das moléculas são incrementadas. As moléculas deste grupo também apresentam difusão translaminar. São eficientes contra um grande número de fitopatógenos, em todas as classes de fungos, a baixas concentrações, permitindo um maior intervalo entre as aplicações (VENÂNCIO et al., 1999).

2.3.2.2 Principais representantes do grupo

Tabela 20 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Azoxistrobina (Methoxy-acrylates)

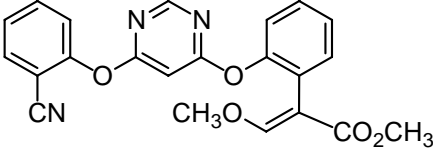
Item	Descrição
Nome comum	azoxistrobina
Código FRAC	11
Fórmula molecular	[C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅]
Nome químico	methyl (E)-2-{2-[6-(2-cyanophenoxy) pyrimidin-4-yloxy]phenyl}-3-methoxyacrylate
Fórmula estrutural	

Tabela 21 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Picoxistrobina (Methoxy-acrylates)

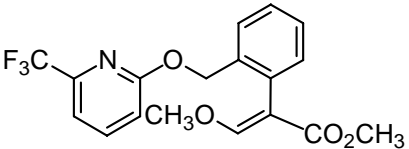
Item	Descrição
Nome comum	Picoxistrobina
Código FRAC	11
Fórmula molecular	[C ₁₈ H ₁₆ F ₃ NO ₄]
Nome químico	methyl(E)-3-methoxy-2-[2-(6-trifluoromethyl-2-pyridyloxymethyl) phenyl] acrylate
Fórmula estrutural	

Tabela 22 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Piraclostrobina (Methoxy-carbamates)

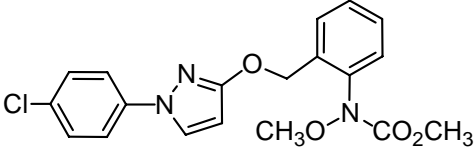
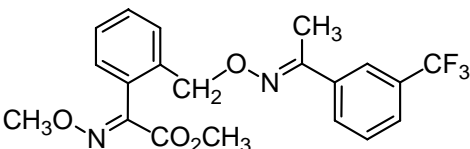
Item	Descrição
Nome comum	piraclostrobina
Código FRAC	11
Fórmula molecular	[C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ O ₄]
Nome químico	methyl N-{2-[1-(4-chlorophenyl)-1H-pyrazol-3-yloxymethyl]phenyl}(N-methoxy) carbamate
Fórmula estrutural	

Tabela 23 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Trifloxistrobina (Oximino-acetates)

Item	Descrição
Nome comum	trifloxistrobina
Código FRAC	11
Fórmula molecular	[C ₂₀ H ₁₉ F ₃ N ₂ O ₄]
Nome químico	methyl (E)-methoxyimino-{(E)-α-[1-(α,α,α-trifluoro-m-tolyl) ethylideneaminoxy]-o-tolyl} acetate
Fórmula estrutural	

2.3.2.3 Riscos de resistência

A resistência é conhecida em várias espécies de fungos. Os sítios alvo para mutação são G143A e F129L (Fenilalanina com Leucina na posição 129) (RODRIGUES, 2005), existindo ainda mecanismos adicionais como a rota alternativa na respiração mitocondrial. A oxidase alternativa catalisa uma redução de quatro elétrons do oxigênio para a água e é especificamente inibida por vários compostos. Quando os elétrons passam para a rota alternativa a partir da ubiquinona, dois sítios de conservação de energia (complexo III e IV) são desviados, e não há formação de ATP. Não há sítio de conservação de energia na rota alternativa entre a ubiquinona e o oxigênio, a energia que seria armazenada na forma de ATP é perdida por calor quando os elétrons são desviados a partir da rota alternativa.

2.3.2.4 Fitotoxicidade

Azoxistrobina e cresoxim-metílico podem apresentar fitotoxicidade em algumas variedades de maçã, maçã ácida e cereja. Piraclostrobina pode apresentar fitotoxicidade em videira, variedade cultivada Niágara. Trifloxistrobina pode apresentar fitotoxicidade em banana (TOMLIN, 1997; RODRIGUES, 2005).

2.3.3 Principais características dos triazóis

As células fúngicas quando entram em contato com fungicidas triazóis acumulam, esteróis como o 4,4-dimetil e o 4α-metil, ambos com radical 14α-metil, promovendo a inativação do

processo de demetilação do lanosterol até compostos intermediários, precursores do ergosterol. Este fato deve-se à ocupação pelo fungicida de sítios ativos destinados à ligação da enzima 14 α -demetilase ao citocromo P-450, catalisador da reação de oxidação de 14 α -metil até 14 α -hidroximetil, primeiro passo no processo de demetilação. A ausência do ergosterol e o aumento de compostos intermediários promovem uma desorganização da estrutura celular, induzindo a formação de membranas alternativas. A adição de ergosterol nestas células não reverte o processo, visto que as posições a ele destinadas são ocupadas por outros esteróis. Com doses elevadas de fungicida, observa-se dano direto sobre a membrana assim como alterações morfológicas. Estas alterações se caracterizam por inchamento das células, vacuolização excessiva, septação incompleta, aparecimento de vesículas entre a membrana e a parede celular e a formação de inclusões membranosas (FORCELINI, 1994; TOMLIN, 1997 e SMITH, 2002).

2.3.3.1 Principais características do grupo

Fungicidas orgânicos, formados pela adição de diferentes radicais químicos a uma molécula de 1,2,4-triazol. Excetuando-se o fungicida bitertanol, classificado como locossistêmico, a maioria dos triazóis são sistêmicos, absorvidos e translocados pela planta de forma acropetal. Os fungicidas triazóis podem atuar como protetores ou curativos. Apresentam elevada fungitoxicidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais. Com ação curativa e elevado efeito residual. Como protetores, estes fungicidas apresentam ação tóxica sobre a germinação de esporos, sobre a formação do tubo germinativo e na formação do apressório. Entretanto, esta proteção é apenas parcial, uma vez que pode ocorrer penetração do patógeno em tecidos tratados. Na ação curativa o desenvolvimento do haustório e/ou o crescimento micelial no interior dos tecidos do hospedeiro são inibidos pela presença do fungicida (FORCELINI, 1994; EHR; KEMMITT, 2002).

2.3.3.2 Principais representantes do grupo

Tabela 24 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Bromuconazol

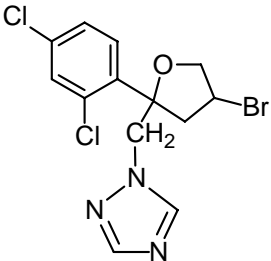
Item	Descrição
Nome comum	bromuconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₃ H ₁₂ BrCl ₂ N ₃ O]
Nome químico	1-[(2 <i>RS</i> ,4 <i>RS</i> ;2 <i>RS</i> ,4 <i>SR</i>)-4-bromo - 2 - (2,4-dichlorophenyl) tetrahydro furfuryl]-1 <i>H</i> -1,2,4-triazole
Fórmula estrutural	

Tabela 25 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Ciproconazol

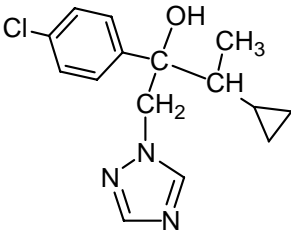
Item	Descrição
Nome comum	ciproconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₅ H ₁₈ ClN ₃ O]
Nome químico	(2 <i>RS</i> ,3 <i>RS</i> ;2 <i>RS</i> ,3 <i>SR</i>)-2-(4-chlorophenyl)-3-cyclopropyl-1-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-yl) butan-2-ol
Fórmula estrutural	

Tabela 26 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Difenoconazol

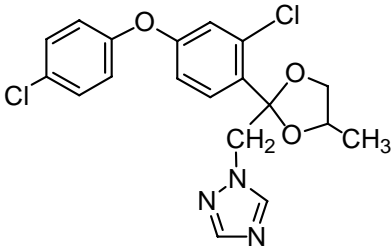
Item	Descrição
Nome comum	difenoconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₃]
Nome químico	<i>cis-trans</i> -3-chloro-4-[4-methyl-2-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl]phenyl 4-chlorophenyl ether
Fórmula estrutural	

Tabela 27 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Epoxiconazol

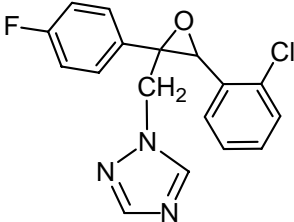
Item	Descrição
Nome comum	epoxiconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₇ H ₁₃ ClFN ₃ O]
Nome químico	(2 <i>RS</i> ,3 <i>SR</i>)-1-[3-(2-chlorophenyl)-2,3-epoxy-2-(4-fluorophenyl)propyl]-1 <i>H</i> -1,2,4-triazole
Fórmula estrutural	

Tabela 28 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Fluquinconazol

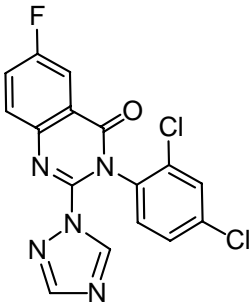
Item	Descrição
Nome comum	fluquinconazol
código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₆ H ₈ Cl ₂ FN ₅ O]
Nome químico	3-(2,4-dichlorophenyl)-6-fluoro-2-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-yl)quinazolin-4(3 <i>H</i>)- one
Fórmula estrutural	

Tabela 29 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Flutriafol

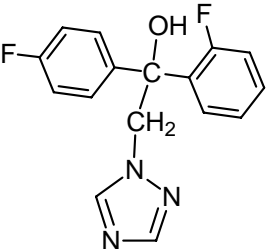
Item	Descrição
Nome comum	flutriafol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₆ H ₁₃ F ₂ N ₃ O]
Nome químico	(<i>RS</i>)-2,4-difluoro- α -(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-ylmethyl)benzhydryl alcohol
Fórmula estrutural	

Tabela 30 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Metconazol

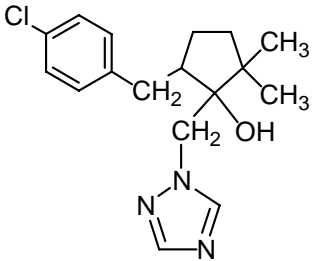
Item	Descrição
Nome comum	metconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₇ H ₂₂ ClN ₃ O]
Nome químico	(1 <i>RS</i> ,5 <i>RS</i> ;1 <i>RS</i> ,5 <i>SR</i>) - 5 - (4-chlorobenzyl)-2,2-dimethyl-1-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-ylmethyl)cyclopentanol
Fórmula estrutural	

Tabela 31 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Miclobutanil

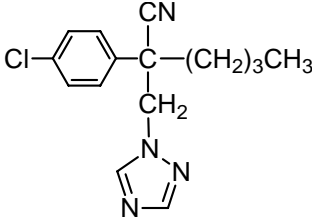
Item	Descrição
Nome comum	miclobutanil
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₅ H ₁₇ ClN ₄]
Nome químico	(<i>RS</i>)-2-(4-chlorophenyl) - 2 - (1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-ylmethyl) hexanenitrile
Fórmula estrutural	

Tabela 32 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Propiconazol

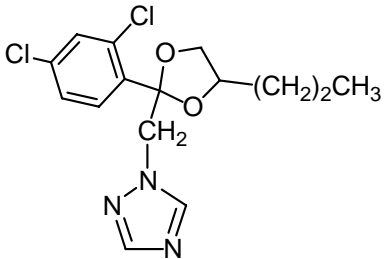
Item	Descrição
Nome comum	propiconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₅ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₂]
Nome químico	<i>cis-trans</i> -1-[2-(2,4-dichlorophenyl)-4-propyl-1,3-dioxolan-2-ylmethyl]-1 <i>H</i> -1,2,4-triazole
Fórmula estrutural	

Tabela 33 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Tebuconazol

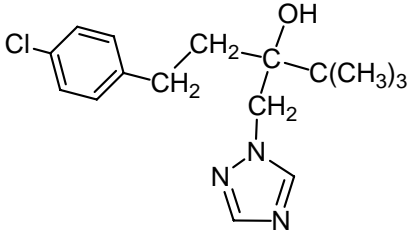
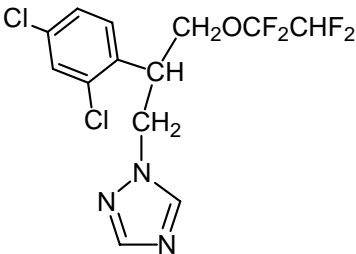
Item	Descrição
Nome comum	tebuconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₆ H ₂₂ ClN ₃ O]
Nome químico	(<i>RS</i>)-1- <i>p</i> -chlorophenyl-4,4-dimethyl - 3 - (1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-ylmethyl)pentan-3-ol
Fórmula estrutural	

Tabela 34 - Nome comum, código FRAC, fórmula molecular, nome químico e fórmula estrutural de Tetraconazol

Item	Descrição
Nome comum	tetraconazol
Código FRAC	3
Fórmula molecular	[C ₁₃ H ₁₁ Cl ₂ F ₄ N ₃ O]
Nome químico	(<i>RS</i>)-2-(2,4-dichlorophenyl) - 3 - (1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-yl)propyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl ether
Fórmula estrutural	

2.3.3.3 Riscos de resistência

Existe uma grande diferença no espectro de atividade dos diferentes fungicidas inibidores da demetilação. Existem relatos de resistência conhecido em várias espécies, com alguns mecanismos já conhecidos (mutação no sítio alvo; Y136F no gene *cyp 51* e outros). É prudente considerar que resistência cruzada pode ocorrer entre ativos dos fungicidas DMI utilizados contra o mesmo fungo. Os DMI também são fungicidas inibidores da síntese de esterol (SBIs), mas não apresentam resistência cruzada com outras classes de SBI. Considerando os aspectos acima, os fungicidas triazóis apresentam médio risco de resistência, necessitando desta forma, ações de manejo.

2.3.3.4 Fitotoxicidade

Difenoconazol quando aplicado nos estádios iniciais (29 - 42) da cultura do trigo pode causar, em certas circunstâncias, manchas cloróticas sobre as folhas, mas que não refletem na produtividade. Hexaconazol pode apresentar algumas injúrias em certas variedades cultivadas de maçã. Triadimefom pode provocar injúrias se utilizado em doses elevadas sobre algumas ornamentais. Metconazol exibe alguma atividade como regulador de crescimento tais como engrossamento de folhas, redução do crescimento e escurecimento na cor das folhas (TOMLIN, 1997).

2.4 Resultados de efeitos fisiológicos de fungicidas

Os efeitos fisiológicos de diferentes fungicidas sobre a cultura da videira foram observados por Saladin et al. (2003) que, trabalhando com fludioxonil e pyrimethanil no controle de *Botrytis cinerea* em videira, constataram que além da inibição do patógeno, os resultados obtidos sugerem um estímulo na nutrição foliar de carbono, permitindo que a planta apresente resposta mais rápida de seus mecanismos de defesa.

Para Raunlyar (1998), a utilização em baixas concentrações dos fungicidas calixin e captafol promoveu estímulos em *Phaseolus aureus*, para fatores como germinação de sementes, a atividade da amilase e níveis de redução de açúcares, favorecendo o rendimento. Para os autores em doses elevadas esses fungicidas podem ser fitotóxicos, mas as baixas concentrações podem ser utilizados contra infecções fúngicas na cultura.

A redução na taxa de transpiração previne a murcha e a senescência. Outro efeito positivo é o melhor aproveitamento da água para plantas que se desenvolvem em regiões semi-áridas. A reduzida taxa de transpiração pode possibilitar maiores produtividades em algumas culturas. O mecanismo pelo qual os fungicidas triazóis induzem mudanças na transpiração pode estar relacionado com o ajuste osmótico nos estômatos, associado com o aumento na concentração de potássio (K) e ânion nas células guardas. Estes conceitos sobre os fungicidas triazóis levaram Biggs (1990) a avaliar os fungicidas flusilazol e bitertanol na cultura da maçã nos anos de 1986 e 1988. O fungicida flusilazol (1,4 g do i.a. por 100 L) foi associado com reduzidas taxas de transpiração, de efeito transitório, durando um mínimo de 48 horas, comparado ao controle não pulverizado. Em dois de três experimentos realizados em 1986, o autor encontrou redução na taxa de transpiração através do uso de baixas doses de flusilazol e de altas doses de bitertanol, comparados ao uso de captan e árvores não tratadas.

As poliaminas, tais como spermidine e spermine, estão presentes em altas quantidades em células diferenciadas, tais como na germinação de esporos e na esporulação micelial, e acredita-se serem essenciais nesses processos. Por isso, as enzimas envolvidas em sua biossíntese, entre elas ornitina decarboxilase (ODC), apresentam interesse como potencial alvo para produtos antifúngicos. Este fato é particularmente importante para fungicidas agrícolas onde as plantas podem utilizar uma rota alternativa para biossíntese de poliaminas e, desta forma, não serem afetadas pelos inibidores de ODC. Bailey et al. (1999), preocupados com o porquê de certas plantas contêm poliaminas, e talvez fosse possível que fungos submetidos a inibidores de ODC

pudessem obter poliaminas da planta para manter o crescimento, realizaram um levantamento completo da biossíntese de ODC em *S. nodorum*. Os autores utilizaram genes de ODC fúngico, obtidos de uma região central do fungo, isolado por PCR utilizando oligonucleotídeos degenerativos. Os genes foram completamente seqüenciados e catalogados. Estudos preliminares de patogenicidade demonstraram que os fungos não podem obter poliaminas do hospedeiro para um crescimento.

A interferência benéfica do fungicida piraclostrobina nos processos metabólicos de plantas, resultado em benefícios na produtividade foi revisada por Venâncio et al. (2004). Os autores apontam os efeitos fisiológicos desta molécula sob diversos níveis de complexidade, desde o efeito verdejante, frequentemente mencionado em avaliações de campo até as influências na regulação hormonal, assimilação de carbono e nitrogênio, retardo na senescência, estresse oxidativo em plantas e indução de resistência a vírus.

Ypema e Gold (1999), ao revisarem as características do fungicida kresoxim methyl, relatam os efeitos fisiológicos da molécula. Os autores demonstram com uma completa revisão os efeitos na cultura de trigo na ausência de doença, onde kresoxim methyl proporcionou aumentos na produtividade de grãos, no peso da matéria seca, teor de clorofila, proteínas e na redução da senescência. Exemplificam o aumento na matéria seca através da alteração do ponto de compensação de CO₂ (fotossíntese *versus* respiração), em favor da assimilação do CO₂. Também foram descritos os efeitos da molécula nas funções hormonais de diversas plantas (milho e tabaco, principalmente) bem como a redução na senescência, proporcionando um melhor aproveitamento fotossintético por parte das plantas submetidas ao fungicida.

Bertelsen et al. (2001) avaliaram os efeitos de azoxistrobina e epoxiconazol sobre a senescência e produtividade de trigo. O comportamento de fungos que se desenvolvem sobre as folhas também foi avaliado. Os autores perceberam que o crescimento micelial na superfície da folha foi reduzido para ambos os fungicidas. A formação de papilas e reações de hipersensibilidade, quase exclusivamente contra infecções provocadas por *Mycosphaerella graminicola* ocorreram com alta frequência nas folhas. Estas reações de defesa presumivelmente provocam um custo energético, acelerando a senescência. Para azoxistrobina foram observadas quantidades menores de reações de defesa do que para epoxiconazol. Quando os autores avaliaram o efeito destes fungicidas sobre os fungos saprófitas *Alternaria alternata* e *Gladosporium macrocarpum*, verificaram que azoxistrobina inibia a germinação de esporos e o

crescimento micelial e epoxiconazol apresentou um pequeno efeito na germinação de esporos e um alto efeito sobre o crescimento micelial. Quando estes fungos foram inoculados em trigo, sob condições de casa de vegetação, verificou-se uma grande formação de papilas, que acelerou a senescência. Os dois fungicidas reduziram a formação de papilas por *A. alternata* em folhas de trigo, sendo que epoxiconazol foi mais eficiente, mas a inoculação com os dois saprófitas não representou aumento significativo na respiração foliar de trigo. Isto posto, os autores concluem que a maior inibição das infecções provocadas por *Mycosphaerella* spp. promovida pelo azoxistrobina, explica os aumentos de produtividade em experimentos de campo.

Jorgensen et al. (1999), em experimentos para ajuste de doses de fungicidas no controle de *Stagonospora nodorum* na cultura de trigo, constataram o amplo período residual das estrobilurinas, onde após três semanas, mais de 90% de controle havia sido obtido com um quarto da dose recomendada de azoxistrobina. Os autores constatam que azoxistrobina havia demonstrado produtividades lucrativas em todos os experimentos conduzidos na Dinamarca desde 1994.

Harvey (2002) avaliou o efeito de fungicidas do grupo das estrobilurinas e triazóis no controle de Ramulária, constatando uma correlação não linear entre níveis de doença e produtividade de grãos, isto é, com baixos níveis de doença ocorreu uma maior influência no rendimento de grãos. O autor observou bom controle da doença tanto com altas quanto baixas doses de estrobilurinas (azoxistrobina; kresoxim methyl + epoxiconazol).

Para Töfoli (2002), além de ação fungicida, as moléculas de estrobilurinas atuam de forma positiva sobre a fisiologia das plantas, através de aumentos da atividade da enzima nitrato redutase, níveis de clorofila e da redução da produção de etileno. Tais efeitos contribuem diretamente para que as plantas sofram menor estresse no campo, assegurando maior qualidade e rendimento das colheitas.

Habermeyer et al. (1998) avaliaram diferentes compostos do grupo das estrobilurinas em três cultivares de trigo, utilizando três pulverizações em diferentes estádios fenológicos da cultura, com doses variando de 50 a 800% da dose recomendada. Os autores constataram que os fungicidas kresoxim methyl e azoxistrobina reduziram significativamente a formação de etileno em folha bandeira de trigo, retardando a senescência e necrose da área foliar. Estudos de clorofila por fluorescência mostraram grande tolerância de plantas tratadas com estrobilurinas ao estresse atmosférico. A regulação dos estômatos apresentou mudanças significativas em parcelas com

estrobilurinas, avaliadas durante o período de um dia. A conclusão dos autores é de que as mudanças fisiológicas promovidas pela utilização das estrobilurinas, permitindo as plantas uma melhor adaptação ambiental, provocaram um incremento médio da ordem de 5 a 10% na produtividade.

Michael (2002) estudou os aspectos fisiológicos de estrobilurinas sobre plantas de trigo e cevada, as quais foram submetidas a três aplicações, com incremento no rendimento de 7%, quando comparados com tratamentos à base de fungicidas azóis e azóis/morfolinas. Observou-se um incremento de 19% na taxa fotossintética e de 15% na taxa de transporte de elétrons, além de uma melhora na eficiência de uso da água. Em simulação para condições estressantes, as plantas tratadas com estrobilurinas mostraram um aumento na resistência contra estresse hídrico. Também se verificou uma redução de 40% na formação de etileno em plantas tratadas com estrobilurinas, quando comparadas com plantas tratadas com azóis/morfolinas, sendo este processo bem documentado por determinação da atividade da DNase. Este efeito manifestou-se através da inibição da progressão de necrose comum de folhas na fase de enchimento de grãos.

Para Gerhard et al. (1999), além do efeito fungicida das estrobilurinas, também a sua influência positiva sobre a fisiologia e níveis de hormônios no desenvolvimento das plantas, podem ser avaliadas em condições de campo. Essas avaliações permitem oferecer explicações para aumentos médios de 6% na produtividade. Os autores propõem um modelo para explicação das atividades bioreguladoras das estrobilurinas.

Dunne (2005) destaca entre os efeitos fisiológicos das estrobilurinas sobre o metabolismo da cultura de trigo, o incremento no metabolismo de Nitrogênio e a inibição da biossíntese de etileno, resultando no efeito verdejante o qual leva uma demora no início da senescência. Este efeito durante poucos dias, apresenta incremento na produtividade. Durante o enchimento de grãos a produtividade de trigo aumenta a aproximadamente $0,15$ a $0,2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, assim cada dia que a cultura permanece verde ajuda na produtividade. Um extra de três a cinco dias no enchimento de grãos pode significar de $0,3$ a $0,8 \text{ t.ha}^{-1}$ a mais na produtividade. O resultado de dois experimentos conduzidos em 2003 e 2004, com programas de três aplicações de estrobilurinas, apresentou um rendimento de $0,3 \text{ t.ha}^{-1}$ (3%) com mais uma aplicação e de $0,6 \text{ t.ha}^{-1}$ (6%) com mais duas aplicações em 2003. Para o ano de 2004 os mesmos tratamentos obtiveram incremento de $0,5 \text{ t.ha}^{-1}$ (3,5%) e $0,8 \text{ t.ha}^{-1}$ (6%), respectivamente. Nestes experimentos o programa com 3 aplicações de fungicidas apresentou um excelente controle de doenças,

assumindo desta forma, que os aumentos na produtividade são devidos aos efeitos fisiológicos das estrobilurinas.

Jabs e Slusarenko (2000) confirmam que os benefícios das estrobilurinas na cultura do trigo, mesmo a altos níveis de resistência de *Septoria* podem chegar, em média, de 0,3 a 0,6 t.ano⁻¹, sendo que o tamanho do benefício varia de experimento para experimento. O autor confirma ainda que o benefício na produtividade aumente na proporção da dose utilizada, existindo diferença entre as moléculas disponíveis no mercado. Caberá determinar qual produto apresenta melhor retorno, quais doses são necessárias e qual a melhor época de aplicação. De acordo com o autor, é importante lembrar que os benefícios ocorrem aparte do controle de doenças e mais, que este grupo de fungicidas apresenta controle sobre outras importantes doenças na cultura de trigo, tais como mancha aquosa, ferrugens, manchas foliares, mal do pé e outras. Outro fato importante que ocorre com as estrobilurinas é o denominado *memory effect* ou persistência do efeito mesmo na ausência do produto. Jabs (2004) comenta que aplicações precoces de kresoxim methyl resultaram neste efeito de persistência, parecendo que as plantas estavam condicionadas a responder melhor ao estresse quando estes vierem a ocorrer. Esta resposta é semelhante àquela encontrada quando se coloca plástico sobre a cultura do milho, os benefícios continuam após o plástico ter sido aberto.

Clark (2003), estudando diversas moléculas de fungicidas do grupo das estrobilurinas quanto ao metabolismo de nitrogênio e a concentração de proteína no grão, constatou um melhor aproveitamento para trifloxistrobina. Os autores demonstraram que as estrobilurinas apresentam uma incidência positiva sobre a enzima nitrato redutase e por conseqüência um melhor aproveitamento da fertilização nitrogenada em plantas de trigo. Os resultados obtidos pelos autores indicam uma dependência do momento de aplicação, sendo que aplicações mais precoces, estágio 31/32, aumentam a formação de caule e espiguetas, enquanto aplicações mais tardias, estágio 39/55, aumentam a formação de grãos. Os resultados obtidos com as estrobilurinas, em especial trifloxistrobina, sobre a atividade da enzima nitrato redutase, possivelmente sejam uma das razões dos experimentos de campo mostraram níveis protéicos mais altos (maior concentração de proteína no grão), fato que permite a obtenção de melhores preços na comercialização em mercados distintos. Os autores também constatarem que esta melhor eficiência na absorção e aproveitamento de maiores quantidades de N do solo se mostra vantajosa para aqueles produtores que requerem reduções na fertilização nitrogenada em função de proteção do lençol freático.

Uma maior atividade fotossintética em plantas de trigo tratadas com estrobilurinas foi confirmada através de troca gasosa, avaliada por fluorescência de clorofila em condições de campo. O benefício na produtividade das plantas tratadas com estrobilurinas variou de 2% a 9% dependendo do incremento na capacidade fotossintética, devido a uma maior e/ou mais prolongada atividade. Nem o potencial produtivo nem a suscetibilidade da variedade cultivada a doença tiveram efeito no rendimento extra que, ao contrário, foi modificado pela localização e pelo genótipo do trigo (BECK et al., 2002).

Jenkyn et al. (2000) avaliaram o efeito de estrobilurinas no controle de mal do pé na cultura do trigo. Os autores trabalharam com uma duas ou três pulverizações durante as estações do outono, primavera ou verão, em quatro experimentos. Constataram que duas ou três pulverizações com estrobilurinas foram mais efetivas que uma aplicação e que a época de aplicação apresenta papel relevante nos benefícios observados. O controle de doenças radiculares por fungicida aplicado na parte aérea é incomum, declaram os autores, mas pode ajudar a explicar algumas das inesperadas respostas no rendimento obtidas em áreas tratadas com azoxistrobina.

Espécies Reativas de Oxigênio (ROS) têm se mostrado em diversos estudos como causa de estresse e envelhecimento de plantas. A patologia de diversas doenças bióticas e abióticas, também está associada com uma geração descontrolada de ROS. Manchas foliares com etiologia desconhecida em cevada, têm se tornado mais pronunciadas nos últimos anos na Alemanha. Wu e Tiedemann (2002ab) detectaram que a expressão dos sintomas varia muito entre cultivares. Variedades cultivadas mais afetadas pela doença apresentaram níveis significativamente elevados de superóxido (O_2^-) e peroxidação de lipídios (malondialdeído, MDA), mas um baixo nível de antioxidante potencial, expresso como atividade de superóxido dismutase (SOD). Níveis foliares de H_2O_2 também aumentaram com a severidade de manchas foliares. A localização histoquímica de O_2^- e H_2O_2 em tecidos adjacentes das lesões foliares indicam que estas duas espécies reativas de oxigênio estão envolvidas na formação das manchas foliares. A redução da severidade dos sintomas pela pulverização de fungicidas do grupo das estrobilurinas e azóis sempre foi associada com elevada atividade SOD e supressão na produção de O_2^- . Entretanto, a atividade de peroxidase foi significativamente mais elevada em cultivares sensíveis e em tecidos severamente afetados e diminuiu pela aplicação de fungicidas. Assume-se, desta forma, que um possível mecanismo genético baseado no desequilíbrio metabólico destas espécies reativas de oxigênio tenha contribuído para a formação de manchas foliares fisiológicas (PLS).

Verreet e Klink (2004), ao descreverem a biologia de doenças de cereais referem-se também a PLS, destacando que a aplicação de fungicidas, entre eles as estrobilurinas, as quais podem ativar o sistema de proteção antioxidante e reduzir o estresse oxidativo.

Grimme e Tiedemann (2005), estudando PLS na cultura do trigo, verificaram em condições de casa de vegetação os fatores ambientais responsáveis pela formação das manchas em trigo de inverno, através da simulação de diferentes formas de estresse oxidativo, tais como ozônio, alta intensidade de luz, seca, deficiência de macro e micronutrientes e outros. Em experimentos de campo os autores buscam diferentes respostas ao metabolismo de ROS em cultivares de trigo, além de verificar os efeitos fisiológicos de estrobilurinas e azóis sobre os fatores estressantes e a incidência de PLS.

Jones e Bryson (1998) avaliaram o controle manchas foliares e ferrugem na cultura do trigo com a utilização de azoxistrobina e kresoxim methyl em formulações com epoxiconazol comparados com o triazol sozinho. Os autores verificaram uma maior durabilidade no dossel de plantas tratadas com estrobilurinas, retardando a senescência. Para epoxiconazol + kresoxim methyl verificou-se um maior conteúdo de clorofila nas folhas baixas, resultando em uma redução na transmissão de luz através das folhas. O controle de doenças nos tratamentos com estrobilurinas resultou em incrementos no rendimento quando comparado com os demais tratamentos, sendo atribuído este aumento ao uso do fungicida kresoxim methyl.

Oerke et al. (2005) relatam que além do controle de doenças e aumento no rendimento das culturas, as estrobilurinas influenciam a fisiologia de plantas hospedeiras. O aumento no rendimento pode estar relacionado com a redução na respiração, estímulo no metabolismo de nitrogênio e reduzido consumo de energia. Comparadas com fungicidas sistêmicos, plantas tratadas com estrobilurinas não respondem com reações de resistência em uma relação entre patógeno e hospedeiro compatível. Esses efeitos fisiológicos provaram ser dependentes da espécie de planta hospedeira. Para os autores tratamentos com estrobilurinas não afetam a sensibilidade de plantas hospedeiras a estresse abiótico do tipo hídrico, mas a recuperação fisiológica de plantas tratadas com estrobilurinas é maior.

Clark e Leandro (1998) utilizaram kresoxim methyl no controle de *Septoria tritici* em duas variedades cultivadas de trigo. Os autores detectaram um incremento na retenção de folhas verdes, as quais produziram uma maior concentração de clorofila, promovendo uma maior absorção

luminosa. Quando este fungicida foi utilizado em mistura com epoxiconazol se obteve respostas no rendimento superiores àquelas encontradas pela estrobilurina sozinha.

Hershman et al. (2005), trabalhando com a cultura da soja, safra 2003, avaliaram pulverizações de azoxistrobina + lambda-cyhalothrim em aplicação única entre os estádios R₃ a R₅. Naquela safra foi estimado que aproximadamente 15.000 ha de soja foram tratados desta forma. Os autores correlacionaram o efeito verdejante da folhagem a aplicação do fungicida, indicando ser possível que as alterações fisiológicas sofridas pelas plantas de soja tenham promovido ganhos no rendimento.

Bartlett et al. (2002) apresentam uma revisão de fungicidas do grupo das estrobilurinas, enfocando as propriedades e síntese destes ingredientes ativos, suas atividades biocinéticas, mecanismo bioquímico de ação e também os benefícios promovidos no rendimento e qualidade de grãos.

Töfoli, Domingues e Garcia Júnior (2003) avaliaram os reflexos do controle da requeima na produção do tomateiro. Os autores relatam que nos tratamentos onde foram pulverizados fungicidas pertencentes ao grupo das estrobilurinas (piraclostrobina e azoxistrobina) sempre foi verificada uma tendência para maiores números de frutos sadios, massa fresca de frutos e produção comercial. Tal fato é justificado por evidências que as estrobilurinas, além de atuarem diretamente sobre o patógeno, apresentam efeitos secundários altamente benéficos à planta, tais como a redução da produção de etileno, o aumento da atividade da enzima nitrato redutase, o atraso na senescência, uma maior resistência ao estresse hídrico e o aumento no teor de clorofila.

Dardis e Walsh (2002) avaliaram o controle de giberela em trigo com fungicidas dos grupos triazóis e estrobilurinas isolados ou em mistura. Os autores observaram que o fungicida azoxistrobina aplicado isoladamente apresentou baixo controle, porém quando aplicado em conjunto com metconazol apresentou efeito sinérgico, aumentando em 16% o controle quando comparado ao efeito do triazol isolado. Este efeito sinérgico no controle foi atribuído à habilidade do azoxistrobina em reduzir a senescência da planta, mantendo verde a área foliar.

Dutzmann et al. (2004) avaliaram o efeito de fluoxastrobin no controle de doenças na cultura do trigo, encontrando resultados excelentes tanto no tratamento da parte aérea quanto no tratamento de sementes. Os autores concordam que as estrobilurinas comparadas com outras classes de fungicidas apresentam fortes incrementos no rendimento, comparados através de sua eficiência, amplo espectro de ação, persistência e diversos efeitos fisiológicos sobre a planta

hospedeira. Os autores caracterizam fluoxastrobina como uma estrobilurina de última geração, que combinado com prothioconazol oferece um controle sem precedentes sobre todas as importantes doenças de cereais.

O controle de giberela em cereais apresenta importância não só pela redução da doença, mas principalmente devido à redução de micotoxinas (DARDIS; WALSH, 2002; TVARUZEK, 2004; HAIDUKOWSKI et al., 2005). Dardis e Walsh (2002) avaliaram diversos fungicidas no controle de *Fusarium* sp. entre eles algumas estrobilurinas. Para azoxistrobina, os melhores efeitos no controle ocorreram em associação com metconazol, que mostraram sinergismo quando comparado aos efeitos isolados. Os autores destacam que esta opção, além do controle das doenças e micotoxinas, ainda apresenta as vantagens proporcionadas pelo azoxistrobina na redução da senescência e na manutenção da área verde nas plantas de trigo. Tvaruzek (2004) enfatiza a importância no controle da giberela, principalmente devido a redução da micotoxina deoxynivalenol (DON), destacando a influência de fungicidas preventivos como as estrobilurinas, especialmente necessários contra o desenvolvimento de possíveis epidemias. Haidukowski et al. (2005) demonstraram que azoxistrobina reduziu significativamente a severidade de giberela (25 e 77%) e a quantidade de DON nos grãos (32 – 89%) quando comparados com o controle inoculado. A produtividade ($t.ha^{-1}$) e a massa de mil grãos foram superiores nas parcelas submetidas ao tratamento.

Recentemente, Fagan (2007), estudando os efeitos fisiológicos da aplicação de fungicidas na cultura de soja, constatou que: "(i) o uso de piraclostrobina ocasiona alteração na atividade fisiológica das plantas e ocasiona acréscimo da produtividade de grãos; (ii) na variedade cultivada Monsoy-8008-RR, a estrobilurina piraclostrobina incrementa a taxa fotossintética, a atividade da enzima nitrato redutase e diminui a taxa respiratória. Também ocorre incremento na taxa de assimilação bruta de CO_2 da planta e a taxa de assimilação líquida de CO_2 nas vagens e aumento na massa de 1000 grãos e na produtividade de 13 e 4 sacas. ha^{-1} em relação ao tratamento sem aplicação (efeito fungicida + efeito fisiológico) e ao tratamento com aplicação de tebuconazol (triazol) (efeito fisiológico), respectivamente; (iii) a aplicação da estrobilurina piraclostrobina na variedade cultivada BRS 245 RR aumenta o acúmulo do potencial de assimilação bruta de carbono na planta e nas vagens e a taxa de assimilação líquida, bem como aumenta a produção de fitomassa seca e a produtividade de grãos em 18,5 e 8,1 sacas. ha^{-1} em relação ao tratamento sem aplicação e ao tratamento com aplicação de triazol, respectivamente;

e (iv) no que se refere a curva de resposta do produto, a aplicação da estrobilurina piraclostrobina aumenta a taxa fotossintética e a atividade da enzima nitrato redutase até 7 dias após a aplicação, com valores máximos aos 7 DAA para a fotossíntese e no dia da aplicação para a atividade da enzima nitrato redutase. Enquanto que para condutância estomática e para a transpiração, esse efeito ocorre até 3 dias após a aplicação, período de máximo efeito. O decréscimo na taxa respiratória é mantida até os 7 DAA, entretanto a biossíntese de etileno é inibida progressivamente até os 18 DAA."

2.5 Bases dos efeitos fisiológicos

2.5.1 Modo de ação nas plantas

As estrobilurinas, atuam inibindo a respiração mitocondrial pelo bloqueio da transferência de elétrons no complexo III (complexo bc1) da corrente transportadora de elétrons mitocondrial (AMMERMANN et al., 2000). Como o complexo bc1 persiste em todos eucariontes, ao menos uma inibição parcial no transporte de elétrons deve ser esperada também em células de plantas após a absorção do fungicida. Conforme verificado, para outras moléculas do grupo e compostos relacionados, a seletividade de inibidores de respiração tipo estrobilurina depende menos da diferença de sensibilidade de complexos mitocondriais de diversas fontes, mas principalmente em termos de biodisponibilidade ou abundância no sítio alvo, que é modificada por absorção, partição e degradação metabólica em processos dinâmicos. Assim dentro da classe química de estrobilurinas, os compostos variam em seus efeitos de acordo com suas propriedades biocinéticas (KÖHLE et al., 1994). Uma influência transitória na mitocôndria da planta não resulta necessariamente em fitotoxicidade, porque a toxicidade ao nível de organismo é determinada pela importância da respiração mitocondrial para o suprimento de energia, a qual varia com condições do ambiente e com o estágio de vida do organismo (SAUTER et al., 1995). As estrobilurinas, por exemplo, causam maior grau de dano celular por vazamento de eletrólitos, quando discos de folha são incubados por algumas horas no escuro, quando comparadas com a incubação iluminada. Discos de folha não tratados, não mostram significativa vazamento sob as mesmas condições (KÖHLE et al., 2003).

Embora se tenha estudado os efeitos das estrobilurinas em plantas por mais de sete anos, não há evidência de qualquer interação direta de estrobilurinas com enzimas ou sistemas receptores outros que respiração mitocondrial (KÖHLE et al., 2003).

2.5.2 Absorção, redução e assimilação de nitrogênio

Segundo Venâncio et al. (2004): "*É de especial interesse para as práticas agrícolas o aumento em biomassa e produção, obtidos por aplicação de piraclostrobina, mesmo em plantas não infectadas por fungos. No campo, na comparação com outros fungicidas adequados que controlam diferentes fungos patogênicos, isso pode ser quantificado por espectroscopia remissiva (ROUSE et al., 1974). As parcelas tratadas com piraclostrobina mostraram valores maiores do IVF (índice de vitalidade ou área) foliar (ROUSE et al., 1974) (Figura 1), relacionando com o aumento na produtividade de grãos (Figura 2)*".

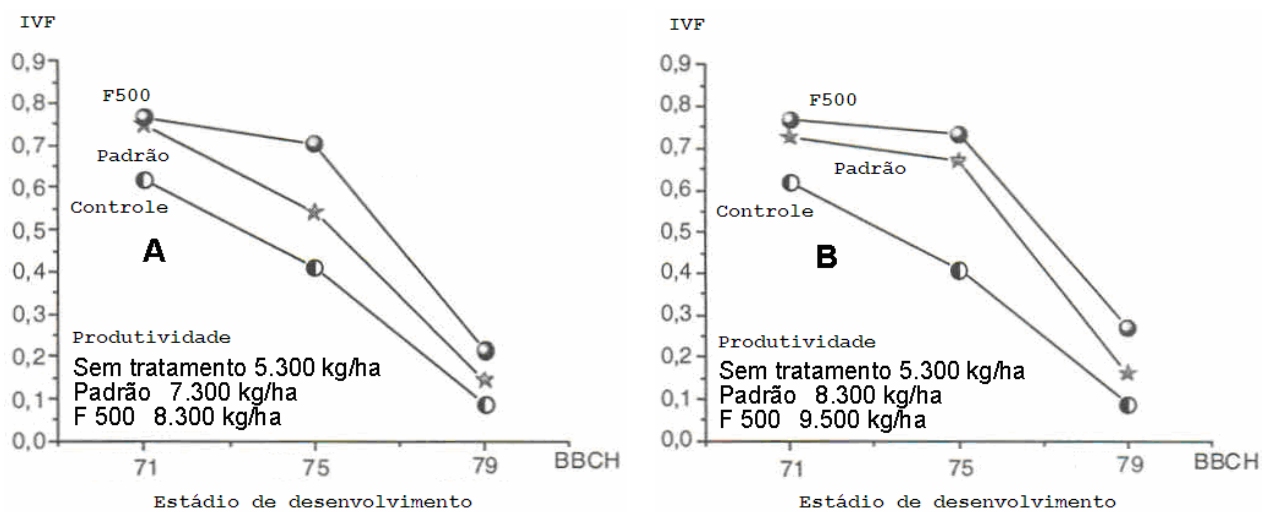


Figura 1 - Aumento do índice relativo de vitalidade foliar (IVF) e produção de plantas de trigo por tratamento com piraclostrobina (F500) em distintos estádios de crescimento: (A) BBCH 39 e (B) BBCH 59 (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

A piraclostrobina causa uma pequena alteração no ponto de compensação de CO₂ de plantas tratadas (KÖHLE, 1997b).

Devido à inibição de respiração mitocondrial, o aumento transitório da rota alternativa (AOX) pode sobrepor a redução esperada na emissão de CO₂. O aumento de biomassa requer maior assimilação de nitrogênio. Sendo assim, a enzima NADH-nitrato redutase que catalisa o primeiro passo na assimilação de nitrato é o alvo relevante para o aumento na produção causado pelo uso de piraclostrobina (CATALDO et al., 1975; KÖHLE et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

Utilizando discos flutuantes de folhas de espinafre em soluções tamponada contendo a estrobilurina, foi observado um forte efeito de ativação NADH-nitrato redutase de kresoxim-metil, a curto prazo num sistema de modelo simples (GLAAB; KAISER, 1999).

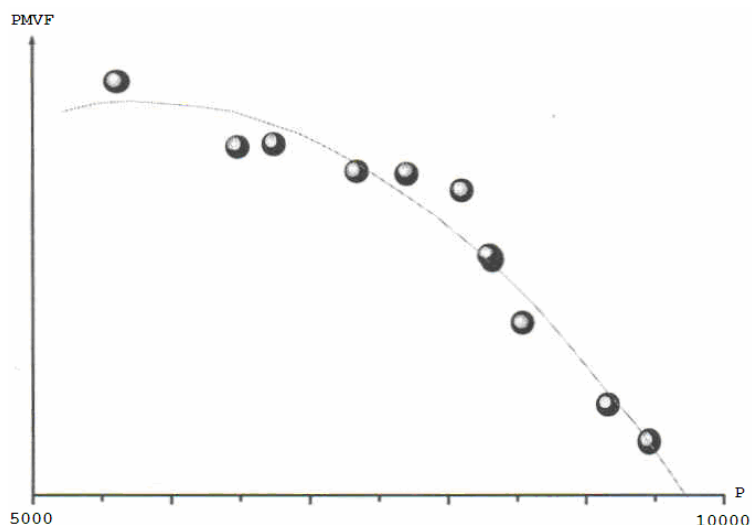


Figura 2 - Relação entre perda média diária de vitalidade foliar (PMVF) e produtividade (P, kg.ha⁻¹) (curso de tempo: estágio de crescimento BBCH 71-79) (ROUSE et al., 1974 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

O processo de redução do nitrato a nitrito é considerado limitante na assimilação de nitrogênio (KAISER, 1999). Por outro lado, foi observado o acúmulo de nitrito e de amônia em folhas de trigo durante o primeiro período noturno após a pulverização de piraclostrobina em doses normalmente utilizadas para o controle de fungos a campo, devido à não ativação da enzima NADH-nitrato redutase no escuro, como ocorrido em plantas testemunhas. O processo de redução *in vivo* aumentou cerca de 100 % durante o período noturno, embora os níveis de redução de nitrato fossem inalterados durante o dia. O aumento na redução do nitrato permaneceu por três noites após a aplicação de piraclostrobina (Figura 3) (KÖHLE et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

A piraclostrobina estimula a absorção do nitrato *in vivo*, embora o teor de nitrato no tecido de brotos reduz cerca de 10% uma semana após a aplicação, indicando a assimilação para metabólitos mais complexos (Figura 4A). Nesse caso, a planta apresenta um incremento de cerca de 20% na biomassa duas semanas após a aplicação do fungicida (Figura 4B) (KÖHLE et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

A aplicação de piraclostrobina apresenta os seguintes efeitos a curto prazo na cultura de trigo: (i) a atividade da enzima nitrato redutase no escuro aumentou 70% poucas horas após a aplicação de F500 e (ii) sob essas condições, a atividade da enzima nitrato redutase não é fator limitante à assimilação de nitrogênio (Figura 3) (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004).

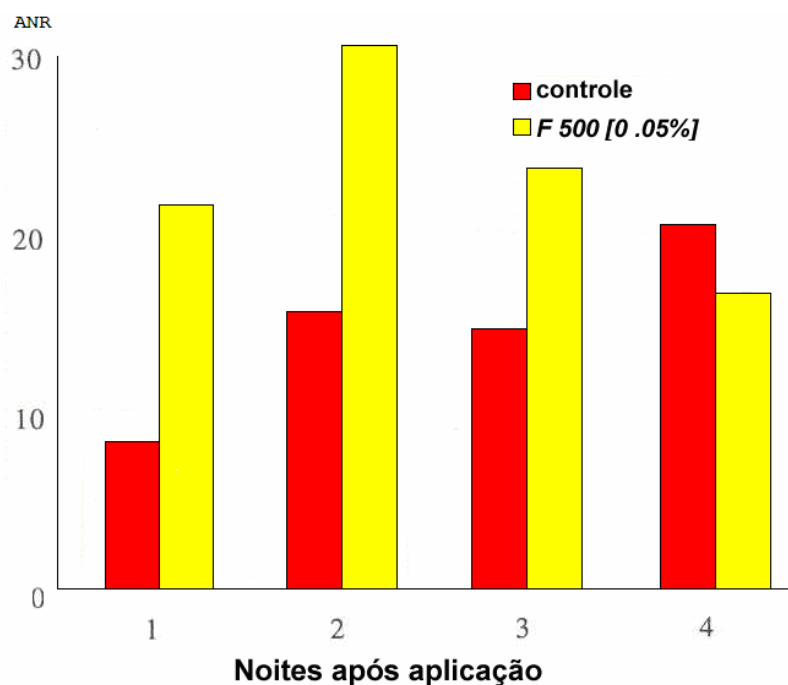


Figura 3 - Atividade da enzima nitrato redutase (ANR, $\mu\text{mol.g}^{-1}$ de massa verde) *in vivo* (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

A piraclostrobina aumenta a assimilação de nitrato nas plantas. O teor relativo de proteína e a relação C/N não foram diferentes em plantas tratadas e não tratadas com piraclostrobina. A absorção adicional e a redução do nitrato favorece o crescimento das plantas tratadas. O maior efeito no desenvolvimento de trigo ocorre quando a piraclostrobina é aplicada durante a fase em que a demanda de nitrogênio é máxima (KÖHLE et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

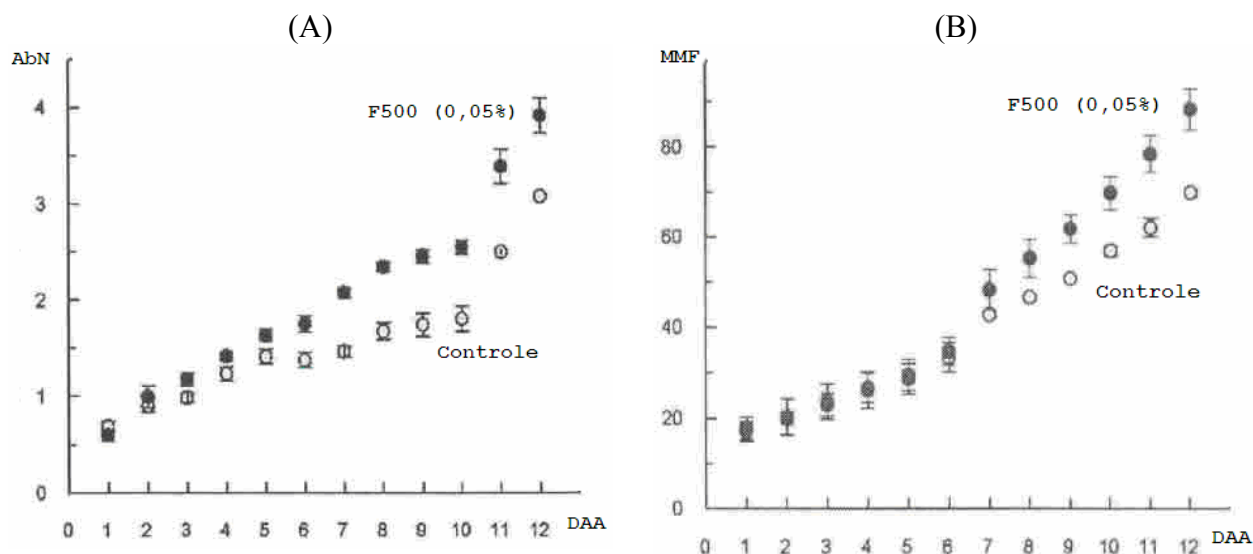


Figura 4 - Estímulo de assimilação de nitrato *in vivo* e crescimento de plantas de trigo desenvolvidas em cultura hidropônica: (A) após um retardo, a absorção de nitrato por raízes (AbN, mmol.d⁻¹) aumentou quando as folhas foram tratadas com piraclostrobina, e (B) o aumento na absorção de nitrato foi seguido por incremento no crescimento (massa de matéria fresca - MMF, g) da planta em função do número de dias após a aplicação (DAA) (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

2.5.3 Alterações hormonais

A estrobilurina kresoxim-metil inibe a síntese de etileno reduzindo a atividade de 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC)-sintase em tecidos de brotos de trigo (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997). Isso está relacionado ao atraso da senescência foliar, conseqüentemente, a uma prolongada atividade fotossintética dos tecidos verdes associada ao melhor manejo sob condições de estresse (KÖHLE et al., 1997a; GROSSMANN; RETZLAFF, 1997; GROSSMANN et al., 1999 e VENÂNCIO et al., 2004).

O etileno prejudica a produção de grãos em trigo, devido à senescência foliar, início da maturação prematura dos grãos, e diminuição da produção de carboidrato para enchimento dos grãos. A ACC-sintase é a principal enzima na biossíntese de etileno, a qual converte S-adenosil-metionina para ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) (ABELES et al., 1992).

O etileno é conhecido como sendo o hormônio primário da senescência de plantas a reações de estresse. O etileno pode ser produzido em quase todas as partes dos tecidos vegetais, em diferentes taxas de produção, dependendo do tipo de tecido e do estágio fenológico. As regiões mais ativas na produção de etileno são as regiões meristemáticas e as regiões dos nós. durante a abscisão foliar, a senescência da flor e o amadurecimento dos frutos, a produção de

etileno aumenta. Tanto o estresse biótico (pragas e doenças, principalmente) quanto o abiótico (inundação, por temperatura ou por estresse hídrico) induz a síntese de etileno (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A piraclostrobina altera a atividade da ACC-sintase e bem como a síntese de etileno sob condições de estresse e senescência, em trigo (KÖHLE et al., 2003).

Foi observado em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) com folhas tratadas com piraclostrobina, que enquanto a massa de matéria fresca de brotos destacados diminuiu cerca de 6%, a atividade da ACC-sintase aumentou 80 vezes em relação aos brotos intactos não estressados durante uma hora de deficiência hídrica. Observou-se ainda que a piraclostrobina inibiu a atividade da ACC-sintase e os níveis de ACC no tecido em até 63% a 10^{-4} M. Por outro lado, a piraclostrobina na concentração de 10^{-8} e 10^{-4} M não altera a atividade da ACC-sintase *in vivo* usando enzimas extraídas de brotos destacados e submetidos à deficiência hídrica, indicando que o fungicida pode inibir de novo a síntese de enzimas (Figura 5) (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997 e VENÂNCIO et al., 2004).

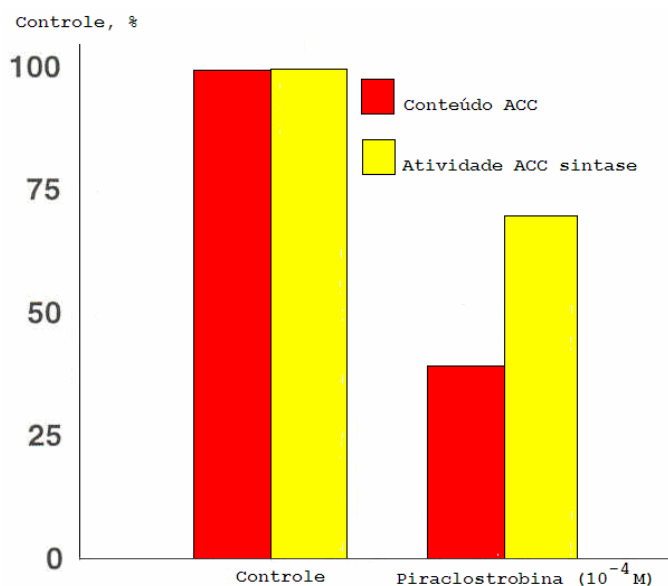


Figura 5 - Inibição da atividade da ACC sintase. Efeitos de piraclostrobina sobre a atividade da 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) sintase e níveis de ACC em brotos de trigo. Plantas foram tratadas com o composto por 3 horas. Brotos foram isolados e submetidos a estresse de água (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

2.5.3.1 Atraso da senescência

Quando as folhas são destacadas de uma planta, mesmo sendo mantidas úmidas e supridas de minerais, as mesmas perdem lentamente clorofila, RNA, lipídios e proteínas. Esse é o processo de senescência que leva a planta ou parte dela a morte (TAIZ; ZEIGER, 2004 e VENÂNCIO et al., 2004).

O aumento da concentração de piraclostrobina inibiu a perda de clorofila em discos de folhas de trigo minimizando assim a senescência (Figura 6). Foi observado a 10^{-4} M de piraclostrobina o máximo atraso na senescência foliar, com até 82% do maior nível de clorofila total em relação ao controle (GROSSMANN; RETZLAFF, 1977 e VENÂNCIO et al., 2004).

Em trigo, observou-se que a piraclostrobina degrada o precursor natural do ácido indol-3-acético, L-triptofano. Sendo isso, torna-se plausível a seguinte hipótese: O metabolismo da piraclostrobina aumenta os níveis endógenos de ácido indol acético (KÖHLE et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

O atraso na senescência (folha) ocorre devido aos baixos níveis de etileno, os quais favorecem a produção por intermédio da maior formação de tecido vascular, partição de

carboidrato, formação de broto floral e desenvolvimento de fruto (TAIZ; ZEIGER, 2004 e VENÂNCIO et al., 2004).

O atraso na senescência devido a utilização de doses crescentes de piraclostrobina apresentou alta correlação com níveis decrescentes de formação de etileno e de ACC e aumento de AIA (Figura 6). A forma mais comum de ocorrência natural de auxina fitohormonal é ácido indol-3-acético (TAIZ; ZEIGER, 2004 e VENÂNCIO et al., 2004).

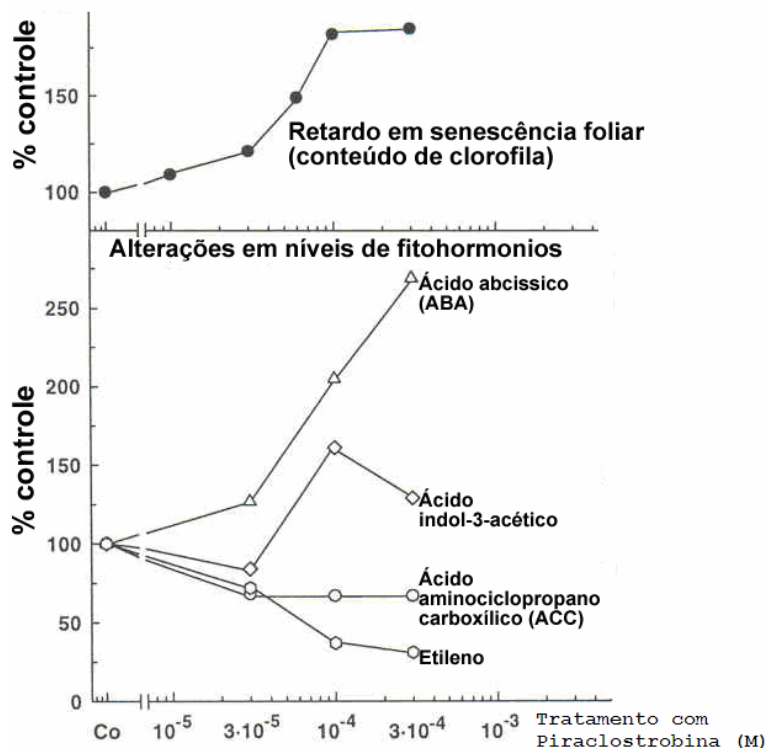


Figura 6 - Atraso na senescência foliar e alterações nos níveis de fitohormônios. Efeitos de piraclostrobina sobre o conteúdo total de clorofila, formação de etileno e níveis de fitohormônio imunorreativo em discos de folhas de trigo senescentes após 48 horas de tratamento no escuro (GROSSMANN, 2000 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

Aumentos de piraclostrobina dependem dos níveis endógenos de ácido abscísico (foi observados valores máximos de até 269% em relação a testemunha) (Figura 6). Quando a planta se encontra sob estresse abiótico (estresse hídrico e baixas temperaturas, principalmente), o ácido abscísico inibe o crescimento e a abertura estomática, otimizando o uso de água (TAIZ; ZEIGER, 2004; GROSSMANN et al., 1999).

O ácido abscísico foi originalmente isolado como um fator causador de abscisão por promover a senescência foliar em altas concentrações (GROSSMANN, 2000).

2.5.3.2 Estresse oxidativo em plantas

A formação de espécies reativas de oxigênio, que aumentam o potencial oxidativo em tecidos de plantas, é estimulada em ambientes estressantes (BARTOSZ, 1997; WINGSLE; KARPINSKI; HALLGREN, 1999).

Em cereais, em geral, as espécies reativas de oxigênio podem causar elevadas perdas de produtividade de grãos. Plantas resistentes respondem ao estresse oxidativo com aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase, catalases e peroxidases (LARSON, 1997; YUE-XUAN; TIEDEMANN, 2001; BAUMER et al., 2001 e WU; TIEDEMANN, 2001, 2002ab).

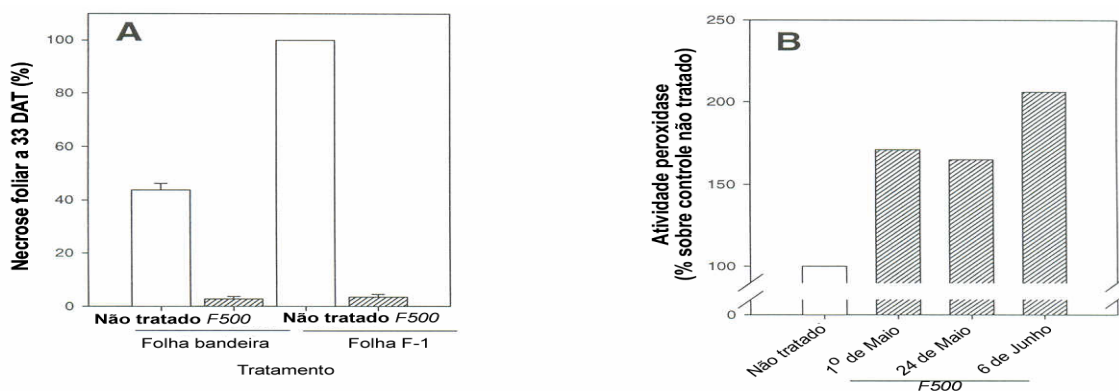


Figura 7 - Influência do fungicida piraclostrobina (F500) sobre a necrose foliar e atividade peroxidase: (A) sintomas de mancha fisiológica das folhas apresentadas como necrose foliar 33 dias após tratamento com o fungicida. Piraclostrobina foi aplicado em 6 de maio (estádio de crescimento 49) e (B) atividade de guaiacol peroxidase determinada de extratos de folha bandeira cinco dias e 30 dias após tratamento fungicida. Não se observou sintomas de mancha fisiológica das folhas antes de 24 dias após tratamento (30 de maio) (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

Plantas de cevada tratadas com piraclostrobina não desenvolvem sintomas da mancha fisiológica das folhas. Plantas não tratadas apresentam a folha bandeira e as folhas inferiores com sintomas (Figura 7A), indicando que as reações bloqueadoras de radicais diminuíram o estresse oxidativo. Avaliando a atividade da peroxidase na folha bandeira, verificou-se que as plantas tratadas com piraclostrobina mostraram quase dupla atividade enzimática (Figura 7B), o que pode contribuir para tolerância ao estresse. Observou-se que esse efeito iniciou cinco dias após o tratamento com piraclostrobina, persistindo por mais quatro semanas (KÖHLE et al., 2003).

O *status* de fitohormônios em tecidos de brotos de trigo é alterado na presença piraclostrobina, inibindo a biossíntese de etileno devido à redução da atividade da ACC sintase. A mudança no balanço hormonal, junto com o incremento da auxina endógena, é responsável pela retardamento da senescência foliar e a melhoria na tolerância ao estresse. A piraclostrobina ainda estimulou a produção de ácido abscísico, o que favorece a tolerância ao frio e adaptação à condição de deficiência hídrica. O aumento na capacidade antioxidativa está envolvida na prevenção da doença mancha fisiológica das folhas de cevada (KÖHLE et al., 2003).

2.5.4 Indução de resistência a vírus

Atualmente assume-se que a mitocôndria está relacionada no mecanismo de resposta de defesa induzida a patógenos. Demonstrou-se que o ácido salicílico promove resistência induzida ao vírus do mosaico do tabaco, sendo sensível ao ácido salicil-hidroxicinâmico, um inibidor alternativo da via oxidase em mitocôndrias. Além disso, os inibidores de respiração antimicina A e cianida induziram acúmulo de oxidase transcrita e resistência a vírus do mosaico do tabaco (XIE; CHEN, 2000 e VENÂNCIO et al., 2004).

Singh, Chauhan e Singhal (2003) propuseram um modelo de indução de resistência a vírus (Figura 8). O ácido salicílico pode estimular resistência a viroses utilizando ao menos duas vias de transdução, o qual pode incrementar a transcrição de RdRp1, que é encontrada aumentando a cobertura de RNA viral via mecanismos baseados em RNAi (XIE et al., 2001; YU et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

O ácido salicílico pode inibir a respiração na cadeia de transporte de elétrons, levando a um aumento de espécies reativas de oxigênio na mitocôndria (XIE; CHEN, 1999). Outros inibidores da respiração no transporte de elétrons tais como antimicina A, cianida (CHIVASA; CARR, 1998) ou fungicidas tipo estrobilurinas (HERMS et al., 2002) também podem causar um aumento em espécies reativas de oxigênio (VENÂNCIO et al., 2004).

A amplitude e a duração do aumento de espécies reativas de oxigênio mitocondrial está sob regulação negativa por intermédio da oxidase alternativa. Isso explica o porquê que uma planta transgênica, com aumento ou decréscimo de oxidase alternativa, apresenta uma capacidade de sinalizar, reduzindo ou ampliando, respectivamente (GILLILAND et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

Sinais de espécies reativas de oxigênio mitocondrial podem ser detectados por um sensor de proteínas (ainda não identificado), por via de um mecanismo de mudança tiol/disulfeto

(Dutilleul et al., 2003). Sinais subseqüentes são propostos para conduzir a indução de genes nucleares que afetam o movimento e a replicação viral. A expressão do gene *Aox* no núcleo é transitória e estimulada pela inibição da cadeia de transporte de elétrons, levando ao aumento do acúmulo de oxidase alternativa na mitocôndria (VENÂNCIO et al., 2004).

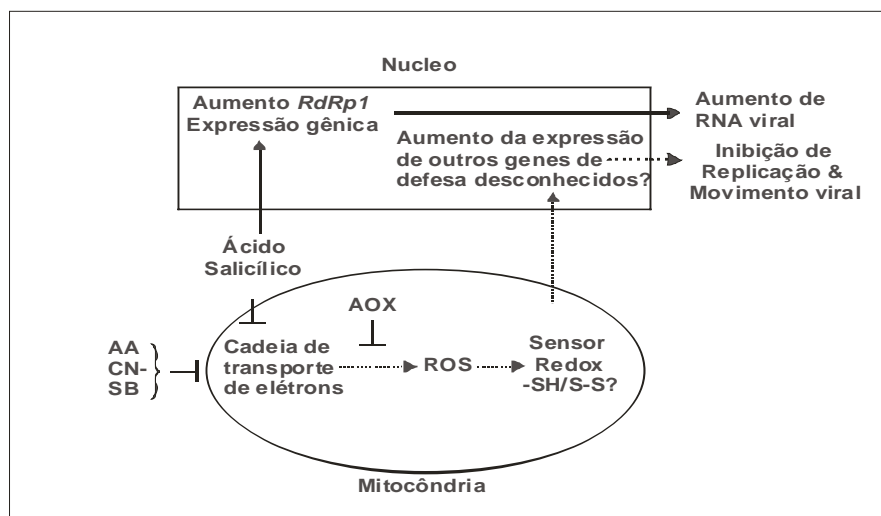


Figura 8 - Um modelo de indução de resistência a viroses por ácido salicílico (SINGH; CHAUHAN; SINGHAL, 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

A piraclostrobina pode aumentar a habilidade de determinadas plantas na resistência ao ataque de patógenos. O incremento da resistência de plantas mal pode provar a resistência a fungos fitopatogênicos; assim, o efeito da piraclostrobina sobre resistência foi investigado em um dos melhores modelos de sistemas para estudar a interação entre o vírus do mosaico do tabaco e plantas de fumo contendo o gene N. A difusão do vírus do mosaico do tabaco fica restrita a uma pequena zona em volta do sítio da infecção, em função da presença do gene N de resistência a doenças em variedades cultivadas de plantas de fumo (MATTHEWS, 1991 e VENÂNCIO et al., 2004).

A morte localizada de células do tecido hospedeiro (restrição do vírus do mosaico do tabaco) ocasiona uma resposta de hipersensibilidade (formação de lesões necróticas visíveis). Após a formação dessas lesões, plantas de fumo desenvolvem um tipo de resistência adquirida, incrementada ao posterior ataque de vírus do mosaico do tabaco, perto da área da infecção primária e presente em toda planta (DEMPSEY et al., 1999 e RYALS et al., 1996).

O aumento da resistência por plantas de tabaco contra infecções do vírus do mosaico do tabaco fica evidente pela formação de lesões necróticas que são menores que as formadas em folhas de plantas de fumo que não foram pré-infectadas por vírus do mosaico do tabaco (KÖHLE et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

A piraclostrobina em plantas de tabaco influenciam sua resistência ao ataque de vírus do mosaico do tabaco. Observou-se que a resistência à infecção de vírus do mosaico do tabaco aumentou após uma infiltração prolongada do fungicida em folhas. A expressão induzida dos genes PR-1 do vírus do mosaico do tabaco e o acúmulo de proteínas PR-1 foram induzidas muito antes em folhas de plantas tratadas com piraclostrobina do que foram em folhas infectadas por vírus do mosaico do tabaco de plantas que não foram previamente tratadas com piraclostrobina (Figura 9). Assim a piraclostrobina, além de servir como um potente fungicida, provavelmente também protege as plantas a aumentar sua capacidade herdada de ativar uma resposta de defesa celular, apenas induzida por ataque posterior de patógenos, conforme demonstrado pela ativação de genes PR-1 em plantas de tabaco infectadas por vírus do mosaico do tabaco (HERMS et al., 2002; KÖHLE et al., 2003 e VENÂNCIO et al., 2004).

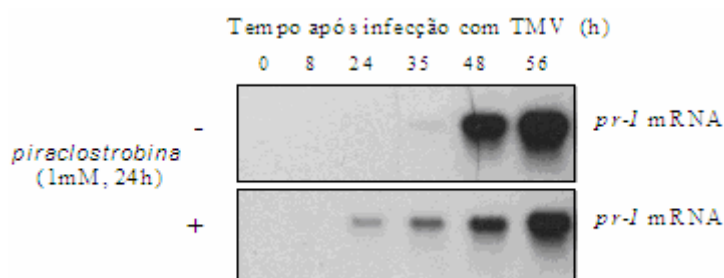


Figura 9 - Pré-tratamento com F 500 causa uma aceleração na expressão do gene PR-1 de vírus do mosaico do tabaco em tabaco. Metade de uma folha de uma planta de tabaco (cv. Xanthi) com seis semanas de idade foi infiltrada com água (-) enquanto a segunda metade da folha foi infiltrada com uma solução aquosa de piraclostrobina (+). 24 h mais tarde, a folha foi infectada, em ambas as metades, com uma solução de vírus do mosaico do tabaco ($1,55 \mu\text{g.mL}^{-1}$ proteína de vírus em tampão de fosfato). O acúmulo de PR-1 de mRNA foi analisado no momento indicado após infecção por Análise Northern Blotting com uma amostra (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

Quando a resistência é aumentada, ocorre uma substancial redução no tamanho de lesões de vírus do mosaico do tabaco, redução esta não devida ao efeito inibitório direto da piraclostrobina sobre o potencial do vírus do mosaico do tabaco de infectar tabaco (KÖHLE et al., 2003). Em contraste ao aumento da indução de resistência ao vírus do mosaico do tabaco pelo

ácido salicílico, a resistência induzida por piraclostrobina não foi associada ao acúmulo das proteínas relacionadas com patogênese (PR-1) (HERMS et al., 2002; KÖHLE et al., 2003) que, embora sua atividade enzimática e função fisiológica ainda não sejam bem conhecidas, servem como marcadores moleculares confiáveis para resistência incrementada a doenças em várias plantas, inclusive tabaco (VENÂNCIO et al., 2004).

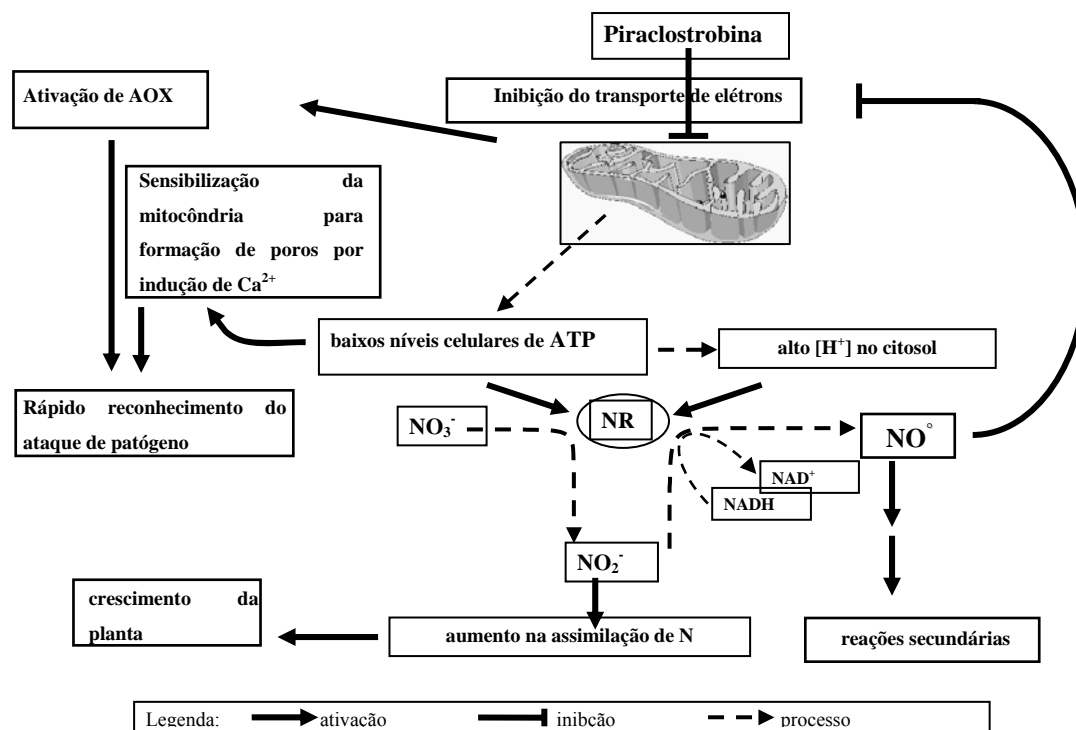


Figura 10 - Reações bioquímicas primárias em células de plantas (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

A piraclostrobina apresenta efeitos fisiológicos em plantas, podendo ocorrer outros ainda desconhecidos (KÖHLE et al., 2003). Sendo improvável que a molécula interaja com alvos bioquímicos diferentes, as reações podem estar relacionadas. As mudanças hormonais em plantas de trigo induzidas por piraclostrobina podem estar relacionadas ao metabolismo do composto que aumenta o precursor do ácido indol acético (L-triptofano). Porém, isso não explica os efeitos de assimilação de nitrogênio e a indução de resistência contra ataque viral. Uma nova perspectiva foi aberta por alguns resultados preliminares mostrando que tratamento com o fungicida induz a formação de óxido nítrico. Sendo assim, esses autores propõem uma hipótese seqüencial para explicar os diferentes efeitos fisiológicos da piraclostrobina, assumindo ainda que o modo de ação

do fungicida em plantas é a inibição parcial e transitória da cadeia respiratória na mitocôndria (Figuras 10 e 11) (VENÂNCIO et al., 2004).

A respiração mitocondrial inibida pela piraclostrobina ativa a via oxidase alternativa, decresce níveis celulares de ATP enquanto $[H^+]$ no citosol aumenta, ambos resultando numa ativação de NADH-nitrato redutase (GLAAB; KAISER, 1999).

A ativação da enzima nitrato redutase resulta, de forma transitória, no aumento de níveis de nitrito incrementando o crescimento da planta quando a assimilação de nitrogênio é o fator mais limitante. O aumento da atividade da enzima nitrato redutase é uma das opções de incrementar a assimilação de nitrogênio. Paralelamente a isso, há o processo óxido nítrico sintase (ONS), como uma via alternativa de produção de NO nas plantas, produto da atividade da enzima nitrato redutase (YAMASAKI, 1999).

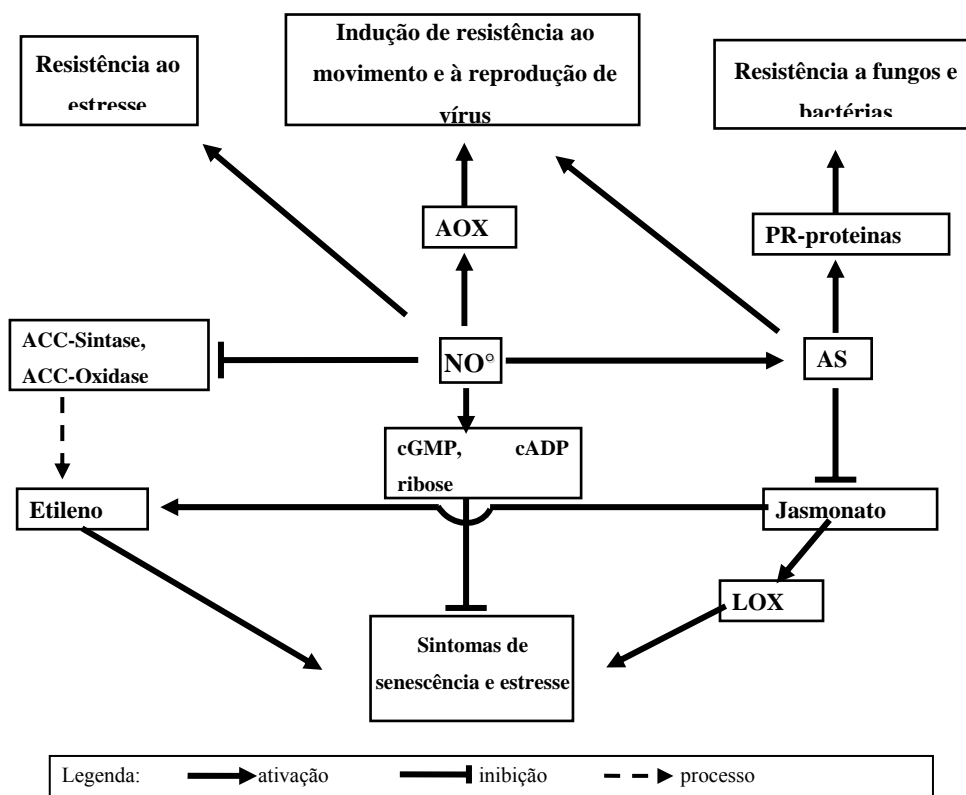


Figura 11 - Influência de sinalização em células de plantas via NO (KÖHLE et al., 2003 *apud* VENÂNCIO et al., 2004)

O consumo de oxigênio pela via do citocromo na respiração mitocondrial é inibida, desde que NO compete com oxigênio pela oxidase do citocromo (MILLAR; DAY, 1996). Em função disso, o efeito inicial da piraclostrobina em plantas poderia ser mesmo auto-estimulante. Baixa concentração de ATP também sensibiliza a mitocôndria por formação induzida de poros para Ca^{2+} (JONES, 2000), tendo significado no reconhecimento de ataque por patógeno (JABS; SHUSARENKO, 2000). Isso poderia contribuir para um efeito “inicial” acelerando as reações de defesa contra infecções por vírus do mosaico do tabaco.

NO e/ou peroxinitrilos inibem as atividades de ACC-sintase e ACC-oxidase, enzimas chaves da síntese de etileno, por inativação oxidativa de seus co-fatores. Assim, NO pode reduzir marcadamente a taxa de emissão de C_2H_4 , com todas as implicações, incluindo manejo de estresse, *efeito verde* e inibição da senescência prematura. O NO é o componente central do mecanismo síndrome de adaptação geral (SAG) na tolerância de plantas a estresse (LESHEM et al., 1981 e VENÂNCIO et al., 2004).

O NO é conhecido por interagir com G-proteínas, levando a geração de cGMP e ADAP ribose cíclico como segundos mensageiros na resposta de defesa de plantas (BOLWELL, 1999; BROILLET, 1999; WENDEHENNE et al., 2001).

O NO está envolvido na sinalização decrescente ligada ao ácido salicílico. O tratamento de folhas de fumo com NO induz um significativo aumento no ácido salicílico endógeno requerido para indução de gene PR-1 (DURNER, 1998).

A relação entre NO, ácido salicílico e espécie reativa de oxigênio na ativação de genes de defesa e/ou indução de morte de células hospedeiras são melhores descritas como um processo auto-simplificador durante o qual a sinalização redox por intermédio de NO e espécie reativa de oxigênio é estimulado por ácido salicílico (BOLWELL, 1999; VAN CAMP, 1998).

O ácido salicílico inibe a formação de jasmonato, o qual, por sua vez, também resulta em decréscimo da formação de etileno e menor peroxidação de lipídios. Tudo isso também pode contribuir ao manejo de estresse, como o observado no tratamento com piraclostrobina de plantas não infectadas (VENÂNCIO et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na área experimental Departamento de Produção Vegetal da Esalq (Universidade de São Paulo), campus Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), localizado em Piracicaba-SP, nos anos 2004, 2005, 2006 e 2007.

As coordenadas geográficas do local são: 22° 41' 30" de latitude Sul e 47° 38' 30" longitude Oeste e 546 m de altitude. O solo é classificado como Latossolo vermelho distrófico argiloso (HEIFFIG, 2002).

O clima do local segundo a classificação de W. Köppen pertencente ao tipo Cwah - tropical de altitude com estiagem de inverno. Nesta região a precipitação média anual é de 1257 mm (SENTELHAS; PEREIRA, 2000), a temperatura média anual gira em torno de 21,4°C.

3.2 Caracterização dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos para caracterizar o efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

Nos experimentos de campo, foi realizada a adubação de base conforme a necessidade, observada na análise de solo. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, no momento da semeadura. O manejo de plantas daninhas foi realizado durante todo o ciclo por intermédio de capina manual e (ou) herbicidas pré e pós-emergentes. As pragas foram controladas por meio de inseticidas.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos apresentaram variações entre os cultivos, sendo constituídos de experimento com estrobilurinas e triazóis em sistema irrigado e sequeiro (Tabela 1).

Os resultados obtidos (2005 a 2007) foram submetidos à análise de variância onde foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3.2.1 Ano 2004

No primeiro ano, foram conduzidos seis experimentos, onde foram efetuadas as seguintes análises: (i) síntese de etileno; (ii) teor de clorofila; (iii) índice de área foliar, (iv) massa de matéria seca total, (v) duração do ciclo e (vi) produtividade.

A semeadura foi realizada no dia 18 de dezembro de 2003 utilizando 400.000, 400.000 e 350.000 plantas.ha⁻¹ para as variedades cultivadas de soja CD-208, BRS-133 e Conquista de ciclo precoce, semiprecoce e semitardio, respectivamente. As sementes foram inoculadas com cepa 2930 de *Bradyrhizobium japonicum*. No sulco de semeadura foi efetuada adubação de 300 kg.ha⁻¹ com NPK (0, 20, 20).

3.2.2 Ano 2005

No segundo ano, foram efetuadas as seguintes análises: (i) respiração; (ii) fotossíntese líquida; (iii) atividade da enzima nitrato redutase, (iv) síntese de etileno, (v) área foliar, (vi) teor de clorofila, (vii) produtividade, e (ix) análise da qualidade de semente (germinação, teor de óleo e análise patológica).

No caso da variedade cultivada Conquista, o ensaio de campo foi conduzido sob condição de sequeiro, onde a semeadura foi efetuada em 4 de janeiro de 2005, com a população de 310.000 plantas por hectare e espaçamento entre fileiras de plantas de 0,45 m. Foi utilizado na adubação de semeadura 90 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O. A primeira aplicação foi efetuada em 5 de março de 2005. A segunda aplicação foi efetuada em 27 de março de 2005.

No caso da variedade cultivada CD-208, o ensaio de campo foi conduzido sob condição de sequeiro e de irrigação, onde a semeadura foi efetuada em 4 de janeiro de 2005, com a população de 290.000 plantas por hectare e espaçamento entre fileiras de plantas de 0,5 m. Foi utilizado na adubação de semeadura 90 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg.ha⁻¹ de K₂O. A primeira aplicação foi efetuada em 1 de março de 2005. A segunda aplicação foi efetuada em 23 de março de 2005.

No caso da variedade cultivada Monsoy-7501, o ensaio de campo foi conduzido sob condição de sequeiro, onde a semeadura foi efetuada em 28 de novembro de 2004, com a população de 300.000 plantas por hectare e espaçamento entre fileiras de plantas de 0,45 m. Foi utilizado na adubação de semeadura 80 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O. A primeira aplicação foi efetuada em 31 de janeiro de 2005. A segunda aplicação foi efetuada em 23 de fevereiro de 2005.

3.2.3 Ano 2006

No terceiro ano, foram efetuadas as seguintes análises: (i) atividade das enzimas (anti-oxidantes ou anti-estresse) peroxidase, polifenol oxidase - PPO, superóxido dismutase - SOD, catalase); (ii) produtividade; e (iii) massa de 1000 grãos.

Os experimentos foram conduzidos em condição de sequeiro utilizando duas variedades: Monsoy-7878 e Monsoy-8008. A semeadura foi efetuada em 16 de novembro de 2005.

3.2.4 Ano 2007

No quarto ano, foram efetuadas as seguintes análises: (i) fotossíntese líquida, (ii) respiração, (iii) nitrato redutase e (iv) síntese de etileno nos estádios fenológicos. As determinações fisiológicas foram realizadas em três plantas por parcela nos estádios fenológicos V₂-V₃, V₈-V₉ (fase vegetativa), R₁-R₂ e R_{5.1} (fase reprodutiva).

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação utilizando a variedade cultivada Conquista. Foram utilizados os seguintes tratamentos: testemunha e Opera.

A casa de vegetação apresentou cobertura plástica de polietileno com espessura de 150 µm e nas laterais telas plásticas de proteção contra insetos. Nessa foi instalado uma mini-estação de monitoramento de variáveis micrometeorológicas que realizou medidas de temperatura do ar.

A semeadura foi realizada em janeiro de 2007 em vasos plásticos. Antes da semeadura realizou-se a análise de solo para recomendação da adubação da cultura. Entretanto, para melhor controle experimental e evitar as possíveis variações de distribuição da adubação no vaso, optou-se pela fertirrigação contínua do solo. Para isso foram preparadas soluções padrões concentradas de solução nutritiva, atendendo a necessidade da cultura. A fertirrigação iniciou a partir dos 10 dias iniciais após a emergência das plântulas.

O experimento foi instalado em vasos com capacidades de 3,8 L (diâmetro de 15 cm e 25 cm de altura), preenchidos igualmente com terra proveniente de um Latossolo Vermelho-Amarelo. As irrigações foram feitas diariamente, respeitando as condições ótimas estabelecidas para a cultura da soja (em torno de 80% da capacidade de campo).

O delineamento experimental adotado foi um fatorial em blocos a acaso com dois tratamentos, T₁ com aplicação da estrobilurina piraclostrobina + epoxiconazol (Opera) na dose de 0,5 L.ha⁻¹ de ingrediente ativo para um volume de calda de 150 L.ha⁻¹ e T₂ sem aplicação de estrobilurina, e cinco repetições. A aplicação da estrobilurina foi realizada através de um pulverizador costal com injeção de CO₂. Utilizou-se uma barra de 2,25 m de comprimento, com 4 bicos do tipo leque com uma pressão de 2 bar.

Os dados de fisiológicos obtidos foram submetidos à análise de variância onde foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3.3 Descrição dos tratamentos

A partir de 2005, nos ensaios conduzidos no campo, além da testemunha absoluta (controle - tratamento sem aplicação de fungicida), foram utilizadas as testemunhas relativas e o fungicida Opera no intuito de possibilitar a quantificação do efeito fisiológico.

Em 2005, foram utilizados os fungicidas Priori Xtra e Nativo para comporem os tratamentos referentes às testemunhas relativas. Em 2006, foi utilizado o fungicida Folicur.

3.3.1 Ano 2004

Em 2004, foram utilizados dois tratamentos: testemunha e piraclostrobina + epoxiconazol (Opera) (Tabela 35). As parcelas experimentais possuíam seis fileiras de plantas com 8 m de comprimento.

Para controle da ferrugem asiática foi aplicado no dia 20 de fevereiro de 2004 a uma dosagem de 500 mL por hectare, em uma única pulverização mecanizada utilizando bicos em leque, o fungicida piraclostrobina + epoxiconazol, em metade das parcelas da cultura sem irrigação suplementar (Seq) nas variedades CD-208, BRS-133 e Conquista, quando essas se encontravam nos estádios fenológicas R₅, R₄ e R₃, respectivamente.

No dia 8 de março de 2004 o mesmo fungicida foi aplicado seguindo os mesmos critérios no tratamento irrigado (Irr) contendo as mesmas variedades e quando essas se encontravam nos mesmos estádios fenológicas.

Assim, os tratamentos foram irrigados por todo o período (Irr) e sem irrigação suplementar (Seq) e os subtratamentos com piraclostrobina + epoxiconazol (OP) e sem piraclostrobina + epoxiconazol (N). Dessa forma as variedades cultivadas CD-208, BRS-133 e Conquista estiveram sob as condições irrigada com piraclostrobina + epoxiconazol (Irr OP), irrigado sem piraclostrobina + epoxiconazol (Irr N), sem irrigação suplementar com piraclostrobina + epoxiconazol (Seq OP) e sem irrigação suplementar sem piraclostrobina + epoxiconazol (Seq N). O delineamento experimental foi um fatorial 3 x 2 x 2, sendo três variedades cultivadas, dois tratamentos de fungicida e dois tratamentos hídricos.

Tabela 35 - Descrição dos tratamentos. Ano 2004

Id	Tratamento	Dose (L.ha ⁻¹)	Calda (L.ha ⁻¹)	Aplicação no estádio R ₅ , R ₄ e R ₃
1	Testemunha	-	-	-
2	Opera	0,50	150	X

3.3.2 Ano 2005

Em 2005, foram utilizados seis tratamentos (Tabela 36). As parcelas experimentais possuíam seis fileiras de plantas com 8 m de comprimento.

Tabela 36 - Descrição dos tratamentos. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	1 ^a aplicação	2 ^a aplicação	Observação
1	Testemunha	-	-	-	-	
2.1	Opera	0,50	150	X	-	
3.1	Opera	0,50	150	X	-	1 ^a
3.2	Opera	0,50	150		X	Aplicação:
4.1	Opera	0,50	150	X	-	R ₁ /R ₂
4.2	Opus	0,40	150	-	X	
5.1	Priori Xtra + Nimbus	0,30 0,5%v/v	150	X	-	2 ^a
5.2	Priori Xtra + Nimbus	0,30 0,5%v/v	150	-	X	Aplicação: R _{5,1}
6.1	Nativo	0,50	150	X		
6.2	Nativo	0,50	150		X	

3.3.3 Ano 2006

Em 2006, foram utilizados três tratamentos (Tabela 37).

Tabela 37 - Descrição dos tratamentos. Ano 2006

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	1 ^a aplicação	2 ^a aplicação	Observação
1	Testemunha	-	-	-	-	
2.1	Opera	0,50	150	X	-	1 ^a Aplicação: R ₁ /R ₂
2.2	Opera	0,50	150		X	
3.1	Folicur	0,50	150	X		2 ^a Aplicação: R _{5,1}
3.2	Folicur	0,50	150		X	

3.3.4 Ano 2007

Em 2007, foram utilizados três tratamentos (Tabela 38).

Tabela 38 - Descrição dos tratamentos. Ano 2007

Id	Tratamento	Dose (L.ha ⁻¹)	Calda (L.ha ⁻¹)	Aplicação
1	Testemunha	-	-	-
2.1	Opera	0,50	150	V ₂ -V ₃
2.2	Opera	0,50	150	V ₈ -V ₉
2.3	Opera	0,50	150	R ₁ -R ₂
2.4	Opera	0,50	150	R _{5,1}

3.4 Determinações

A determinação de hormônios foi realizada em seis folhas por parcelas. Após a coleta das folhas, foi realizada a extração do hormônio com metanol, etanol e acetona. A citocinina foi extraída com etanol e metanol aquoso. Posteriormente o teor desses hormônios foi determinado pelo método de cromatografia líquida - gasosa no laboratório Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UNESP em Botucatu, SP.

Foram coletadas três folhas por parcela para a determinação da atividade peroxidase através do método proposto por Allain et al. (1974). A atividade da enzima foi expressa em mmol.min⁻¹.mg⁻¹ de H₂O₂ consumida de proteínas.

A análise bromatológica referente à determinação do teor de óleo foi executada de acordo com as normas da *Association of Official Analytical Chemists* (1970) foram determinados conforme Goering e Van Soest (1970).

As determinações fenológicas (aparecimento de folhas flores, vagens e grãos) foram efetuadas a cada dois dias para a caracterização dos subperíodos de desenvolvimento da cultura. As obtenções dos dados fenométricos foram realizadas uma vez por semana, iniciando no dia da aplicação dos tratamentos. Durante as coletas foi retirada uma planta por parcela para avaliação de fitomassa seca.

Após a coleta das plantas, foi realizada a separação de seus órgãos (folhas, caule, raiz, flores, vagens e grãos). Posteriormente estes órgãos foram separados em sacos de papel individualizados, identificados e levados à estufa de secagem de ventilação forçada de ar a 72°C, até peso constante para a determinação da fitomassa seca. O somatório de todos os órgãos resultará na fitomassa seca total das plantas. As pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,01 g.

Para melhor caracterização do efeito dos tratamentos na cultura foi quantificada a duração do ciclo, a proporção de folhas verdes, a percentagem de desfolha e a avaliação de doenças, considerando a severidade de ataque na planta.

No experimento foi avaliada a influência de fungicidas a base de estrobilurinas e triazóis com e sem irrigação sobre o crescimento e desenvolvimento de cultivares de soja, bem como a produtividade final.

As aplicações dos fungicidas foram realizadas através de um pulverizador costal com injeção de CO₂.

Os experimentos foram conduzidos: (i) com irrigação, e (ii) sem irrigação. Nas plantas irrigadas a aplicação de água foi realizada através de um pivô central, com base na evapotranspiração média da região.

Foram utilizadas as principais variedades cultivadas de soja no Brasil.

3.4.1 Fotossíntese líquida e respiração

As determinações de trocas gasosas são realizadas através de um sistema fechado portátil de fotossíntese, IRGA, modelo LI-6400 (LI-COR), sempre nas folhas superiores completamente expandidas da planta e totalmente expostas à radiação solar. As determinações de fotossíntese e respiração são feitas na seguinte seqüência: três horas após a aplicação do produto e posteriormente: 1, 3 e 7 dias após a aplicação, das 9:00 h às 11:00 h da manhã.

Em casa de vegetação, durante as medições, a folha selecionada em cada planta foi colocada dentro da câmara selada do equipamento, não suprida por ar externo sendo estabelecido

800 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ da radiação fotossinteticamente ativa. Essa intensidade de radiação foi escolhida devido às plantas estarem aclimatadas a menor incidência de radiação solar neste ambiente do que a campo, onde se utiliza 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ da densidade de fluxo de fótons fotossintetizantes.

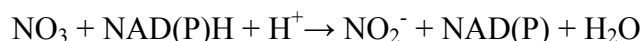
A mudança na concentração de CO_2 por unidade de tempo serviu para estimar, conforme equações matemáticas pré-definidas no equipamento, a fotossíntese líquida (assimilação de CO_2). Para as medidas de respiração a densidade de fluxo de fótons fotossintetizantes do equipamento foi desligada (0 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) e, assim, as mudanças na concentração de CO_2 foram relacionadas com a respiração foliar. O tempo de equilíbrio entre as medidas de fotossíntese e respiração foliar foi de 5 minutos e o valor máximo de déficit de pressão de vapor em que foi realizada as medidas foi de 1,8 kPa e temperatura do ar média de 30°C.

3.4.2 Enzima nitrato redutase

As coletas foram realizadas ao 0, 1, 3 e 7 dias após aplicação dos tratamentos. Onde o zero dia correspondeu ao período de 3 horas após a aplicação.

A análise de nitrato redutase foi realizada em três folhas (completamente expandidas localizadas na porção superior da planta) coletadas em cada parcela de cada tratamento. A determinação da atividade da enzima nitrato redutase foi baseada na produção de NO_2^- durante a incubação de discos ou corte de folhas em presença de NO_3^- (MULDER; BOXMA; VEEN, 1959).

A RNO_3 é uma metaloflavina proteína (Mo e Fe) que catalisa a redução do NO_3^- (nitrato) a NO_2^- (nitrito), universalmente presente nas plantas superiores:



A determinação da atividade se baseia na produção de NO_2^- durante a incubação de discos ou corte de folhas em presença de NO_3^- (MULDER; BOXMA; VEEN, 1959).

Foram utilizados os seguintes reagentes: (i) tampão de fosfato (pH 7,4); (ii) 7 g de NaH_2PO_4 dissolvido em 250 mL de H_2O destilada; (iii) 18 g de NaH_2PO_4 dissolvido em 250 mL de H_2O destilada; (iv) mistura de 38 mL de (a) com 202 mL de (b), completando o volume a 500 mL com água destilada; (v) KNO_3 0,25 M em tampão de fosfato pH 7,4 (6,25g de KNO_3 dissolvido em 250 mL de tampão i); (vi) Ácido sulfanílico (0,6 g de ácido sulfanílico dissolvido em cerca de 70 mL de água destilada quente: esfriar a solução e juntar 20 mL de HCl concentrado; diluir a 100 mL e misturar bem; guardar em vidro escuro em geladeira); (vii) alfa naftalamina (0,6 g de alfaftalamina em 50 mL de água destilada, juntar 1,0 mL de HCl concentrado e diluir a 100 mL dissolvido com água destilada; guardar em vidro escuro em

geladeira); (viii) tampão de acetato de sódio 2,0 M (27,2 g de acetato de sódio dissolvido em água: completar a 100 mL com água destilada); e (ix) padrão de nitrito (0,4926 g de NaNO_2 dissolvido em água destilada e completar a 1 L; diluir 100 mL a 1 L e dessa diluir 10 mL a 1 L; 10 mL da última contém 0,001 mg de N nitroso).

Foram utilizados os seguintes equipamentos: (i) banho Maria a 35°C ; (ii) balança analítica e (iii) colorímetro fotoelétrico.

Foram utilizados os seguintes procedimentos: (i) pipetar 4 mL de KNO_3 0,25 M em tampão fosfato para tubos de ensaio de 15 mL providos de rolha de borracha e assim numerados: 1 a 3: Branco; 4 a 6: tratamento 1 N; 7 a 9: tratamento 2 N; e 10 a 12: tratamento 3 N; (ii) juntar aos tubos de ensaio (exceto tubos 1 a 3) 200 mg de cortes de folhas (1-2 x 10 – 12 mm). Cortes: evitar nervura principal e secundárias. Arrolhar; (iii) envolver cada conjunto de 3 tubos em papel de alumínio e colocá-los em um Becker de 500 mL com H_2O até a metade; (iv) colocar os Beckers no banho maria a 35°C durante 2 h agitando de 5 em 5 min o conjunto de tubos de ensaio; (v) pipetar 1 mL da solução de cada tubo de ensaio para balão volumétrico de 50 mL com a mesma numeração, evitando pedacinhos de folhas; (vi) juntar H_2O destilada até de 25 mL; (vii) adicionar 1 mL de ácido sulfanílico; (viii) repouso durante 5 a 10 min; (ix) juntar 1 mL de alfa-naftalamina e misturar; (x) adicionar 1 mL do tampão de acetato de sódio e misturar; (xi) completar ao volume e misturar; (xii) depois de 10 e antes de 30 min ler no colorímetro fotoelétrico ajustado ao zero com água destilada e usando filtro verde; (xiii) calcular a concentração de N-NO_2^- com a ajuda da curva padrão; (xiv) curva padrão: 0,5; 10; 15; 20; 25 mL da solução padrão de nitrito, proceder conforme (vi) até (xii); e (xv) fazer gráfico (concentração x leitura) ou calcular a equação de regressão.



Figura 12 - Visualização das diferenças de coloração nas amostras com 0,5; 10; 15; 20 e 25 mL de concentrações de nitrito para a construção da curva padrão. ESALQ/USP, Piracicaba-SP

3.4.3 Etileno

Para análise da síntese de etileno, foram coletadas plantas de cada tratamento aos 0, 1, 3 e 7 dias após a aplicação dos tratamentos, onde o dia 0 corresponde ao período de 3 horas após a aplicação. Após a coleta, as amostras são armazenadas em frascos de vidro, os quais apresentam uma abertura na parte superior que é vedado com silicone que serve para a retirada do gás para a análise cromatográfica. As amostras são submetidas a uma temperatura de 35°C (por 40 minutos) com o intuito de proporcionar um aumento na produção de etileno. A análise do gás retirado das amostras é efetuada num cromatógrafo modelo TRACE GC Ultra.

Em seguida as amostras de folhas foram retiradas dos frascos e levadas a estufa (75°C) para a quantificação de fitomassa seca.

A produção de etileno é medida utilizando massa verde de planta de soja, contendo raiz, folhas e caule. As plantas foram picadas e colocadas em vidros de 300 mL, os quais são hermeticamente fechados e colocados em estufa a uma temperatura de 35°C por 40 minutos. Após esse período, foi retirada uma amostra de 2 mL de ar e injetado em um cromatógrafo a gás [marca Thermo Finnigan, modelo GC TRACE 2000, coluna Porapak N, detector de fotoionização de chama (FID), forno 80 °C, injetor 100, detector 250°C, gás de arraste: hidrogênio (40 mL/min)]. A

leitura do teor de etileno foi realizada dois minutos após a injeção. O valor obtido foi dividido por dois resultando em ppm de etileno.

3.4.4 Área foliar

Foram efetuadas determinações de área foliar após a aplicação dos tratamentos fungicidas.

A área foliar (AF, $m^2.planta^{-1}$) foi determinada por intermédio de um integrador de área foliar em cm^2 (modelo Li-3100C, Li-cor®). A partir dos valores de AF foi realizado o cálculo do índice de área foliar (IAF) obtida da relação entre a área foliar (AF) e a área de domínio da planta em relação ao solo (AS), IAF: AF/AS . Também foi realizado o cálculo da área foliar específica (AFE), que é dada pela relação entre AF (cm^2) e acúmulo de fitomassa seca de folhas (FSF) em g, AFE: AF/FSF .

O índice de área foliar (IAF, $m^2.m^{-2}$) foi calculado pela relação entre a área foliar e a área de domínio da planta em relação ao solo (AS, $m^2.planta^{-1}$).

$$IAF = \frac{AF}{AS}$$

3.4.5 Teor de clorofila

Após a aplicação dos tratamentos fungicidas, o teor de clorofila na folha foi medido de forma indireta, por intermédio do medidor SPAD-502. Cada medida apresentou 10 leituras em cada ponto da folha amostrada. As amostras foram efetuadas em diferentes plantas dentro de cada parcela (INSKEEP; BLOOM, 1985). Posteriormente, foi utilizada a seguinte equação (MORAN; PORATH, 1980; MORAN, 1982) para determinação do teor de clorofila (TC, $mg.L^{-1}$):

$$TC = a + b.s$$

em que 'a' (-1,4693) e 'b' (0,3975) se referem aos parâmetros da equação e 's' ao valor SPAD observado.

O teor de clorofila foi comparado com os valores do SPAD-502, aonde a equação linear foi obtida. Assim com os valores do SPAD-502, as medidas do teor de clorofila podem ser obtidas usando uma curva (linear) de calibração (LIMA FILHO; MALAVOLTA; CABRAL, 1997 e FAGAN, 2007).

3.4.6 Produtividade e massa de 1000 sementes

Para verificar o efeito dos tratamentos e as diferenças entre as variedades, foram realizadas as medidas da massa de 1000 grãos em gramas e a produtividade final de grãos em kg ha^{-1} .

A produtividade de grãos foi estimada colhendo aleatoriamente 10 linhas de um metro em cada parcela e depois fazendo a média dos valores obtidos.

As análises de massa de 1000 sementes e de vigor foram realizadas no laboratório de sementes da ESALQ/USP, de acordo com as regras de análises de sementes (BRASIL, 1992).

As plantas foram coletadas utilizando uma colhedora de parcela. Foi determinado o teor de água dos grãos e efetuado o cálculo da produtividade (produção por unidade de área). Para pesagem dos grãos, foi utilizada uma balança digital com precisão de 0,01 grama.

3.4.7 Atividade de enzimas antioxidantes

Foram coletadas amostras de 10 folíolos de cada planta de soja por parcela, que imediatamente foram congeladas em nitrogênio líquido e conduzidas ao Departamento de Botânica – IB, UNESP, sob responsabilidade do Prof. Dr. João Domingos Rodrigues onde foi determinada a atividade das enzimas: (i) peroxidase através do método proposto por Allain et al. (1974), expressa em $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de purpurogalina; (ii) polifenol oxidase através da metodologia proposta por Cano et al. (1997), expressa em $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de purpurogalina; (iii) Catalase através da metodologia proposta por Chance e Maehly (1955), expressa em $\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ de H_2O_2 e (iv) Superoxidase Dismutase que foi determinada segundo a metodologia desenvolvida por Oberley e Spitz (1985), em unidades SOD por mg de massa de matéria seca de folha.

3.4.8 Germinação

As análises de germinação foram feitas no Laboratório de Sementes do Departamento de Produção da Esalq, Universidade de São Paulo.

O teor de água foi determinada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 1992), em estufa a $105^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas, com duas sub-amostras por tratamento.

O teste de germinação foi realizado a 25°C , com quatro sub-amostras de 50 sementes por tratamento, distribuídas em rolo de papel toalha, umedecido com uma quantidade de água equivalente a duas vezes e meia a massa do substrato seco. As avaliações foram efetuadas aos

quatro e sete dias após a instalação do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas RAS (BRASIL, 1992), calculando-se, a seguir, a porcentagem média de germinação, ou seja, a porcentagem média de plântulas normais avaliadas durante o período do teste.

Para o teste de envelhecimento acelerado, as sementes de cada tratamento foram distribuídas em camada simples sobre a superfície de uma tela metálica, suspensa no interior de caixa plástica (11 x 11 x 3 cm) contendo 40 mL de água. Em seguida, as caixas foram fechadas e mantidas a 41°C durante 48 horas. Após esse período, as sementes (quatro repetições de 50 sementes por tratamento) foram colocadas para germinar, de maneira semelhante ao teste de germinação, sendo as avaliações efetuadas aos quatro dias após a semeadura, computando-se, em seguida, a porcentagem média de plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de emergência de plântulas em areia foi conduzido em caixa plástica (47 x 30 x 11 cm) contendo uma camada de areia de, aproximadamente, 7 cm. Foram semeadas 4 sub-amostras de 50 sementes, para cada tratamento e em cada caixa. Em seguida, as sementes foram cobertas com uma camada de areia de, aproximadamente, 3 cm de espessura. O umedecimento do substrato foi feito através do ajuste da disponibilidade de água para 60% da capacidade de retenção.

As caixas foram mantidas em condições de ambiente, e após sete dias foi determinada a porcentagem média de emergência de plântulas normais, para cada tratamento.

3.4.9 Teor de óleo

A análise do teor de óleo foi efetuada no laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Esalq, Universidade de São Paulo.

3.4.10 Análise patológica de semente

A análise da incidência de doenças foi efetuada no laboratório de patologia de sementes do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Esalq, Universidade de São Paulo.

3.4.11 Resumo geral dos experimentos

Tabela 39 - Resumo geral dos experimentos

Ano	Variedades cultivadas	Ambiente	Sistema de produção	Mensurações	Experimentos	Tratamentos
2004	CD-2008 BRS-133 Conquista	Campo	Irrigado e sequeiro	(i) síntese de etileno; (ii) teor de clorofila; (iii) índice de área foliar, (iv) massa de matéria seca total, (v) duração do ciclo e (vi) produtividade	6	2
2005	Conquista CD-2008 M-7501 CD-2008	Campo	Sequeiro Irrigado	(i) respiração; (ii) fotossíntese líquida; (iii) atividade da enzima nitrato redutase, (iv) síntese de etileno, (v) área foliar, (vi) teor de clorofila, (vii) produtividade, (ix) germinação, (x) teor de óleo e (xi) análise patológica	4	6
2006	M-8008-RR M-7878-RR BRS-245-RR	Campo	Sequeiro	(i) atividade da enzima peroxidase, (ii) atividade da enzima polifenol oxidase - PPO, (iii) atividade da enzima superóxido dismutase - SOD, (iv) atividade da enzima catalase, (v) hormônios (citocininas, giberelinas e auxinas), (vi) produtividade e (vii) massa de 1000 grãos	3	3
2007	Conquista	Casa de vegetação	Irrigado	(i) respiração, (ii) fotossíntese líquida, (iii) atividade da enzima nitrato redutase e (iv) síntese de etileno	1	2
Total	5	2	2	18	14	13

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior parte das informações sobre o efeito fisiológico das estrobilurinas em plantas se refere à cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.). Os resultados experimentais apresentados neste trabalho visam fornecer uma base (variáveis fenométricas, fisiológicas e bioquímicas) para o estudo do efeito fisiológico do uso de fungicidas, a base de estrobilurinas, na cultura de soja.

4.1 Ano 2004

4.1.1 Síntese de etileno

No terceiro e quarto dias após a aplicação do fungicida, a síntese de etileno foi medida, utilizando cerca de 75 g de massa de matéria verde de planta de soja, contendo raiz, folhas e haste em uma proporção de 7 %, 27 % e 67 %, respectivamente.

As plantas das parcelas de soja tratadas com piraclostrobina + epoxiconazol mostraram tendência a produzir menos etileno que aquelas não tratadas (Figuras 13A, 13B e 13C). Comparando os dois momentos de medida, três dias após a aplicação do fungicida (10 de março de 2004) e quatro dias após a aplicação (DAA) (11 de março de 2004), foi observado que aos 4 DAA, a quantidade de etileno produzida foi detectada mais facilmente que aos 3 DAA. Isto indica que aos 4 DAA a planta estava mais próxima do pico de produção de etileno ao longo do ciclo.

Comparando os valores apresentados entre os tratamentos que não receberam fungicida, observamos que BRS-133 foi a variedade que mais liberou etileno, sendo aos 3 DAA 0,202 ppm contra 0,012 ppm da variedade CD-208 e 0,00 ppm da variedade Conquista e aos 4 DAA 1,750 ppm contra 0,132 ppm da variedade CD-208 e 0,093 ppm da variedade Conquista. Entre os tratamentos que receberam fungicida, na primeira medida (3 DAA), BRS-133 apresentou o maior valor (0,039 ppm), seguido de Conquista (0,027 ppm) e CD-208 (0,010 ppm) e na segunda medida (4 DAA), a seqüência foi BRS-133 (0,230 ppm), CD-208 (0,098 ppm) e Conquista (0,093 ppm).

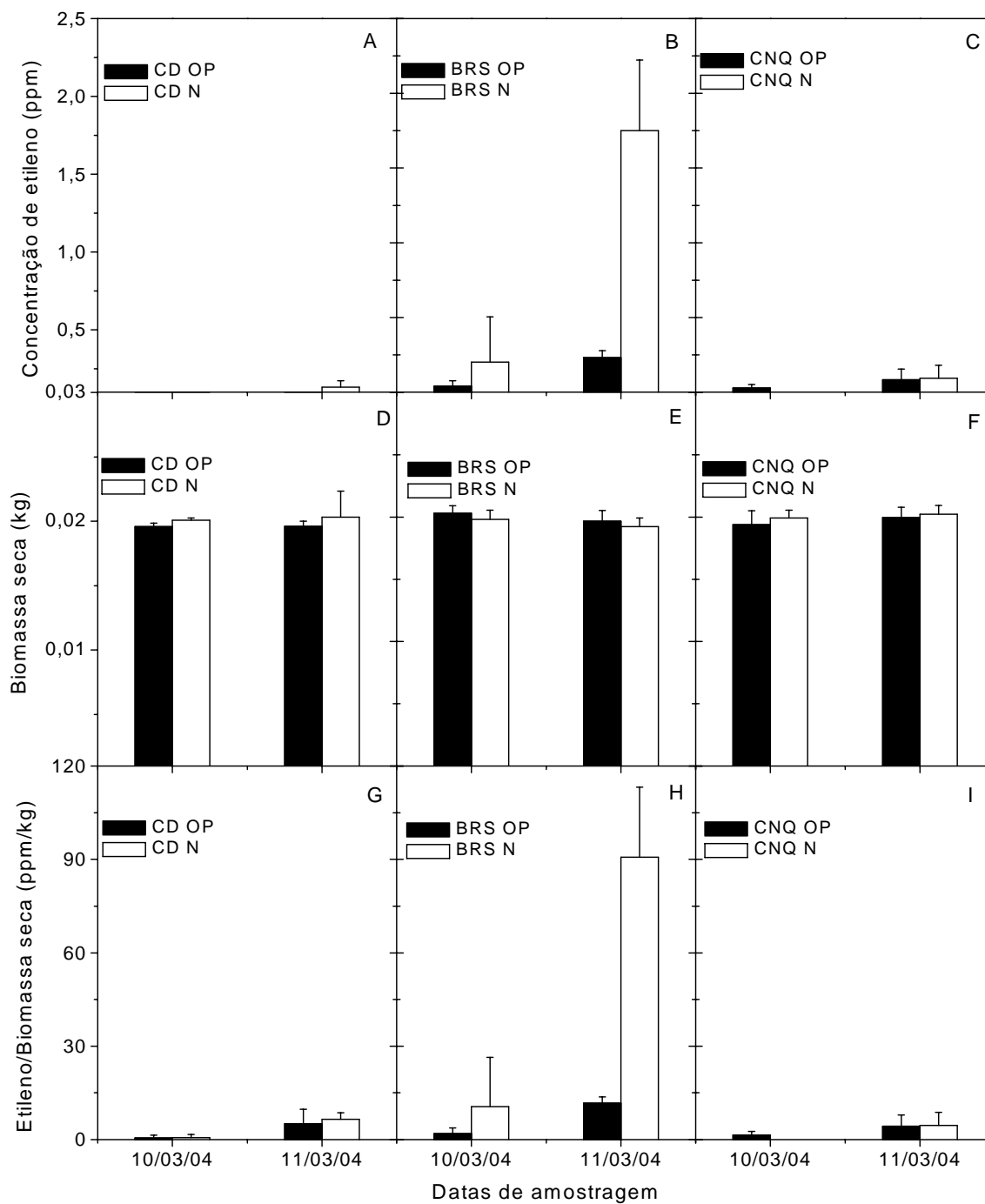


Figura 13 - Teor de etileno (A, B e C), matéria seca (D, E e F) e síntese de etileno por unidade de biomassa seca (G, H e I) nas variedades cultivadas CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com Opera (OP) e não pulverizadas (N). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004

Analisando estes resultados com base no trabalho de Wheeler et al. (1996), podemos obter as seguintes deduções: nas duas determinações se observou a mesma seqüência em ordem decrescente, ou seja, BRS-133, CD-208 e Conquista. Como essas variedades se encontravam nas estádios fenológicos R_4 , R_5 e R_3 isso nos indica que BRS-133 se encontrava no período de máxima produção de etileno (R_4), CD-208 já havia passado deste período e estava em uma fase onde a produção de etileno já é decrescente (R_5) e a variedade Conquista estava em uma fase anterior ao período de pico (R_3). A mesma tendência foi verificada quando nas parcelas tratadas com a mistura de fungicida piraclostrobina + epoxiconazol, embora tenha ocorrido uma inversão nos valores apresentados pela Conquista e CD-208 na medida realizada aos 3 DAA o que pode ter sido devida a erros experimentais (Figuras 13A, 13B e 13C).

Os valores de etileno foram muito superiores àqueles observados por Wheeler et al. (1996), e isto pode ser atribuído ao grau de estresse aplicado à planta em nosso trabalho, fato este necessário devido às limitações do aparelho utilizado para medir o gás. Como a matéria seca foi praticamente a mesma para todos os tratamentos, em torno de 0,02 kg (Figuras 13D, 13E e 13F), a razão etileno/biomassa (Figuras 13G, 13H e 13I) seguiu a mesma tendência da concentração de etileno.

4.1.2 Teor de clorofila

Após a aplicação do fungicida, o teor de clorofila foi acompanhado de forma indireta por medidas de SPAD-502.

O teor de clorofila nas parcelas pulverizadas com piraclostrobina + epoxiconazol foi sempre maior que aquele apresentado nas parcelas não pulverizadas (Figura 14).

De forma média, os valores de teor de clorofila foram crescentes na seqüência CD-208, BRS-133 e Conquista. Tirando uma média de todos os valores maiores que zero observados, tanto no irrigado como no sequeiro se verificou o seguinte, no tratamento irrigado 13,40; 13,62 e 14,05 mg.L^{-1} para CD-208, BRS-133 e Conquista, respectivamente; no tratamento de sequeiro 12,67; 13,37 e 13,52 miligramas/litro para a mesma seqüência. Esta tendência pode ter sido devida ao ciclo das culturas. Por estes valores observamos também a tendência de ocorrência de maior teor de clorofila no tratamento nas parcelas irrigadas, embora seja uma diferença pequena.

Tabela 40 - Parâmetros da equação de Richards ajustada aos dados de teor de clorofila de plantas de soja das variedades cultivadas CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com fungicida (OP) e não pulverizadas (N) nas condições irrigada (Irr) e de sequeiro (Seq). Ano 2004

Ensaio	Tratamento	Parâmetros				R ²
		a	b	c	d	
Irr	CD OP	15,804	-66,616	-0,635	17,934	0,998
	CD N	18,078	-13,099	-0,124	1,170	0,999
	BRS OP	15,509	-464,929	-4,370	179,291	0,928
	BRS N	16,488	-12,680	-0,083	0,086	0,991
	CNQ OP	16,415	-74,022	-0,605	10,228	0,968
	CNQ N	15,990	-520,430	-5,219	152,762	0,994
Seq	CD OP	17,805	-32,357	-0,277	0,059	0,999
	CD N	18,292	-24,443	-0,261	2,338	0,999
	BRS OP	16,950	-357,699	-3,562	46,580	0,999
	BRS N	17,148	-26,220	-0,266	2,825	0,999
	CNQ OP	16,967	-682,477	-6,432	93,893	0,996
	CNQ N	16,723	-23,743	-0,255	5,608	0,999

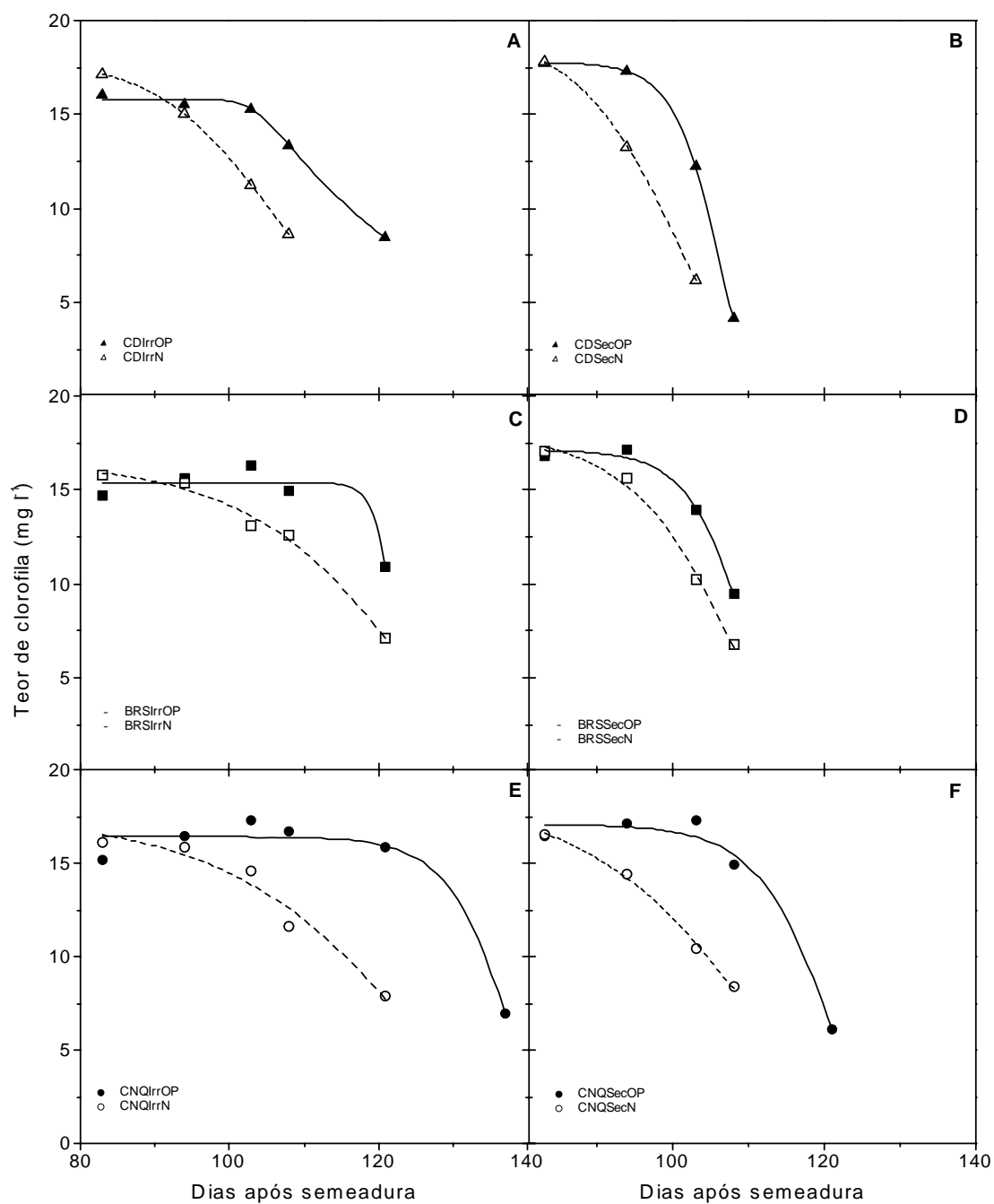


Figura 14 - Teor de clorofila nas folhas da cultura de soja em condições irrigada (Irr) e sem irrigação (Seq) suplementar nas variedades cultivadas CD-208 (OP e N) (Irr) (A), CD-208 (OP e N) (Seq) (B); BRS-133 (OP e N) (Irr) (C), BRS-133 (OP e N) (Seq) (D); e Conquista (OP e N) (Irr) (E), Conquista (OP e N) (Seq) (F). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004

4.1.3 Índice de área foliar

A área foliar foi obtida por meio de um medidor de área foliar (Modelo LI-3100, Licor, Inc.). Aos dados de índice de área foliar e de matéria seca total foi ajustado o modelo de Gauss:

$$IAF = A \times e^{\frac{-(t-b)^2}{2 \times c^2}}$$

em que IAF é o índice de área foliar, t o tempo (dias após a emergência), A o índice de área foliar máxima estimada pelo modelo; e b e c os parâmetros da equação, sendo correspondentes aos parâmetros para matéria seca total.

O índice de área foliar diminuiu mais rapidamente nas parcelas que não receberam a pulverização (Figura 15). Os tratamentos sem irrigação suplementar (Figuras 15B, 15D e 15F), com exceção da variedade cultivada CD-208, apresentaram valores maiores de índice de área foliar (IAF). Isto indica um maior crescimento nas parcelas sem irrigação complementar.

A variedade cultivada CD-208 (Figuras 15A e 15B), apresentou uma tendência semelhante entre o tratamento irrigado e não irrigado, com diferenças maiores entre parcelas pulverizadas e não pulverizadas, ocorrendo no tratamento de sequeiro.

A variedade BRS-133 (Figuras 15C e 15D) apresentou valores absolutos de IAF menores quando irrigada, embora mostrando uma diferença marcante entre as parcelas pulverizadas e não pulverizadas com piraclostrobina + epoxiconazol.

A variedade Conquista (Figuras 15E e 15F) apresentou menores valores de IAF e menor diferença entre parcelas tratadas e não tratadas, quando irrigada. O que pode ter influenciado o bom desempenho nas parcelas de sequeiro pode ter sido um efeito de localidade.

Comparando a Figura 15 e a Figura 14, observamos que as diferenças na área foliar não estão diretamente associadas à diferença no teor de clorofila. Isto indica que a cultura pode apresentar dosséis de tamanhos próximos mas com qualidades muito diferentes.

As dados de área foliar, foram ajustadas curvas de crescimento utilizando o software comercial Origin 6.0 (Origin, versão 6.0, Microcal Software, Northampton, MA, USA).

Tabela 41 - Parâmetros do modelo de Gauss ajustado aos dados de índice de área foliar de plantas de soja das variedades CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com fungicida (OP) e não pulverizadas (N), nas condições irrigada (Irr) e de sequeiro (Seq). Ano 2004

Ensaio	Tratamento	Parâmetros			R ²
		a	b	c	
Irr	CD OP	6,932	82,180	22,002	0,865
	CD N	7,586	79,247	18,393	0,883
	BRS OP	5,432	93,815	25,956	0,915
	BRS N	5,099	82,023	19,588	0,924
	CNQ OP	7,360	91,395	26,757	0,917
	CNQ N	6,823	87,510	24,173	0,954
Seq	CD OP	8,418	77,196	21,486	0,953
	CD N	7,303	71,943	19,199	0,968
	BRS OP	8,473	76,135	18,421	0,945
	BRS N	7,753	74,183	17,881	0,924
	CNQ OP	11,636	86,253	22,472	0,910
	CNQ N	9,061	76,577	20,680	0,874

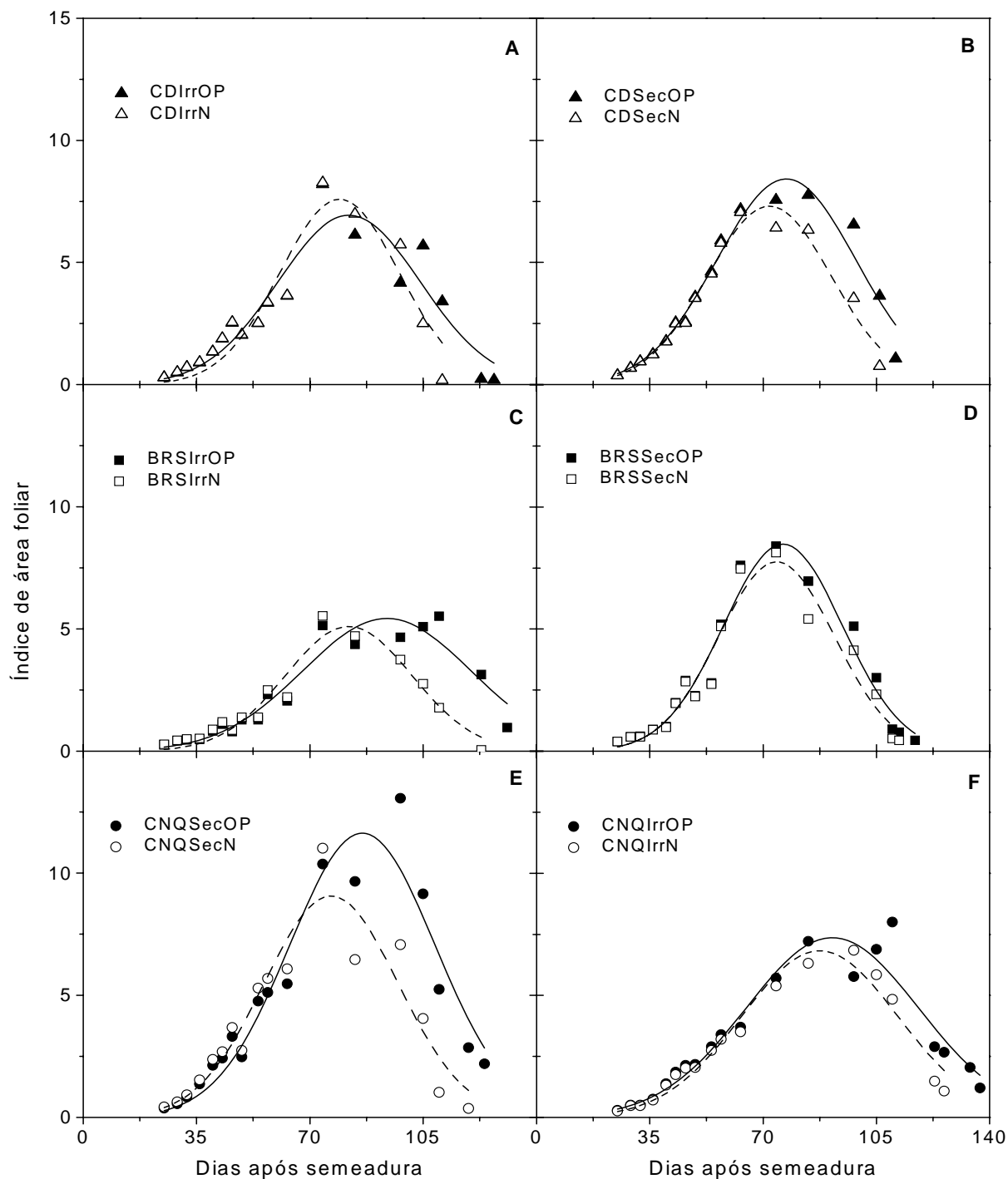


Figura 15 - Índice de área foliar durante o ciclo da cultura de soja em condições irrigada (Irr) e sem irrigação (Seq) suplementar nas variedades cultivadas CD-208 (OP e N) (Irr) (A), CD-208 (OP e N) (Seq) (B); BRS-133 (OP e N) (Irr) (C), BRS-133 (OP e N) (Seq) (D); e Conquista (OP e N) (Irr) (E), Conquista (OP e N) (Seq) (F). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004

4.1.4 Massa de matéria seca total

O acúmulo de matéria seca da cultura da soja foi acompanhado ao longo do ciclo de cultivo em amostragens destrutivas a cada sete dias. Em cada amostra foram coletadas cinco plantas por parcela, secas em estufa de ventilação forçada e posteriormente pesadas em balança de precisão.

Na variedade CD-208 cultivada (Figuras 16A e 16B), as diferenças entre pulverizada e não pulverizada foi maior no tratamento de sequeiro.

Na variedade cultivada BRS-133 (Figuras 16C e 16D) ocorre uma maior diferença no tratamento irrigado.

Na variedade cultivada Conquista (Figuras 16E e 16F), verificou-se que no tratamento de sequeiro houve uma maior diferença.

Aos dados de massa de matéria seca foram ajustadas curvas de crescimento utilizando o software comercial Origin 6.0 (Origin, versão 6.0, Microcal Software, Northampton, MA, USA).

Tabela 42 - Parâmetros do modelo de Gauss ajustado aos dados de massa de matéria seca total de plantas de soja das variedades CD-208 (CD), BRS-133 (BRS) e Conquista (CNQ) pulverizadas com fungicida (OP) e não pulverizadas (N), nas condições irrigada (Irr) e de sequeiro (Seq). Ano 2004

Ensaio	Tratamento	Parâmetros			R ²
		A	b	c	
Irr	CD OP	12095,755	106,648	29,153	0,970
	CD N	11277,652	96,182	23,779	0,976
	BRS OP	12077,825	119,866	29,496	0,953
	BRS N	6153,083	102,671	30,135	0,905
	CNQ OP	22794,463	164,678	52,186	0,929
	CNQ N	11320,877	111,891	31,388	0,972
Seq	CD OP	14419,112	95,142	24,130	0,960
	CD N	10512,021	93,424	26,521	0,991
	BRS OP	11175,576	99,903	29,852	0,973
	BRS N	8628,130	91,290	27,263	0,886
	CNQ OP	18000,061	109,067	31,527	0,941
	CNQ N	11054,860	89,599	24,978	0,940

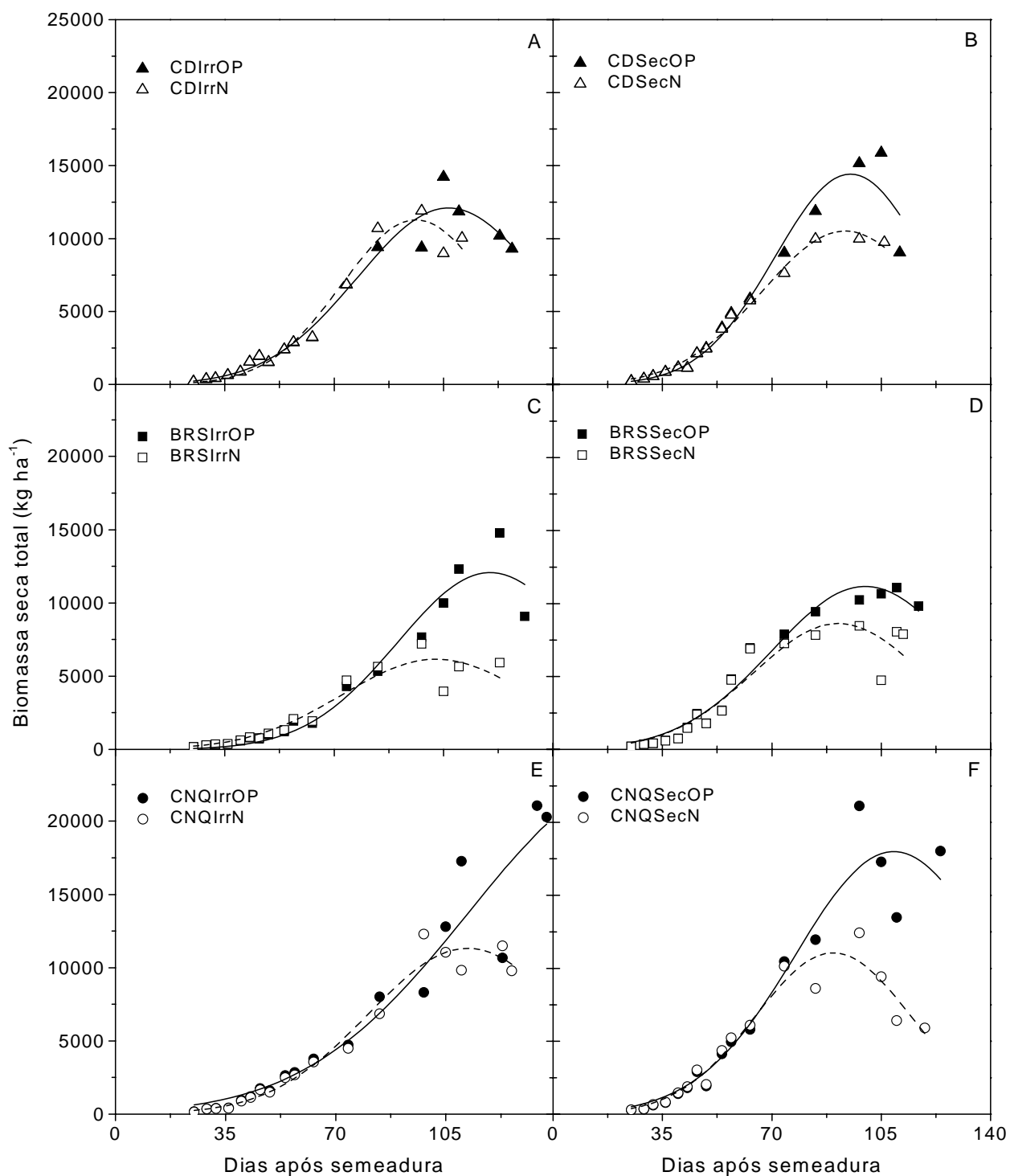


Figura 16 - Acúmulo da matéria seca total ao longo da estação de cultivo cultura da soja em condições irrigada e sem irrigação suplementar nas variedades cultivadas CD-208 (OP e N) (Irr) (A), CD-208 (OP e N) (Seq) (B); BRS-133 (OP e N) (Irr) (C), BRS-133 (OP e N) (Seq) (D); e Conquista (OP e N) (Irr) (E), Conquista (OP e N) (Seq) (F). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004

Foi observado que nas variedades de ciclo mais longo (BRS-133 e CD-208), comparando os tratamentos pulverizados irrigados e pulverizados sem complemento de irrigação (Figuras 16C, 16D, 16E e 16F), que a inflexão na curva de crescimento foi maior nos tratamentos pulverizados de sequeiro. Isso também foi observado nas curvas de IAF (Figuras 15C, 15D, 15E e 15F).

4.1.5 Duração do ciclo

Considerou que a cultura atingiu o estágio R_8 quando 95 % das vagens apresentavam a cor palha (FEHR; CAVINESS, 1977).

A duração do ciclo (Tabela 43), quando se comparou tratamento irrigado com não irrigado se observou que este foi menor naquele sem suplemento de irrigação. Observou-se que dentro do mesmo tratamento com fungicida o ciclo foi menor na CD-208, seguido de BRS-133 e Conquista. O tratamento com piraclostrobina + epoxiconazol influenciou o tamanho do ciclo, quando comparamos com o tratamento sem a aplicação do fungicida. A aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol fez com que o ciclo fosse menos reduzido nas condições irrigadas (de alto teor de umidade no solo) em relação à testemunha absoluta, onde foi observado uma diferença de ciclo de 16, 8 e 11 dias nas variedades CD-208, BRS-133 e Conquista, respectivamente. Nas condições sem suplemento de irrigação a diferença de ciclo foi de 5, 5 e 5 dias para as variedades CD-208, BRS-133 e Conquista, respectivamente, ou seja, o mesmo período para todas as variedades. Este é mais um indício da inibição na produção de etileno nas variedades pulverizadas e irrigadas.

Tabela 43 - Duração do ciclo da cultura de soja (dias) em condições irrigada e sem irrigação com o fungicida Opera (OP) e sem o fungicida Opera (N). Ano 2004

Cultivar	Sistema de produção			
	Com irrigação		Sem irrigação	
	OP	N	OP	N
CD-208	127	111	111	106
BRS-133	131	123	117	112
Conquista	137	126	124	119

4.1.6 Produtividade

A produtividade foi reduzida nas três variedades nas duas condições, irrigado e não irrigado, tendo sido maior na variedade Conquista, de ciclo mais longo (Figura 17). Quando

comparamos os tratamentos irrigados com os não irrigados pulverizados verificamos que os tratamentos irrigados apresentaram uma produtividade maior, sendo a diferença mais expressiva na variedade Conquista.

Na variedade cultivada CD-208 houve uma produtividade de 2,96 t.ha⁻¹ quando irrigada e 2,90 t.ha⁻¹ no sequeiro. Na variedade BRS-133, os valores foram 2,57 t.ha⁻¹ tanto para irrigado como para sequeiro e na variedade Conquista os valores foram 3,34 t.ha⁻¹ irrigado contra 2,33 t.ha⁻¹ na condição de sequeiro.

Quando não foi pulverizado os valores foram para a variedade cultivada CD-208, sob irrigação, 1,81 t.ha⁻¹ e em condições de sequeiro 1,93 t.ha⁻¹. A variedade cultivada BRS-133 produziu 1,12 t.ha⁻¹, sob irrigação, e 1,77 t.ha⁻¹, em condições de sequeiro, e a variedade cultivada Conquista produziu 0,94 t.ha⁻¹, sob irrigação, contra 0,75 t.ha⁻¹ em condições de sequeiro.

Como as diferenças entre a produtividade nas parcelas pulverizadas e não pulverizadas foram maiores nas condições de alta umidade no solo (Figura 17), as percentagens de redução na produtividade foram também maiores nessa condição. Observou-se que as percentagens de redução foram tanto maiores quanto maiores os ciclos das culturas. Observou-se que a produtividade absoluta não seguiu a duração do ciclo, pois foi verificado que a variedade cultivada CD-208 produziu 2,90 t.ha⁻¹, sendo essa de ciclo curto, contra 2,33 t.ha⁻¹ da Conquista, de ciclo longo, nas condições de sequeiro e pulverizadas. Isso mostra que quanto maior o ciclo, maior o dano causado pela ferrugem. As percentagens de perdas no tratamento irrigado foram muito elevadas, ficando acima daquelas encontradas por Kawuki, Tukamuhabwa e Adipala (2003) e Kawuki, Adipala e Tukamuhabwa (2004). Os valores encontrados nas condições de sequeiro estão de acordo com as encontradas por estes autores.

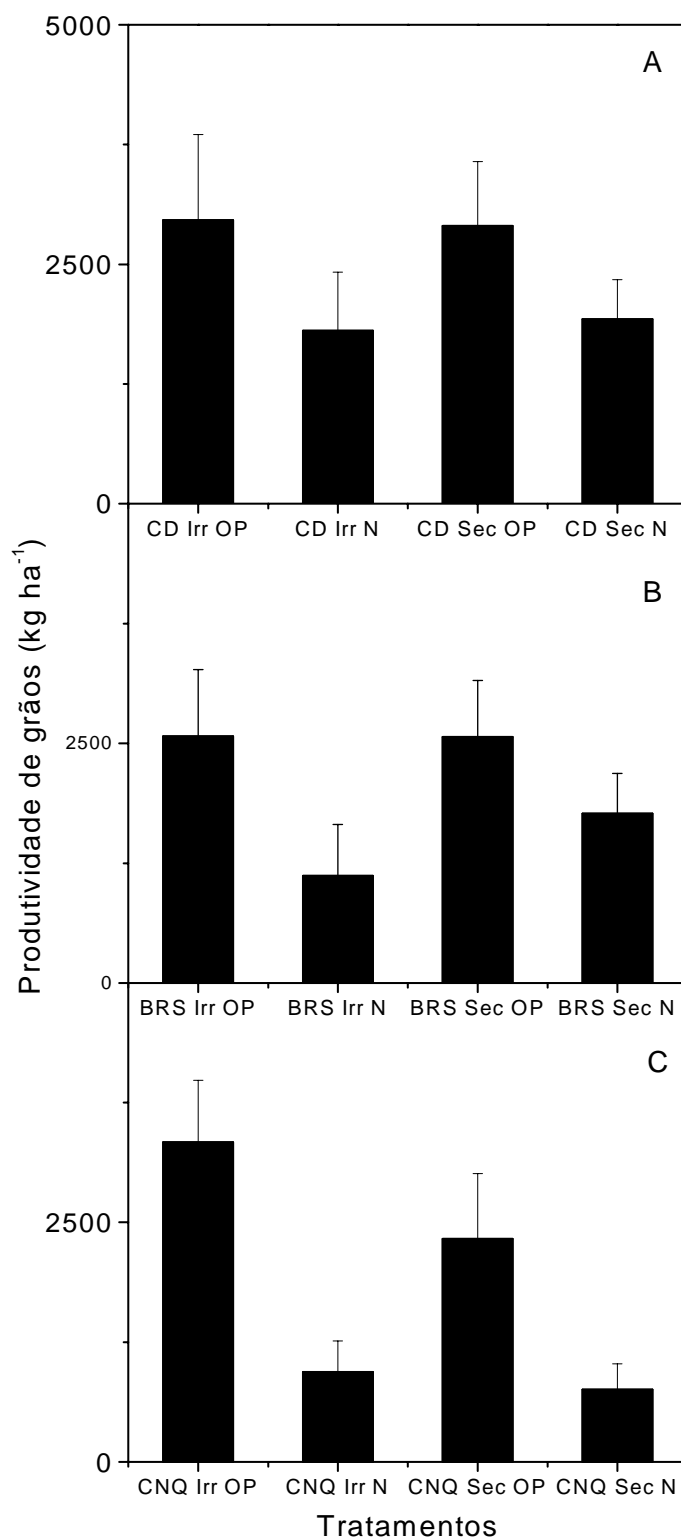


Figura 17 - Produtividade da cultura de soja em condições irrigada (Irr) e sem irrigação suplementar (Seq) nas variedades cultivadas (A) CD-208 (Irr OP, Irr N, Seq OP e Seq N), (B) BRS-133 (Irr OP, Irr N, Seq OP e Seq N) e (C) Conquista (Irr OP, Irr N, Seq OP e Seq N). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2004

4.2 Ano 2005

A principal doença foi a ferrugem. Salienta-se que todos os fungicidas utilizados apresentaram nível de controle equivalente.

4.2.1 Fotossíntese líquida e respiração

As Figuras 18 a 20 ilustram o efeito fisiológico de duas aplicações do fungicida Piraclostrobina no aumento da fotossíntese líquida e na redução temporária da respiração nas variedades Conquista, CD-208 e M-7501, respectivamente, quando se compara o Tratamento 3 (duas aplicações de Opera no R_1/R_2 e no $R_{5,1}$) com os tratamentos 5 (Priori Xtra) e 6 (Nativo).

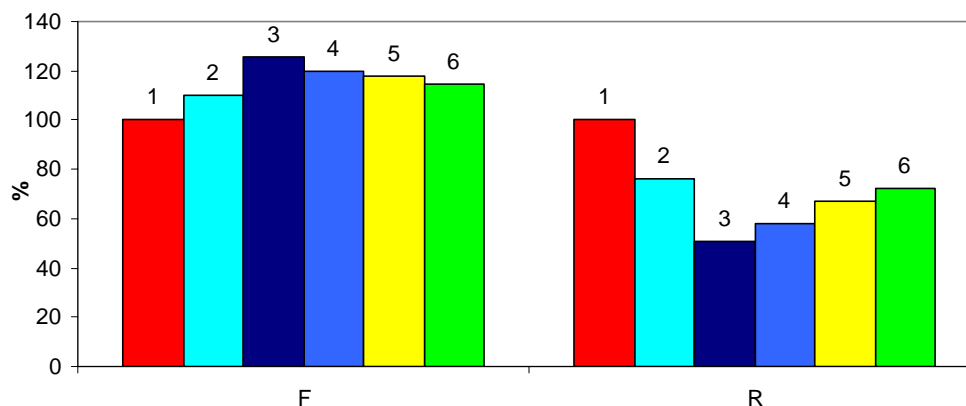


Figura 18 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; e (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005

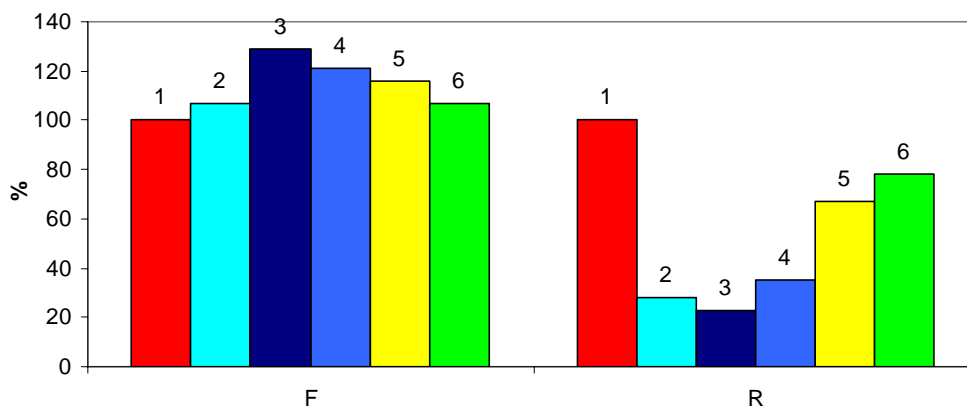


Figura 19 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005

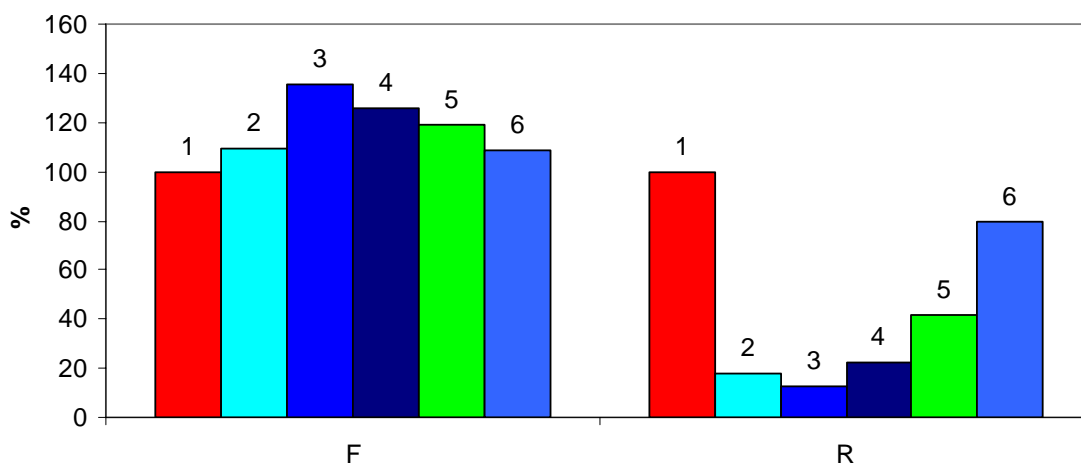


Figura 20 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005

Tabela 44 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	F* %	R* %
1	Testemunha	-	-	-	100d	100a
2	Opera	0,50	150	1x	110c	76b
3	Opera	0,50	150	2x	126a	51d
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	120ab	58cd
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	118b	67c
6	Nativo	0,50	150	2x	115bc	72bc

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

Tabela 45 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	F* %	R* %
1	Testemunha	-	-	-	100d	100a
2	Opera	0,50	150	1x	107cd	28cd
3	Opera	0,50	150	2x	129a	23d
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	121ab	35c
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	116bc	67b
6	Nativo	0,50	150	2x	107cd	78b

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

Tabela 46 - Efeito fisiológico na fotossíntese líquida relativa (F, %) e na respiração relativa (R, %) da cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	F*	R*
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%	%
1	Testemunha	-	-	-	100b	100a
2	Opera	0,50	150	1x	110b	18d
3	Opera	0,50	150	2x	136a	13d
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	126ab	23cd
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	119ab	41c
6	Nativo	0,50	150	2x	109b	79b

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

4.2.2 Enzima nitrato redutase

As análises enzimáticas também são instrumentos importantes para a quantificação de estresse em plantas sendo a atividade da enzima nitrato redutase uma das medidas mais utilizadas. A atividade da nitrato redutase é um dos pontos bastante estudados em culturas tratadas com estrobirulinas. De acordo com Kaiser e Brendle-Behnisch (1995), a estrobirulina incrementa a atividade da enzima nitrato redutase, devido a sua ação no decréscimo do pH citosólico.

A contribuição da redução de nitrato via nitrato redutase e da fixação simbiótica para a nutrição de nitrogênio em soja tem sido investigado por diversos pesquisadores (HARDY; HAVELKA, 1971; HARPER, 1974; THIBODEAU; JAWORSKI, 1975 e WYCH; RAIS, 1978). Thibodeau e Jaworski (1975) citam que a redução de NO₃ nas folhas é um dos grandes responsáveis pela acumulação de nitrogênio (N) na planta durante o estágio vegetativo, alcançando o valor máximo durante o florescimento. Embora a soja seja uma leguminosa cuja a fixação biológica seja a principal forma de nutrição de nitrogênio, a atividade da nitrato redutase pode influenciar significativamente no metabolismo do N na planta, uma vez que, a cultura pode obter de 25 a 75% do N via decomposição de matéria orgânica do solo (FERGUNSON et al., 2003). Essa variação está relacionada ao custo energético requerido no processo de fixação, pois para cada elétron transferido da Fe-proteína para a MoFe-proteína são consumidos 2 ATP. Para reduzir uma molécula de N₂ são necessários oito elétrons e, portanto, 16 ATP.

Estudos realizados por Ryle et al. (1979) já mostravam elevado custo energético da fixação biológica a planta. Segundo os autores as plantas que fixam nitrogênio consomem em média de 11-13% mais carbono fixado por dia para a respiração em relação as plantas supridas por nitrogênio. Além disso, o processo de liberação de íons hidrogênios que ocorre simultaneamente e obrigatoriamente com a redução do nitrogênio é considerado uma perda de energia, os quais seriam utilizados para a produção de amônia.

Gan et al. (2004) citam que baixas concentrações de N mineral na forma de NO_3 (1mM) aumenta o número e a massa de nódulos e a fixação de N_2 por planta auxiliando na assimilação de N na planta.

Harper (1999), em seus estudos, observou aumento de 11,8% na produção de soja devido à aplicação do fertilizante nitrogenado suplementar no estágio R_3 , quando as produções foram da ordem de $3.770 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ou superiores, sob irrigação.

As Figuras 21, 22 e 23 ilustram o efeito fisiológico da aplicação de Opera no aumento da atividade da enzima redutase de nitrato nas variedades Conquista, CD-208 e Monsoy-7501, respectivamente. Apesar da fixação biológica, a absorção de nitrogênio que ocorre via solo pode ser responsável por até cerca de 60 a 70% do nitrogênio total absorvido pela cultura. O nitrogênio é fundamental para a molécula de clorofila (quatro átomos por molécula).

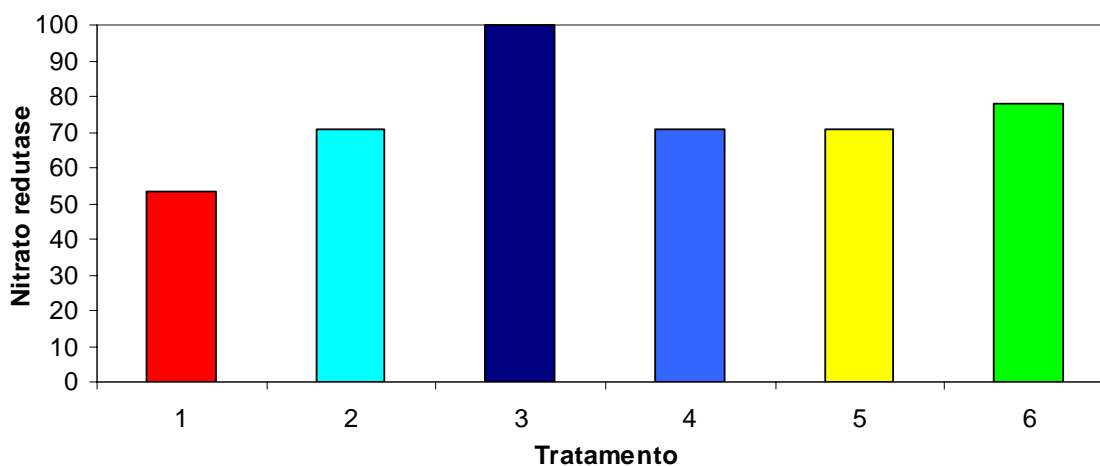


Figura 21 - Efeito fisiológico na atividade da enzima nitrato redutase na cultura de soja oito dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 47)

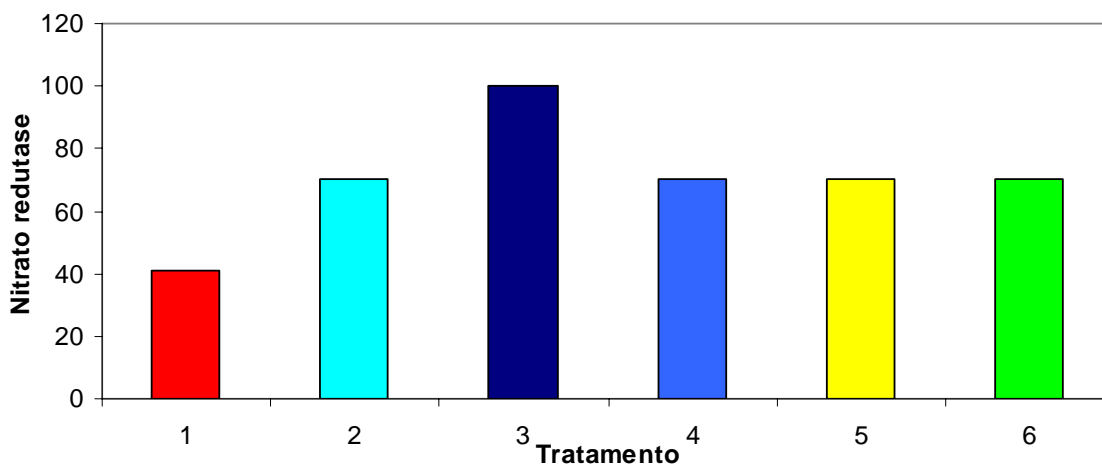


Figura 22 - Efeito fisiológico na atividade da enzima nitrato redutase na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 48)

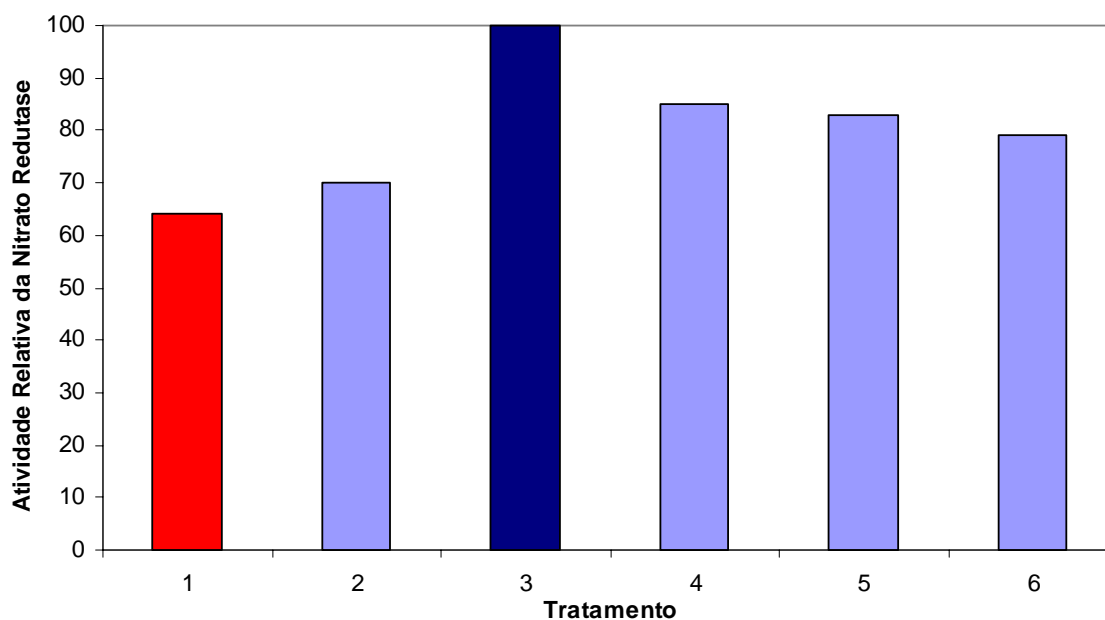


Figura 23 - Efeito fisiológico na atividade da enzima nitrato redutase na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 49)

Tabela 47 - Efeito fisiológico na atividade relativa da enzima nitrato redutase (%) na cultura de soja oito dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Nitrato redutase
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%
1	Testemunha	-	-	-	53c
2	Opera	0,50	150	1x	71bc
3	Opera	0,50	150	2x	100a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	71bc
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	71bc
6	Nativo	0,50	150	2x	78b

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

Tabela 48 - Efeito fisiológico na atividade relativa da enzima nitrato redutase (%) na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Nitrato redutase
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%
1	Testemunha	-	-	-	41c
2	Opera	0,50	150	1x	70b
3	Opera	0,50	150	2x	100a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	70b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	70b
6	Nativo	0,50	150	2x	70b

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

Tabela 49 - Efeito fisiológico na atividade relativa da enzima nitrato redutase (%) na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	Nitrato redutase %
1	Testemunha	-	-	-	64c
2	Opera	0,50	150	1x	70bc
3	Opera	0,50	150	2x	100a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	85ab
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	83abc
6	Nativo	0,50	150	2x	79bc

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

4.2.3 Etileno

As Figuras 24, 25 e 26 ilustram a redução da produção de etileno na cultura de soja. Isso propicia às plantas tratadas com Opera uma maior duração da área foliar com conseqüente maior interceptação e assimilação de CO₂. Sendo assim, ter-se-á maior assimilação de carboidrato e, conseqüentemente, de fitomassa seca total.

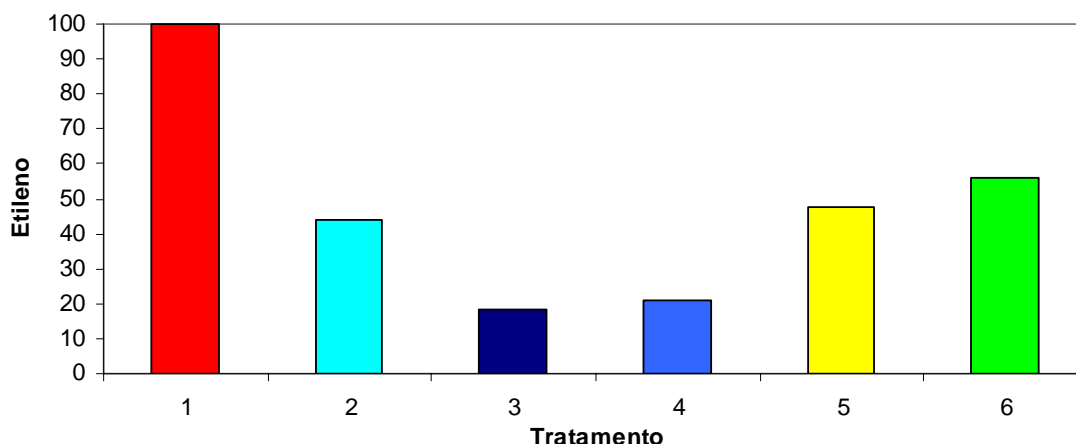


Figura 24 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 50)

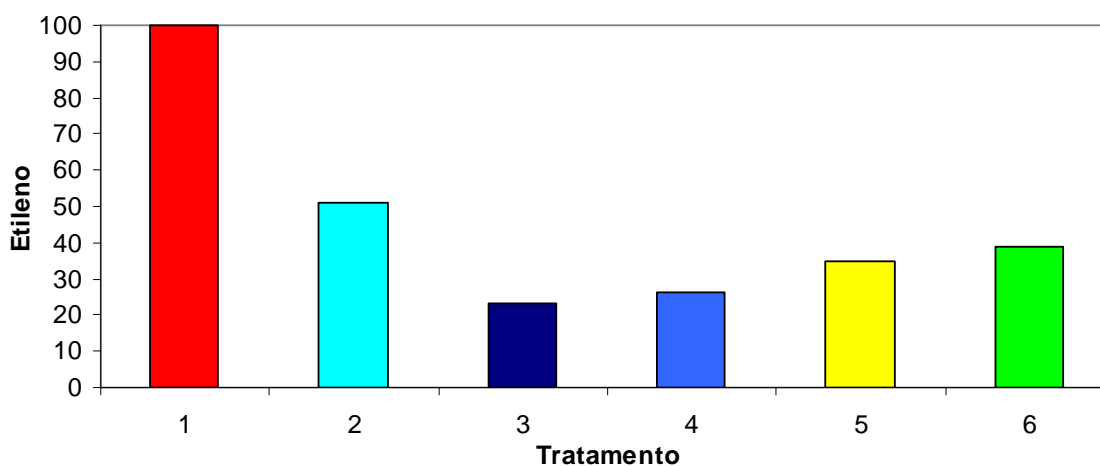


Figura 25 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 51)

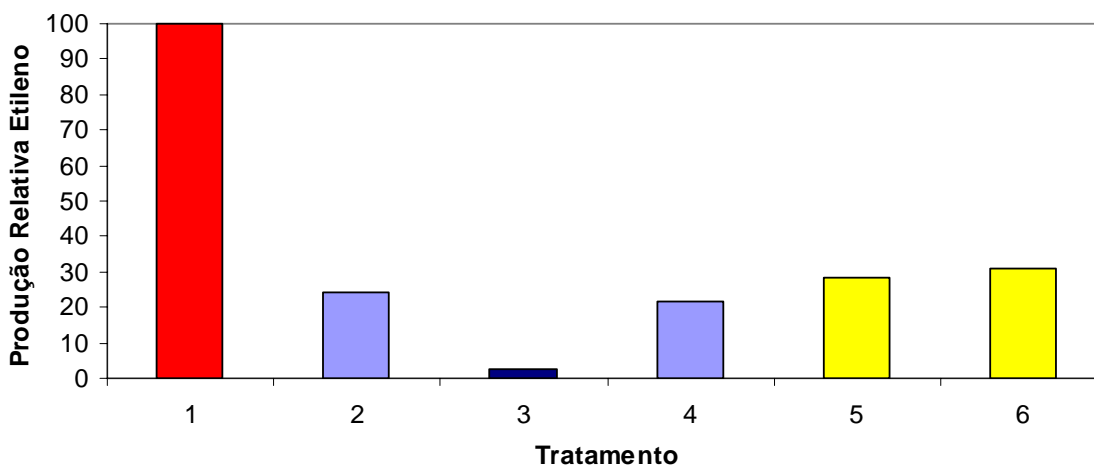


Figura 26 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5.1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 52)

Tabela 50 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Etileno
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%
1	Testemunha	-	-	-	100a
2	Opera	0,50	150	1x	44b
3	Opera	0,50	150	2x	18c
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	21c
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	48b
6	Nativo	0,50	150	2x	56b

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

Tabela 51 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja sete dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	Etileno %
1	Testemunha	-	-	-	100a
2	Opera	0,50	150	1x	51b
3	Opera	0,50	150	2x	23d
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	26cd
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	35bc
6	Nativo	0,50	150	2x	39b

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

Tabela 52 - Efeito fisiológico na produção relativa de etileno na cultura de soja cinco dias após a segunda aplicação (leitura no cromatógrafo 24 horas após a amostragem). Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	Etileno %
1	Testemunha	-	-	-	100a
2	Opera	0,50	150	1x	24bc
3	Opera	0,50	150	2x	3c
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	22bc
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	28b
6	Nativo	0,50	150	2x	31b

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

4.2.4 Área foliar

As Figuras 27, 28 e 29 mostram o efeito fisiológico da utilização de duas aplicações de Piraclostrobina na área foliar relativa, quando faz-se a seguinte comparação: Opera (T₃) versus Priori Xtra (T₅) e Opera *versus* Nativo (T₆). O efeito fisiológico de uma aplicação pode ser visualizado comparando Opera (T₃) com Prori Xtra (T₅).

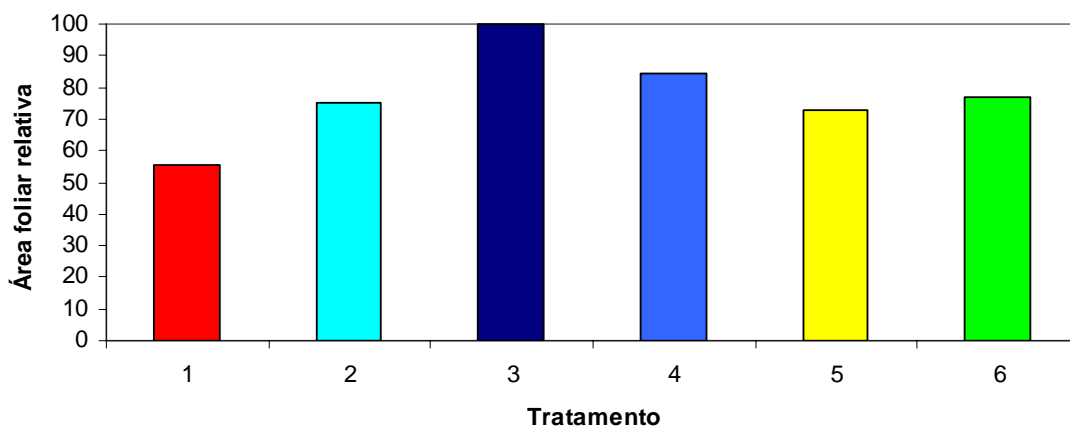


Figura 27 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 53)

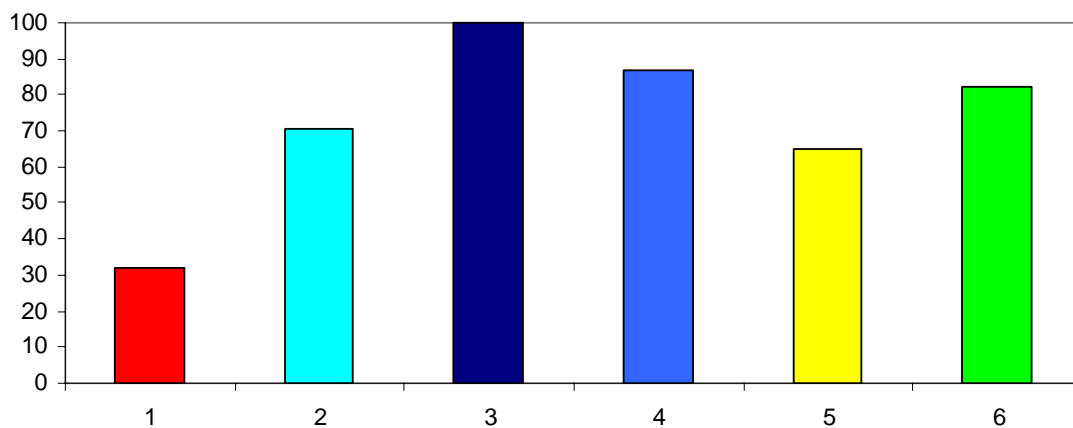


Figura 28 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e três dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 54)

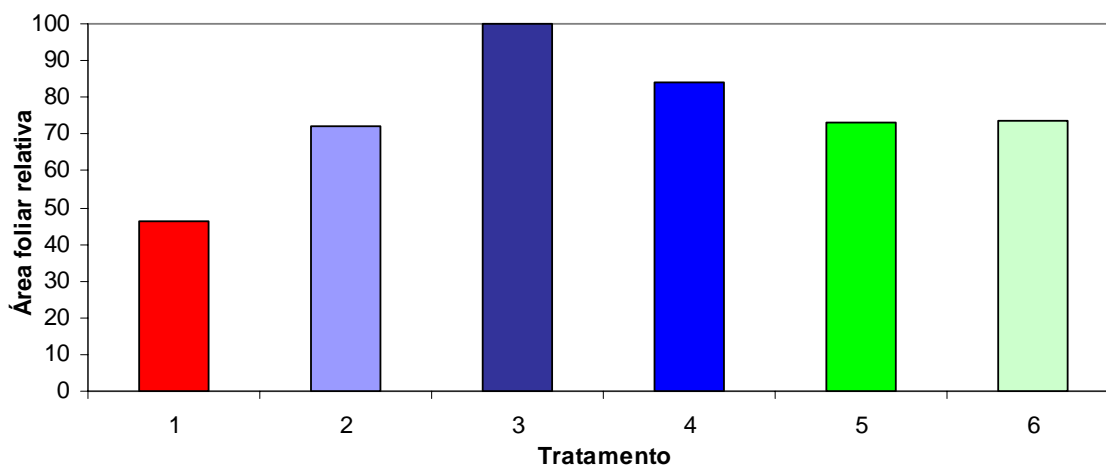


Figura 29 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5.1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 55)

Tabela 53 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Área foliar
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		Relativa (%)
1	Testemunha	-	-	-	55c
2	Opera	0,50	150	1x	75b
3	Opera	0,50	150	2x	100a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	84b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	73b
6	Nativo	0,50	150	2x	77b

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

Tabela 54 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e três dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Área foliar
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		Relativa (%)
1	Testemunha	-	-	-	32d
2	Opera	0,50	150	1x	70c
3	Opera	0,50	150	2x	100a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	87b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	65c
6	Nativo	0,50	150	2x	82b

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

Tabela 55 - Efeito fisiológico na área foliar relativa na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Área foliar
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		relativa (%)
1	Testemunha	-	-	-	46,5c
2	Opera	0,50	150	1x	72,1b
3	Opera	0,50	150	2x	100,0a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	84,0b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	73,0b
6	Nativo	0,50	150	2x	73,6b

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

4.2.5 Teor de clorofila

As Figuras 30, 31 e 32 mostram o efeito fisiológico da utilização de duas aplicações de Piraclostrobina no teor de clorofila nas variedades Conquista, CD-208 e Monsoy-7501, respectivamente, quando faz-se a seguinte comparação: Opera (T₃) versus Priori Xtra (T₅) e Opera *versus* Nativo (T₆). O efeito fisiológico de uma aplicação pode ser visualizado comparando Opera (T₃) com Prori Xtra (T₅).

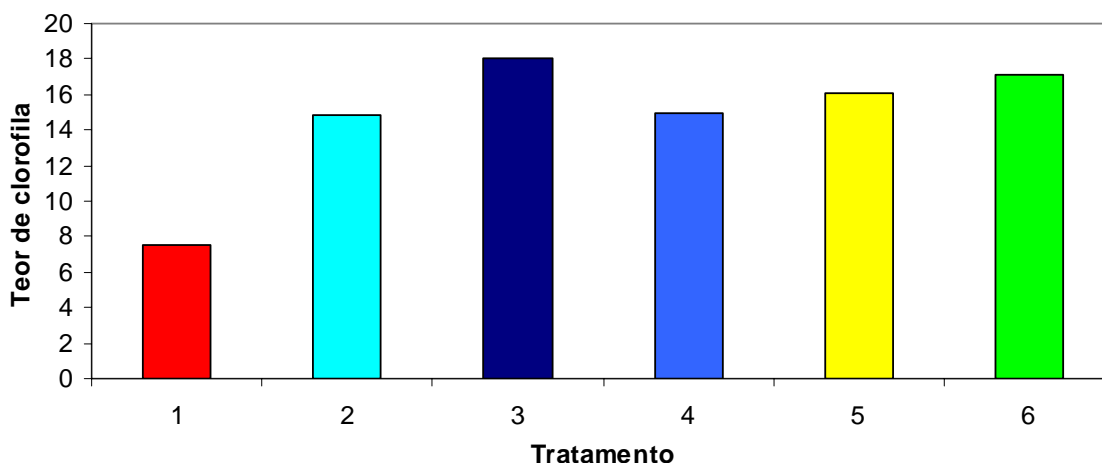


Figura 30 - Efeito fisiológico no teor de clorofila (mg.L⁻¹) na cultura de soja vinte e cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 56)

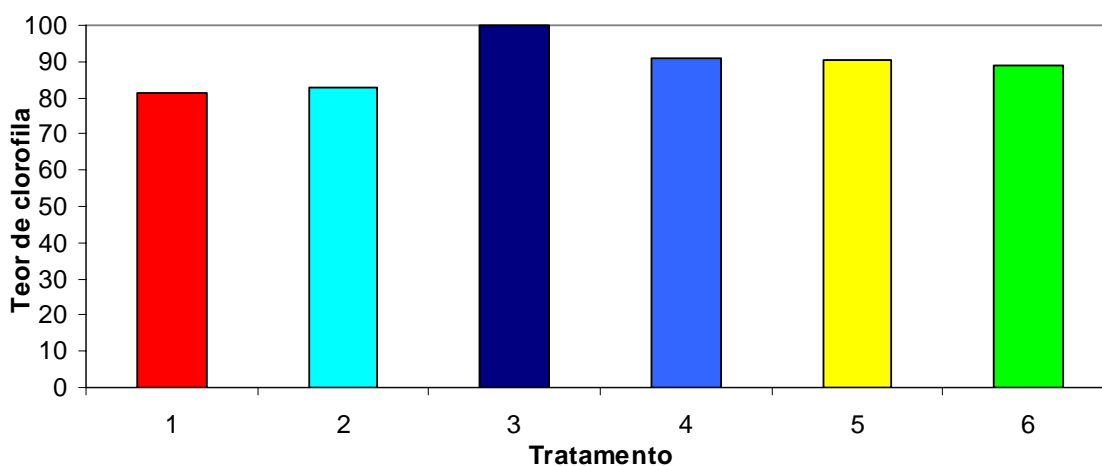


Figura 31 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 57)

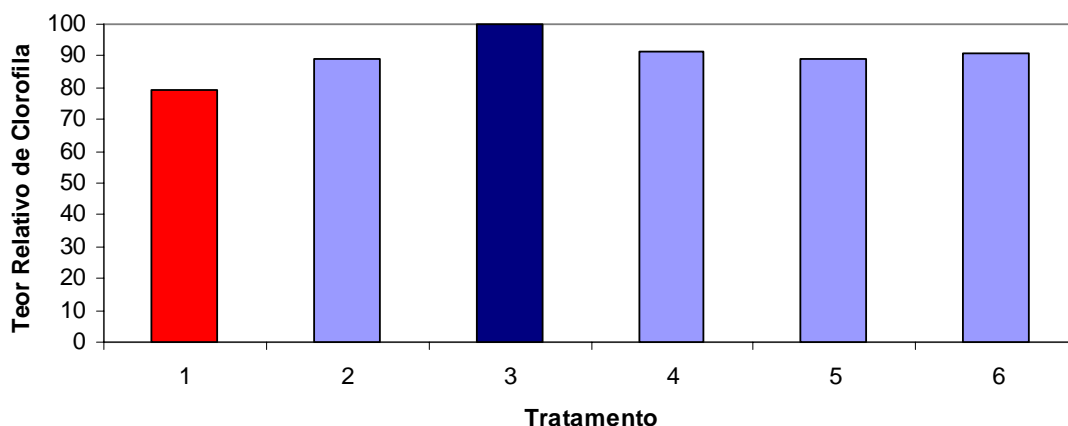


Figura 32 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 58)

Tabela 56 - Efeito fisiológico no teor de clorofila na cultura de soja vinte e cinco dias após a segunda aplicação. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	Teor de clorofila (mg.L ⁻¹)
1	Testemunha	-	-	-	7,57c
2	Opera	0,50	150	1x	14,84b
3	Opera	0,50	150	2x	18,07a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	14,92b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	16,06ab
6	Nativo	0,50	150	2x	17,08ab

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

Tabela 57 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja trinta e seis dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Teor relativo de clorofila (%)
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		
1	Testemunha	-	-	-	81d
2	Opera	0,50	150	1x	83cd
3	Opera	0,50	150	2x	100a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	91b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	91b
6	Nativo	0,50	150	2x	89bc

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

Tabela 58 - Efeito fisiológico no teor relativo de clorofila na cultura de soja quarenta e oito dias após a primeira aplicação. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Teor relativo de clorofila (%)
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		
1	Testemunha	-	-	-	80c
2	Opera	0,50	150	1x	89b
3	Opera	0,50	150	2x	100a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	92ab
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	89b
6	Nativo	0,50	150	2x	91b

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

4.2.6 Produtividade de grãos

As Figuras 33, 34 e 35 mostram o efeito fisiológico da utilização de duas aplicações de Piraclostrobina na produtividade de grãos, quando faz-se a seguinte comparação: Opera (T₃) versus Priori Xtra (T₅) e Opera *versus* Nativo (T₆). O efeito fisiológico de uma aplicação pode ser visualizado comparando Opera (T₃) com Prori Xtra (T₅).

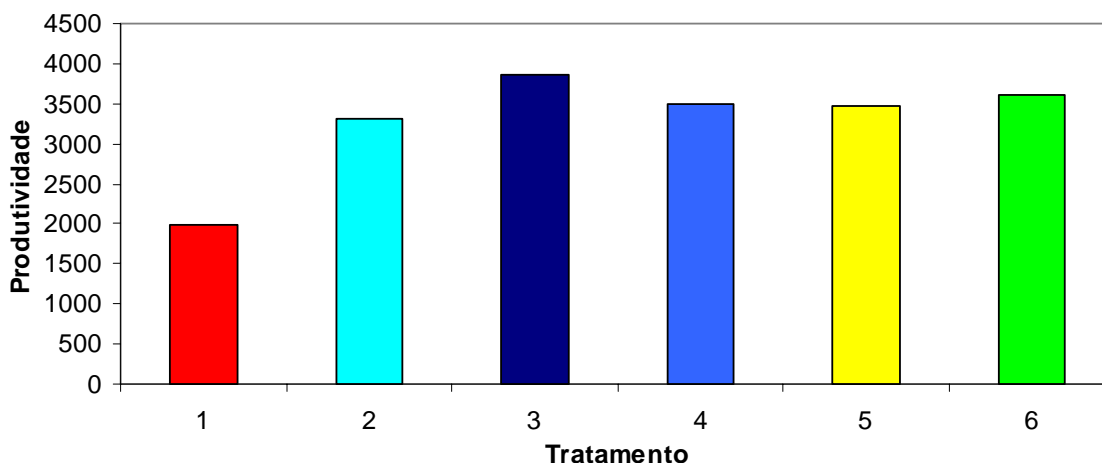


Figura 33 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 59)

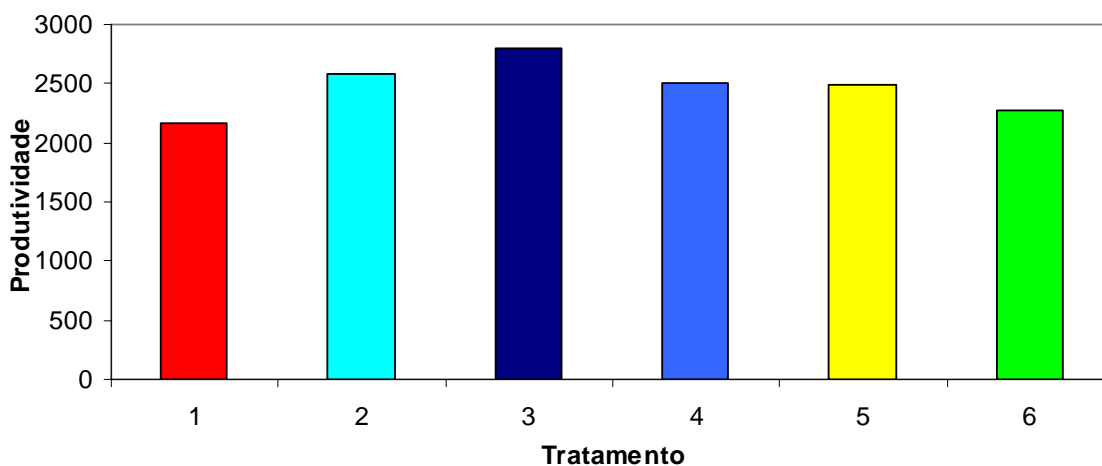


Figura 34 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 60)

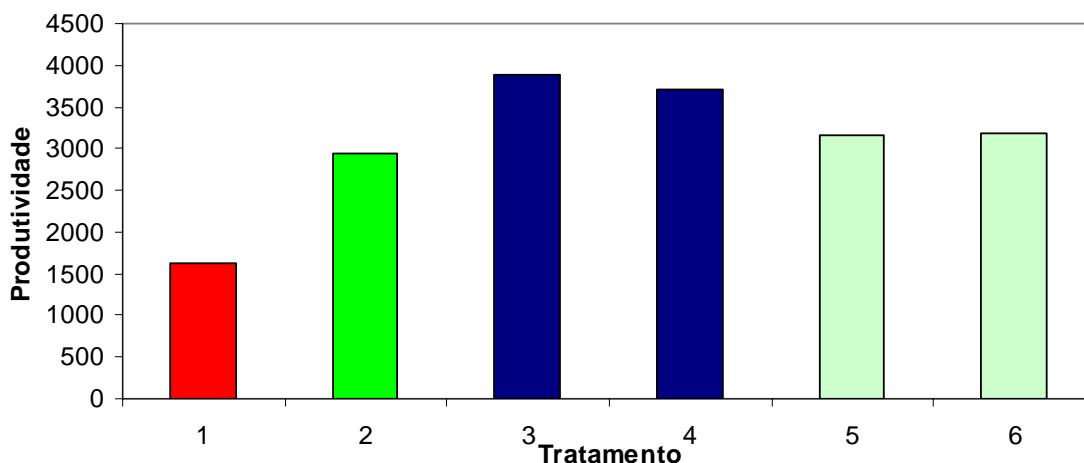


Figura 35 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 61)

Tabela 59 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	Produtividade kg.ha ⁻¹
1	Testemunha	-	-	-	1987c
2	Opera	0,50	150	1x	3313b
3	Opera	0,50	150	2x	3855a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	3490ab
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	3463ab
6	Nativo	0,50	150	2x	3605ab

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

Tabela 60 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Produtividade
		kg.ha ⁻¹			
1	Testemunha	-	-	-	2159b
2	Opera	0,50	150	1x	2579b
3	Opera	0,50	150	2x	2802a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	2507ab
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	2495ab
6	Nativo	0,50	150	2x	2279b

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

Tabela 61 - Efeito fisiológico na produtividade de grãos na cultura de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Produtividade
		kg.ha ⁻¹			
1	Testemunha	-	-	-	1622c
2	Opera	0,50	150	1x	2947b
3	Opera	0,50	150	2x	3888a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	3713ab
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	3164b
6	Nativo	0,50	150	2x	3183b

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

A Figura 36 mostra o efeito fisiológico da utilização de duas aplicações de Piraclostrobina na produtividade sob condições de estresse abiótico, quando faz-se a seguinte comparação: Opera (T₃) versus Priori Xtra (T₅) e Opera *versus* Nativo (T₆). O efeito fisiológico de uma aplicação pode ser visualizado comparando Opera (T₃) com Prori Xtra (T₅). Ressalta-se que a aplicação de Opera, mesmo em situação de estresse (Figura 36B) ocasiona produtividades iguais ou superiores às aplicações de Priori Xtra e Nativo em situações de estresse abiótico minimizado (sistema sob irrigação) (Figura 36A), devido à minimização das perdas de produtividade por estresse. Sendo assim, a utilização de Opera constitui uma excelente ferramenta ao usuário final.

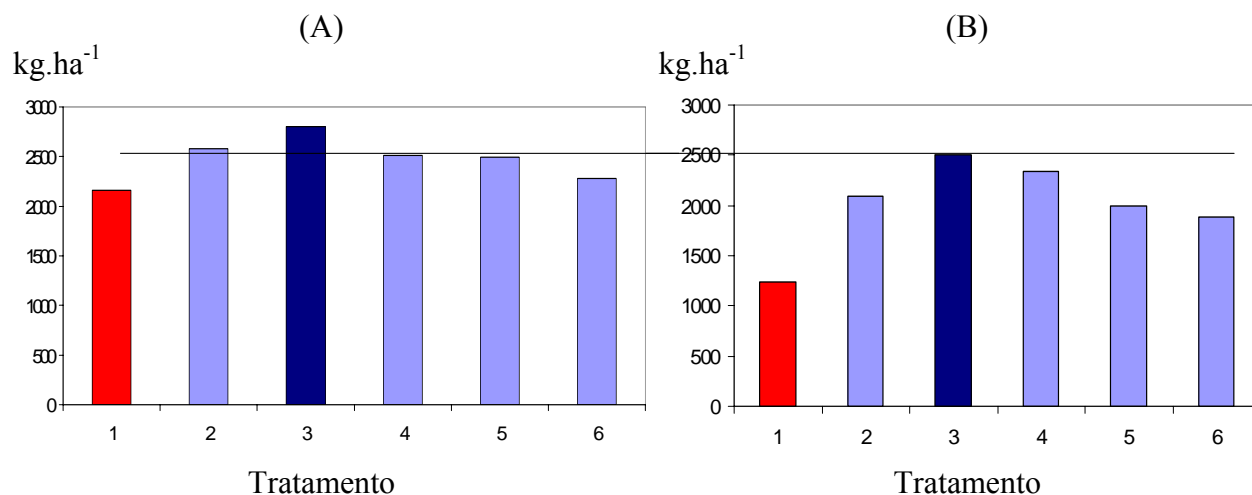


Figura 36 - Efeito do uso de Opera sob condição de estresse abiótico de (A) irrigado e (B) não irrigado. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5.1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Piori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005

4.2.7 Germinação

As Figuras 37, 38 e 39 mostram o efeito fisiológico da utilização de duas aplicações de Piraclostrobina na germinação, quando faz-se a seguinte comparação: Opera (T₃) versus Piori Xtra (T₅) e Opera *versus* Nativo (T₆). O efeito fisiológico de uma aplicação pode ser visualizado comparando Opera (T₃) com Piori Xtra (T₅).

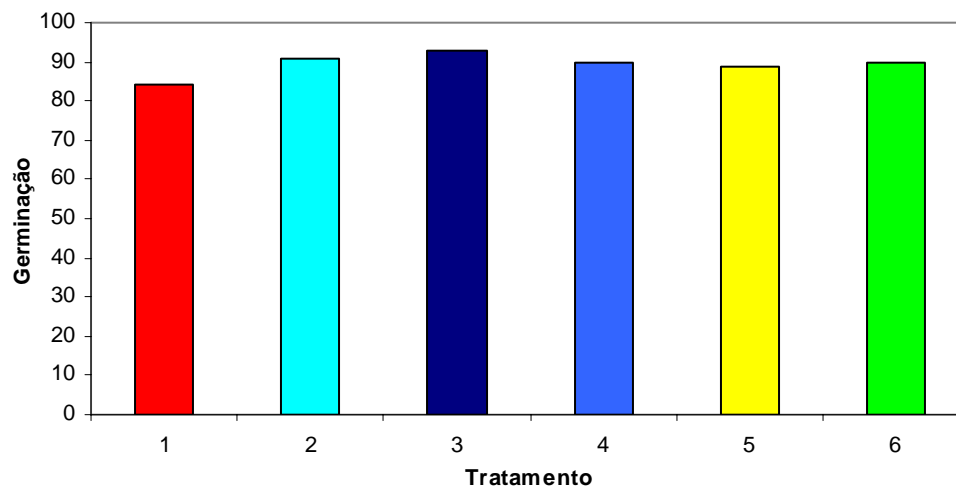


Figura 37 - Efeito fisiológico na germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 62)

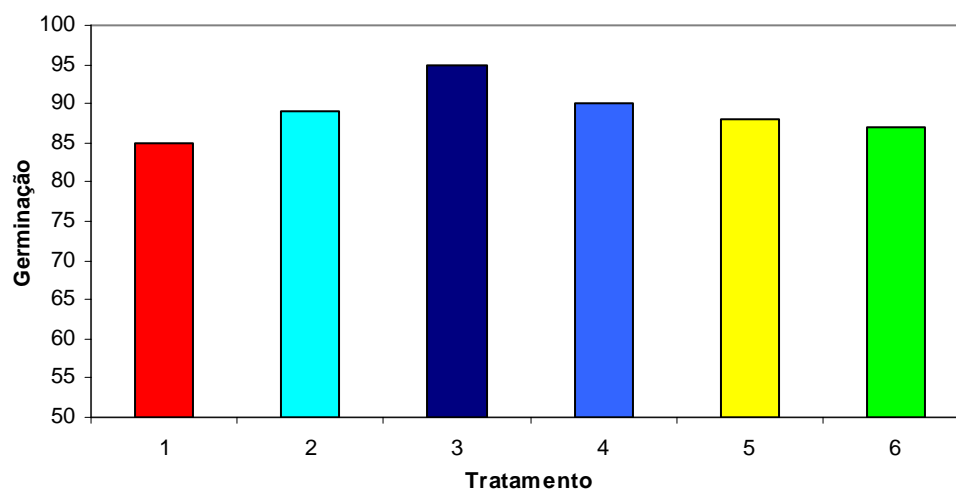


Figura 38 - Efeito fisiológico na germinação de sementes de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 63)

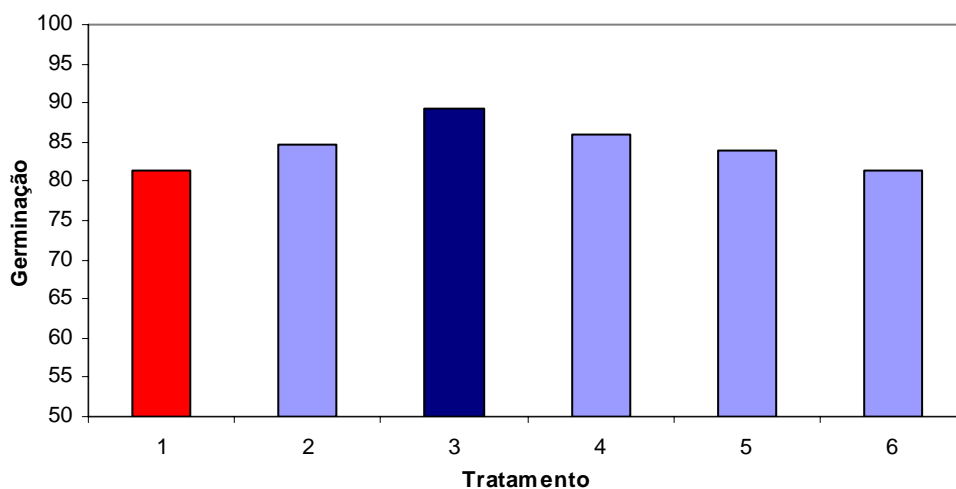


Figura 39 - Efeito fisiológico na germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 64)

Tabela 62 - Efeito fisiológico no aumento da germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha^{-1} ou kg.ha^{-1}	Calda L.ha^{-1}	Aplicação	Germinação (%)
1	Testemunha	-	-	-	84b
2	Opera	0,50	150	1x	91a
3	Opera	0,50	150	2x	93a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	90a
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	89a
6	Nativo	0,50	150	2x	90a

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

Tabela 63 - Efeito fisiológico no aumento da germinação de sementes de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Germinação (%)
		kg.ha ⁻¹			
1	Testemunha	-	-	-	85b
2	Opera	0,50	150	1x	89ab
3	Opera	0,50	150	2x	95a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	90ab
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	88ab
6	Nativo	0,50	150	2x	87b

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

Tabela 64 - Efeito fisiológico no aumento da germinação de sementes de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L/ha ou	Calda	Aplicação	Germinação (%)
		kg/ha			
1	Testemunha	-	-	-	81b
2	Opera	0,50	150	1x	85ab
3	Opera	0,50	150	2x	89a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	86ab
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	84b
6	Nativo	0,50	150	2x	81b

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

4.2.8 Teor de óleo

As Figuras 40, 41 e 42 mostram o efeito fisiológico da utilização de duas aplicações de Piraclostrobina no teor de óleo nas variedades cultivadas Conquista, CD-208 e Monsoy-7501, quando faz-se a seguinte comparação: Opera (T₃) versus Priori Xtra (T₅) e Opera *versus* Nativo (T₆). O efeito fisiológico de uma aplicação pode ser visualizado comparando Opera (T₃) com Prori Xtra (T₅).

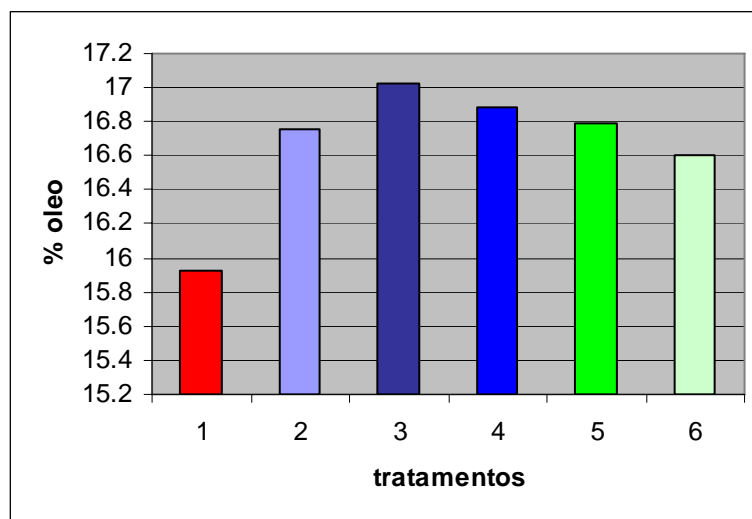


Figura 40 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 65)

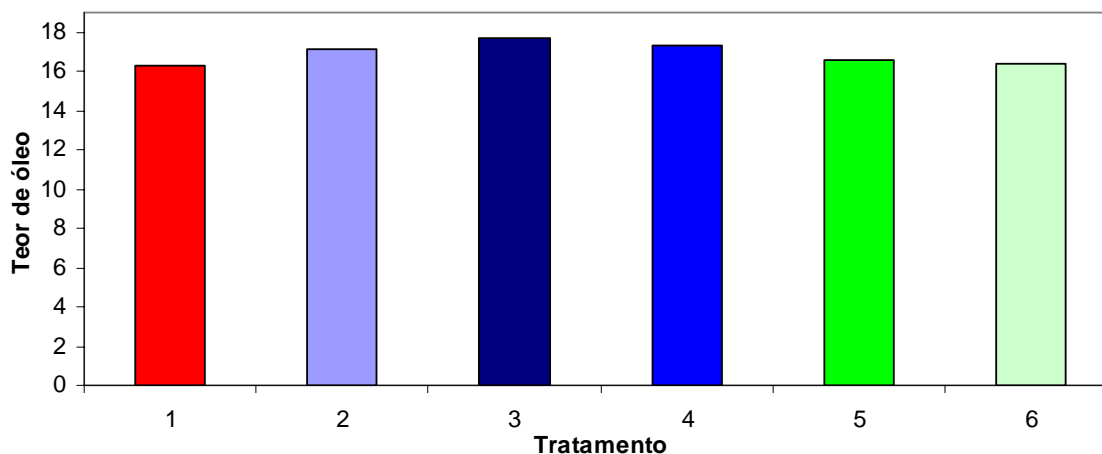


Figura 41 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): uma aplicação (R_1/R_2); (3) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações (R_1/R_2 e no $R_{5,1}$); (4) Opera ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$) / Opus ($0,4 \text{ L.ha}^{-1}$); (5) Priori Xtra ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações; (6) Nativo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 66)

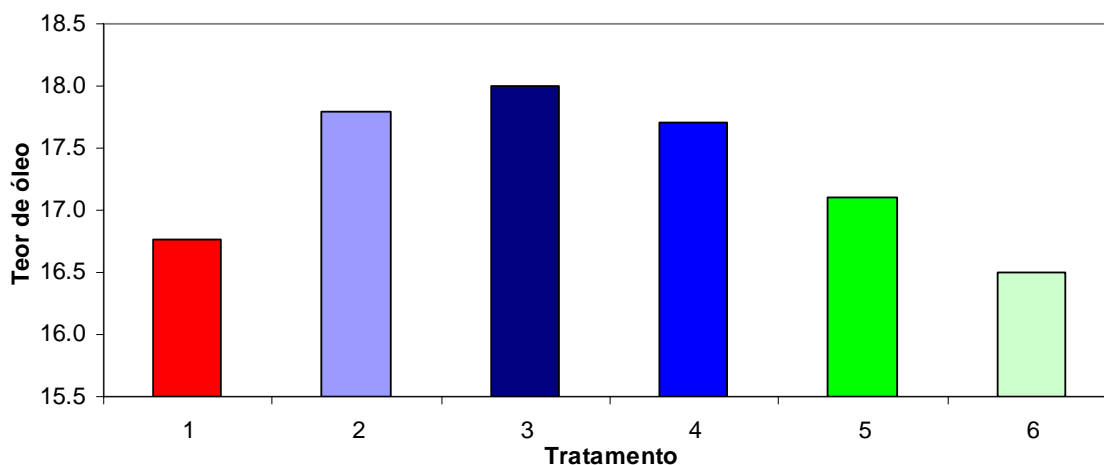


Figura 42 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 67)

Tabela 65 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou kg.ha ⁻¹	Calda L.ha ⁻¹	Aplicação	Teor de óleo %
1	Testemunha	-	-	-	15,93a
2	Opera	0,50	150	1x	16,76a
3	Opera	0,50	150	2x	17,02a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	16,88a
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	16,79a
6	Nativo	0,50	150	2x	16,60a

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

Tabela 66 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Teor de óleo
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%
1	Testemunha	-	-	-	16,31a
2	Opera	0,50	150	1x	17,11a
3	Opera	0,50	150	2x	17,71a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	17,29a
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	16,55a
6	Nativo	0,50	150	2x	16,42a

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

Tabela 67 - Efeito fisiológico no teor de óleo de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	Teor de óleo
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%
1	Testemunha	-	-	-	16,77a
2	Opera	0,50	150	1x	17,79a
3	Opera	0,50	150	2x	18,00a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	17,71a
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	17,11a
6	Nativo	0,50	150	2x	16,50a

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

4.2.9 Incidência de *Phomopsis* spp. e *Cercospora kikuchii*

As Figuras 43, 44 e 45 mostram o efeito fisiológico da utilização de duas aplicações de Piraclostrobina na redução da incidência de *Phomopsis* spp. e *Cercospora kikuchii* na semente, quando faz-se a seguinte comparação: Opera (T₃) versus Priori Xtra (T₅) e Opera versus Nativo (T₆). O efeito fisiológico de uma aplicação pode ser visualizado comparando Opera (T₃) com Prori Xtra (T₅).

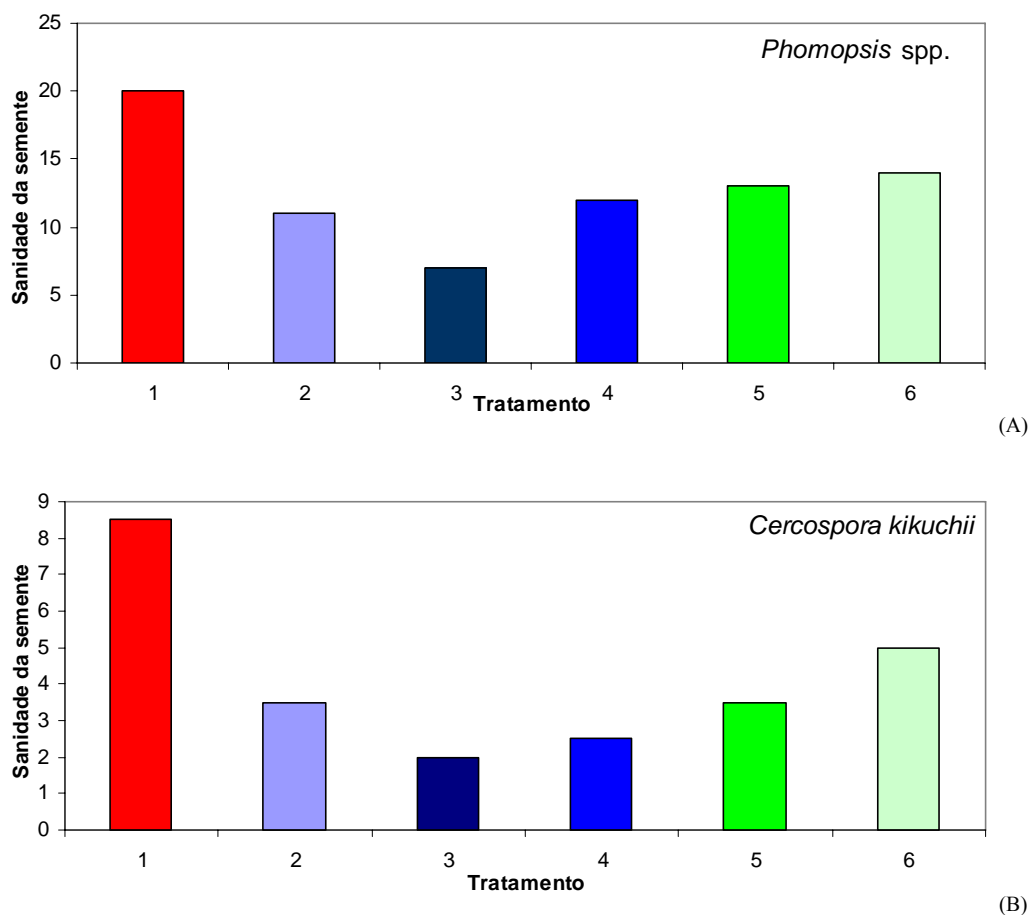


Figura 43 - Efeito do uso de Opera na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada Conquista. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Piori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 68)

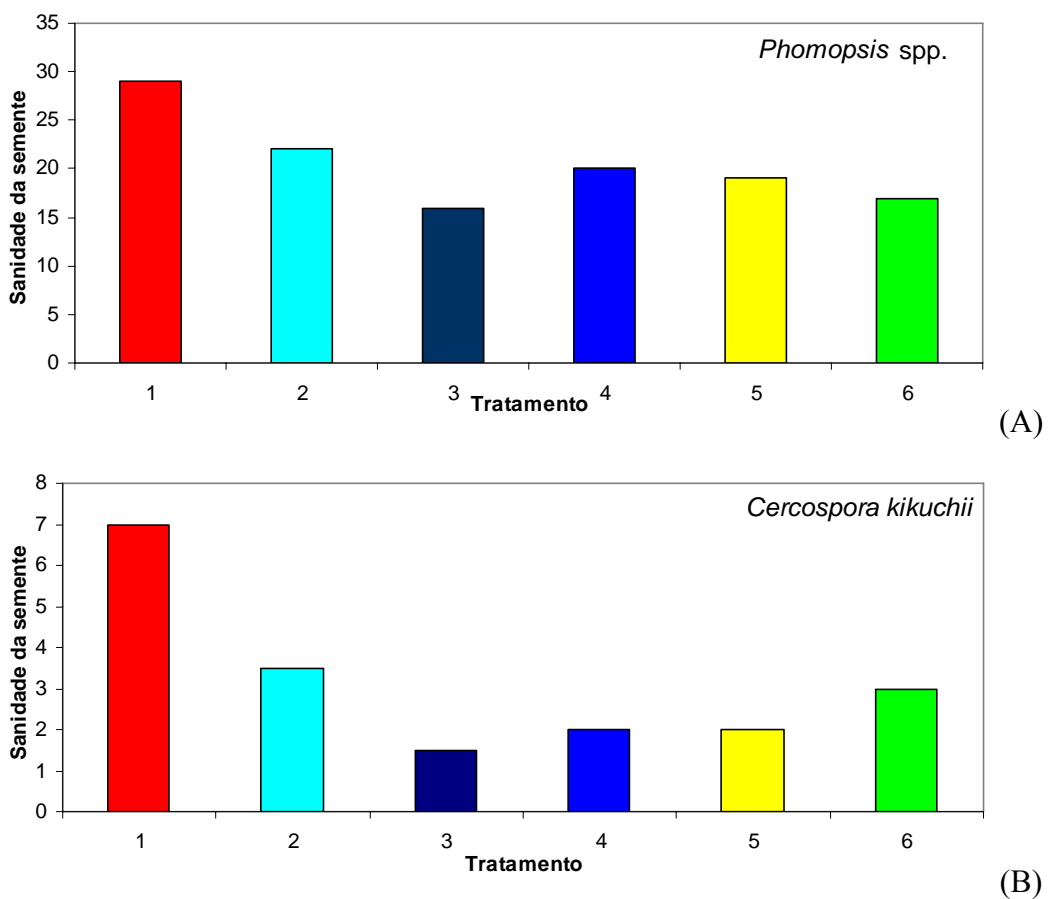


Figura 44 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada CD-208. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 69)

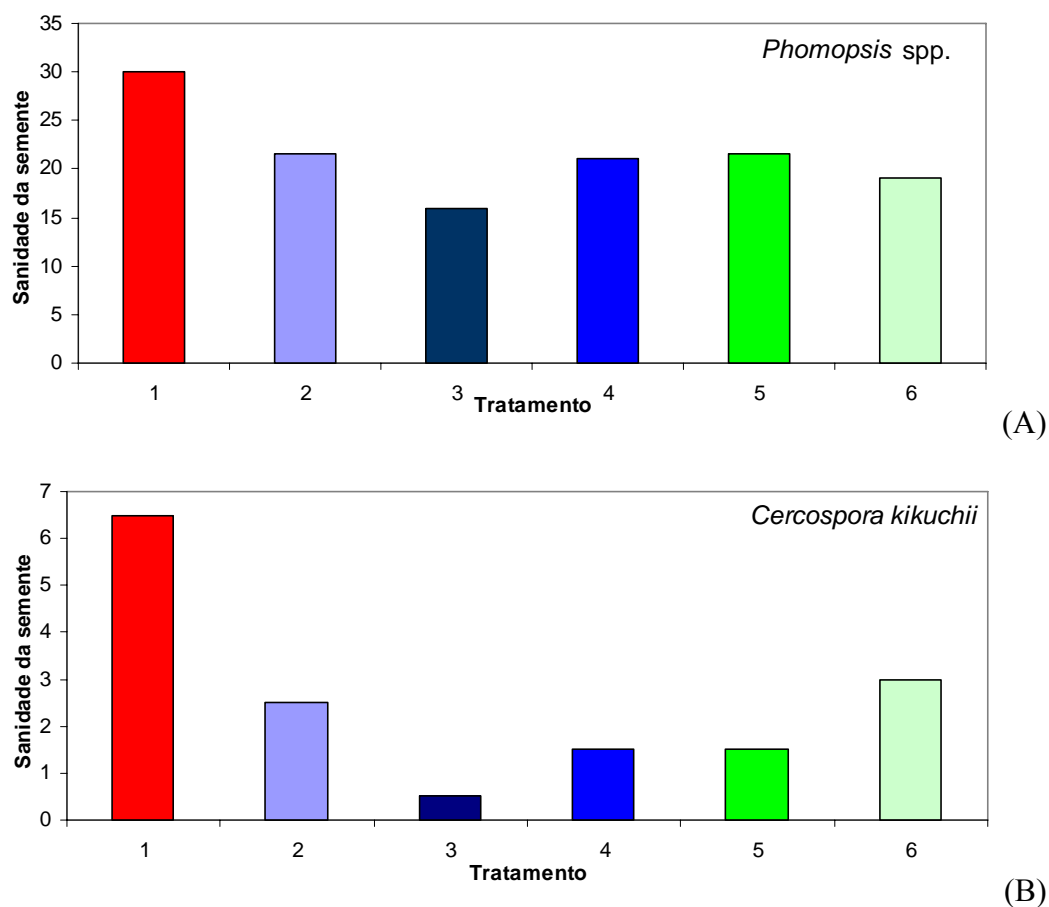


Figura 45 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) *Phomopsis spp.* e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. [Tratamentos: (1) testemunha; (2) Opera (0,5 L.ha⁻¹): uma aplicação (R₁/R₂); (3) Opera (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações (R₁/R₂ e no R_{5,1}); (4) Opera (0,5 L.ha⁻¹) / Opus (0,4 L.ha⁻¹); (5) Priori Xtra (0,3 L.ha⁻¹): duas aplicações; (6) Nativo (0,5 L.ha⁻¹): duas aplicações]. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2005 (Tabela 70)

Tabela 68 - Efeito do uso de Opera na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada Conquista. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	A	B
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%	%
1	Testemunha	-	-	-	20,0a	8,5a
2	Opera	0,50	150	1x	11,0bc	3,5b
3	Opera	0,50	150	2x	7,0c	2,0b
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	12,0bc	2,5b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	13,0b	3,5b
6	Nativo	0,50	150	2x	14,0b	5,0b

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

Tabela 69 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada CD-208. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	A	B
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%	%
1	Testemunha	-	-	-	29,0a	7,0a
2	Opera	0,50	150	1x	22,0ab	3,5b
3	Opera	0,50	150	2x	16,0b	1,5b
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	20,0b	2,0b
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	19,0b	2,0b
6	Nativo	0,50	150	2x	17,0b	3,0b

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

Tabela 70 - Efeito do uso de OPERA na redução da incidência de (A) *Phomopsis* spp. e (B) *Cercospora kikuchii* na semente de soja. Variedade cultivada Monsoy-7501. Ano 2005

Id	Tratamento	L.ha ⁻¹ ou	Calda	Aplicação	A	B
		kg.ha ⁻¹	L.ha ⁻¹		%	%
1	Testemunha	-	-	-	30,0a	6,5b
2	Opera	0,50	150	1x	21,5b	2,5a
3	Opera	0,50	150	2x	16,0b	0,5a
4	Opera/Opus	0,50/0,40	150	2x	21,0b	1,5a
5	Priori Xtra	0,30	150	2x	21,5b	1,5a
6	Nativo	0,50	150	2x	19,0b	3,0a

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

4.3 Ano 2006

Em 2006, como em 2005, a principal doença também foi a ferrugem. Salienta-se que todos os fungicidas utilizados apresentaram similar nível de controle.

4.3.1 Atividade de enzimas antioxidantes

O aumento do ácido salicílico eleva os níveis de AOX e, assim, auxilia na sinalização de respostas de SAR. Existe evidência que a AOX auxilia na indução do PRp1, que é um sinalizante primário a respostas a patógenos. Assim, a inibição da respiração mitocondrial pela Piraclostrobina aumenta a via AOX, ocasionando decréscimos na síntese de ATP celular, como conseqüência, ocorre incremento na concentração de íons H⁺ no citosol, ambos resultando na ativação de NADH-nitrato redutase (NR) (GLAAB; KAISER, 1999). Contudo a baixa concentração de ATP induz a ativação de canais de Ca²⁺ na mitocôndria (JONES; BRYSON, 1998 e BRYSON; LEANDRO; JONES, 2000), que é considerado um dos principais mensageiros celulares e sinalizadores de ataque de patógenos (JABS; SHUSARENKO, 2000).

A relação entre inibição parcial da atividade respiratória e atividade de enzimas antioxidantes citadas por Glaab e Kaiser (1999) pode ter sido uma das respostas dos resultados observados neste trabalho em relação à atividade das enzimas Peroxidase, Catalase, Polifenol Oxidase e Superóxido Dismutase (Figuras 46 a 57). Contudo, o efeito observado também pode ter

outras relações fisiológicas com a estrobilurina Piraclostrobina que não estejam diretamente ligados a atividade respiratória, porém desconhecidos.

Em relação à atividade das enzimas antioxidantes houve alteração na atividade nos tratamentos com a estrobilurina Piraclostrobina. Dentre as características ambientais que poderiam interferir na atividade destas enzimas, a precipitação foi a única limitante, porém apenas no início da fase de florescimento, que coincidiu aos 56 dias após a semeadura, persistindo por 5 dias.

4.3.1.1 Atividade da enzima peroxidase

A aplicação da Piraclostrobina + Epoxiconazol ocasionou aumento na atividade da enzima peroxidase nas variedades cultivadas M-8008-RR (Figura 46) e M-7878-RR (Figura 47) e BRS-245-RR (Figura 48). Em todas as variedades, Piraclostrobina + Epoxiconazol demonstrou um incremento da atividade da enzima em relação ao controle e triazol.

O incremento na atividade dessa enzima provavelmente aumentou as reações de transformação de espécies tóxicas de oxigênio (O_2^-) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O peróxido de hidrogênio também é considerado radical livre que, posteriormente, é transformado em H_2O por enzimas como a catalase.

A peroxidase é amplamente distribuída em plantas superiores e está envolvida em vários processos incluindo o metabolismo de lignificação, das auxinas, tolerância a estresses salinos e por metais pesados (PASSARDI et al., 2005). O aumento da atividade das peroxidases é uma resposta metabólica relacionada a diferentes tipos de estresses (CAKMAK; HORST, 1991; ANDERSON et al., 1995; ZHANG; KIRKHAM, 1996; JIMÉNEZ et al., 1998 e MORAES et al., 2002). Dessa forma, essa enzima, freqüentemente tem sido utilizada como um parâmetro metabólico durante alterações de crescimento e condições de estresse ambiental.

Portanto, o aumento da atividade da peroxidase nas variedades cultivadas de soja testadas com a aplicação da Piraclostrobina + Epoxiconazol, provavelmente, possibilitou o incremento da tolerância das variedades cultivadas ao estresse ambiental, pois as plantas apresentaram elevada atividade da peroxidase, mesmo antes de sofrer estresse oxidativo. Esses resultados corroboram com os observados por Köhle et al. (2003) que verificam aumento da atividade da enzima peroxidase na cultura de trigo, que persistiu por mais de 30 dias.

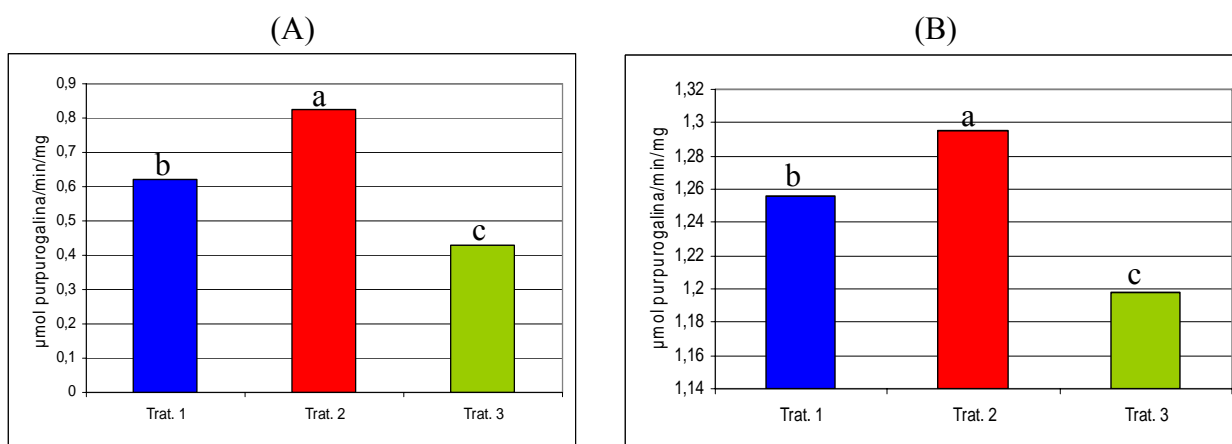


Figura 46 - Atividade da enzima peroxidase (aPOD, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade cultivada Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

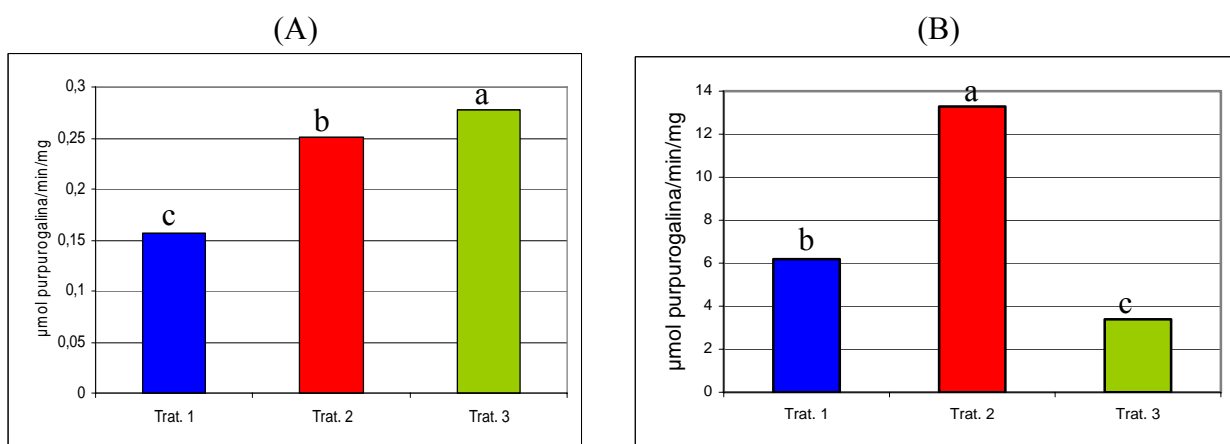


Figura 47 - Atividade da enzima peroxidase (aPOD, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade cultivada Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

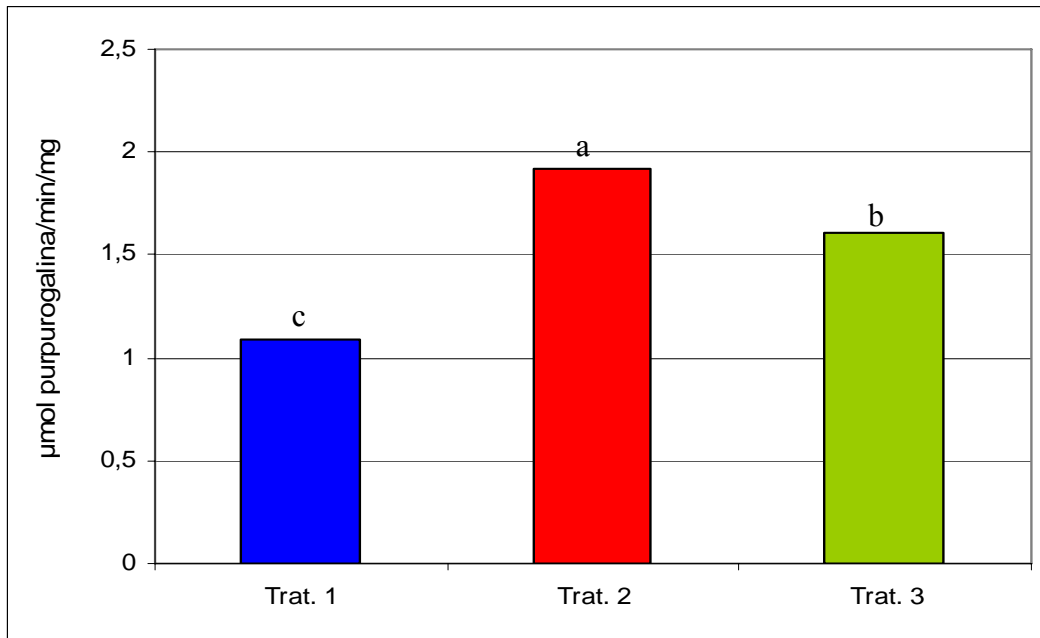


Figura 48 - Atividade da enzima peroxidase (aPOD, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade cultivada BRS-245-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

4.3.1.2 Atividade da polifenol oxidase

A atividade da polifenol oxidase (PPO) decresceu nas plantas tratadas com a estrobilurina Piraclostrobina (Figuras 49, 50 e 51). Em todas as variedades, a Piraclostrobina + Epoxiconazol, demonstrou uma diminuição da atividade da enzima em relação ao controle e nas variedades Monsoy-8008-RR e BRS-245-RR em relação ao triazol.

Normalmente, a atividade da polifenol oxidase é elevada em tecidos em senescência e tecidos infectados por doenças. A PPO hidroliza monofenóis e difenóis transformando-os em quinonas (CAMPOS; SILVEIRA, 2003) que auxilia na proteção contra patógenos devido a sua ação microbiana. Além disso, os polímeros formados pela ação da PPO podem auxiliar na formação de uma barreira física contra o ataque de patógenos (PADMAJA et al., 1982; RICHARD et al., 1979), permitindo maior resistência às plantas (AGRIOS, 1997; ZHENG; TENG; WU, 1999). O acúmulo de compostos fenólicos e o aumento na atividade da polifenol oxidase (PPO) resultam na produção de intermediários reativos que, indiretamente, podem intensificar a produção de radicais livres. Porém, sob condições de estresse, compostos fenólicos

podem atuar como antioxidantes e, em contraste, também, como moléculas pró-oxidantes, num dualismo de ação já observado para outras substâncias (SAKIHAMA; YAMASAKI, 2002).

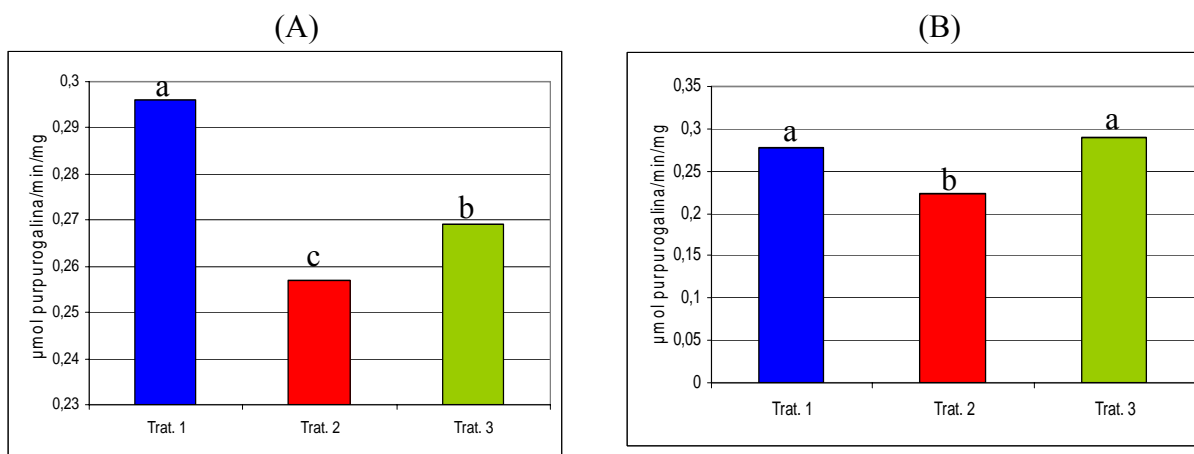


Figura 49 - Valores da atividade da atividade da enzima polifenol oxidase (aPPO, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina+Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda aplicação (b). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

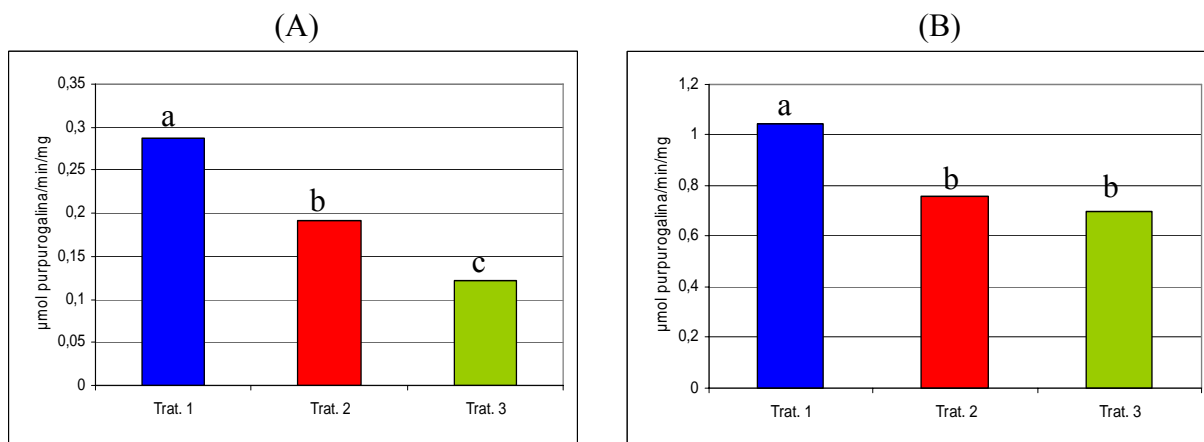


Figura 50 - Valores da atividade da atividade da enzima polifenol oxidase (aPPO, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda aplicação (b). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

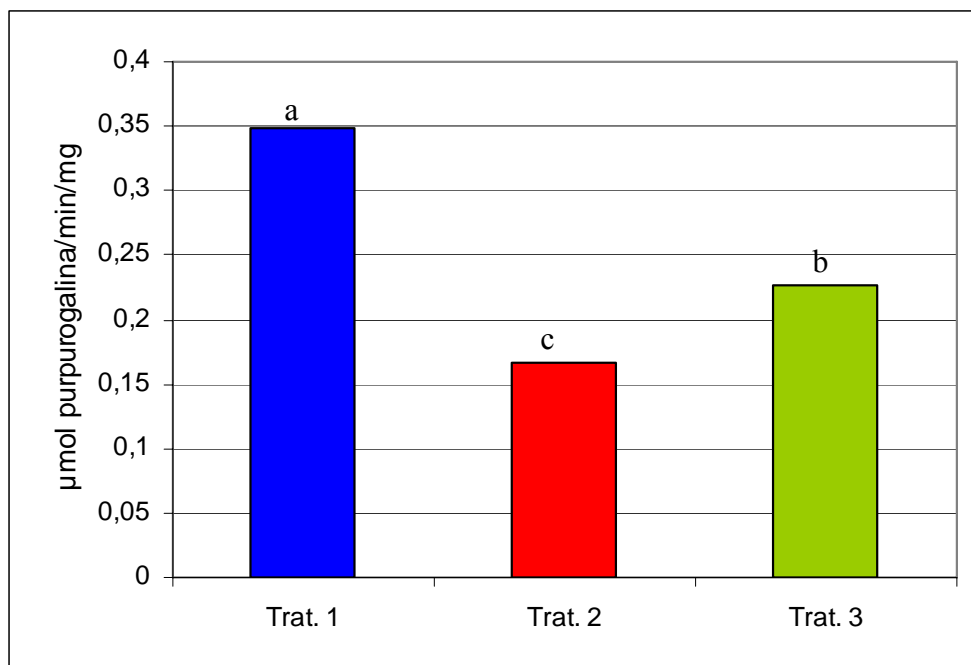


Figura 51 - Valores da atividade da atividade da enzima polifenol oxidase (aPPO, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ de púrpuro galina) em plantas de soja, variedade BRS-245 RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina+Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação (b). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

Embora, o aumento da atividade da PPO incremente a resistência das plantas ao estresse, a baixa atividade indica pouco nível de degradação celular, como é observado com medidas de controle de qualidade de bebida em café (FARAH; DONANGELO, 2006), demonstrando que, plantas tratadas com a estrobilurina Piraclostrobina, apresentam menor degradação celular, necessitando de baixa respiração de manutenção para reposição de estruturas celulares.

4.3.1.3 Atividade da superóxido dismutase

Em relação à atividade da superóxido dismutase (SOD), os tratamentos controle e triazol mantiveram níveis mais baixos, enquanto que a utilização da estrobilurina Piraclostrobina promoveu acréscimo (Figuras 52, 53 e 54). Analisando a variedade M-8008-RR, o tratamento com aplicação da Piraclostrobina apresentou valor médio de 30 unidades de SOD por mg *versus* 25 e 29,5 para o controle e triazol, respectivamente, aos sete dias após a primeira aplicação (Figura 52A). Aos sete dias após a segunda aplicação as diferenças entre os tratamentos foi maior, a atividade no tratamento com Piraclostrobina foi de 50 unidades de SOD por mg, enquanto que, no controle e triazol, foram de 28 e 29 unidades de SOD por mg, respectivamente (Figura 52B).

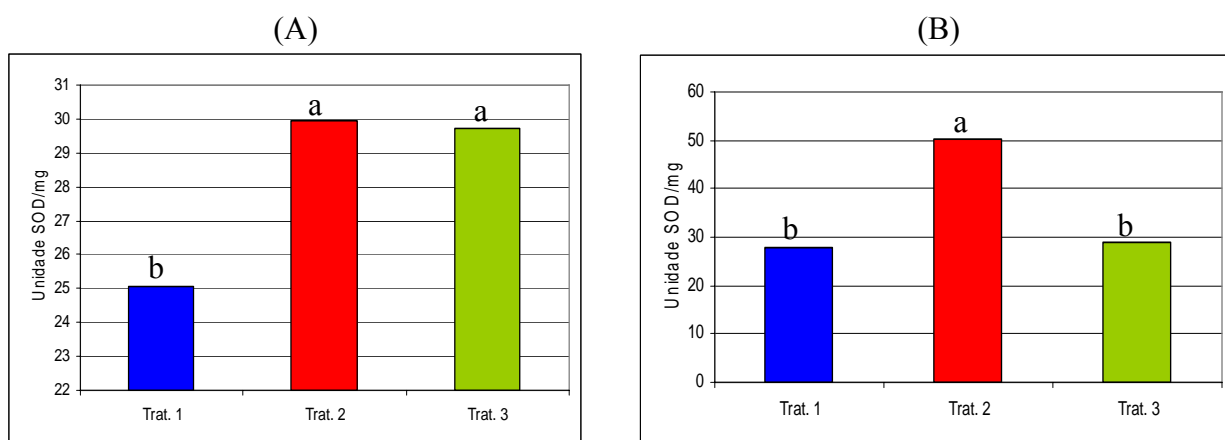


Figura 52 - Atividade da enzima superóxido dismutase (aSOD, unidades SOD por mg) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

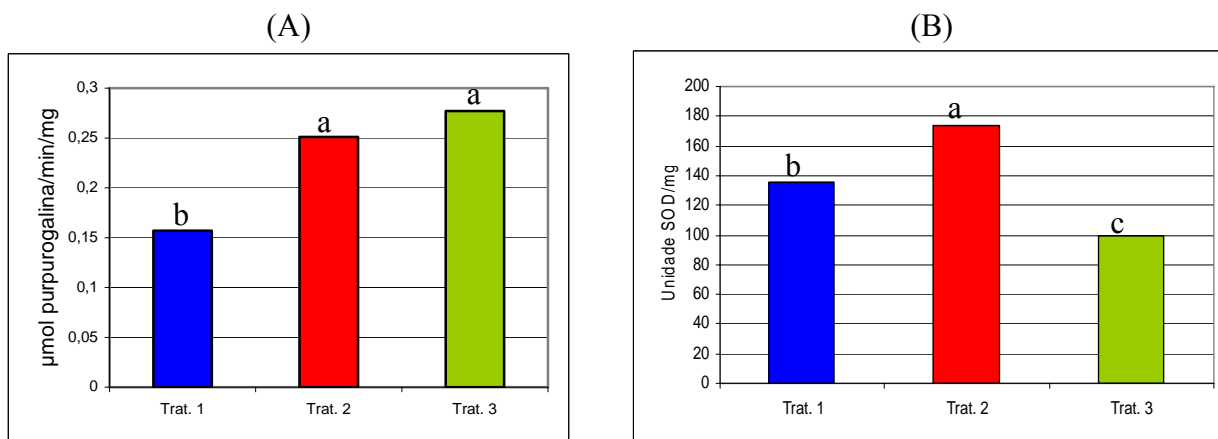


Figura 53 - Atividade da enzima superóxido dismutase (aSOD, unidades SOD por mg) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878 RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (a) e segunda (b) aplicações. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

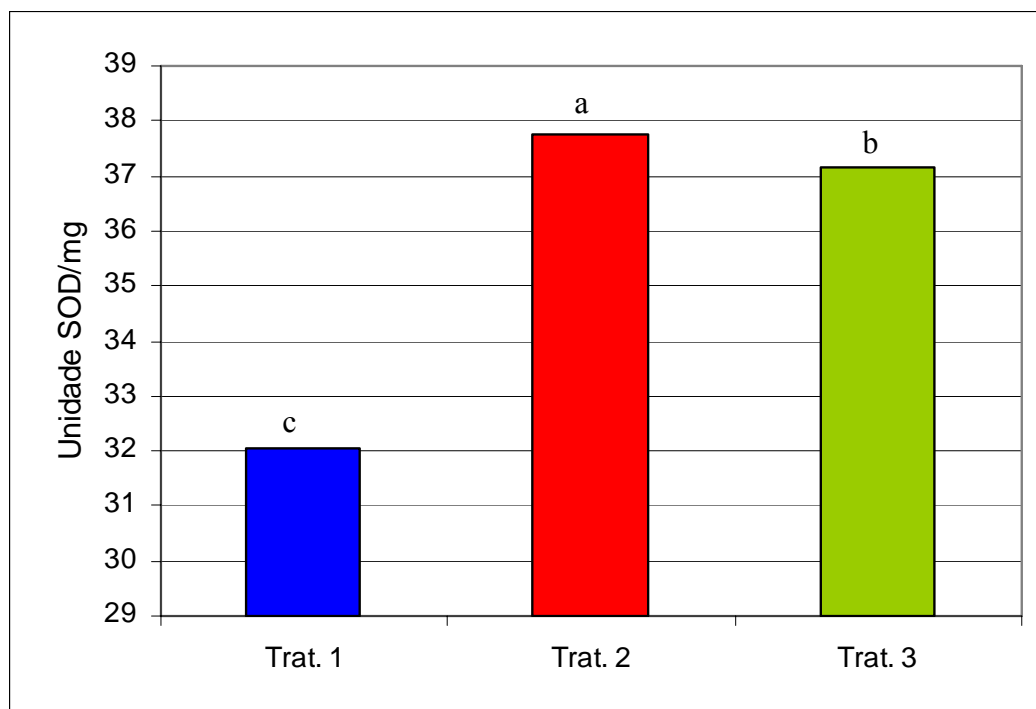


Figura 54 - Atividade da enzima superóxido dismutase (aSOD, unidades SOD por mg) em plantas de soja, variedade BRS-245-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

A SOD é uma das várias enzimas antioxidantes em plantas com a função de reparar danos causados pelas espécies reativas de oxigênio (ROS). Desta forma, a SOD é considerada uma enzima chave para a manutenção das estruturas fisiológicas regulando os níveis de radicais livres intracelulares (MITTLER, 2002). Muitos trabalhos têm comprovado correlação positiva entre o estresse ambiental e o balanço da atividade da SOD em plantas, especialmente o estresse salino (BADAWI et al., 2004 e CAVALCANTI et al., 2007), Paraquat, alta luminosidade, alagamento e seca. Bowler et al. (1992) têm sugerido que a comunicação inicia com uma única peroxidação de lipídios e em cada organela esse sinal se difunde para o núcleo onde ocorre aumento da transcrição de genes para SOD.

4.3.1.4 Atividade da enzima catalase

A atividade da enzima catalase seguiu o mesmo comportamento observado nas enzimas peroxidase e SOD, com superioridade no tratamento com a aplicação da estrobilurina Piraclostrobina em relação aos demais tratamentos (Figuras 55, 56 e 57). Isso porque, existe uma

ação conjunta da SOD, peroxidase e catalase, que reduz o risco de formação dos radicais OH^\cdot (radical hidroxila), um radical de elevada reatividade (SCANDALIOS, 1993). A catalase envolve a degradação de peróxido de hidrogênio a água e oxigênio, sendo um efetivo agente antioxidante em plantas (WILLEKENS et al., 1995 e MITTLER, 2002). Contudo, a atividade desta enzima varia entre espécies, bem como, a duração do estresse em que a planta está sendo submetida (CHAPARZADEH et al., 2004). Estudos de Gao et al. (2008) demonstraram que o incremento da atividade da catalase esteve relacionada com alterações nas atividades das enzimas peroxidases e superóxido dismutase em *Jatropha curcas* como um mecanismo coordenado de desintoxicação celular, como pode ser observado neste trabalho.

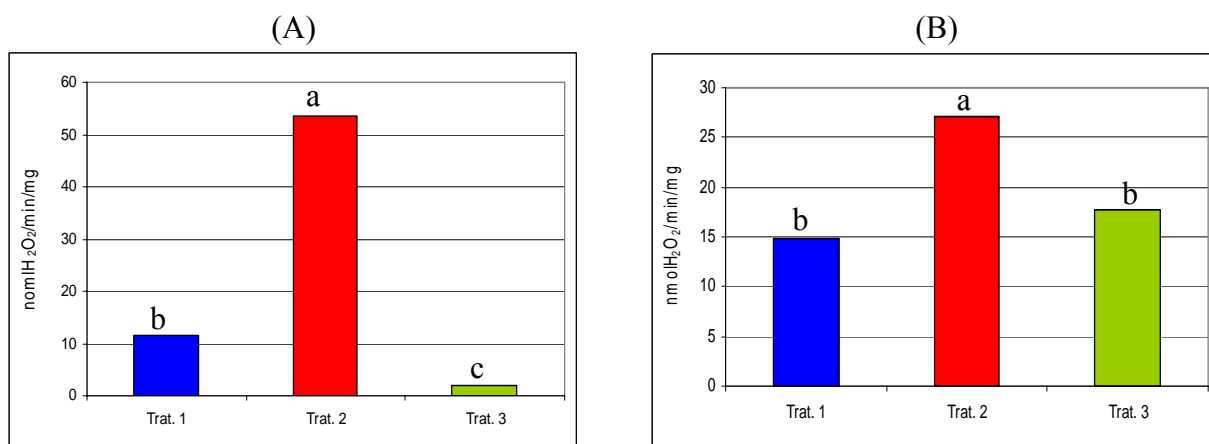


Figura 55 - Atividade da enzima catalase (aCAT , $\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ de H_2O_2) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

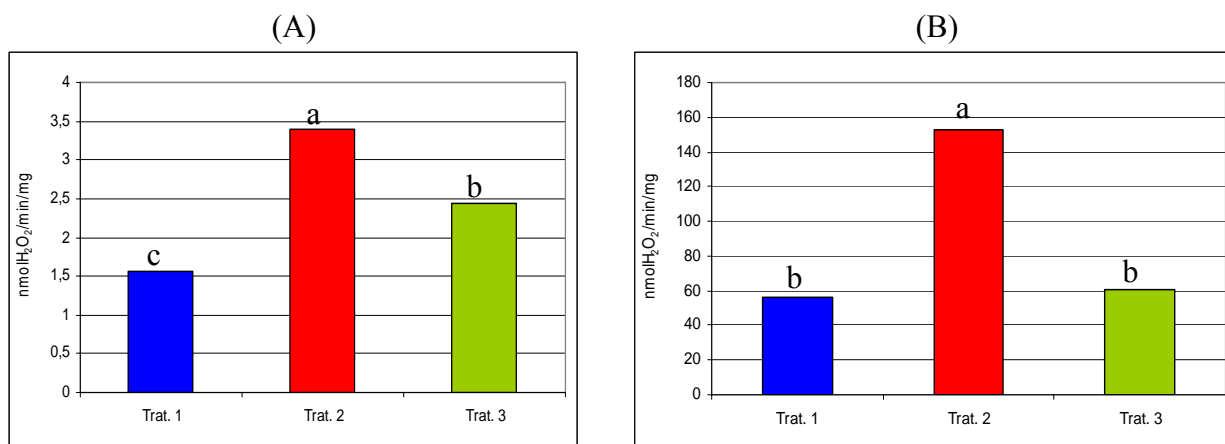


Figura 56 - Atividade da enzima catalase (aCAT, mol.min⁻¹.mg⁻¹ de H₂O₂) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

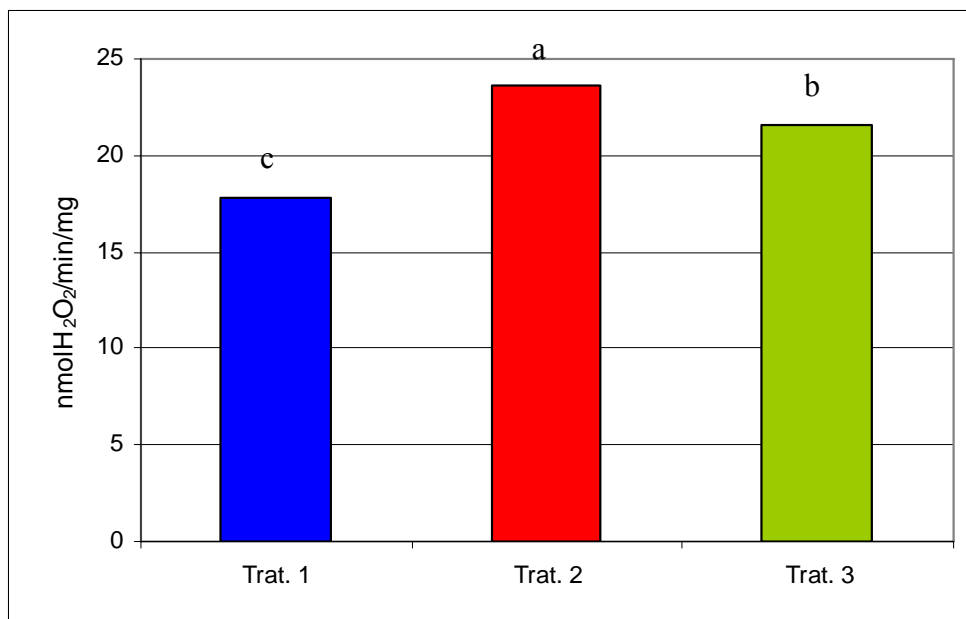


Figura 57 - Atividade da enzima catalase (aCAT, mol.min⁻¹.mg⁻¹ de H₂O₂) em plantas de soja, variedade BRS-245-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

A capacidade de manutenção, em níveis elevados, da atividade da catalase e da SOD, sob condições de estresses ambientais, é essencial para a manutenção do equilíbrio entre a formação e a remoção do H₂O₂ do ambiente intracelular (ZHANG; KIRKHAM, 1996). Contudo, a redução na

atividade da catalase e o aumento nas atividades da peroxidase, em plantas mantidas sob condições de estresse, indicam que o H_2O_2 gerado é mais consumido em processos oxidativos, como na peroxidação de lipídios, do que eliminado do metabolismo (CAKMAK; HORST, 1991).

4.3.2 Hormônios

Os hormônios vegetais agem em processos metabólicos sendo divididos em dois grandes grupos: (i) os promotores de crescimento, que incluem auxinas, giberelinas e citocininas; e (ii) os inibidores de crescimento, incluindo o etileno e o ácido abscísico. Ressalta-se que o desenvolvimento da planta depende do balanço hormonal. Nesse sentido, a diminuição da biossíntese de etileno associado ao aumento de auxina endógena, modificando o balanço hormonal pode explicar o atraso na senescência de folhas e a melhoria na tolerância ao estresse abiótico (KÖHLE et al., 2003).

4.3.2.1 Citocininas

A análise dos teores de hormônios vegetais nas variedades Monsoy-8008-RR e Monsoy-7878-RR demonstra que o tratamento com estrobulurina promoveu maior conteúdo de citocininas (zeatina e isopentil-adenina), principalmente, aquelas ligadas a açúcares (Figuras 58 a 63). Esse maior conteúdo de citocininas nas plantas pode ser a responsável pela maior expansão foliar. Além disso, o maior teor de citocininas, também, contribui para o *efeito verde*, onde seu papel está como retardador da senescência. Outro papel atribuído à citocinina, está na síntese de clorofila, que também pode estar relacionado ao aumento na taxa fotossintética. A citocinina também, promove o desenvolvimento de gemas, ou seja, maior desenvolvimento de parte aérea, o que poderia estar relacionado com a maior produtividade das plantas.

Além disso, as citocininas têm efeito expressivo sobre as taxas de síntese de proteínas e sobre tipos de proteínas produzidas pelas plantas. Pelo fato desses processos estarem associados com o aumento da demanda de fotoassimilados, a relação da partição de fotoassimilados e de fonte e dreno tem sido especulado por alguns autores (ROITSCH; EHNESS, 2000; LARA et al., 2004).

Sabe-se que em tecidos em senescência, a presença de citocinina tem evidenciado a menor atividade da lipoxigenase, diminuindo a peroxidação das membranas lipídicas. De acordo com Leshem et al. (1981), existem evidências de que a citocinina possivelmente age como um desintoxicador celular por diminuir a concentração de radicais livre em células.

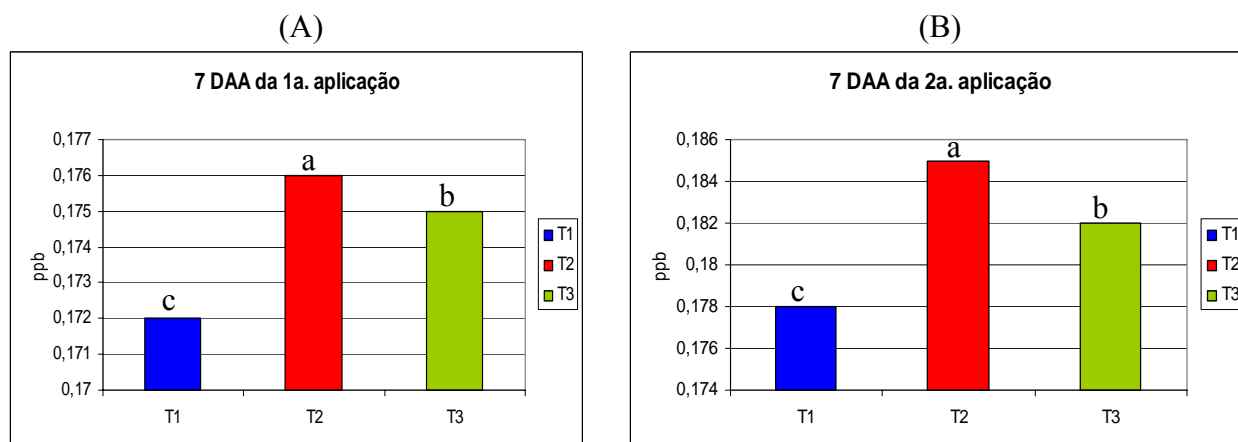


Figura 58 - Atividade da zeatina-ribotídeo (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

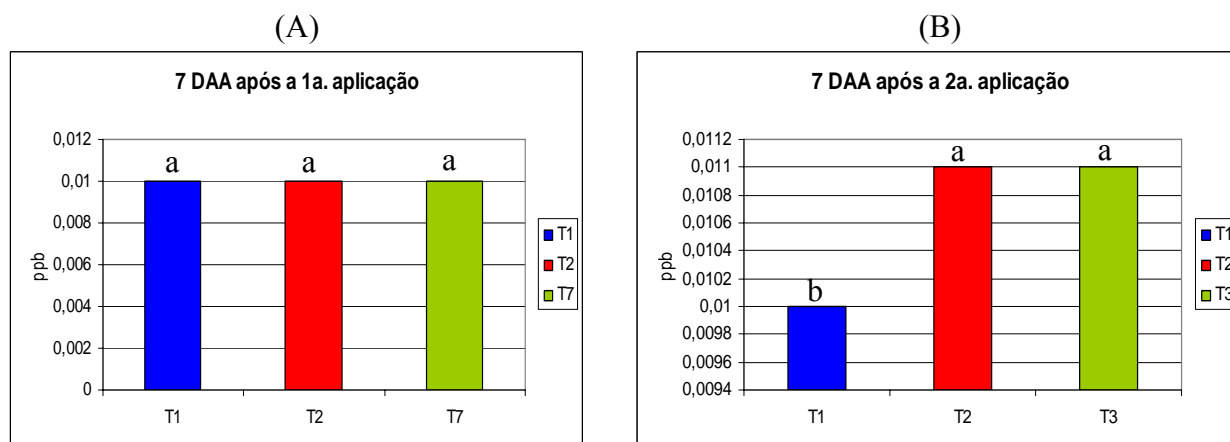


Figura 59 - Atividade da isopentil-adenina (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

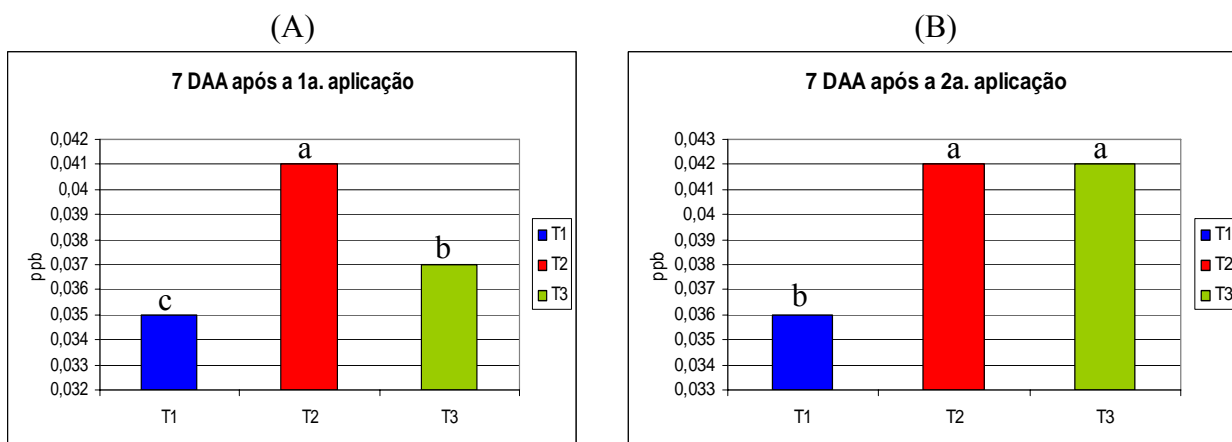


Figura 60 - Atividade da isopentinil-adenina-ribosídeo (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

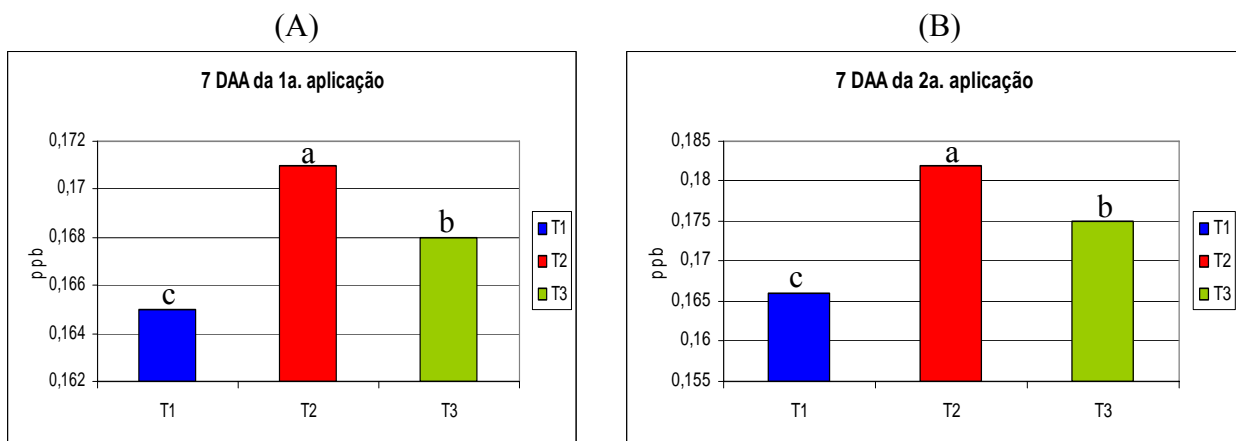


Figura 61 - Atividade da zeatina-ribotídeo (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

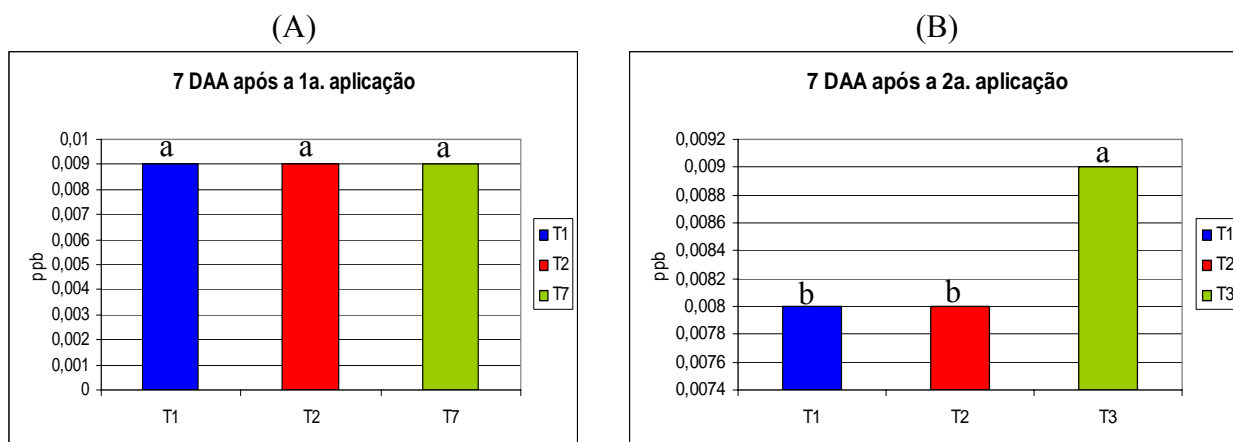


Figura 62 - Atividade da isopentil-adenina (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobin + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

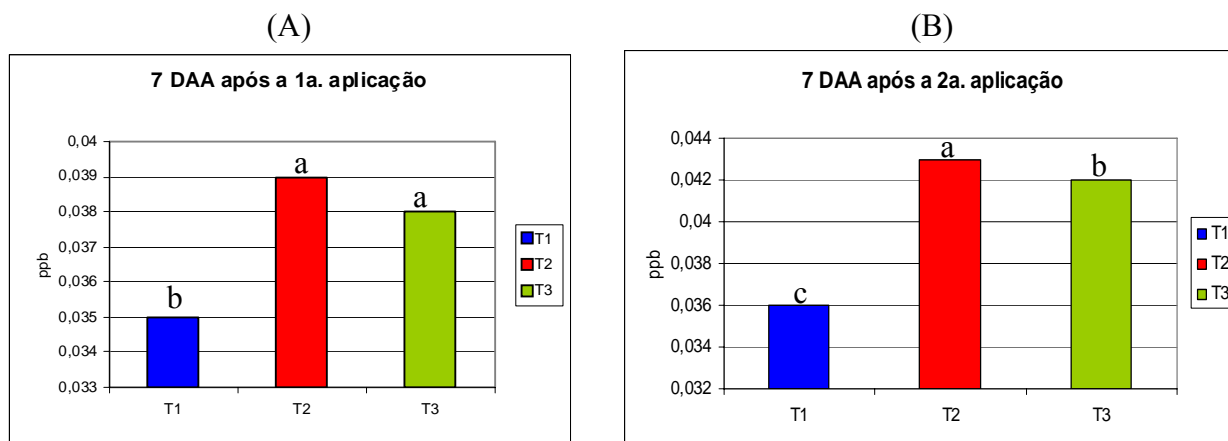


Figura 63 - Atividade da isopentil-adenina-ribosídeo (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobin + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

A análise dos teores de hormônios vegetais na variedade Monsoy-8008 e Monsoy-7878 mostra que o tratamento com estrobilurina promoveu maior conteúdo de citocininas (zeatina e isopentil-adenina), principalmente, aquelas ligadas a açúcares. Esse maior conteúdo de citocininas nas plantas pode ser a responsável pela maior expansão foliar, o que pode ser comprovado pelo resultado da maior área foliar promovida por esse tratamento. Além disso, o maior teor de citocininas, também, contribui para o “efeito verde”, onde seu papel está como

retardador da senescência. Outro papel atribuído à citocinina, está na síntese de clorofila, que também pode estar relacionado ao aumento na taxa fotossintética. A citocinina também, promove o desenvolvimento de gemas, ou seja, maior desenvolvimento de parte aérea, o que poderia estar relacionado com a maior produtividade das plantas.

4.3.2.2 Giberelinas

Plantas tratadas com estrobilurina piraclostrobina apresentaram aumento na concentração de GA₃. De modo geral, a maior diferença no incremento na síntese de GA₃ foi observada no tratamento que apresentou estrobilurina piraclostrobina em relação a testemunha (Figuras 64 e 65). Provavelmente esse efeito está relacionado a maior atividade fisiológica das plantas tratadas com a estrobilurina piraclostrobina em relação aos demais tratamentos. Esse hormônio vegetal é responsável pelo crescimento das plantas em altura e pelo crescimento das gemas formadas. As giberelinas são um grupo de hormônios que são produzidos nas folhas, nos embriões, nos frutos e nas sementes. As giberelinas têm a função de estimular o alongamento e a divisão celular, sendo seu efeito mais pronunciado sobre o crescimento em altura, além de promoverem a germinação de sementes (aceleram o processo de germinação) e estarem presentes nos processos de florescimento e de maturação dos frutos. A síntese e o teor de giberelinas dependem do controle genético (TAIZ; ZEIGER, 2004).

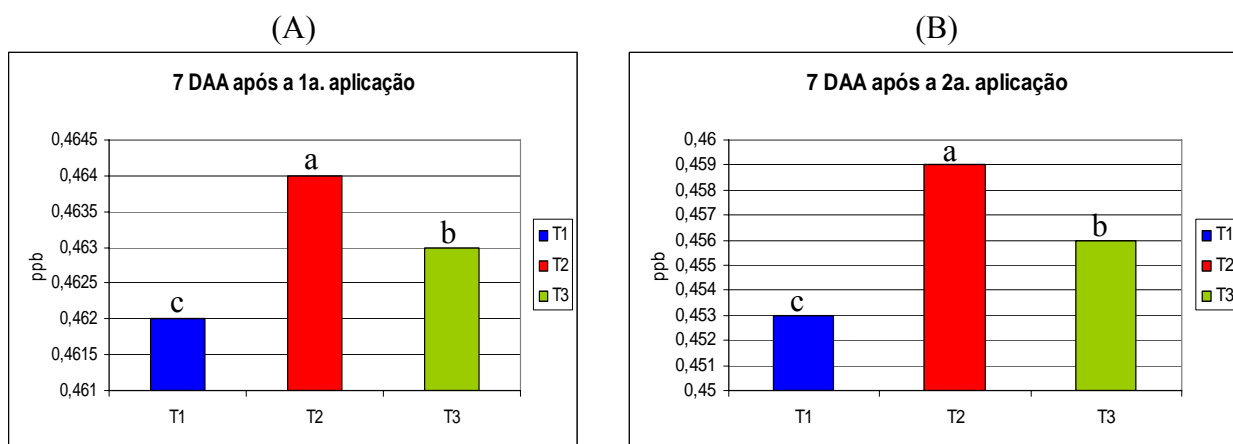


Figura 64 - Atividade da GA₃ (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-8008-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

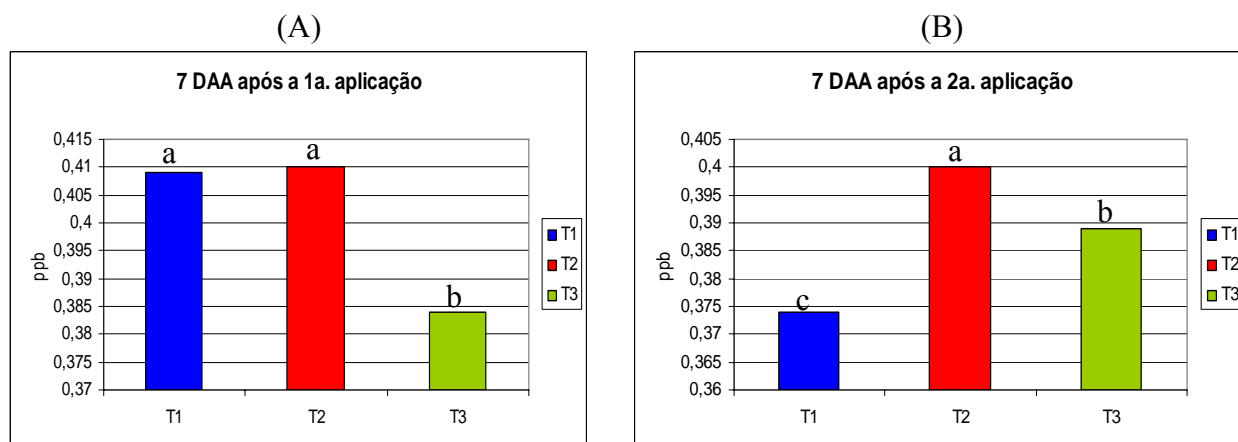


Figura 65 - Atividade da GA₃ (ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + Epxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

4.3.2.3 Auxinas

A aplicação da estrobilurina piraclostrobina ocasionou acréscimo na atividade do ácido indolbutírico nas plantas de soja (Figura 66). O aumento das auxinas aliado ao acréscimo da citocinina observado anteriormente (Figuras 58 a 63) pode ser um fator relevante na manutenção dos tecidos, uma vez que os dois hormônios atuam em muitas rotas relacionadas à divisão e à expansão celular, além da síntese de enzimas de proteção. Essas características provavelmente influenciam de forma positiva na taxa de assimilação de carbono e de nitrogênio e, conseqüentemente, na produção de massa de matéria seca da planta.

Em folhas totalmente expandidas, as auxinas inibem a ação do etileno no processo de senescência foliar. Sendo assim, é importante a folha apresentar uma elevada relação auxina:etileno a fim de diminuir a sensibilidade das células ao etileno, além do alto teor de clorofila e cloroplasto induzido pela citocinina.

O ácido indol-3-acético é responsável pelo alongamento das células vegetais e pelas respostas de crescimento das plantas. Algumas auxinas sintéticas (como p.e. ácido indolbutírico e ácido naftaleno acético) podem ser empregadas como promotoras de crescimento. Entretanto, a mais conhecida auxina é o 2,4D, utilizada como herbicida em concentrações elevadas, inibindo dessa maneira o crescimento da planta. Essa auxina apresenta efeitos diversos como a indução do alongamento e divisão celular, resultando em alterações no desenvolvimento de plantas.

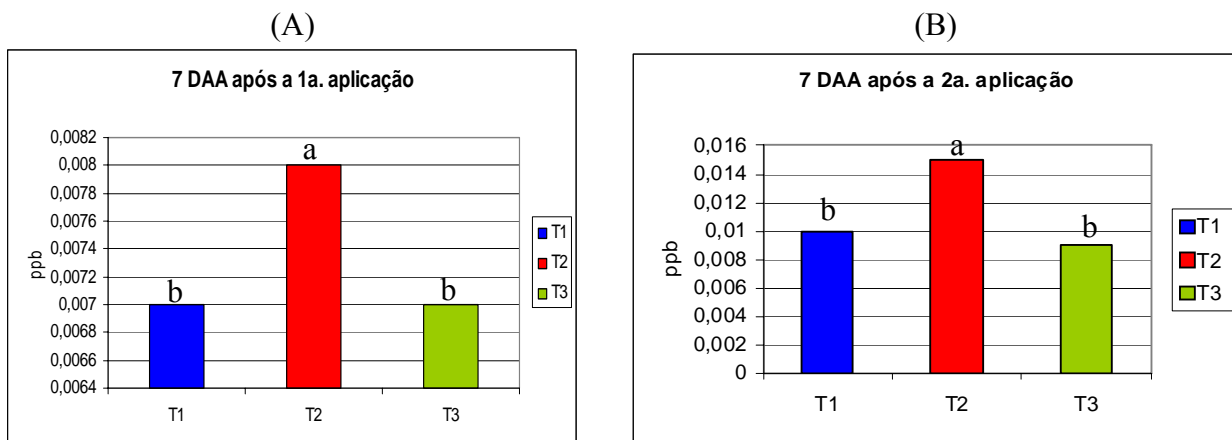


Figura 66 - Atividade da ácido indolbutírico (IBA, em ppb) em plantas de soja, variedade Monsoy-7878-RR, referente aos tratamentos (T) sem aplicação (1) (Controle), com aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol (2) e de Tebuconazol (3) (Triazol), aos 7 dias após a primeira (A) e segunda aplicação (B). ESALQ/USP, Piracicaba-SP. UNESP, Botucatu-SP. Ano 2006

4.3.3 Massa de 1000 grãos

Um dos parâmetros importantes na avaliação de produtividade da cultura de soja é a massa de 1000 grãos. Nos experimentos realizados a campo, notou-se que nas variedades Monsoy-8008-RR e Monsoy-7878-RR a aplicação de estrobilurina incrementou a massa de 1000 grãos (Figuras 67A e 67B, respectivamente).

Esses dados corroboram com os resultados observados por Gooding et al. (2000), os quais testando diferentes fungicidas observaram que a aplicação de estrobilurina em trigo promoveu o incremento da massa de 1000 grãos superior aos fungicidas a base de triazol e morfolinás.

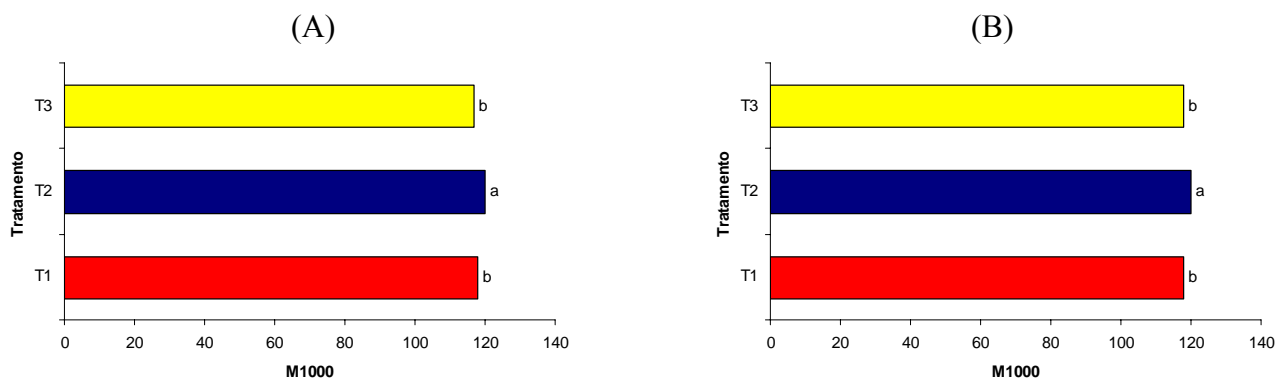


Figura 67 - Massa de 1000 grãos (M100, g por 1000 grãos) de soja referente às variedades cultivadas Monsoy-8008-RR (A) e Monsoy-7878-RR (B). Tratamentos: (T₁) testemunha, (T₂) Piraclostrobina + Epoxiconazol e (T₃) triazol. ESALQ/USP. Piracicaba-SP. Ano 2006

O fato da aplicação de estrobilurina nestas variedades ter promovido aumento da fotossíntese e da atividade da nitrato redutase resultou no maior enchimento de grãos, sugerindo que essa característica seja influenciada por fatores internos relacionados com a aplicação de estrobilurina.

4.3.4 Produtividade

A produtividade das duas variedades estudadas foi superior nos tratamentos que receberam a estrobilurina e triazol (Figuras 68A e 68B). Tanto a Monsoy-8008-RR como a Monsoy-7878-RR apresentaram maior produtividade no tratamento que recebeu a estrobilurina em relação ao tratamento que recebeu triazol e a testemunha sem aplicação (Figura 68).

Analisando apenas os tratamentos T₂ e T₃ observa-se que nas variedades Monsoy-8008-RR e Monsoy-7878-RR o efeito fisiológico da aplicação de estrobilurina ocasionou ganho de 4 sacas por ha⁻¹ e 8 sacas por ha⁻¹, respectivamente (Figuras 68A e 68B, respectivamente).

A testemunha sem aplicação de fungicidas apresentou depleção de produtividade que variou de 10 sacas por ha na variedade Monsoy-7878-RR (Figura 68A) a 19 sacas por ha na variedade Monsoy-7878-RR (Figura 68B) em relação ao T₂. Trabalhos realizados com trigo têm demonstrado incrementos de produtividade nas plantas tratadas com fungicidas a base de estrobilurina, mesmo em cultivos com pequeno aparecimento de doenças (JORGENSEN; HENRIKSEN; NIELSEN, 1999; JONES; BRYSON, 1998).

De acordo com Bertelsen et al. (2001) a maior duração da área foliar é um dos principais efeitos das plantas tratadas com estrobilurinas, devido à diminuição na síntese de etileno e

também no aumento da produção de citocininas. As citocininas podem incrementar o florescimento e a produção de sementes em soja devido a sua atuação na distribuição de fotoassimilados por regular a enzima invertase ligada à parede celular (GERHARD; HABERMAYER; ZINKERNAGEL, 1999).

Aliado a alteração hormonal, longos períodos de atividade fotossintética em folhas verdes, durante o enchimento de grãos tem sido sugeridos como um dos fatores que estão relacionados ao aumento da produtividade em plantas tratadas com estrobilurina. Além disso, o número de sementes por unidade de área possivelmente está relacionada à variação de fotossíntese do dossel durante o florescimento e enchimento de grãos (BREVEDAN; EGLI, 2003). Dessa forma, tratamentos que alteram a fotossíntese líquida, a atividade da nitrato redutase e, conseqüentemente, o acúmulo de fitomassa seca durante este período causa alterações na produtividade final de grãos.

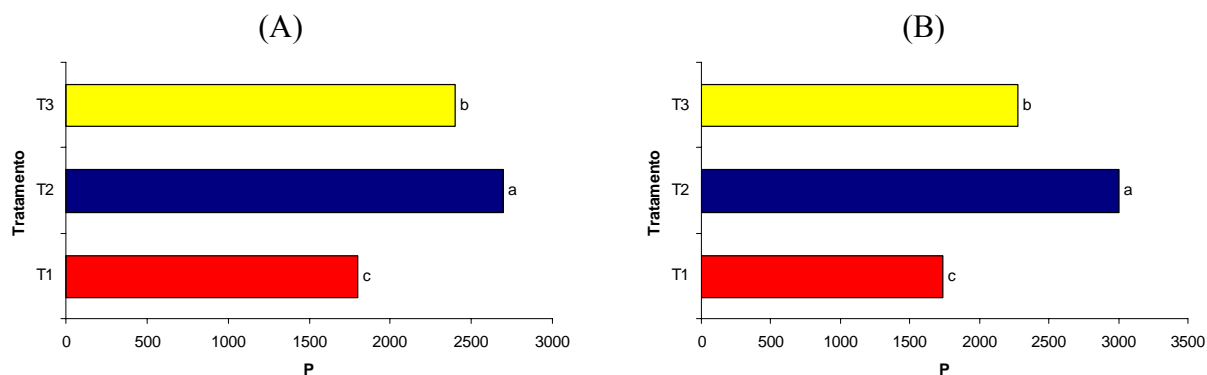


Figura 68 - Produtividade de grãos (P, kg.ha⁻¹) da cultura de soja referente às variedades cultivadas Monsoy-8008-RR (A) e Monsoy-7878-RR (B). Tratamentos: (T₁) testemunha, (T₂) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol e (T₃) triazol. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2006

4.4 Ano 2007

No estágio inicial de desenvolvimento da cultura de soja (V₂-V₃), a aplicação da estrobilurina piraclostrobina + epoxiconazol ocasionou aumento na taxa fotossintética e na atividade da enzima nitrato redutase até os 7 DAA (Figuras 69A e 70A). A fotossíntese líquida apresentou maior incremento aos 7 DAA (14% em relação ao controle) (Figura 69A) e a atividade da enzima nitrato redutase ao 0 DAA (95% em relação ao controle) (Figura 70A).

O incremento na taxa fotossintética está relacionada a inibição parcial na respiração celular ocasionada pela estrobilurina. Como esse processo causa decréscimo no ponto de compensação de

CO₂, esse fenômeno eventualmente conduz a maior eficiência fotossintética nas plantas (RETZLAFF, 1995).

Nota-se que nos tratamentos com a aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol a inibição parcial da respiração foi mantida até os 10 DAA, coincidindo com o período em que a ANR apresentou acréscimo na sua atividade. Possivelmente, a relação observada entre taxa respiratória e atividade da enzima nitrato redutase é alicerçada na seguinte hipótese. A inibição da respiração, proporciona a acidificação no pH do citosol, e assim aumenta a atividade da enzima nitrato redutase (GLAAB; KAISER, 1999). Trabalhos realizados por Glaab e Kaiser (1999) demonstraram forte efeito na ativação da NADH-nitrato redutase quando foi utilizado Kresoxim-metil (fungicida a base de estrobilurina) em folhas de espinafre.

A respiração da folha foi parcialmente inibida até os 10 DAA (Figura 69B), sendo o efeito máximo aos 3 DAA (20% menor em comparação ao controle), enquanto que a produção de etileno sofreu um decréscimo progressivo até os 18 DAA (Figura 69B), quando esta variável apresentou os menores valores (68% comparado ao controle).

Sendo assim, o incremento na atividade fisiológica proporcionada pela aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol na cultura de soja no estágio inicial pode auxiliar no estabelecimento da cultura uma vez que a produtividade da cultura depende da sua habilidade em interceptar radiação solar e produzir fotoassimilados (PACHEPSKY et al., 2002).

No estágio V₈-V₉, observou-se efeito da estrobilurina piraclostrobina + epoxiconazol até os 7 DAA para fotossíntese (Figura 71A), comportamento semelhante ao verificado em V₂-V₃, entretanto, para respiração foliar não foi observado efeito (Figura 71B). Normalmente quanto maior a taxa fotossintética menor é a concentração interna de CO₂ nas células do mesofilo, ocasionando assim maior abertura dos estômatos (BUCHANAN; GRUÍSSEM; JONES, 2000).

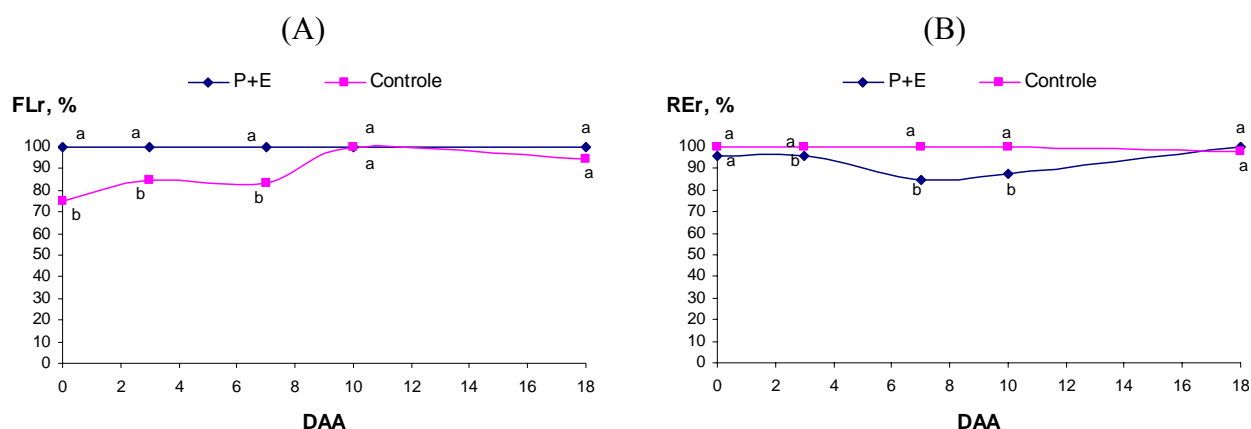


Figura 69 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da fotossíntese líquida (A) (FLr, %) e da respiração (B) (REr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₂-V₃. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007

No estágio V₈-V₉ as plantas situavam-se próximo ao florescimento e, portanto, a elevada taxa fotossintética, provavelmente ocasionou incremento na expansão foliar. Desta forma, o incremento na taxa fotossintética proporcionada pela aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol neste estágio pode ocasionar acréscimo na taxa de crescimento e na área foliar, o que beneficiaria a planta durante a fase reprodutiva, que é considerada a mais importante para a produtividade de grãos (BREVEDAN; EGLI, 2003).

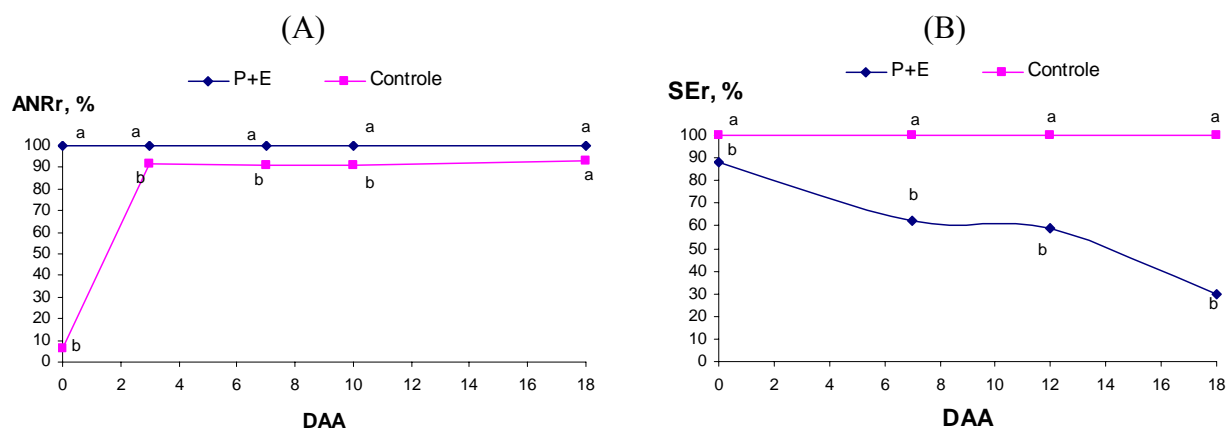


Figura 70 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em plantas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₂-V₃. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007

O incremento na atividade da enzima nitrato redutase ocorreu até os 18 DAA, porém com maiores diferenças dos 7 aos 18 DAA (Figura 70A). Após a aplicação da estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol ocorre decréscimo no pH do citosol devido à inibição parcial no transporte de elétrons na mitocôndria, isso reflete em aumento da atividade da enzima nitrato redutase (FAGAN, 2007).

A redução de nitrato pela enzima nitrato redutase nas folhas é responsável em grande parte pelo acúmulo de nitrogênio na planta durante o estágio vegetativo, alcançando o valor máximo durante o florescimento (THIBODEAU; JAWORSKI, 1975). Possivelmente o maior incremento de nitrogênio proporciona maior acúmulo de massa de matéria seca na planta, a qual é redistribuída para os órgãos reprodutivos.

Em relação a síntese de etileno o comportamento foi semelhante ao observado no V₂-V₃, no entanto, os maiores decréscimos ocasionados pela estrobilurina foram observados ao 0 e 6 DAA (Figura 70B). A inibição parcial foi de 40, 60 e 17% em relação a testemunha aos 0, 6 e 16 DAA, respectivamente (Figura 70B).

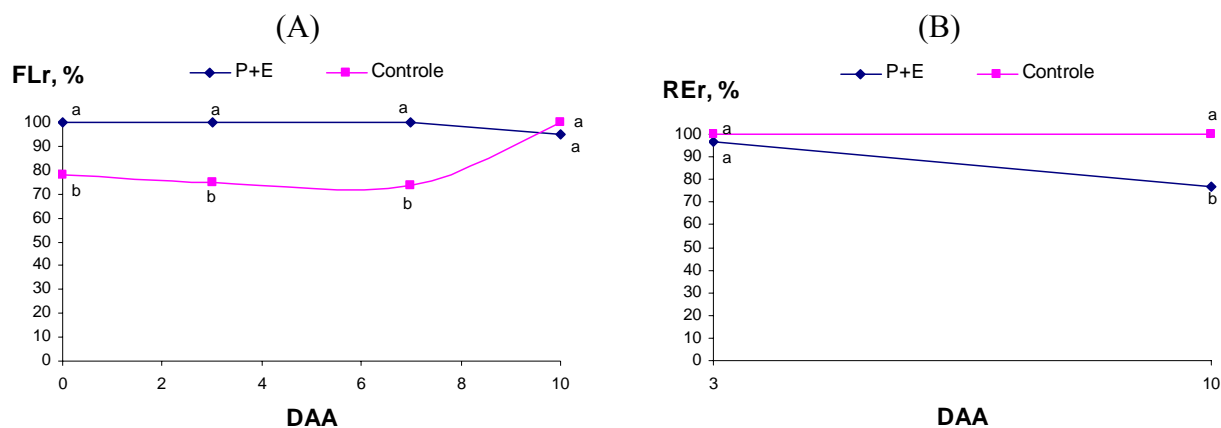


Figura 71 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da fotossíntese líquida (A) (FLr, %) e da respiração (B) (RE, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₈-V₉. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007

A inibição da síntese de etileno é um fator importante, pois o estresse causado por este hormônio prejudica a produção de grãos, pela promoção da senescência foliar diminuindo a produção de assimilados para o enchimento de grãos (VENÂNCIO et al., 2003).

No florescimento (estádio R₁-R₂), o incremento na atividade fisiológica ocorreu até os 10 DAA para fotossíntese (Figura 71A). O maior incremento ocorreu aos 3 DAA, valores acrescidos de 2,1 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de CO₂. Para a respiração, a maior inibição parcial foi verificada aos 10 DAA

($0,8 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de CO_2 em relação à testemunha). De acordo com Fagan (2007), o aumento da fotossíntese líquida e o decréscimo na respiração nesse período podem explicar o incremento de produtividade em plantas tratadas com a estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol.

Em relação à assimilação de nitrogênio, observou-se incremento na atividade da nitrato redutase até os 18 DAA (Figura 72A). Esses dados revelam uma superioridade no tempo de ação do produto em relação aos valores encontrados por Köhle et al. (2002) em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Os autores pulverizaram as plantas com Piraclostrobina + epoxiconazol, em doses normalmente usadas para o controle de fungos a campo ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ de ingrediente ativo) e observaram que uma redução de nitrato *in vivo*, cerca de 100% durante o período noturno. Esse incremento na redução do nitrato persistiu por três noites após uma única aplicação de Piraclostrobina + epoxiconazol.

O aumento prolongado da atividade da nitrato redutase ocasionada pela estrobilurina no período de florescimento é importante para o crescimento de grãos, pois nesta fase a planta apresenta uma diminuição da fixação biológica devido a inversão de dreno que ocorre na planta (FERGUNSON et al., 2007). Associado a esse desempenho, a diminuição na síntese de etileno mantida até os 16 DAA possibilita a planta a manter um período maior de acúmulo de fotoassimilados, que posteriormente serão alocados para os grãos.

A retenção foliar é um dos principais efeitos característicos das plantas tratadas com estrobilurinas devido a diminuição da síntese de etileno (BERTELSEN; NEERGAARD; SMEDEGAARD-PETERSEN, 2001). Alterações hormonais juntamente com longos períodos de atividade fotossintética durante o enchimento de grãos, tem sido sugerido como um dos fatores relacionados com o aumento da produtividade em plantas tratadas com a estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol (FAGAN, 2007).

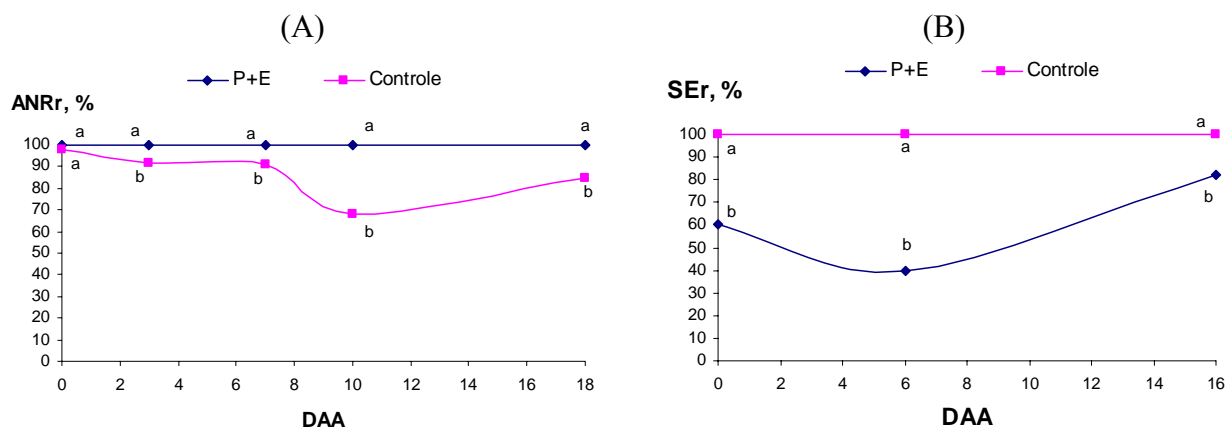


Figura 72 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio V₈-V₉. ESALQ/USP, Piracicaba-SP, Ano 2007

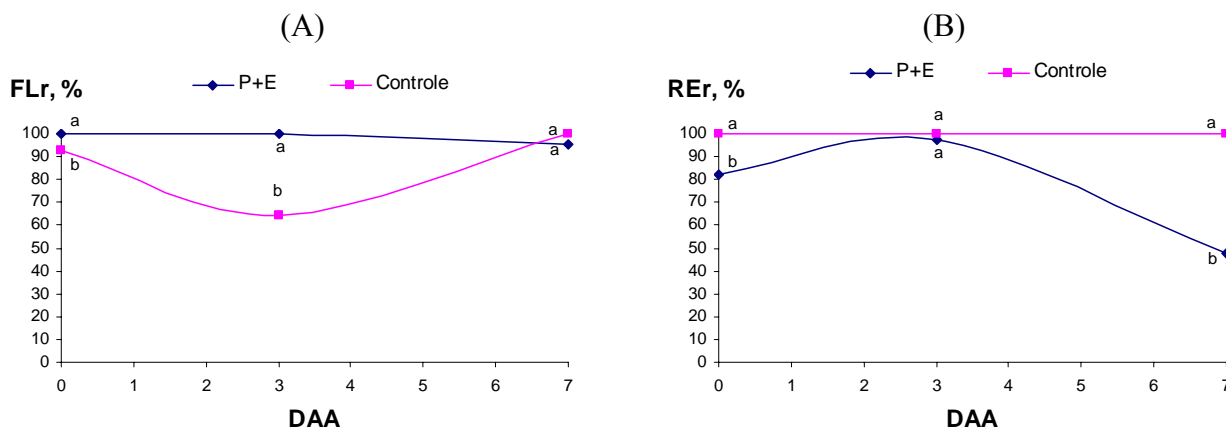


Figura 73 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da Fotossíntese líquida (A) (FLr, %) e da respiração (B) (REr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol no estágio R₁. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007

Durante o enchimento de grãos (estádio R_{5.1}) o efeito da estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol ocorreu apenas aos 7 DAA para a fotossíntese líquida e respiração (Figura 73). A estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol acresceu a taxa de assimilação de CO₂ em 2,4 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na fotossíntese líquida (Figura 73A), enquanto que na respiração celular a inibição parcial foi de 0,9 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 73B).

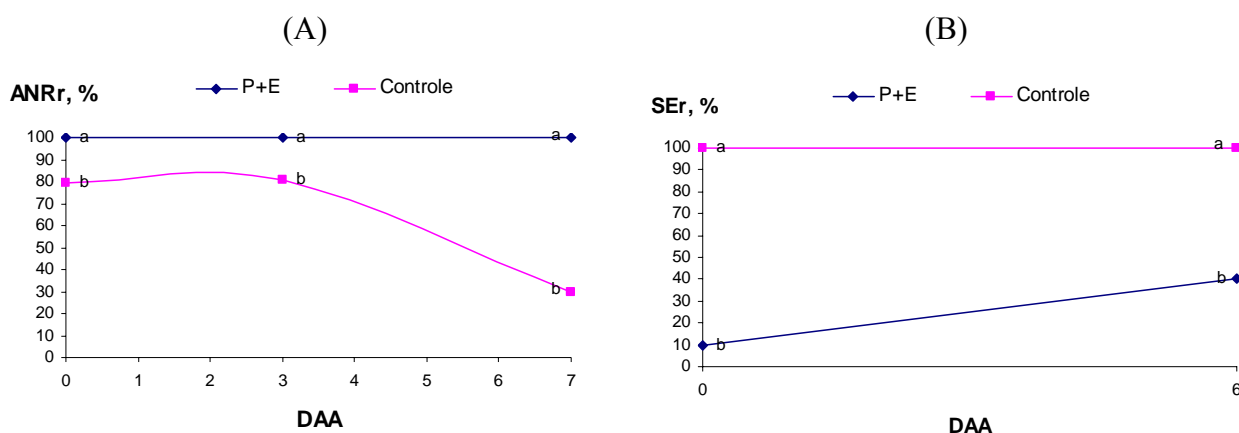


Figura 74 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol no estágio R₁. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007

O aumento na atividade da enzima nitrato redutase ocorreu somente até o 3 DAA quando a estrobilurina piraclostrobina + epoxiconazol foi aplicada (Figura 74A). Esse desempenho é devido à menor atividade da enzima neste estágio e, portanto torna-se mais difícil de se observar as diferenças entre tratamentos. Durante o enchimento de grãos a redução do nitrato e a fixação biológica da cultura de soja declina e o nitrogênio é redistribuído para órgãos de grande demanda (frutos), sendo considerado um mecanismo de controle de senescência em soja (GUFFY; VASILAS; HESKETH, 1992).

A síntese de etileno também sofreu inibição com a utilização da estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol, porém essa se estendeu até 16 DAA (Figura 74B). Em função da proximidade da senescência, a síntese de etileno foi incrementada antecipadamente em relação aos estádios anteriores, as quais se caracterizavam como de crescimento. Sendo esta uma das possíveis razões que explicam a diferenciação entre os tratamentos por um período mais prolongado.

Mesmo que nesta fase o incremento da assimilação de carbono e nitrogênio seja menor em relação aos estádios anteriores, o aumento da assimilação desses compostos observados nas fases anteriores podem ser acumulados nas folhas e caules, sendo translocados para os grãos a partir do estágio R_{5.1}. Desta forma, a utilização dessas reservas aliado a menor taxa de senescência (inibição parcial na síntese de etileno) mantém a taxa de crescimento de grãos e assim pode incrementar a massa dos mesmos.

Na cultura de soja, a maior demanda de nitrogênio é compreendida do início do florescimento até o período final de enchimento de grãos. Sendo assim, incrementos no metabolismo do nitrogênio, devido ao aumento da atividade da enzima nitrato redutase, aliado ao aumento da fotossíntese líquida, auxiliam na potencialização da produtividade de grãos de plantas de soja tratadas com estrobilurinas (FAGAN, 2007).

Analisando a resposta fisiológica da variedade cultivada Conquista, nos tratamentos com aplicação de estrobilurina piraclostrobina + epoxiconazol na fase vegetativa (Figuras 69 a 72) e reprodutiva (Figuras 73 a 76), considerando a média dos valores das avaliações dentro de cada fase, nota-se que nos estádios V_2 - V_3 (Figura 69A) e V_8 - V_9 (Figura 71A), o incremento na atividade fotossintética em relação ao controle foi de aproximadamente 4,33 e 3,66 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de CO_2 , respectivamente até os 7 DAA, enquanto que na fase reprodutiva, R_1 (Figura 73A) e $R_{5,1}$ (Figura 75A), esse incremento médio foi de 2,0 e 1,2 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de CO_2 , respectivamente. A inibição parcial na respiração foi mais efetiva na fase reprodutiva, com decréscimos de 0,45 e 1,00 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de CO_2 , para os estádios R_1 (Figura 73B) e $R_{5,1}$ (Figura 75B), respectivamente, contra 0,3 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de CO_2 no estágio V_2 - V_3 (Figura 69B).

A fase vegetativa apresenta elevada taxa fotossintética destinada a formação de novos tecidos, portanto é esperado que a fotossíntese apresente maior resposta nesta fase em relação a reprodutiva. Considerando a respiração, podemos observar um efeito inverso, provavelmente devido ao acréscimo na respiração de senescência na testemunha estimulada pelo aumento na síntese de etileno em relação ao tratamento com a estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol, que possivelmente proporcionou maior diferença entre os tratamentos.

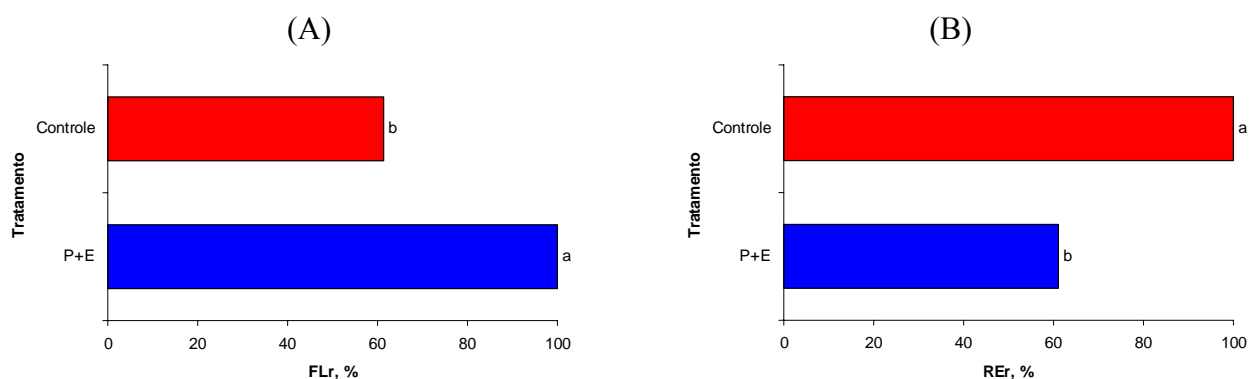


Figura 75 - Valores relativos de (A) Fotossíntese líquida (FLr, %) e de (B) respiração (REr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio R₁, aos sete dias após a primeira aplicação. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007

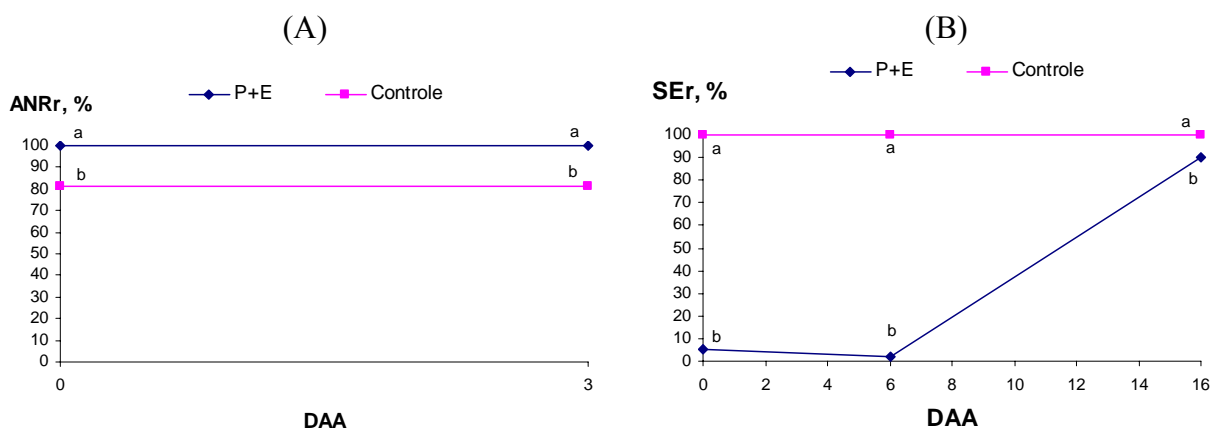


Figura 76 - Variação temporal (DAA - dias após a aplicação) dos valores relativos da atividade da enzima nitrato redutase (A) (ANRr, %) e da síntese de etileno (B) (SEr, %) em folhas de soja (cv. Conquista), nos tratamentos com (P+E) e sem (Controle) aplicação de Piraclostrobina + Epoxiconazol no estágio R_{5.1}. ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Ano 2007

Em relação atividade da nitrato redutase a estrobilurina piraclostrobina + epoxiconazol promoveu maior acréscimo quando aplicada na fase reprodutiva em relação a vegetativa. Os valores em média 29 e 15% superiores em relação a testemunha na fase vegetativa nos estádios V₂-V₃ (Figura 68A) e V₈-V₉ (Figura 70A), respectivamente, enquanto que na fase reprodutiva obteve-se uma superioridade média de 38% no estágio R₁ e 20% no estágio R_{5.1} (Figuras 74A e 76A, respectivamente).

A maior assimilação de nitrogênio ocorre durante o florescimento da soja (WYCH; RAIS, 1978), comportamento que explica em parte a maior diferença observada entre os tratamentos

nesta fase. Portanto, o acréscimo e 38% pode ser fundamental na aquisição e sua posterior remobilização para os grãos.

O etileno apresentou uma inibição parcial nas plantas tratadas com estrobilurina Piraclostrobina + epoxiconazol de 41 e 40% nos estádios V₂-V₃ (Figura 68B) e V₈-V₉ (Figura 70B), respectivamente, na fase vegetativa. Contudo, a maior inibição parcial ocorreu na fase reprodutiva com decréscimos de 74% no estágio R₁ e 72%, no estágio R_{5.1} (Figuras 74B e 76B, respectivamente). Na fase reprodutiva as plantas apresentam elevada taxa de senescência foliar, que normalmente é destinada aos órgãos drenos preferenciais (frutos) (BUCHANAN; GRUÍSSEM; JONES, 2000). Isso explica a alta taxa de síntese de etileno, hormônio que auxilia na remobilização das reservas em tecidos senescentes. Sendo assim é esperado que nesta fase a diferença entre os tratamentos seja maior do que na fase vegetativa, situação que comprova o aumento de retenção foliar encontrada nas plantas em condição de campo.

4.5 Modelo conceitual

O modelo apresentado na Figura 77 ilustra o efeito fisiológico da utilização do fungicida Piraclostrobina na cultura de soja. O efeito combinado no metabolismo da planta e na tolerância ao estresse explicam o porquê da obtenção de maiores produtividades.

Em função dos resultados obtidos, verifica-se que o fungicida Piraclostrobina promove: (i) a diminuição da respiração e, conseqüentemente, o aumento da fotossíntese líquida; (ii) o aumento da atividade da enzima nitrato redutase (melhora a eficiência de assimilação de nitrogênio); (iii) a diminuição da produção de etileno e, conseqüentemente, reduz senescência e queda de folhas; (iv) o aumento da fitomassa seca total; (v) o aumento da área foliar; (vi) o aumento do teor de clorofila (*efeito verde*); (vii) aumento da tolerância ao estresse; e (viii) a diminuição da incidência de *Phomopsis* spp. e de *Cercospora kikuchii*, bem como apresentou uma tendência de aumento do teor de óleo na semente.

Portanto, verificou-se que o fungicida Piraclostrobina apresenta efeito fisiológico que maximiza a produtividade de grãos. A utilização do referido fungicida nas doses recomendadas acarreta efeito fisiológico benéfico com aumento da produtividade de grãos e melhoria da qualidade do produto final.

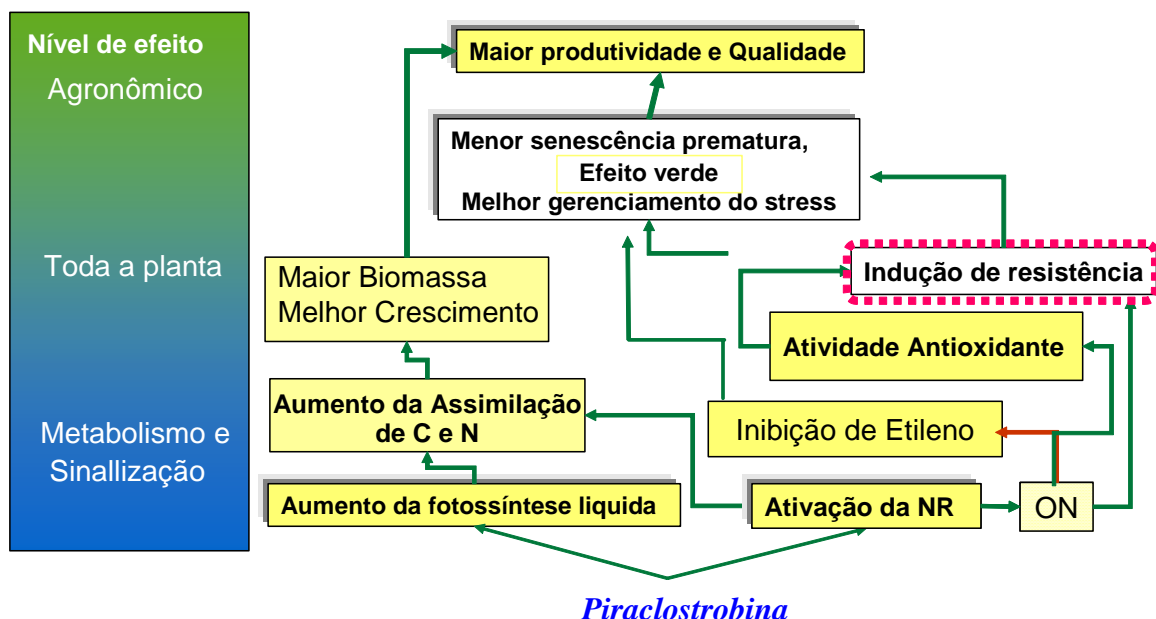


Figura 77 - Modelo conceitual referente ao efeito fisiológico da utilização do fungicida Piraclostrobina na cultura de soja

4.6 Considerações finais

A influência da Piraclostrobina no metabolismo das plantas cultivadas apresenta fundamento científico.

Os fungicidas continuarão sendo utilizados para viabilizar a exploração racional da cultura minimizando perdas devido à ação de fitopatógenos, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental por otimizar o uso dos recursos naturais (C, H, O e N, principalmente) de forma mais eficiente.

A experimentação agrícola (laboratório, casa de vegetação e campo) norteia as ações de manejo agregando benefícios que, além de apresentar um eficiente controle de patógenos, propicia à planta otimização dos mecanismos de defesa e do metabolismo (*efeitos fisiológicos*) possibilitando a obtenção de maiores produtividades e de produtos de melhor qualidade.

5 CONCLUSÃO

Em função dos resultados obtidos, pode-se concluir que o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol apresenta efeitos fisiológicos benéficos que maximizam a produtividade de grãos e melhora a qualidade do produto final devido aos seguintes fatos: (i) aumento da fotossíntese líquida; (ii) aumento da atividade da enzima nitrato redutase (melhoria da eficiência de assimilação de nitrogênio); (iii) diminuição da produção de etileno e, conseqüentemente, redução da senescência e da queda de folhas; (iv) aumento da fitomassa seca total; (v) aumento da área foliar; (vi) aumento do teor de clorofila (*efeito verde*); (vii) diminuição da atividade da enzima polifenoloxidase; (viii) aumento dos teores de citocininas, representadas pela zeatina e isopentil-adenina, livres ou conjugadas com ribosídeo; (ix) aumento do teor de giberelinas (GA₃) e do ácido indolbutírico; (x) aumento da atividade das enzimas antioxidantes, como da peroxidase, superóxido dismutase e catalase resultando na melhoria da performance da cultura em ambientes com maior estresse abiótico; (xi) diminuição da incidência de patógenos na semente, como *Phomopsis* spp. e *Cercospora kikuchii* e (xii) tendência de aumento do teor de óleo na semente.

REFERÊNCIAS

- ABELES, F. B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT JR, M. E. **Ethylene in Plant Biology**. 2.ed. São Diego: Academic Press, 1992. 414p.
- AGRIANUAL 2008: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. p.443-747.
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**, San Diego: Academic Press, 1997. 635p.
- ALLAIN, C.C.; POON, L.S.; CHAN, C.S.; RICHMOND, W.; FU, P.C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Advances in Clinical Chemistry**, New York, v.20, p.470-475, 1974.
- AMMERMANN, E.; LORENZ, G.; SCHELBERGER, K.; MUELLER, B.; KIRSTGEN, R.; SAUTER, H. In: BCPC CONFERENCE, PESTS AND DISEASES, 2000. **Proceedings...** Brighton, 2000. p.541-548.
- ANDERSON, M.D.; PRASAD, T.K.; STEWART, C.R. Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotylus of maize seedlings. **Plant Physiology**, Washington, v.109, p.1247-1257, 1995.
- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas** - guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 7 ed. São Paulo: Org. Andrei Ed., 2005. 1141p.
- BADAWI, G.H.; YAMAUCHI, Y.; SHIMADA, E.; SASAKI, R.; KAWANO, N.; TANAKA, K.; TANAKA, K. Enhanced tolerance to salt stress and water deficit by overexpressing superoxide dismutase in tobacco (*Nicotiana tabacum*) chloroplasts. **Plant Science**, Chicago, v.166, n.4, p.919-928, 2004.
- BAILEY, A.; MUELLER, E.; BOWYER, P. Polyamine auxotrophs of *Stagonospora (Septoria) nodorum* created by disruption of ornithine decarboxylase are reduced in virulence towards wheat. In: LYR, H.; RUSSEL, P.E.; DEHNE, H.W.; SISLER, H.D. **Modern fungicides and antifungal compounds II**. Andover: Intercept, 1999. p.209-216.
- BARTLETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; GODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HAMER, M.; PARR-DOBRZANSKI, B. Review: The strobilurins fungicides. **Pest Management Science**, London, v.58, n.7, p.649-662, 2002.
- BARTOSZ, G. Oxidative stress in plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, Warsaw, v.19, p.47-64, 1997.
- BAUMER, M.; BEHN, A; DOLESCHER, P.; FINK, K.; WYBRANIETZ, J. Notreife durch parasitäre Blattverbraunung. **Getreide**, Munich, v.7/2, p.92-97, 2001.
- BECK, C.; OERKE, E.C.; DEHNE, H.W. Impact of strobilurins on physiology and yield formation of wheat. **Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwk Toegep Biol Wet**, Bonn, v.67, n.2, p.181-187, 2002.

BERTELSEN, J.R.; NEERGAARD, E. de; SMEDEGAARD-PETERSEN, V. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. **Plant Pathology**, Oxford, v.50, p.190-250, 2001.

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

BOLWELL, G.P. Role of active oxygen species and NO in plant defense responses. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.2, p.287-294, 1999.

BOWLER, C.; VAN MONTAGU, M.; INZÉ, D. Superoxide dismutase and stress tolerance. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.43, p.83-116, 1992.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DA REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BREVEDAN, R.E.; EGLI, D.B. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. **Crop Science**, Madison, v.43, p.2083-2088, 2003.

BROILLET, M.C. S-Nitrosylation of proteins. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v.55, n.8/9, p.1036-1042, 1999.

BRYSON, R.J.; LEANDRO, L.; JONES, D.R. The physiological effects of kresoxim-methyl on wheat leaf greenness and the implication for crop yield. In: **BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE - PESTS AND DISEASES**, 2000. Farnham. **Proceedings...** Farnham: British Crop Protection Council, 2000. p.739-747.

BUCHANAN, B.B.; GRUÍSSEM, W.; JONES, R.L. Biochemistry and molecular biology of plants. **American Society of Plant Physiologists**, Rockville, v.3, 1367p. 2000.

CAKMAK, I.; HORST, W.J. Effect of aluminum on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.83, p.463-468, 1991.

CAMPOS, A.D.; SILVEIRA, E. M. L. Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas. **Comunicado Técnico**, 3ª ed., Pelotas, RS, 2003, 3p.

CANO, M.P.; ANCOS, B.; MATAALLANA, M.C.; CÁMARA, M.; REGLERO, G.; TABERA, J. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.59, p.411-419. 1977.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADEV, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, v.6, p.71-80, 1975.

CAVALCANTI, J.J.V.; WILKINSON, M.J. The first genetic maps of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.157, n.1/2, p.131-143, 2007.

- CHANCE, B.; MAEHLI, A.C. Assay of catalases and peroxidases. **Methods in Enzymology**, San Diego, v.2, p.764-775, 1955.
- CHAPARZADEH, N.; AMICO, M.; NEJAD, R.K.; IZZO, R.; IZZO, F.N. Antioxidative responses of *Calendula officinalis* under salinity conditions. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v.42, n.9, p.695-701, 2004.
- CHIVASA, S.; CARR, J.P. Cyanide restores N gene-mediated resistance to tobacco mosaic virus in transgenic tobacco expressing salicylic acid hydroxylase. **The Plant Cell**, Baltimore, n.10, p.1489-1498, 1998.
- CLARK, B.; LEANDRO, L. Physiological, disease control and yield effects of kresoxim-methyl. **The Agronomist**, Bethesda, v.2, p.15-17, 1998.
- CLARK, D.C. Agronomic implications of some morphological and biochemical effects of Trifloxistrobin in wheat growing. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Leverkusen, v.56, n.2, p.281-296, 2003.
- DARDIS, J.V.; WALSH, E.J. Control of *Fusarium* head blight in wheat under Irish growing conditions: current situation and future prospects. **Proceedings of the Royal Irish Academy**, Dublin, v.102B, n.2, p.93-103, 2002.
- DEMPSEY, D.A.; SHAH, J.; KLESSIG, D.F. Salicylic acid and disease resistance in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.18, p.547-575, 1999.
- DUNNE, B. Strobilurin use on cereals. **Crop Protection**, Guildford, v.23, p.17-20, 2005.
- DURNER, J.; WENDEHENNE, D.; KLESSIG, D.F. Defense gene induction in tobacco by nitric oxide, cyclic GMP, and cyclic ADP-ribose. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.95, p.10328-10333, 1998.
- DUTILLEUL, C.; GARMIER, M.; NOCTOR, G.; MATHIEU, C.; CHETRIT, P.; FOYER, C.H.; DE PAEPE, R. Leaf mitochondria modulate whole cell redox homeostasis, set antioxidant capacity, and determine stress resistance through altered signaling and diurnal regulation. **The Plant Cell**, Baltimore, n.15, p.1212-1226, 2003.
- DUTZMANN, S.; HAYAKAWA, H.; OSHIMA, A.; SUTY-HEINZE, A. Fluoxastrobin: the leaf-systemic, broad spectrum strobilurin. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Leverkusen, v.57, p.415-435, 2004.
- EHR, R.J.; KEMMITT, G. **Periodic table of the fungicides**. Indianapolis: Dow Agrosciences. 2002. 1v.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de Produção de Soja – Paraná 2005**. Londrina, 2005. 1v. (Sistemas de Produção, 5.)
- EMBRAPA. <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta>. Londrina. 2004. Acesso em: 14 jan. 2004a.

- EMBRAPA. Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil, 2004/2005. Londrina. 2004b. 245p.
- FAGAN, E.B. **A cultura da soja**: modelo de crescimento e aplicação de estrobilurina. 2007. 84p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ, Piracicaba, 2007.
- FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v.18, n.1, p.23-36, 2006.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**, Iowa: Agricultural Experimental Station, 1977. 81p. (Spec. Rep.).
- FERGUNSON, B.R.; SHAPIRO, C.A.; DOBERMANN, A.R.; WORTMANN, C.S. Fertilizer recommendations for soybeans. **Published by University of Nebraska-Lincoln extension, Institute of Agriculture and natural Resources**, p.1-4, 2007. Disponível em: <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g859/build/g859.pdf>. Acesso em: 10 out. 2007.
- FORCELINI, C.A. Fungicidas inibidores da síntese de esteróis. I. Triazóis. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, v.2, p.335-355, 1994.
- FUJIMURA, M.; OEDA, K.; INOUE, H.; KATO, T. Mechanism of action of *N*-phenyl-carbamates in benzimidazole-resistant *Neurospora* strains. In: GREEN, M.B.; LEBARON, H.M.; MOBERG, W.K. **Managing resistance to agrochemicals**. Washington: ACS. 1990. p.224-236.
- GAN, Y.; STULEN, I.; VAN KEULEN, H.; KUIPER, P.J.C. Low concentrations of nitrate and ammonium stimulate nodulation and N₂ fixation while inhibiting specific nodulation (nodule DW g⁻¹ root dry weight) and specific N₂ fixation (N₂ fixed g⁻¹ root dry weight) in soybean. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.28, p.281-292, 2004.
- GAO, S.; YAN, R.; CAO, M.; YANG, W.; WANG, S.; CHEN, F. Effects of copper on growth, antioxidant enzymes and phenylalanine ammonia-lyase activities in *Jatropha curcas* L. seedling. **Plant Soil Environment**, Orono, v.54, p.117-22, 2008.
- GERHARD, M.; HABERMAYER, J.; ZINKERNAGEL, V. The impact of strobilurins on plant vitality on winter wheat under field conditions. In: LYR, H.; RUSSEL, P.E.; DEHNE, H.W.; SISLER, H.D. **Modern fungicides and antifungal compounds II**. Andover: Intercept, 1999. p.197-208.
- GIAGRO. <http://www.giagro.com.br/g10/app.php>. Brasília. 2008. Acesso em: 21 dez. 2008.
- GILLILAND, A.; SINGH, D.P.; HAYWARD, J.M.; MOORE, C.A.; MURPHY, A.M.; YORK, C.J.; SLATOR, J.; CARR, J.P. Genetic modification of alternative respiration has differential effects on antimycin A-induced versus salicylic acid induced resistance to Tobacco mosaic virus. **Plant Physiology**, Rockville, v.132, p.1518-1528, 2003.
- GLAAB, J.; KAISER, W.M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide Kresoxim-methyl. **Planta**, Berlin, v.207, p.442-448, 1999.

- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970 (Agricultural Handbook, 379).
- GOODING, M.J.; DIMMOCK, J.P.R.E.; FRANCES, J.; JONES, S.A. Green leaf area decline of wheat flag leaves; the influence of fungicides and relationships with mean grain weight and grain yield. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.136, p.77-87, 2000.
- GRIMME, W.; TIEDEMANN, A.V. Physiological leaf spots (PLS) in winter wheat – etiology, significance and potential control with fungicides. Disponível em: <<http://wwwuser.gwdg.de/~instsphyt/app/grimme/eng/forschung-e.htm>> Acesso em: 2 maio 2005.
- GROSSMANN, K. The mode of action of auxin herbicides: a new ending to a long, drawn out story. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v.5, p.506-508, 2000.
- GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; RETZLAFF, G. Regulation of phytohormone levels, leaf Senescence and transpiration by the Strobilurin Kresoxim-methyl in Wheat (*Triticum aestivum*), **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.154, p.S.805-808, 1999.
- GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pesticide Science**, Oxford, v.50, p.11-20, 1997.
- GUERZONI, R.A. **Efeito das doenças foliares de final de ciclo (*Septoria glycyini* Hemmi e *Cercospora kikuchii* Matsu & Tomoyasu Gardner), na duração da área foliar sadia da soja**. 2001. 49p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior "Luiz de Queiroz", ESALQ, Piracicaba, 2001.
- GUFFY, R.D.; VASILAS, B.L.; HESKETH, J.D. Nitrogen partitioning and net photosynthesis in soybean genotypes differing in seed filling duration and source. **Biotronics**, Fukuoka, v.21, p.1-10, 1992.
- GUTIERREZ-CIRLOS, E. B.; MERBITZ-ZAHRADNIK, T.; TRUMPOWER, B.L. Failure to insert the iron-sulfur cluster into the rieske iron-sulfur protein impairs both center N and center P of the cytochrome bc1 complex. **Journal Biological Chemistry**, Rockville, v.277, p.50703-50709, 2002.
- HABERMEYER, J.; GERHARD, M.; ZINKERNAGEL, V. The impact of strobilurins on the plant physiology of wheat. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 7., 1998. Glasgow. **Proceedings...** Glasgow: Br. Society Plant Pathology. 5.6.3, 1998.
- HAIKOWSKI, M.; PASCALE, M.; PERRONE, G.; PANCALDI, D.; CAMPAGNA, C.; VISCONTI, A. Effect of fungicides on the development of Fusarium head blight, yield and deoxynivalenol accumulation in wheat inoculated under field conditions with *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum*. **Journal of the science of food and agriculture**, London, v.85, n.2, p.191-198, 2005.
- HARDY, R.W.F; HAVELKA, U.D. Photosynthate as a major factor limiting nitrogen fixation by field grown legumes with emphasis on soybeans. In: NUTMAN, P.S. (Ed.) **Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants**, Cambridge: University Press, 1971. p.421-439. (IBP 7)

HARPER, J. Nitrogen fixation-Limitations and Potential. In: HAROLD K. KAUFFMAN (Ed.). **WORLD SOYBEANS RESEARCH CONFERENCE**, 6., 1999. Chicago. **Proceeding...** Chicago, Illinois, 1999. p.235-243.

HARPER, J.E. Soil and symbiotic nitrogen requirements for optimum soybeans production. **Crop Science**, Madison, v.14, p.255-260, 1974.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; TSCHANZ, A.T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**, Saint Paul, v.75, n.6, p.506-600, 1991.

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

HEIFFIG, L.C. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ, Piracicaba, 2002.

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

HERSHMAN, D.; JOHNSON, D.; HERBEK, J. Quadris and Warrior use on soybean: a means of capturing additional yield? Disponível em <http://www.uky.edu/Agriculture/kpn/kpn_04/pn040209.htm#soybeans> Acesso em: 14 maio 2005.

HEWITT, H.G. **Fungicides in crop protection**. Oxon, UK: CAB International, 1998. 221p.

INSKEEP, W.P.; BLOOM, P.R. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N, N Dymethylformamide and 80% acetone. **Plant Physiology**, Rockville, v.77, p.483-485. 1985.

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

JABS, T.; SLUSARENKO, A.J. In: SLUSARENKO, A.; FRASER, R.S.S.; VAN LOON, L.C. (Ed.). **Mechanisms of Resistance to Plant Diseases**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p.279-323.

JENKIN, J.F.; BATEMAN, G.L.; GUTTERIDGE, R.J.; EDWARDS, S.G. Effects of foliar sprays of azoxistrobina on take-all in wheat. **Annual of Applied Biology**, Hoboken, v.137, n.2, p.99, 2000.

JIMÉNEZ, A.; HERNÁNDEZ, J.A.; PASTORI, G.; DEL RIO, L.A.; SEVILLA, F. Role of ascorbate-glutathione cycle of mitochondria and peroxisomes in the senescence of pea leaves. **Plant Physiology**, Washington, v.118, p.1327-1335, 1998.

JONES, A. Does the plant mitochondrion integrate cellular stress and regulate programmed cell death? **Trends in Plant Science**, Kidlington, 1998, v.5, p.225-230, 2000.

- JONES, D.R.; BRYSON, R.J. **Physiological effects of strobilurins and plant activators in relation to yield of winter wheat.** London, UK: Home Grown Cereals Authority Project Report, n.164, 1998.
- JORGENSEN, L.N.; HENRIKSEN, K.E.; NIELSEN, G.C. Adjusting thresholds for *Septoria* control in winter wheat using strobilurins. In: GINKEL, M. V.; MCNAB, A.; KRUPINSKY. **Septoria and Stagonospora diseases of control: a compilation of global research.** México: CIMMYT, 1999. p.173-175.
- KAISER, W.M.; BRENDLE-BEHNISCH, E. Acid-base-modulation of nitrate reductase in leaf tissues. **Planta**, Berlin, v.196, p.1-6, 1995.
- KAISER, W.VM.; WEINER, H.; HUBER, S.C. Nitrate reductase in higher plants: A case study for transduction of environmental stimuli into control of catalytic activity. **Physiologia Plantarum**, Kobenhavn, v.105, p.385-390, 1999.
- KAWUKI, R.S.; ADIPALA, E.; TUKAMUHABWA, P. Yield loss associated with soya bean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in Uganda. **Journal of Phytopatology**, Berlin, v.151, p.7-12. 2003.
- KAWUKI, R.S.; TUKAMUHABWA, P.; ADIPALA, E. Soybean rust severity, rate of rust development, and tolerance as influenced by maturity period and season. **Crop Protection**, Guildford, v.23, p.447-455. 2004.
- KÖHLE, H.; GOLD, R.E.; AMMERMAN, E.; SAUTER, H.; ROEHL, F. **Biochemical Society Transaction**, London, v.22, p.65S, 1994.
- KÖHLE, H.; GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G.; AKERS, A. Physiologische Einflüsse des neuen Getreidefungizides Jewel auf die Ertragsbildung. **Gesunde Pflanzen**, Berlin, v.49, p.267-271, 1997a.
- KÖHLE, H.; GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G.; SAUR, R.; AKERS, A.; GILBERT, N.; DAISS, A.; KAISER, W.; RIEDERER, M. The yield physiology of kresoxim-methyl. **The Agronomist**, Paris, v.3, p.11-14, 1997b.
- KÖHLE, H.; GROSSMANN, 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. In: DEHNE, H.W.; GISI, U.; KUCK, K.H.; RUSSELL, P.E.; LYR, H. (Ed.) **Modern Fungicides and Antifungal Compounds III.** Andover, 2002. p.61-74.
- KÖHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F500 on plants, 2003.
- LARA, M.E.B.; GARCIA, M.G.; FÁTIMA, T.; EHNESS, R.; LEE, T.K.; PROELS, R.; TANNER, W.; ROITSCH, T. Extracellular invertase is na essential component of cytokinin-mediated delay of senescence. **The Plant Cell**, Rockville, v.16, p.1276-1287,2004.

- LESHEM, Y.Y.; WURZBURGER, J.; GROSSMAN, S.; FRIMER, A.A. Cytokinin interaction with free radical metabolism and senescence: Effects on endogenous lipoxygenase and purine oxidation. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.53, n.1, p.9-12, 1981.
- LIMA FILHO, O.F.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. Avaliação preliminar de um medidor portátil de clorofila como ferramenta para o manejo da adubação nitrogenada do cafeeiro. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.40, n.3, p.642-650, 1997.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.
- MATTHEWS, R.E.F. **Plant Virology**. 3. ed. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, 1991.
- MICHAEL, G. **The influence of strobilurin containing fungicides on physiological processes of yield formation in winter wheat varieties**. 2002. 288p. (Thesis) - Technical University of Munich, Berlin, 2002.
- MILLAR, A.H.; DAY, D. A Nitric oxide affects plant mitochondrial functionality in vivo. **FEBS Letters**, v.398, p.155-158, 1996.
- MITTLER, I.R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, London, v.9, p.405-410, 2002.
- MORAES, R.M.; KLUMP, A.; FURLAN, C.M.; KLUMP, G.; DOMINGOS, M.; RINALDI, M.C.S.; MODESTO, I.F. Tropical fruit trees as bioindicator of industrial air pollution in Southeast Brazil. **Environment International**, Holland, v.28, p.367-374, 2002.
- MORAN, R. Formulae for determination of chlorophyll as pigments extracted with N-Dimethylformamide. **Plant Physiology**, Rockville, v.69, p.1376-1381, 1982.
- MORAN, R.; PORATH, D. Chlorophyll determination in intact tissues using N,N-Dimethylformamide. **Plant Physiology**, Rockville, v.65, p.478-479, 1980.
- MULDER, E.G.; BOXMA, R.; VEEN, W.L.V. **Plant mineral nutrition**. London: The English Universities Press, 1959. 298p.
- NEMESTOTHY, G.N.; GUEST, D.I. Phytoalexin accumulation, phenylalanine ammonia-lyase activity and ethylene biosynthesis in fosetyl-Al treated resistant and susceptible tobacco cultivars infected with *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.37, p.207-219, 1990.
- NENE, Y.L.; THAPLIYAL, P.N. **Fungicides in plant disease control**. 3. ed. New York: International Sci. Publ., 1993. 691p.
- NICHOLAS, J.C.; HARPER, J.E.; HAGEMAN, R.H. Nitrate reductase activity in soybeans: I effects of light and temperature (*Glycine max* L. Merrill). **Plant Physiology**, Rockville, v.58, p.731-735, 1976.

OBERLEY, L. W.; SPITZ, D.R. Nitroblue tetrazolium. In: GREENWALD, R.A. (ed.). Handbook of methods for oxygen radical research. Boca Raton, **CRC Press**, Inc., 1985. p.217-220

OERKE, E.C.; STEINER, U.; BECK, C.; DEHNE, H.W. 2005. Influence of strobilurins on host plant physiology. Disponível em: <<http://www.pk.uni-bonn.de/reinhardbrunn/abstracts/dehne-oerke.html>> Acesso em: 8 maio 2005.

OLIVEIRA, R. F. de. Efeito fisiológico do F 500 na planta de soja e milho. **Atualidades Agrícolas**, BASF, São Paulo, 2005. p. 9-11.

OLIVEIRA, S.F.H.; TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; MARTINS, E.M. Efeito não fungicida e respostas bioquímicas e fisiológicas do seu uso em plantas de tomate e batata. In: ZENECA (Ed.). **Desenvolvendo soluções de origem natural**. São Paulo: Zeneca, 1998. p.59-67.

ONO, Y.; BURITICA, P.; HENNEN, J.F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella*, and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological Research**, Cambridge, v.96, p.825-850, 1992.

PACHEPSKY, Y.A.; REDDY, V.R.; PACHEPSKY, L.B.; WHISLER, F.D.; ACOCK, B. Modeling soybean vegetative development in the Mississippi Valley. **Biotronics**, Fukuoka, v.31, p.11-24, 2002.

PADMAJA, G.; BALAGOPAL, C.; POTTY, V.P. Polifenoles y el deterioro fisiológico en yuca. Yuca; **Boletín Informativo**, Cali, v.10, n.5, 1882.

PASSARDI, F.; COSIO, C.; PENEL, C.; DUNAND, C. Peroxidases have more functions than a Swiss army knife. **Plant Cell Reports**, Berlin, v.24, p.255–265, 2005.

PEREIRA, C.R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais**. 2002. 282p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

RADIN, J.W. A physiological basis for the division of nitrate assimilation between roots and leaves. **Plant Science Letters**, Amsterdam, v.13, n.21, p.21-25, 1978.

RAUNLYAR, R.N. Effect of fungicides (calixin and captafol) on the germination physiology, growth, nitrogen embolism and yield of *Phaseolus aureus*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 7., 1998. Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh, Scotland, v.6, p.156, 1998.

RETZLAFF, G. Untersuchungen zur strobilurinwirkung in gramineen. **Phytophthora**, Hamburg, v.25, p.45, 1995.

RICHARD, J.E.; MARRIOTT, J.; GAHAN, P.B. Oclusions in cassava xylem vessels associated with vascular discoloration. **Annals of Botany**, Colchester, v.4, n.43, p.523-526, 1979.

RODRIGUES, M.A.T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2005. 242p. Dissertação (Mestrado na área de Agronomia) - Universidade

Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, 2005.

ROITSCH, T.; EHNESS, R. Regulation of source/sink relations by cytokinins. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.32, p.359-367, 2000.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation**. NASA/GSFC, Type 111, Final Report, Greenbelt, MD. 1974, 371p

RYALS, J.A.; NEUENSCHWANDER, K.H.; WILLITS, M.G.; MOLINA, A.; STEINER, H.Y.; HUNT, M.D. Systemic acquired resistance. **The Plant Cell**, Baltimore, v.8, p.1809-1819, 1996.

RYLE, G.J.A.; POWELL, C.E.; GORDON, A.J. The respiratory costs of nitrogen fixation in soyabean, cowpea, and white clover. II. Comparisons of the cost of nitrogen fixation and the utilization of combined nitrogen. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.30, p.145-153, 1979.

SAKIHAMA, Y.; YAMASAKI, H. Lipid peroxidation induced by phenolics in conjunction with aluminum ions. **Biologia Plantarum**, Praha, v.45, n.2, p.249-254, 2002.

SALADIN, G.; MAGNÉ, C.; CLÉMENT, C. Effects of fludioxonil and pyrimethanil, two fungicides used against *Botrytis cinerea*, on carbohydrate physiology in *Vitis vinifera* L. **Pest Management Science**, London, v.59, n.10, p.1083-1092, 2003.

SAUTER, H.; AMMERMAN, E.; BENOIT, R.; BRAND, S.; GOLD, R.E.; GRAMMENOS, W.; KÖHLE, H.; LORENZ, G.; MUELLER, B.; ROEHL, F.; SCHIRMER, D.; SPEAKMAN, J.B.; WENDEROTH, B.; WINGERT, H. Mitochondrial respiration as a target for antifungals: lessons from research on strobilurins. In: Antifungal Agents. In: DIXON, G.K.; COPPING, L.G.; HOLLOMON, D.W. **Discovery and Mode of Action**. Oxford: BIOS Scientific Publishers, 1995. p.173-191.

SCANDALIOS, J.G. Oxygen stress and superoxide dismutase. **Plant Physiology**, Washington, v.101, p.7-12, 1993.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R. A maior estiagem do século? **Notícias Piracena**, Piracicaba, v.6, n.50, p.1, 2000.

SINGH, B.P.; CHAUHAN, R.S.; SINGHAL, L.K. Toll-like receptors and their role in innate immunity. **Current Science**, Bangalore, v.85, n.8, p.1156-1164, 2003.

SMITH, P. **Agro projects: disease projects**. Surrey, UK: PJB Publ., 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004. 720 p.

THIBODEAU, P.S; JAWORSKI, E.G. Patterns of nitrogen utilization in the soybean. **Planta**, Berlin, v.127, p.133-147, 1975.

TÖFOLI, J.G. **Ação de fungicidas e acibenzolar-s-methyl no controle da pinta preta do tomateiro**. 2002. 123f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2002.

TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; GARCIA JÚNIOR, O. Controle da requeima do tomateiro com fungicidas e seus reflexos na produção. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.4, p.473-482, 2003.

TOMLIN, C.D.S. **The pesticide manual: a world compendium**. 11. ed. Farnham: British Crop Protection Council. 1997. p.1252-1254.

TVARUZEK, L. Comparison of fungicidal programmes in cereals, different in their intensity, currently used in the Czech Republic. **Agronomijas Vēstis**, v.7, p.93-97, 2004.

VAKILI, N.G.; BROMFIELD, K.R. *Phakopsora* rust on soybean and other legumes in Puerto Rico. **Plant Disease**, Saint Paul, v.60, p.995-999, 1976.

Van CAMP, W.; Van MONTAGU, M.; INZÉ, D. H₂O₂ and NO: redox signals in disease resistance. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v.3, p.330-334, 1998.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publication UEPG**, Ponta Grossa, v.9, n.3, p.59-68, 2003.

VENÂNCIO, W.S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E.L.; SOUZA, N.L. Novos fungicidas. I - produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirroles. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, v.7. p.103-155, 1999.

VERREET, J.A.; KLINK, H. The biology of fungal pathogens 3: fungal pathogens and disease of cereals. Saint Paul: **APS Press**, 2004. 11p.

WENDEHENNE, D.; PUGIN, A.; KLESSIG, D.F.; DURNER, J. Nitric oxide: comparative synthesis and signaling in animal and plant cells. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v.6, p.177-183, 2001.

WHEELER, R.M.; PETERSON, B.V.; SAGER, J.C.; KNOTT, W.M. Ethylene production by plants in a closed environment. **Advance Space Research**, London, v.18, n.4/5, p.193-196, 1996.

WILLEKENS, H.; INZE, D.; VAN MONTAGU, M.; VAN CAMP, W. Catalase in plants. **Molecular Breeding**, Oxford, v.1, n.3, p.207-228, 1995.

WINGSLE, G.; KARPINSKI, S.; HALLGREN, J.E. Low temperature, high light stress and antioxidant defense mechanisms in higher plants. *Phyton*: **Annales Rev. Botanicae**, v.39, p.253-268, 1999.

WU, Y.X.; TIEDEMANN, A.V. Evidence for oxidative stress involved in physiological leaf spot formation in winter and spring barley. **Phytopathology**, Lancaster, v.92, n.1, p.145-55, 2002b.

WU, Y.X.; TIEDEMANN, A.V. Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. **Environmental Pollution**, London, v.116, p.37-47, 2002a.

WU, Y.X.; TIEDEMANN, A.V. Physiological Effects of Azoxystrobin and Epoxiconazole on Senescence and the Oxidative Status of Wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v.71, p.1-10, 2001.

WYCH, R.D.; RAINS, D.W. Nitrate absorption and acetylene reduction by soybeans during reproductive development. **Plant Physiology**, Washington, v.62, p.443-448, 1978.

XIE, Z.; CHEN, Z. Harpin-induced hypersensitive cell death is associated with altered mitochondrial functions in tobacco cells. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Madison, v.13, n.2, p.183-190, 2000.

XIE, Z.X.; CHEN, Z.X. Salicylic acid induces rapid inhibition of mitochondrial electron transport and oxidative phosphorylation in tobacco cells. **Plant Physiology**, Rockville, v.120, p.217-25, 1999.

XIE, Z.X.; FAN, B.F.; CHEN, C.H.; CHEN, Z.X. An important role of an inducible RNA-dependent RNA polymerase in plant antiviral defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, n.98, p.6516-6521, 2001.

YAMASAKI, H.; SAKIHAMA, Y.; TAKAHASHI, S. Simultaneous production of nitric oxide and peroxyxynitrite by plant nitrate reductase: in vitro evidence for the NR-dependent formation of active nitrogen species **Trends in Plant Science**, Kidlington, v.4, p.128-129, 1999.

YORINORI, J.T.; DESLANDES, J.A. The status of soybean rust in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Program and abstracts**. Ames: Iowa State University, 1984. p.43.

YORINORI, J.T. Epidemiologia e controle de *Phakopsora pachyrhizi*, safra 1987/88. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1988/89**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1989. p.164-180.

YORINORI, J.T. Ferrugem Asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA, 2., 2002, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2002. p.47-54.

YPEMA, H.L.; GOLD, R.E. Kresoxim-methyl modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. **Plant Disease**, Saint Paul, v.83, n.1, p.4-19, 1999.

YUE-XUAN, W.; TIEDEMANN, A.V. Physiological effects of Azoxystrobin and Epoxiconazole on senescence and the oxidative status of wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v.71, p.1-10, 2001.

ZHANG, J.; KIRKHAM, M.B. Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid, and propyl gallate. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.149, p.489-493, 1996.

ZHENG, C.; TENG, B.G.F.; WU, Z. Studies on the changes of superoxid dismutase, peroxidase and poliphenol oxidase in seed coat of soybeans after infection with soybean mosaic virus. **Scientia Agricultura Sinica**, Pequim, v.32, n.1, p.99-101, 1999.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)