

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – MESTRADO

JOSÉ DE FREITAS

APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DA CULTURA DA
SOJA EM DOIS LOCAIS

PONTA GROSSA
2012

JOSÉ DE FREITAS

APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DA CULTURA DA
SOJA EM DOIS LOCAIS

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Ponta Grossa para obtenção do
título de Mestre em Agronomia, Área de
concentração em Agricultura.

Orientadora: Prof^a Dra. Maristella Dalla Pria

PONTA GROSSA - PR
2012

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

F866a Freitas, José de
Aplicações de fungicidas em diferentes estádios da cultura da soja em dois locais / José de Freitas. Ponta Grossa, 2012.
101 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração :
Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Profa. Dra. Maristella Dalla Pria.

1. Soja – cultura. 2. Soja – ferrugem asiática. 3. Soja – controle de
doenças. 4. *Glycine Max*. 5. Oídio. I. Dalla Pria, Maristella. II. Universidade
Estadual de Ponta Grossa. Mestrado de Agronomia. III. T.

CDD: 633.34



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: “Aplicação de fungicidas em diferentes estádios da cultura da soja em dois locais”.

Nome: José de Freitas

Orientadora: Maristella Dalla Pria

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof.^a. Dr.^a. Maristella Dalla Pria

Prof. Dr. José Renato Stangarlin

Prof. Dr. Jeferson Zagonel

Data da Realização: 20 de julho de 2012.

DEDICATÓRIA

À Deus por tudo que tem me proporcionado.

A minha família, pela motivação e apoio para realização deste trabalho, em especial a minha esposa Alexandra e filhas Gabriela e Isabela.

Aos meus pais Antonio (*in memoriam*) e Izolina.

Aos meus irmãos, Lúcia, Márcia, Marcos, Maria (*in memoriam*) e Márcio.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Ponta Grossa pela oportunidade deste aprendizado em mais esta etapa da minha vida profissional.

À Fundação ABC, pela oportunidade, apoio e estrutura fornecidos para a realização deste trabalho e busca de desenvolvimento de seus profissionais.

À professora Dra. Maristella Dalla Pria pela orientação, paciência e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores e aos colegas de mestrado.

Aos colegas de trabalho pelo apoio na realização deste trabalho, em especial à Ednilson Bonfim do Nascimento.

A todos os amigos pelo apoio quando solicitado e prontidão em ajudar.

RESUMO

As principais doenças que ocorrem na cultura da soja (*Glycine max*) no Brasil apresentam grande potencial de dano, exigindo gastos adicionais para o controle através das medidas disponíveis atualmente, destacando-se as aplicações de fungicidas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das aplicações de fungicidas em diferentes estádios de desenvolvimento da soja, cultivar CD 206, e verificar a relação entre a severidade do oídio (*Erysiphe diffusa*) e da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), sobre componentes de produtividade. Foram conduzidos dois experimentos de campo, um em Arapoti (experimento I) e o outro em Ponta Grossa (experimento II), na região dos Campos Gerais do Paraná. Em ambos os locais foi aplicado o fungicida trifloxistrobina + ciproconazol, na dose de 56,4 + 24,0 mL i. a. ha⁻¹, adicionado de adjuvante éster metílico de óleo de soja na dose de 360 mL i. a. ha⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos em um total de dez, foram compostos de aplicações de fungicidas em diferentes números e estádios de desenvolvimento: Experimento I, 1. Testemunha (sem aplicação); 2. R5.2; 3. R4 + R5.2; 4. R2 + R4 + R5.2; 5. V9 + R2 + R4 + R5.2; 6. V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2; 7. V6 + V9 + R2 + R4; 8. V6 + V9 + R2; 9. V6 + V9 e 10. V6. Experimento II, 1. Testemunha (sem aplicação); 2. R5.1; 3. R3 + R5.1; 4. R1 + R3 + R5.1; 5. V8 + R1 + R3 + R5.1; 6. V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1, 7. V5 + V8 + R1 + R3; 8. V5 + V8 + R1; 9. V5 + V8 e 10. V5. Os tratamentos foram compostos, a fim de gerar e comparar diferentes porcentagens de severidade de oídio e ferrugem asiática obtida pelo período de proteção ou exposição às estas doenças. A severidade do oídio foi avaliada no experimento I nos estádios de desenvolvimento R2, R4, R5.3 e R5.5 e no experimento II em R1, R3, R5.2, R5.3 e R5.5. A severidade da ferrugem asiática da soja foi avaliada no experimento I nos estádios de desenvolvimento R5.3, R5.4, R6 e R7.1, e no experimento II em R5.1, R5.2, R5.3, R5.5 e R6. Com os dados de severidade calculou-se a área abaixo da curva de progresso das doenças. Avaliou-se também desfolha, produtividade e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta e massa de mil grãos). O oídio apresentou baixa severidade. A ferrugem asiática foi a doença predominante em alta severidade, com alto potencial de dano. As aplicações de fungicidas reduziram a severidade das doenças e houve relação linear negativa com a produtividade. Longos períodos sem proteção das plantas permitiram reinfecção rápida do oídio e as aplicações erradicativas resultaram em baixa eficiência de controle do oídio e da ferrugem asiática. Aplicações do fungicida entre os estádios de desenvolvimento R1 a R5.2 promoveram proteção desde o início da epidemia e, efeito residual, resultaram em menor severidade, menor desfolha, maior massa de grãos e maior produtividade.

Palavras-chave: Oídio, ferrugem asiática, *Glycine max*, severidade, época de aplicação e controle de doenças.

ABSTRACT

The main diseases occurring in soybean (*Glycine max*) in Brazil have a great damage potential, requiring additional expenses to control through measures available today, highlighting the fungicides spray. The objective of this study was to evaluate the effect of fungicides spray at different growth stages of soybean, cultivar CD 206, and verify the relation between the severity of powdery mildew (*Erysiphe diffusa*) and of asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*), on yield components. Two experiments were conducted on field one in Arapoti (experiment I) and another in Ponta Grossa (experiment II) in the region of Campos Gerais, Paraná. In both local the fungicide was sprayed trifloxystrobin + cyproconazole, in a rate of 56,4 + 24,0 mL a. i. ha⁻¹, was added adjuvante methyl ester of soybean oil in a rate of 360,0 mL a. i. ha⁻¹. The experimental design was randomized blocks with four replications. The treatments in a total of ten, were composed of fungicides spray in different numbers and growth stages: Experiment I, 1. Control (no spray); 2. R5.2; 3. R4 + R5.2; 4. R2 + R4 + R5.2; 5. V9 + R2 + R4 + R5.2; 6. V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2; 7. V6 + V9 + R2 + R4; 8. V6 + V9 + R2; 9. V6 + V9 and 10. V6. Experiment II, 1. Control (no spray); 2. R5.1; 3. R3 + R5.1; 4. R1 + R3 + R5.1; 5. V8 + R1 + R3 + R5.1; 6. V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1, 7. V5 + V8 + R1 + R3; 8. V5 + V8 + R1; 9. V5 + V8 and 10. V5. The treatments were composed in order to generate and compare different percentages of severity of powdery mildew and asian soybean rust obtained by the period of protection or exposure to these diseases. The severity of powdery mildew was evaluated experiment I growth stages R2, R4, R5.3 and R5.5 and in experiment II in R1, R3, R5.2, R5.3 and R5.5. The severity of asian soybean rust was evaluated experiment I in growth at stages R5.3, R5.4, R6 and R7.1, and in experiment II R5.1, R5.2, R5.3, R5.5 and R6. With the data of severity it was calculated the area under the disease progress curve. Were also evaluated defoliation, yield and their components (number of pods per plant, number of grains per plant, grain weight per plant and thousand grain weight). Powdery mildew showed low severity. The asian soybean rust was the disease predominant in high severity, with high damage potential. The fungicides spray reduced disease severity and there was a negative linear relationship with the yield. Long periods without protection of plants allowed rapid reinfection of powdery mildew and spray erradicativas resulted in low efficiency of control powdery mildew and asian soybean rust. The fungicides spray between growth stages R1 to R5.2 promoted protection since the beginning of the epidemic and residual effect, que resulted in less severity, less defoliation, increased grain yield and higher yield.

Keywords: Powdery mildew, asian rust, *Glycine max*, severity, spray timing and control of diseases.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Severidade (%) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>) na testemunha no experimento I, na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	33
Figura 2 – Severidade (%) da ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) na testemunha no experimento I, na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	38
Figura 3 - Vista geral do experimento I no estágio R7.1, na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	39
Figura 4 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e severidade (%) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>) no estágio de desenvolvimento R5.3, do experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	51
Figura 5 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>), experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	52
Figura 6 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e severidade (%) da ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) no estágio de desenvolvimento R6, experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	53
Figura 7 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>), experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	53
Figura 8 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e desfolha (%) no estágio de desenvolvimento R7.1, experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	54
Figura 9 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e massa de mil grãos (gramas), experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.	54
Figura 10 - Severidade (%) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>) na testemunha no experimento II, na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	56
Figura 11 - Severidade (%) da ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) na testemunha no experimento II, na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	60
Figura 12 - Vista geral do experimento II no estágio R7.1, na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	60
Figura 13 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e severidade (%) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>) no estágio de desenvolvimento R5.5, do experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	71
Figura 14 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>), experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	72
Figura 15 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e severidade (%) da ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) no estágio de desenvolvimento R6, experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	73
Figura 16 - Relação entre produtividade (kg ha ⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>), experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	73

Figura 17 - Relação entre produtividade (kg ha^{-1}) e desfolha (%) no estágio de desenvolvimento R7.1, experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.....	74
Figura 18 - Relação entre produtividade (kg ha^{-1}) e massa de mil grãos (gramas), experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Épocas de aplicações do fungicida em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja (<i>Glycine max</i>), CD 206, experimento I em Arapoti – PR e experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	29
Tabela 2 - Severidade (%) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.	35
Tabela 3 - Severidade (%) da ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.	41
Tabela 4 - Desfolha (%) na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.	44
Tabela 5 - Número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta (gramas), massa de mil grãos (gramas) e produtividade (kg ha^{-1}), em função de aplicações de fungicidas em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.	46
Tabela 6 - Severidade (%) do oídio (<i>Erysiphe diffusa</i>), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	57
Tabela 7 - Severidade (%) da ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	62
Tabela 8 - Desfolha (%) na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	66
Tabela 9 - Número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta (gramas), massa de mil grãos (gramas) e produtividade (kg ha^{-1}), em função de aplicações de fungicidas em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (<i>Glycine max</i>), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.	69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 OÍDIO.....	16
3.1.1 Histórico e distribuição geográfica	16
3.1.2 Etiologia.....	17
3.1.3 Sintomatologia	17
3.1.4 Epidemiologia	18
3.1.5 Danos	18
3.1.6 Medidas de controle.....	19
3.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA.....	20
3.2.1 Histórico e distribuição geográfica	20
3.2.2 Etiologia.....	21
3.2.3 Sintomatologia	21
3.2.4 Epidemiologia	22
3.2.5 Danos	23
3.2.6 Medidas de controle.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS, CARACTERIZAÇÃO DE SOLO E CLIMA.....	27
4.2 DESSECAÇÃO, SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS	27
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	29
4.4 AVALIAÇÕES	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1 EXPERIMENTO I - ARAPOTI – PR.....	33
5.1.1 Oídio	33
5.1.2 Ferrugem asiática	37
5.1.3 Desfolha	44
5.1.4 Componentes de produtividade	45
5.1.4.1 Número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta.....	45
5.1.4.2 Massa de mil grãos.....	47
5.1.4.3 Produtividade	48
5.1.5 Conclusões	55
5.2 EXPERIMENTO II – PONTA GROSSA - PR	55
5.2.1 Oídio	55
5.2.2 Ferrugem asiática	59
5.2.3 Desfolha	66
5.2.4 Componentes de produtividade	67
5.2.4.1 Número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta	67
5.2.4.2 Massa de mil grãos.....	68
5.2.4.3 Produtividade	68

5.2.5 Conclusões.....	75
6. CONCLUSÕES GERAIS	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
APÊNDICES	87
ANEXOS	95

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L). Merrill), está entre as mais importantes no Brasil, devido ao seu grande valor sócio-econômico, determinado pela ampla utilização de seus produtos e subprodutos e expressão no mercado externo e interno (RESENDE, 2009).

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores desta Fabacea. Os levantamentos da safra de grãos da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB indicam que na safra 2010/11 o volume de produção foi de 75,3 milhões de toneladas, sendo este valor 9,7% superior à produção obtida na safra 2009/10, quando foram colhidas 68,6 milhões de toneladas. Já para a safra 2011/12 a área de plantio totalizou 25,0 milhões de hectares, correspondendo a um acréscimo de 3,5%, sendo a maior safra cultivada com soja no país. No entanto, a produção foi de 66,4 milhões de toneladas, inferior em 11,9% ao produzido em 2010/11, devido às condições climáticas adversas, caracterizadas por estiagens nos principais estados produtores da região Sul do País (CONAB, 2012). Para Martins (2007), esse aumento de produção é devido à introdução de cultivares adaptadas as mais diversas regiões do país e ao uso de novas tecnologias, mais ainda existem fatores limitantes da produção.

A cultura da soja é afetada por mais de 100 patógenos (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). As doenças estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos na cultura da soja, sendo que aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil (YORINORI et al., 2005). A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra (EMBRAPA, 2008, 2010).

Atualmente, com a abertura de novas fronteiras agrícolas e com a expansão do cultivo da soja nessas áreas sem a adoção de critérios técnicos adequados, houve rápida disseminação de doenças na cultura da soja no Brasil (IGARASHI et al., 2010). Neste mesmo sentido, Carmona e Reis (2009) também citam que as doenças foliares da soja são fatores que limitam e reduzem a produção e qualidade da soja, e que nos últimos anos, a incidência de algumas doenças aumentou. Os danos e as perdas causados pelas doenças dependem da frequência e da intensidade que ocorreram, governadas, principalmente, pelas condições climáticas

predominantes na região de cultivo e pelas práticas de cultivo adotadas pelo produtor (CASA; REIS, 2004). Os danos anuais sobre a produção por doenças são estimados em 15% a 20%, entretanto, algumas dessas podem ocasionar danos de quase 100%, caso medidas de controle não sejam implementadas (ALMEIDA et al., 2005).

Dentre as doenças da soja, o oídio (*Erysiphe diffusa*) (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takamatsu, apresenta alta incidência em diversas cultivares nas principais regiões produtoras de soja, desde as regiões altas dos Cerrados até o Rio Grande do Sul (CATELLI, 2009; EMBRAPA, 2011; MICHEL; REIS; VIEIRA, 1998; REIS; MEDEIROS; CASA, 1997; SARTORATO; YORINORI, 2001; SAWADA; AZEVEDO, 1997; YORINORI; HIROMOTO, 1998).

O oídio é uma das doenças mais antigas da cultura da soja e até a safra de 1996/97 era considerada uma doença secundária. No entanto, com o aumento das áreas cultivadas, cresceu em importância, tornando-se uma das doenças principais, podendo causar danos de até 40% na produtividade de grãos (CATELLI, 2009; DUNLEAVY, 1978; MICHEL; REIS; VIEIRA, 1998; REIS; MEDEIROS; CASA, 1997; SARTORATO; YORINORI, 2001; SAWADA; AZEVEDO, 1997; YORINORI; HIROMOTO, 1998). As aplicações de fungicidas na cultura da soja iniciaram principalmente a partir da safra agrícola de 1997/98 com a ocorrência de epidemias de oídio em praticamente toda a região Sul do Brasil (CASA; REIS; BLUM, 2009).

Outra doença é uma das mais importantes da cultura da soja é a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow), que pode causar danos de até 90% (BALARDIN, 2002). A ferrugem asiática da soja é a principal doença que limita a produção de soja em muitas áreas do mundo (HARTMAN; WEST; HERMAN, 2011). A doença foi constatada pela primeira vez no Continente Americano, no Paraguai em 5 de março de 2001 e no Brasil em 26 de maio do mesmo ano no Estado do Paraná. É considerada uma das doenças mais destrutivas da cultura, atualmente estando presente praticamente em todas as regiões produtoras de soja do Brasil.

O manejo da doença pode ser feito através de vários fatores integrados, como o uso de resistência/tolerância genética, época de semeadura, sistemas de monitoramento e o “vazio sanitário”. No entanto, a medida mais utilizada pelos agricultores para o controle da ferrugem asiática tem sido a aplicação de fungicidas foliares (EMBRAPA, 2010; GODOY; CANTERI, 2004; NAVARINI et al., 2007).

Mueller et al. (2009) relatam que estudos são necessários para determinar se a época de aplicação de fungicidas será alterada devido a condições regionais, que poderiam incluir diferenças na intensidade da ferrugem asiática e estádios de desenvolvimento da cultura. O número e a necessidade das reaplicações vão ser determinados pelo estágio inicial em que for identificada a doença na lavoura, pelo residual dos produtos e pelas condições climáticas (EMBRAPA, 2011).

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos:

- a) avaliar a severidade do oídio e da ferrugem asiática em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja;
- b) verificar o efeito de aplicações de fungicidas em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja sobre a severidade do oídio e da ferrugem asiática;
- c) relacionar a severidade do oídio e da ferrugem asiática da soja com o dano na produtividade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 OÍDIO

3.1.1 Histórico e distribuição geográfica

Como descreve Catelli (2009), o oídio (*Erysiphe diffusa*) foi observado primeiramente na Alemanha em 1921, depois nos Estados Unidos em 1931, e a partir daí foi relatado em diversos países da América do Norte e do Sul, em países como Brasil, Canadá, Peru, Porto Rico, Venezuela, Bolívia, Paraguai e Argentina e está presente em todas as áreas cultivadas com soja.

O oídio é uma doença que, a partir da safra 1996/97, tem apresentado alta incidência em diversas cultivares nas principais regiões produtoras, desde os Cerrados até o Rio Grande do Sul. Danos de até 35% foram observados em cultivares suscetíveis nos Estados Unidos (DUNLEAVY, 1978; PHILIPS, 1984). No Brasil, as lavouras mais atingidas podem ter diminuição de produtividade de até 40% (EMBRAPA, 2011; MICHEL; REIS; VIEIRA, 1998; REIS; MEDEIROS; CASA, 1997; SARTORATO; YORINORI, 2001; SAWADA; AZEVEDO, 1997; YORINORI; HIROMOTO, 1998).

Para Gonçalves; Centurion; Di Mauro (2009), em condições de infecção severa, além do dano direto ao tecido da planta provocado pelo parasitismo, todos os órgãos da planta ficam recobertos pelas estruturas do fungo, o que prejudica a fotossíntese, fato este também citado por diversos autores como Blum et al. (2002), EMBRAPA (2011) e Igarashi et al. (2010).

A doença é potencialmente perigosa em períodos de estiagem (ALVES; DEL PONTE, 2010; TOIGO et al., 2008). No ano de 1997 o oídio ocorreu de forma generalizada em todo o país, sendo necessário recomendar, em caráter emergencial, o controle químico (CASA; REIS; BLUM, 2009; MICHEL; REIS; VIEIRA, 1998; REIS; MEDEIROS; CASA, 1997; SAWADA; AZEVEDO, 1997; YORINORI; HIROMOTO, 1998).

3.1.2 Etiologia

O oídio é causado pelo fungo *Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takamatsu, sinonímia *Microsphaera diffusa* (Cooke & Peck), pertencente ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, e é um parasita biotrófico que infecta diversas espécies de Fabáceas. A doença pode se desenvolver em toda a parte aérea da soja, como folhas, hastes, pecíolos e vagens. O fungo produz uma massa micelial branca sobre a planta e se nutre através de haustórios intracelulares. Os conídios são em formato de barril, medindo 17 a 21 µm por 27 a 54 µm, e são produzidos em conidióforos simples (ALMEIDA et al., 2005; SINCLAIR; HARTMAN, 1999). Os cleistotécios são de coloração castanho-ferruginoso, medindo 55 a 126 µm de diâmetro e comprimento variando de uma a sete vezes o diâmetro, são hemisféricos e apresentam de quatro a 50 apêndices. No interior dos cleistotécios são formadas ascas piriformes. Cada asca contém até seis ascósporos amarelos, ovóides, medindo de 9 por 18 µm.

3.1.3 Sintomatologia

O fungo ataca toda a parte aérea da soja (folhas, pecíolos, hastes e vagens). O sintoma característico é facilmente reconhecido devido à formação de colônias esbranquiçadas sobre a superfície dos órgãos da planta de soja (ALMEIDA et al., 2005; GONÇALVES; CENTURION; DI MAURO, 2009). A camada esbranquiçada ou cinza é formada por micélios, conidióforos e conídios pulverulentos. Com o passar do tempo esta coloração passa para castanho-acinzentada a bronzeada, então as folhas podem secar e cair, e, em condições de epidemias causa crestamento foliar, que pode ser confundido por crestamento de cercóspora (*Cercospora kikuchii* Matsu & Tomoyasu) (ALMEIDA et al., 2005; ALVES; DEL PONTE, 2010; EMBRAPA, 2011; SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

Na haste e nos pecíolos, as estruturas do fungo adquirem coloração que varia de branca a bege e a epiderme da planta desenvolve uma coloração arroxeadada a negra (ALVES; DEL PONTE, 2010; EMBRAPA, 2011). Em cultivares suscetíveis, com alta severidade pode ocorrer engrossamento do lenho, rachadura das hastes e cicatrizes superficiais devido à colonização das células da epiderme das hastes, que

são impedidas de expandir, não ocorrendo expansão do tecido cortical (ALVES; DEL PONTE, 2010; EMBRAPA, 2011).

3.1.4 Epidemiologia

O clima possui influência direta no desenvolvimento da doença, sendo que períodos de estiagem e temperatura entre 20 a 25°C favorecem o desenvolvimento das epidemias de *E. diffusa* (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). Neste mesmo sentido, Blum et al. (2002) e Almeida et al. (2005) também citam que temperaturas amenas (18 a 24°C) são favoráveis à doença, bem como Toigo et al. (2008) descrevem que a infecção é favorecida por temperaturas em torno de 20°C, além de baixa frequência e intensidade de precipitação pluvial. De acordo com Balardin (2002) e Alves e Del Ponte (2010) temperaturas acima de 30°C inibem o desenvolvimento da doença. Cada ciclo do patógeno sob condições favoráveis à ocorrência da doença dura cerca de sete a dez dias (PICININI; FERNANDES, 1998).

A maioria dos fungos de parte aérea das plantas necessita de um filme de água para infectar hospedeiros com sucesso. Os conídios do oídio podem germinar, penetrar e causar infecção, mesmo quando só há alta umidade relativa na atmosfera em torno da planta. Em alguns oídios, as infecções mais graves ocorrem quando a umidade relativa é baixa (50 a 70%) (AGRIOS, 2004). Precipitação intensa e frequente pode se constituir em um fator inibidor ao desenvolvimento do oídio (CATELLI, 2009).

Para *E. diffusa* a disseminação dos propágulos ocorre pelo vento e a infecção pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, porém, é mais visível por ocasião do início do florescimento (ALVES; DEL PONTE, 2007; FORCELINI, 2004).

3.1.5 Danos

A quantificação da doença baseia-se na presença dos sintomas e/ou sinais, de modo geral, quanto mais afetada for a área fotossintética da planta, maior será o dano na produtividade de grãos (CASA; REIS; BLUM, 2009). Segundo os mesmos autores, dano é qualquer redução na quantidade e/ou qualidade da produção.

Igarashi et al. (2010) relatam que ainda não há estudos precisos que quantifiquem os danos decorrentes de infecção por oídio e/ou outras doenças foliares, para a maioria das culturas de importância econômica no Brasil.

Diversos autores citam que os danos nas lavouras mais atingidas pelo oídio podem causar diminuição de produtividade de até 40% (EMBRAPA, 2011; IGARASHI et al., 2010; MICHEL; REIS; VIEIRA, 1998; REIS; MEDEIROS; CASA, 1997; SARTORATO; YORINORI, 2001; SAWADA; AZEVEDO, 1997; YORINORI; HIROMOTO, 1998).

Danos também foram relatados nos Estados Unidos por Dunleavy (1978) e Philips (1984). Recentemente, Igarashi et al. (2010), em experimento conduzido sob condições de telado, com a cultivar Embrapa 48, considerada como precoce e suscetível ao oídio, registraram danos de até 50,1% causados pela doença. Freitas et al. (2008b), em experimento em condições de campo, registraram redução de produtividade de 19,4 a 26,4%. Forcelini (2009) cita que o clima, as cultivares e as práticas de manejo da cultura regulam a ocorrência e a intensidade das doenças da soja. Os danos na produtividade da soja vão reduzindo gradativamente, na medida em que o estabelecimento do oídio ocorre nos estádios mais avançados da cultura (IGARASHI et al., 2010).

Godoy e Canteri (2004) observaram uma relação negativa entre severidade das doenças e produtividade em estudo com o patossistema soja-oídio e soja-crestamento de cercóspora.

3.1.6 Medidas de controle

Segundo Dunleavy (1978), o uso de cultivares de soja resistentes é uma prática de manejo recomendada em regiões onde existe a ocorrência de oídio.

Vários autores citam o uso de cultivares resistentes como a prática de manejo mais eficiente para esta doença, porém, diversas cultivares que eram resistentes tornaram-se suscetíveis, demonstrando a variabilidade do fungo (ALMEIDA et al., 2005; ALVES; DEL PONTE, 2010; CATELLI, 2009; EMBRAPA, 2008; FORCELINI, 2004; PHILIPS, 1984). Este fato também foi observado na Bolívia, onde a soja é cultivada no inverno e constatou-se a quebra de resistência de algumas cultivares (STADINIK; RIVERA, 2001).

Outra técnica utilizada no controle do oídio são as aplicações de fungicidas, sendo estas recomendadas quando a severidade da doença atingir pelo menos 20% de área foliar. Enquanto este valor não for atingido não há necessidade de controle químico (EMBRAPA, 2011), assim, para o controle químico de oídio, não se tem critério baseado na fenologia da planta.

Silva (2004) relatou o uso de fungicidas em cultivares suscetíveis, aplicados a partir do florescimento, como um método eficiente no controle do oídio. O momento da aplicação de fungicidas depende do nível de infecção e do estágio de desenvolvimento da soja (FORCELINI, 2004).

Como o controle é realizado de forma curativa, o mesmo deverá estar relacionado com a intensidade da doença, a qual é quantificada através da severidade (TOIGO et al., 2008).

De acordo com Forcelini (2009), as epidemias de oídio ocorridas nas safras 2007/08 e 2008/09 no Estado do Rio Grande do Sul mostraram a dificuldade de controlar a doença quando presente em maior intensidade na lavoura, sendo arriscado retardar a aplicação de fungicida até que o nível de 20% de severidade seja atingido. Toigo et al. (2008) avaliaram a eficiência de diferentes fungicidas (grupos dos triazóis e da mistura triazóis + estrobilurinas) no controle do oídio da soja, sobre a severidade da doença e observaram um acréscimo de produtividade proporcionado pelos fungicidas entre 32,2 e 51,0%, quando comparado com a testemunha.

O controle químico pode ser realizado com os fungicidas registrados no MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária, para o controle da doença na soja, como os dos grupos dos triazóis, dos benzimidazóis e das misturas de estrobilurinas com triazóis, e na publicação Tecnologias de Produção de Soja 2012 e 2013 (EMBRAPA, 2011). O controle químico é indicado até o estágio R6 para cultivares suscetíveis (ALMEIDA et al., 2005).

3.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

3.2.1 Histórico e distribuição geográfica

A ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow foi descrita primeiramente no Japão em 1902 num hospedeiro da família

Fabaceae denominado de *Pachyrhizus erosus* (L.) Urb. No ano de 1914 a doença foi constatada em caráter epidêmico em vários países no sudoeste da Ásia. Já em 1976 foi descrita em Porto Rico; em 1994, no Hawai e em 1990 na África. No continente Americano foi identificada em 2001 no Paraguai e no Brasil, em 2002 na Argentina e na Bolívia em 2003. Em 2004 a doença foi encontrada no Uruguai e Colômbia (BALARDIN, 2002; REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006) e também foi detectada na América do Norte nos Estados Unidos, no Estado de Louisiana (ROGERS; REDDING, 2004; SCHNEIDER et al., 2005)

3.2.2 Etiologia

O agente causal da ferrugem asiática da soja tem nome atual de *Phakopsora pachyrhizi*, fungo que pertence ao Reino Fungi, Filo Basidiomycota, Ordem Uredinales e família Phakopsoraceae (REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006). A espécie foi descrita com base nas características das estruturas das fases uredinial e telial. Semelhante às demais ferrugens, o fungo *P. pachyrhizi* é um parasita biotrófico que necessita de hospedeiro vivo para parasitar e sobreviver (YORINORI et al., 2005).

Dois tipos de esporos são conhecidos em *P. pachyrhizi*, uredósporos e teliósporos. Os uredósporos (15-24 µm x 18-34 µm) são os mais comuns e se constituem na fase epidêmica da doença. São ovóides a elípticos, largos, com paredes com 1,0 µm de espessura, densamente equinulados e variando de incolor a castanho-amarelo pálidos (ALMEIDA et al., 2005; SINCLAIR; HARTMAN, 1999; YORINORI et al., 2005). Os teliósporos são produzidos em lesões mais antigas, são unicelulares, de formato oblongo a elipsóide e de coloração marrom-amarelado (SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

3.2.3 Sintomatologia

Os sintomas causados por *P. pachyrhizi* iniciam-se nas folhas inferiores da planta e são caracterizados por minúsculos pontos (1-2 mm de diâmetro), mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada (ALMEIDA et al., 2005). Reis; Bresolin e Carmona (2006) relatam que os sintomas causados pela ferrugem asiática da soja são denominados de “lesões” e

não de pústulas como nas demais ferrugens, porque ocorre a necrose do tecido foliar e cada lesão pode apresentar várias pústulas ou urédias. As urédias são de forma globosa e produzem um grande volume de uredósporos, que são liberados pelo ostíolo circular (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). Lesões provenientes da fase inicial da infecção não são facilmente visíveis a olho nú, sendo necessário posicionar a folha contra um fundo claro ou utilizar uma lupa com aumento de 20 a 30 vezes para visualizá-los.

Correspondente aos minúsculos pontos iniciais observa-se, no verso da folha (face abaxial), a formação de urédias que se apresentam como pequenas saliências na lesão (GODOY, 2005). Com o passar do tempo as urédias mudam a coloração de esverdeada a cinza-esverdeada para castanho-escuro. A doença pode apresentar sintomas em todos os órgãos verdes da planta, mas estes são mais frequentes nas folhas. Com o progresso da epidemia e aumento da densidade de lesões, ocorre amarelecimento prematuro e abscisão foliar (ALMEIDA et al., 2005; GODOY, 2005; SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

3.2.4 Epidemiologia

O fungo *P. pachyrhizi* se dissemina pelo vento e a doença não é disseminada por semente. O fungo causador da ferrugem asiática da soja é parasita biotrófico que para sobreviver, depende de hospedeiros alternativos ou da própria soja, através das plantas voluntárias, guaxas ou tigueras, que nascem a partir de grãos perdidos na colheita, ou ainda nos cultivos sob irrigação, que são a fonte de inóculo primário (ALMEIDA et al., 2005).

Slaminko et al. (2008) em estudo de novas espécies hospedeiras de *P. pachyrhizi* com 263 espécies evidenciaram que existem uma série de novos hospedeiros, incluindo 75 espécies representando 12 gêneros, elevando o número de hospedeiros para cerca de 160 espécies em 53 gêneros.

Caso a temperatura e o molhamento estejam favoráveis, os esporos germinam e o fungo penetra na folha diretamente, rompendo a epiderme (diferente da maioria dos fungos causadores de ferrugem, que só penetram por estômatos) e começa a colonizar os tecidos da folha (ALMEIDA et al., 2005). *Phakopsora pachyrhizi* pode infectar a cultura a partir dos estádios iniciais de desenvolvimento e

as condições ambientais são fundamentais no desenvolvimento das epidemias (SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

O processo de infecção depende da disponibilidade de água livre na superfície da folha, sendo necessário no mínimo seis horas, com um máximo de infecção ocorrendo com 10 a 12 horas de molhamento foliar. Temperatura entre 15 e 28°C são favoráveis à infecção (ALMEIDA et al., 2005). Neste mesmo sentido Reis; Bresolin e Carmona (2006) citam que para o desenvolvimento de uma epidemia é necessário período de molhamento foliar diário de aproximadamente 10 a 12 horas e temperaturas de 18 a 26°C. Temperaturas acima de 30°C e abaixo de 15°C e clima seco retardam o progresso da doença.

A intensidade das chuvas tem mostrado correlação com variáveis que afetam o progresso da doença nas condições de campo e, conseqüentemente, os níveis máximos de severidade (DEL PONTE; ESKER, 2008). Em condições de temperatura ótima, ao redor de cinco dias após a penetração, é possível visualizar os primeiros sintomas da doença, sendo que aos nove dias as primeiras urédias iniciam o processo de liberação de esporos, caracterizando assim a doença como policíclica. Cada urédia permanece produzindo esporos por aproximadamente 21 dias. O número de esporos produzidos por lesão é variável conforme o isolado, sendo relatado de 2.028 até 12.646 esporos por um período de até 39 dias.

3.2.5 Danos

A ferrugem asiática da soja é a principal doença que limita a produção de soja em muitas áreas do mundo (HARTMAN; WEST; HERMAN, 2011) e é uma das mais agressivas doenças da cultura, causando danos de 10 a 90% (BALARDIN, 2002; HARTMAN; TSCHANZ, 1991; SINCLAIR; HARTMAN, 1999). Plantas severamente atacadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento das vagens e o peso final dos grãos (YANG et al., 1991).

Com o progresso da epidemia e aumento da densidade de lesões, ocorre amarelecimento prematuro e abscisão foliar (ALMEIDA et al., 2005; GODOY, 2005; SINCLAIR; HARTMAN, 1999). Segundo Bromfield (1984), as infecções no início do florescimento produzem elevados níveis de dano.

Yorinori et al. (2005) citam que no Brasil em áreas não controladas os danos podem atingir 70%. Navarini et al. (2007) também citam que os danos na

produtividade têm variado entre 10 e 75%, principalmente em áreas onde o controle não é executado ou o é de forma tardia. Neste mesmo sentido, Alves e Del Ponte (2010) relatam que os danos na produtividade variam de 30 a 80%, porém é dependente de quando a doença se inicia e quão rápido ela progride. Freitas et al. (2008a), avaliando a eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática, em campo, registraram redução de produtividade de 25,6 a 42,6%.

Elevadas reduções de produtividade têm sido registradas na Austrália (80%), na Índia (90%), em Taiwan (70-80%) e no Brasil de até 80%, quando se comparam áreas tratadas com não tratadas com fungicidas (EMBRAPA, 2011). Alguns autores citam que em experimentos recentes no Sul da África, América do Sul e EUA têm mostrado redução de produtividade de até 55% (HARTMAN; WEST; HERMAN, 2011; MILES et al., 2007; MUELLER et al., 2009).

3.2.6 Medidas de controle

As estratégias de controle devem iniciar na entressafra com o manejo das plantas voluntárias de soja, em função do patógeno ser biotrófico. Caso haja a presença de plantas voluntárias de soja no início da safra, as mesmas devem ser eliminadas através de dessecação com herbicidas ou outro método (NAVARINI et al., 2007).

A presença de hospedeiros alternativos e plantas voluntárias são cruciais para o desenvolvimento e sobrevivência do patógeno, funcionando como “ponte verde” entre as estações de cultivo quando o hospedeiro principal, no caso a soja, não está no campo (JACCOUD FILHO et al., 2007).

Considerando a gravidade da doença, diversos Estados adotaram como lei o “vazio sanitário”, que consiste de um período de 60 a 90 dias sem a presença de plantas de soja no campo, como uma estratégia para reduzir a quantidade de inóculo na entressafra (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011).

O Estado do Paraná segue a Instrução Normativa nº 2 /2007 do Ministério da Agricultura, de janeiro de 2007, que instituiu o Programa Nacional de Controle da ferrugem asiática da soja. A Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná – SEAB conforme estabelece a lei 11.200/97, de Defesa Sanitária Vegetal e através da resolução 120/2007 instituiu o Programa Estadual de Controle da ferrugem asiática da soja (PECFS), que dispõe sobre medidas sanitárias de controle da

ferrugem asiática no cultivo da soja. Dentre elas estabelece o “vazio sanitário” com a proibição do cultivo de soja no território paranaense no período de 15 de junho a 15 de setembro de cada ano (SEAB, 2012).

Outra medida de manejo que pode ser adotada é a semeadura no início da época recomendada e o uso de cultivares de ciclo precoce que evitam a maior carga de esporos do fungo, pois este inicia a multiplicação nas primeiras semeaduras e as plantas permanecem expostas ao patógeno por menor período (NAVARINI et al., 2007; EMBRAPA, 2011). Também existe a tendência da quantidade de inóculo aumentar com o evoluir da safra. Desse modo, as semeaduras antecipadas também apresentam um mecanismo de escape quanto ao período de maior concentração de inóculo (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

Azevedo (2005) e Silva; Juliatti e Silva (2007) citam a utilização de cultivares de soja com resistência parcial ao fungo *P. pachyrhizi* como sendo uma estratégia de controle para o manejo eficiente da doença na cultura, uma vez que apresentam evolução mais lenta da doença.

Segundo Freitas et al. (2006), sistemas de alerta e monitoramento da doença têm sido usados com grande sucesso e se tornaram ferramentas de suporte a tomada de decisão, principalmente quando integram a tríade fitopatológica, com acompanhamento do patógeno, do ambiente e do hospedeiro.

Apesar das várias medidas de manejo que podem ser adotadas, a medida emergencial mais eficiente para o controle da ferrugem asiática é a aplicação de fungicidas, principalmente com a mistura de produtos dos grupos das estrobilurinas e dos triazóis (CALAÇA, 2007; EMBRAPA, 2010; GODOY; CANTERI, 2004).

O monitoramento da doença e a identificação nos estádios iniciais são essenciais para a utilização eficiente do controle químico, devendo ser realizada a vistoria frequente da lavoura. A aplicação deve ser feita logo após a detecção dos sintomas iniciais da doença (traços da doença) na lavoura ou preventivamente. A decisão sobre o momento de aplicação deve ser baseada na presença da ferrugem na região, no estágio fenológico da cultura, nas condições climáticas e na logística de aplicação (disponibilidade de equipamentos e no tamanho da propriedade), na presença de outras doenças e no custo do controle (EMBRAPA, 2011).

A época e número de aplicações são variáveis em função de alguns fatores como: a época de semeadura da cultivar, ciclo da cultivar, das condições climáticas, presença de outras doenças, dentre outros. Em condições severas de epidemia, são

necessárias de três a cinco aplicações em intervalos de dez dias (MUELLER et al., 2009; SINCLAIR; HARTMAN, 1996). Sob condições de alta pressão de inóculo, Koga et al. (2011) observaram resposta significativa em produtividade de até três e quatro aplicações de fungicidas. De maneira geral, têm sido realizadas de uma até quatro aplicações, iniciadas de modo preventivo ou próximo ao início do florescimento da cultura.

O número e a necessidade de reaplicações são determinados pelo estágio em que for identificada a doença na lavoura e pelo período residual dos fungicidas (EMBRAPA, 2011). Sendo o controle da ferrugem asiática altamente dependente do controle químico, a quantificação dos danos provocados pelo atraso no controle torna-se também um dado importante para tomada decisão de quanto investir neste tipo de controle (CALAÇA, 2007).

Vitti et al. (2004) avaliaram o efeito residual e curativo de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja e concluíram que o maior período residual e o melhor desempenho dos fungicidas foram obtidos em aplicação preventiva.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS, CARACTERIZAÇÃO DE SOLO E CLIMA

Foram conduzidos dois experimentos de campo com a cultura da soja, um em Arapoti – PR (experimento I) e outro em Ponta Grossa – PR (experimento II), com os mesmos tratamentos e delineamento experimental. Os cronogramas das atividades realizadas nos dois experimentos encontram-se descritas nos Apêndices A (Arapoti) e B (Ponta Grossa), com as datas, estádios de desenvolvimento e dias após a emergência da cultura (DAE), datas das aplicações, intervalos entre as aplicações e as avaliações. Os locais escolhidos para a implantação dos experimentos, normalmente apresentam epidemias de oídio e ferrugem asiática.

Os experimentos foram instalados nas Estações Experimentais da Fundação ABC, localizadas em Arapoti - PR, coordenadas latitude 24°11'44"S e longitude 49°52'33"W, a 861 m de altitude e em Ponta Grossa – PR, latitude 25°00'45"S e longitude 50°08'52"W, a 877 m de altitude, no ano agrícola 2010/11. As áreas em questão estão em sistema de plantio direto na palha há vários anos.

O solo predominante nas áreas dos experimentos está classificado como LVd1 - Latossolo Vermelho distrófico típico, A moderado, de textura média, com relevo suave ondulado (declividade 2 - 4%) (EMBRAPA, 1999). Foi realizada análise química do solo (APÊNDICE C), que por se tratar de área experimental corrigida frequentemente, apresentou os teores de nutrientes e demais variáveis adequadas e sem limitação para a cultura da soja.

Os locais dos experimentos em Arapoti e Ponta Grossa apresentam predominância do tipo climático Cfb, cujas características gerais são de clima mesotérmico (subtropical e temperado), com regime de precipitação sempre úmido (sem estação seca definida) e com verões amenos (temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C) (CAVIGLIONE et al., 2000; IAPAR, 2011). A temperatura média anual em Arapoti é de aproximadamente 1°C maior que a de Ponta Grossa.

4.2 DESSECAÇÃO, SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS

Para o manejo de plantas daninhas antes da semeadura da cultura da soja, as áreas foram dessecadas com o uso de glifosato na dose de 1440,0 mL i. a. ha⁻¹.

A cultivar de soja escolhida foi a CD 206, convencional, de hábito de crescimento determinado, que apresenta ciclo de maturação 6.8 e é classificada como de ciclo médio, com 129 dias em média até a maturação (ANEXO A). Entretanto, segundo dados obtidos ao longo de vários anos da Fundação ABC na região onde se realizou os experimentos, a cultivar apresenta ciclo da emergência até a colheita entre 123 a 170 dias, com ciclo médio de 147 dias (MOLIN, 2010). A cultivar é considerada como suscetível ao oídio e a ferrugem asiática (ANEXO A), apresentando severidade média de 60 e 65%, respectivamente, ao longo de vários anos nas localidades dos experimentos (MOLIN, 2010).

No dia da semeadura, as sementes foram tratadas com inseticida fipronil (50,0 mL i.a. 100 kg de sementes⁻¹), com o fungicida carboxin + thiram (40,0 + 40,0 mL i.a. 100 kg de sementes⁻¹) e com inoculante, contendo duas estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080) em concentração de 5×10^9 rizóbios mL⁻¹ (100 mL 50 kg de sementes⁻¹).

A adubação de base foi de 300 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK da fórmula comercial 00:20:20. A densidade de semeadura utilizada foi de 13,0 sementes por metro objetivando conseguir uma população de 240.000 plantas ha⁻¹. A semeadura foi realizada mecanicamente nos dois locais no dia 11 de outubro de 2010, com o uso de semeadora da modelo / marca SHM 15/17 – Semeato, com sete linhas, espaçadas entre si em 0,4 m e a emergência da cultura ocorreu em 18 de outubro de 2010.

As pulverizações de herbicidas e inseticidas foram realizadas com auxílio de pulverizador tratorizado, marca Jacto®, com tanque com capacidade de 600 L e volume de calda de 135 L ha⁻¹.

Após a emergência da cultura da soja, no estágio V3 procedeu-se a aplicação do herbicida cloransulam-methyl (30,2 g i.a. ha⁻¹), associado ao fomesafen (125,0 mL i.a. ha⁻¹), com adição de espalhante adesivo nonil fenol polietileno glicol éter (0,2% v.v⁻¹) para controle das plantas daninhas de folhas largas. Na segunda aplicação de herbicidas no estágio V4, para o controle das plantas daninhas de folhas estreitas utilizou-se tepraloxymid (100,0 mL i.a. ha⁻¹), com adjuvante óleo mineral (0,5% v.v⁻¹) (EMBRAPA, 2010; MAPA, 2011).

O manejo de pragas foi realizado conforme foi constatada a necessidade de controle de acordo com as pragas presentes, sendo mais comumente encontradas, a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia*

includens) e o percevejo marrom (*Euschistus heros*). Utilizou-se para lagarta-da-soja o inseticida teflubenzuron (7,5 mL i.a. ha⁻¹), para a lagarta falsa-medideira o metomil (215,0 mL i.a. ha⁻¹) e o tiametoxam + lambda-cialotrina (28,2 + 21,2 mL i.a. ha⁻¹) para o percevejo marrom (EMBRAPA, 2010; MAPA, 2011).

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso, com quatro repetições, com dez tratamentos, totalizando 40 parcelas. Cada parcela foi constituída de 7 linhas de semeadura, em um total de 2,8 m de largura x 5,0 m de comprimento, totalizando assim área total de 14 m² e área útil de 6,4 m². Os tratamentos foram compostos conforme demonstra a Tabela 1, com a aplicação do fungicida em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja.

Tabela 1 - Época e número de aplicações do fungicida em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max*), CD 206, experimento I em Arapoti – PR e experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	Nº de aplicações ¹	Experimento	
		Arapoti (estádio de desenvolvimento ²)	Ponta Grossa (estádio de desenvolvimento)
1	0	Testemunha	Testemunha
2	1	R5.2	R5.1
3	2	R4 + R5.2	R3 + R5.1
4	3	R2 + R4 + R5.2	R1 + R3 + R5.1
5	4	V9 + R2 + R4 + R5.2	V8 + R1 + R3 + R5.1
6	5	V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2	V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1
7	4	V6 + V9 + R2 + R4	V5 + V8 + R1 + R3
8	3	V6 + V9 + R2	V5 + V8 + R1
9	2	V6 + V9	V5 + V8
10	1	V6	V5

¹ Fungicida trifloxistrobina + ciproconazol (Sphere Max[®]) (56,4 + 24 mL i.a. ha⁻¹), adicionado de adjuvante éster metílico de óleo de soja (Aureo[®]) (360 mL i.a. ha⁻¹); ² Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala fenológica proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982).

Para promover diferentes níveis de severidade de doença foi realizada a aplicação do fungicida em diferentes estádios de desenvolvimento (REIS; LEITES; FORCELINI, 2006). Para os estádios de desenvolvimento da cultura utilizou-se

como referência a escala fenológica proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982) (ANEXO B).

O fungicida utilizado nas aplicações foi trifloxistrobina + ciproconazol (Sphere Max[®]) (376 + 160 g. i.a. L⁻¹), sendo uma mistura de fungicidas do grupo das estrobilurinas com triazol, com dose de registro no Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária – MAPA para os alvos oídio e ferrugem asiática de 56,4 + 24 mL i.a. ha⁻¹, com adição do adjuvante éster metílico de óleo de soja (Aureo[®]) (360 mL i.a. ha⁻¹) (AGROLINKFITO, 2011; ANDREI, 2009; MAPA, 2011).

As aplicações de fungicidas foram realizadas com auxílio de pulverizador costal, à pressão constante de 23 lb pol⁻², mantido pelo CO₂ comprimido, com barra equipada com seis pontas de pulverização jato “plano” XR11002 VS espaçadas de 0,5 m, e volume de calda de 135 L ha⁻¹.

4.4 AVALIAÇÕES

As avaliações de severidade (% de área foliar coberta por sintomas) do oídio foram iniciadas a partir do surgimento dos primeiros sinais da doença, com o auxílio da escala diagramática do oídio da soja, proposta por Mattiazzi (2003) (ANEXO C).

Para quantificar a severidade do oídio, segundo as normas da Comissão de Fitopatologia da Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (2009), foi realizada avaliação em quatro pontos por parcela, considerando um conjunto de plantas em cada ponto, nas linhas centrais de cada parcela, estimando a severidade no terço inferior, terço médio e terço superior do dossel, sendo que a média desses valores foi utilizada para a estimativa da severidade total de doença no dossel.

No experimento I em Arapoti foram realizadas quatro avaliações de severidade do oídio nos estádios R2, R4, R5.3 e R5.5 e em Ponta Grossa no experimento II foram realizadas cinco avaliações de severidade do oídio nos estádios R1, R3, R5.2, R5.3 e R5.5.

Nas avaliações de severidade da ferrugem asiática da soja utilizou-se amostragem de 20 trifólios por parcela, coletados aleatoriamente nas plantas das linhas centrais, sendo que, estes foram avaliados no laboratório. Nas estimativas de severidade utilizou-se a escala diagramática da ferrugem asiática da soja proposta por Godoy; Koga e Canteri (2006) (ANEXO D).

No experimento I para ferrugem asiática da soja foram realizadas quatro avaliações de severidade da doença nos estádios R5.3, R5.4, R6 e R7.1. No experimento II as avaliações de severidade da doença foram iniciadas no estágio R5.1, além desta foram realizadas mais outras quatro, em R5.2, R5.3, R5.5 e R6, totalizando assim cinco avaliações.

Com base nas avaliações de severidade de oídio e ferrugem asiática, procedeu-se o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), pela equação proposta por Shaner e Finney (1977) descrita abaixo:

$$AACPD = \sum^{n-1} ((y_i + y_{i+1})/2) \times (t_{i+1} - t_i)$$

Onde: n é o número de avaliações;

y a intensidade de doenças;

t o tempo quando da avaliação da intensidade da doença;

i e i+1 representam as observações de 1 a n.

A eficiência de controle dos tratamentos foi calculada com os dados de severidade do oídio e da ferrugem asiática com o uso da fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925).

A porcentagem de desfolha foi estimada visualmente na área útil de cada parcela, no momento em que a testemunha sem aplicação de fungicida atingiu 80-85% de desfolha.

Antes da colheita dos experimentos coletou-se uma amostra de 10 plantas por parcela ao acaso na área útil, para determinação dos componentes da produtividade (número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta).

A colheita dos experimentos foi realizada manualmente através da coleta das plantas, quando a cultura atingiu o estágio R9, que correspondem aos 148 e 154 dias após a emergência, em Arapoti e Ponta Grossa, respectivamente, com valores de umidade próximos a 15%. Foram colhidas quatro linhas centrais de cada parcela, excluindo-se 0,5 m de borda no início e fim de cada parcela, totalizando 1,6 m de largura por 4 m de comprimento, com a área útil de colheita de 6,4 m² por parcela.

Após a colheita procedeu-se a debulha e/ou trilha das amostras colhidas com auxílio de trilhadora marca/modelo Nogueira® tracionada por trator. As amostras passaram por equipamento de pré-limpeza para remoção das impurezas e em seguida determinou-se o peso e o teor de umidade dos grãos.

Além da produtividade também foi avaliada massa de duzentos e cinquenta grãos (depois corrigida para massa de mil grãos). A produtividade de grãos foi corrigida para 13% de umidade e extrapolado para kg ha^{-1} .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos, quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do Software estatístico SAS System 9.1. Para análise, os valores de severidade em porcentagem foram transformados utilizando-se $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$.

Através da análise de regressão a variável independente produtividade, foi relacionada com: severidade, com área abaixo da curva de progresso do oídio e da ferrugem asiática, com desfolha e com massa de mil grãos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 EXPERIMENTO I - ARAPOTI – PR

5.1.1 Oídio

No experimento I conduzido em Arapoti – PR, no momento da primeira aplicação (os tratamentos com aplicação em V6) ainda não havia sido constatada a presença de oídio, sendo que os primeiros sinais da doença foram observados ainda na fase vegetativa no estágio de desenvolvimento V7, a partir de então se observou rápida evolução da doença.

Na testemunha a doença apresentou severidade de 5,4% no estágio V9, e, atingiu a severidade máxima observada de 35,3% em R4 (Figura 1).

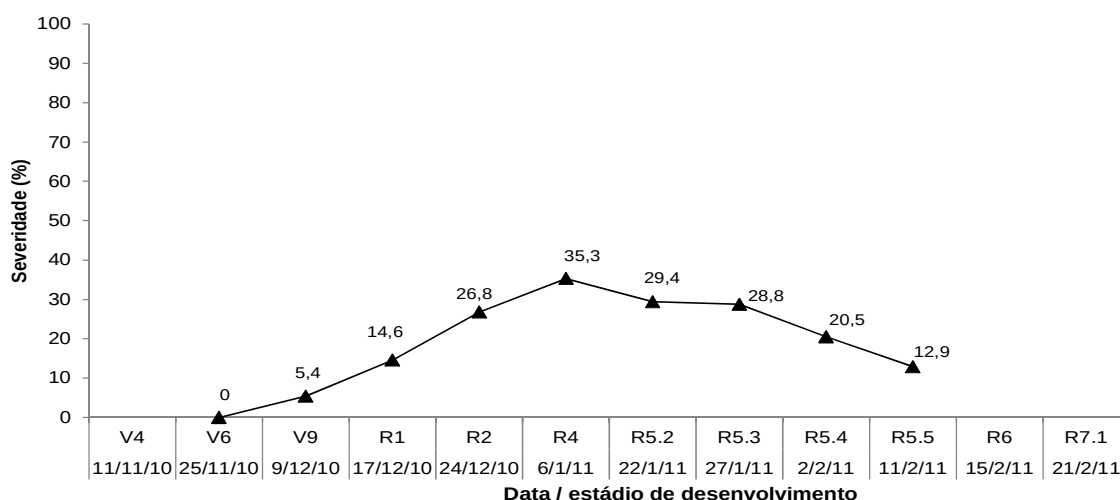


Figura 1 – Severidade (%) do oídio (*Erysiphe diffusa*) na testemunha no experimento I, na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

A partir do início do enchimento de grãos em R5.2 (dezembro de 2010) as condições climáticas desfavoreceram o desenvolvimento do oídio, com precipitações frequentes, volume e número de dias com chuva acima da média histórica e maior umidade relativa do ar (ANEXOS E, F, G e H) (TSUKAHARA, 2011), apesar da temperatura média estar favorável a ocorrência da doença (CATELLI, 2009; SINCLAIR; HARTMAN, 1999; TOIGO et al., 2008). A partir deste estágio de desenvolvimento ocorreu redução progressiva da severidade da doença, com valores de 20,5 e 12,9%, em R5.4 e R5.5, respectivamente. De modo geral pode-se afirmar que a severidade do oídio foi de média a baixa no experimento em Arapoti.

Na avaliação no estágio de desenvolvimento R2 (Tabela 2) aos 67 dias após a emergência (DAE) da soja verificou-se o efeito das aplicações dos tratamentos quando iniciadas na fase vegetativa, nos estádios de desenvolvimento V6 e V9, diminuindo significativamente a severidade da doença.

Aos 80 DAE no estágio de desenvolvimento R4 (Tabela 2), as aplicações de fungicidas no estágio V9 já tinham sido realizadas e ocorreu redução da severidade do oídio (controle acima de 90%), destacando os tratamentos 5, 6, 7, 8 e 9. No tratamento 10 (aplicação única em V6) apesar do controle inicial observado na avaliação de R2 houve reinfecção da doença (controle de 50%). Pode-se observar que no tratamento 4 que havia recebido somente a aplicação em R2, quando o fungicida foi aplicado a severidade era de 26,8% o que resultou em baixo nível de controle de apenas 57%.

Os resultados de severidade do oídio da avaliação do estágio R5.3 (Tabela 2) realizada aos 101 DAE indicam que os tratamentos com aplicações somente na fase vegetativa (tratamento 9 e 10) apesar do controle inicial, não promoveram efeito prolongado sobre o oídio, em função do fim do efeito de proteção do fungicida, o que proporcionou aumento da doença.

Em R5.5 aos 116 DAE evidenciou-se que mesmo com a baixa severidade registrada na testemunha (12,9%) houve reinfecção do oídio mesmo nos tratamentos que receberam aplicações em R4 (80 DAE) e R5.2 (96 DAE), uma vez que, não havia mais efeito de proteção com residual do fungicida, comprovando assim que o fungicida não promove efeito de proteção muito longo após a doença instalada na cultura.

Carmona e Reis (2009) citam que o período médio de proteção de um fungicida situa-se entre 15 a 25 dias. De acordo com Boller (2009), o efeito de persistência ou residual dos fungicidas situa-se próximo a 21 dias, confirmando os resultados observados neste trabalho, principalmente quando a doença já está instalada na cultura.

Tabela 2 - Severidade (%) do oídio (*Erysiphe diffusa*), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	R2 ¹		R4		R5.3		R5.5		AACP	Controle
	67 DAE ²		80 DAE		101 DAE		116 DAE			
	Sev. ³	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle		
1- Testemunha	26,8 ⁴	a ⁵ 0	35,3	a 0	28,8	a 0	12,9	b 0	1630,1	a 0
2- Aplicação R5.2	29,5	a 0	38,1	a 0	8,1	de 72	10,6	bcd 18	1325,4	b 19
3- Aplicações R4+R5.2	30,5	a 0	39,6	a 0	10,8	cd 63	10,9	bc 15	1415,4	b 13
4- Aplicações R2+R4+R5.2	26,6	a 1	15,0	b 57	2,2	f 92	8,3	cd 36	769,9	c 53
5- Aplicações V9+R2+R4+R5.2	5,9	b 78	1,5	cd 96	0,0	g 100	5,2	e 59	188,5	fg 88
6- Aplicações V6+V9+R2+R4+R5.2	0,2	d 99	1,2	cd 96	1,2	fg 96	7,9	de 38	145,2	g 91
7- Aplicações V6+V9+R2+R4	0,4	d 99	0,3	d 99	6,2	e 78	19,5	a 0	308,9	ef 81
8- Aplicações V6+V9+R2	0,0	d 100	0,1	d 100	10,5	d 63	18,8	a 0	372,2	de 77
9- Aplicações V6+V9	0,0	d 100	3,3	c 91	14,3	c 50	20,3	a 0	506,8	d 69
10- Aplicação V6	2,3	c 91	17,8	b 50	19,5	b 32	18,6	a 0	866,0	c 47
C.V. (%)	16,2		17,9		17,4		11,5		16,8	
Pr > F	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² DAE = dias após a emergência; ³ Sev. = severidade; ⁴ Dados originais para análise foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$; ⁵ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.= coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância;

Godoy et al. (2009) relatam que as aplicações de fungicidas na cultura da soja tem sido realizadas de forma calendarizada, iniciando a partir do florescimento e repetidas com intervalos entre 14 a 21 dias, ignorando assim os fatores que influenciam as epidemias. Neste sentido Zanata et al. (2004), avaliando o fungicida sistêmico fluquinconazol no controle do oídio da soja, verificaram que o período máximo de proteção do fungicida foi de 15 dias. Já Toigo et al. (2008) observaram que houve redução da severidade do oídio na soja até 27 dias após a aplicação de fungicidas de vários grupos químicos ou associações, em relação à testemunha.

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACP) para o oídio é uma variável importante porque considera a evolução da doença em todas as avaliações realizadas durante a condução do experimento. Em geral, pode-se verificar que os tratamentos que promoveram uma maior diminuição da AACP (Tabela 2) e consequentemente os melhores resultados de controle (acima de 80%), foram o tratamento 6 (aplicações nos estádios V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2), o 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2) sendo estes semelhantes entre si, e o 7 (aplicações nos estádios V6 + V9 + R2 + R4), sendo este semelhante estatisticamente ao tratamento 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2) e 8 (aplicações em V6 + V9 + R2).

Os resultados obtidos neste experimento, onde o fungicida utilizado foi mistura de triazol (ciproconazol) e estrobilurina (trifloxistrobina) reforçam os resultados encontrados por Toigo et al. (2008). Estes autores avaliaram a eficiência de diferentes fungicidas sobre a severidade do oídio e sobre a produtividade de grãos na soja e observaram que as misturas de grupos dos triazóis e das estrobilurinas apresentaram melhor controle da doença, quando comparado com triazóis aplicados individualmente, fato este que pode ser atribuído a ação das estrobilurinas sobre a germinação de conídios e, por consequência, sobre o processo de infecção e estabelecimento do fungo.

As aplicações de fungicidas na fase reprodutiva, normalmente quando a cultura da soja se encontra já com as entrelinhas fechadas e com alto índice foliar, dificultando assim a penetração da calda do fungicida até as folhas do baixeiro das plantas, pode resultar em controle deficiente das doenças (BOLLER, 2009; FORCELINI, 2009; REIS et al., 2009), como o caso do oídio. Este fato pode explicar porque quando as aplicações são tardias normalmente a reinfecção do patógeno é rápida.

Alessio (2008) afirma que as aplicações de fungicidas de forma preventiva são estratégicas para controlar eficientemente as doenças foliares e manter a área foliar sadia contribuindo para maior peso dos grãos.

Recentemente Igarashi et al. (2010), em experimento conduzido sob condições de ambiente protegido em telado com a cultivar Embrapa 48, considerada como precoce e suscetível ao oídio, com aplicações sob infecção iniciada em diferentes estádios de desenvolvimento, constaram danos de até 50,1% causados pela doença. Neste estudo os autores observaram que as maiores porcentagens de danos ocorreram quando as infecções iniciaram-se mais precocemente ou até o estádio R4, fato este atribuído a preservação de maior área foliar sadia da cultura. Apesar da baixa severidade do oídio observado no presente trabalho, ressalta-se que os maiores valores de severidade foram observados em R4 (Figura 1), concordando com os resultados citados anteriormente.

Os resultados do presente trabalho evidenciam que houve grande variação de resposta de controle do oídio em função da época de aplicação do fungicida e se esta foi preventiva ou erradicativa, sendo que esses resultados estão concordantes com Forcelini (2009) que cita que aplicações curativas apresentam menor eficiência no controle. No entanto, está em contradição com a recomendação de controle químico que deve ser realizado quando a severidade da doença for no mínimo 20% de área foliar (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2009). Em função da grande mudança no perfil das novas cultivares de soja semeadas atualmente, em geral mais precoce e mais suscetíveis ao oídio, torna-se necessário confirmar o dano provocado pelo oídio.

Em geral, os resultados obtidos no presente trabalho evidenciam que para o controle do oídio as aplicações devem ser iniciadas já na constatação da presença da doença, independente da época e da intensidade, uma vez que aplicações erradicativas resultam em baixa eficiência de controle e também em rápida reinfecção da doença.

5.1.2 Ferrugem asiática

Os primeiros sintomas da ferrugem asiática no experimento I ocorreram na fase reprodutiva da soja, no estádio R2 com severidade inicial de 0,3% (Figura 2). Na testemunha a doença atingiu 2,6% de severidade no estádio R4, a partir de

então, as condições ambientais predominantes foram favoráveis à doença (ANEXOS E, F, G e H), principalmente com volume e frequência das precipitações, o que favoreceu rápida evolução da ferrugem asiática. A severidade observada foi de 23,3% no estágio R5.2, passando a valores de 46,1 em R5.4. A doença atingiu a severidade máxima de 100% no estágio R7.1 (Figura 3), caracterizando assim como uma epidemia de ferrugem asiática, com completa desfolha nas parcelas testemunhas.

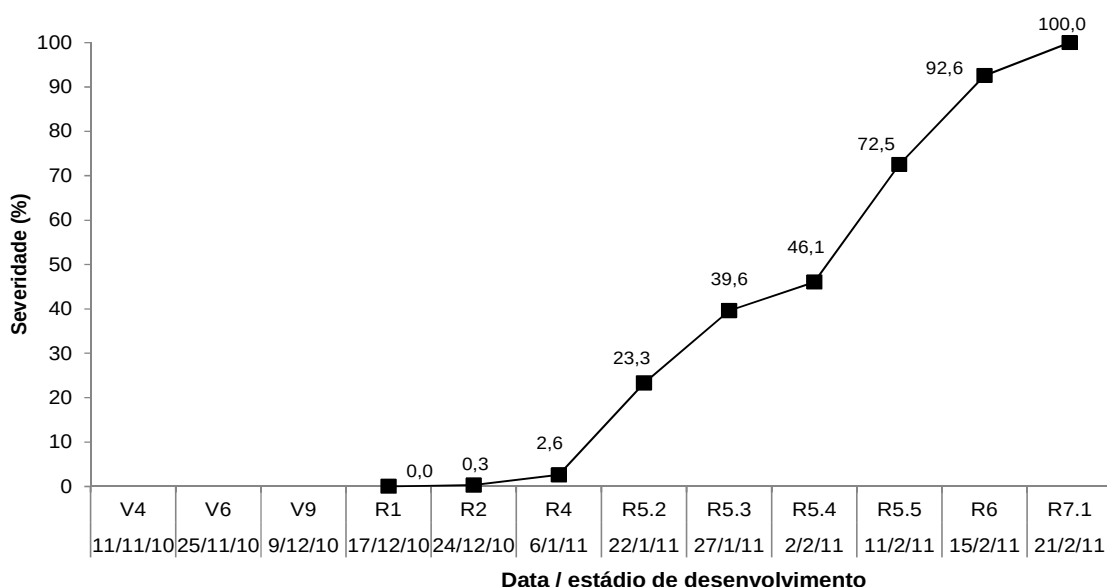


Figura 2 – Severidade (%) da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) na testemunha no experimento I, na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Para ferrugem asiática, na avaliação do estágio R5.3 (Tabela 3) aos 102 DAE, na testemunha já se observou severidade de 39,6%. Houve efeito significativo da redução da severidade da doença, com destaque para os tratamentos 4 (aplicações em R2 + R4 + R5.2), o 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2), o 6 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2), o 7 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4) e o 8 (aplicações em V6 + V9 + R2). Estes tratamentos têm em comum que receberam aplicação em R2 e/ou também antes (V9) ou logo após (R4), este estágio de desenvolvimento, coincidiu com o aparecimento dos primeiros sinais da doença.

O tratamento 3 (aplicações em R4 + R5.2) com as aplicações iniciando em R4 resultou em menor eficiência de controle quando comparado aos demais tratamentos que receberam a aplicação em R2 (tratamentos 4, 5, 6, 7 e 8), que coincidiu com o início da ferrugem asiática.

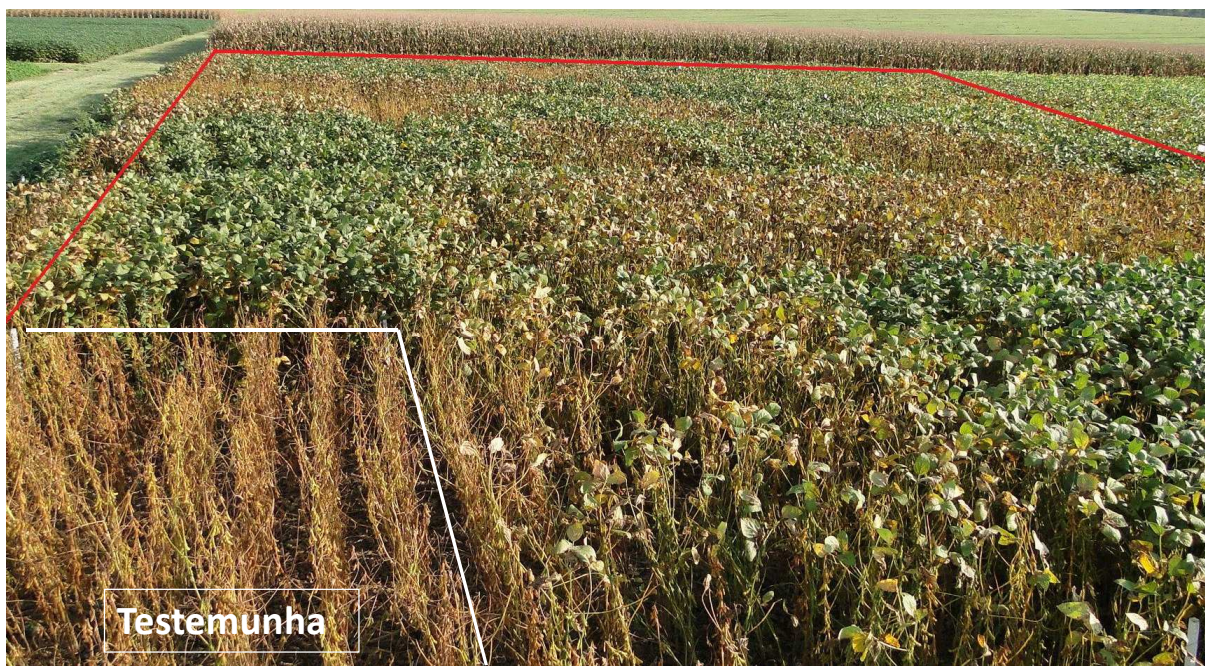


Figura 3 - Vista geral do experimento I no estágio R7.1, na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Na avaliação de severidade da ferrugem asiática no estágio R5.4 (Tabela 3), aos 107 DAE, a doença evoluiu para 46,1% na testemunha. Os melhores tratamentos foram o 4 (aplicações em R2 + R4 + R5.2), o 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2), o 6 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2) e o 7 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4), sendo superiores aos demais tratamentos, com controles obtidos acima de 95%. Seguidos deste também se destacou o tratamento 8 (aplicações em V6 + V9 + R2) com 85% de controle.

Observou-se que os tratamentos em que as plantas foram expostas à doença e receberam as aplicações muito tardias, curativas, como os tratamentos 2 (aplicações em R5.2) e 3 (aplicações em R4 + R5.2), resultaram em menor eficiência de controle quando comparados aos demais tratamentos que receberam aplicação em R2, que combinaram proteção inicial no momento em que se iniciou a ferrugem asiática e efeito no momento em que houve crescimento significativo na epidemia, evitando aumento da doença.

Este resultado está em concordância com Forcelini (2009), que sugere que no manejo de doenças um dos fatores mais importantes para o sucesso de controle é a época da aplicação, que está relacionada com o estágio da cultura, com as condições ambientais e, principalmente, com as características e o momento da própria epidemia. O mesmo autor cita que os fungicidas tem movimentação predominante acropetal, o que não permite a redistribuição para a parte basal da

planta. Esta seria uma das razões que também explicam a melhor eficiência das aplicações preventivas, porque relaciona questões como à dificuldade de atingir o alvo em estádios de desenvolvimento adiantados, onde existe um maior índice de área foliar, aliado a maior quantidade de doença a ser controlada.

Nas avaliações de ferrugem asiática realizadas em R6 e R7.1 (Tabela 3), houve um elevado acréscimo de severidade para todos os tratamentos. Os controles ficaram abaixo de 50% e as aplicações já tinham finalizadas a 24 e 30 dias anteriormente, respectivamente.

Os resultados da área abaixo da curva de progresso da doença (AACP) da ferrugem asiática (Tabela 3) confirmam que os melhores tratamentos foram o 4 (aplicações em R2 + R4 + R5.2), o 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2) e o 6 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2), que tiveram maior efeito sobre a progressão da doença e foram significativamente diferente dos demais.

Estes tratamentos possuem em comum as aplicações de fungicidas realizadas em R2 + R4 + R5.2, que proporcionaram efeito de proteção desde o início da ocorrência da ferrugem asiática com a aplicação em R2, que coincidiu com o início da doença, até o estádio R5.5 com a aplicação de R5.2, considerando o efeito residual do fungicida utilizado próximo de 20 dias.

Neste contexto, Forcelini (2009) cita a relatividade dos níveis de doença ou controle, sendo que, uma mesma incidência ou severidade representa dimensões diferentes, dependendo da suscetibilidade das cultivares, das condições ambientais predominantes antes ou após a avaliação, das raças do patógeno, do potencial da lavoura e do índice de área foliar, entre outros. O mesmo autor cita também que em cultivares altamente suscetíveis é arriscado trabalhar com níveis de controle.

Boller (2009), afirma que a definição do momento adequado para iniciar um tratamento é o ponto chave para o sucesso de um programa de tratamento fitossanitário de uma cultura. O mesmo autor cita que o número de aplicações de fungicidas é dependente de alguns fatores como da época da primeira aplicação, o período de proteção proporcionado pelo fungicida e o ciclo da cultura a ser tratada. Segundo o mesmo autor, em geral os fungicidas propiciam um período de proteção próximo de 21 dias.

Tabela 3 - Severidade (%) da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	R5.3 ¹		R5.4		R6		R7.1		AACP	
	102 DAE ²		107 DAE		120 DAE		126 DAE			
	Sev. ³	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle		
1- Testemunha	39,6 ⁴ a ⁵	0	46,1 a	0	92,6 a	0,0	100,0 a	0,0	2167 a	0,0
2- Aplicação R5.2	20,7 b	48	30,4 c	34	63,9 de	31	86,4 c	14	1457 c	33
3- Aplicações R4+R5.2	8,8 d	78	17,4 d	62	61,3 e	34	76,4 d	24	1125 d	48
4- Aplicações R2+R4+R5.2	0,6 e	98	1,5 fg	97	49,7 f	46	64,3 e	36	725 f	67
5- Aplicações V9+R2+R4+R5.2	0,0 e	100	0,0 g	100	48,4 f	48	57,1 f	43	671 f	69
6- Aplicações V6+V9+R2+R4+R5.2	0,0 e	100	0,1 fg	100	53,8 f	42	63,3 e	37	741 f	66
7- Aplicações V6+V9+R2+R4	0,0 e	100	1,6 f	97	68,0 d	27	86,7 c	13	959 e	56
8- Aplicações V6+V9+R2	1,1 e	97	6,8 e	85	74,9 c	19	94,6 b	5	1109 d	49
9- Aplicações V6+V9	11,1 c	72	31,1 c	32	80,0 b	14	96,3 ab	4	1517 c	30
10- Aplicação V6	23,7 b	40	37,6 b	18	78,3 bc	15	98,8 a	1	1738 b	20
C.V. (%)	34,0		22,4		11,3		9,1		12,6	
Pr > F	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² DAE = dias após a emergência; ³ Sev. = severidade; ⁴ Dados originais para análise foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$; ⁵ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.= coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância;

Considerando a afirmação de Boller (2009), no presente trabalho, no estágio R5.5 não havia mais efeito do produto. Este fato, associado a condições ambientais favoráveis à ferrugem asiática, principalmente com volume e frequência das precipitações, explica a rápida evolução da doença que ocorreu e a baixa eficiência de controle em R6 e R7.1. (ALMEIDA et al., 2005; DEL PONTE et al., 2006b; DEL PONTE; ESKER, 2008; GODOY et al., 2009; REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006; TSUKAHARA; HIKISHIMA; CANTERI, 2008).

Vitti et al. (2004) citam que no controle da ferrugem asiática, o maior período residual e melhor desempenho dos fungicidas foram obtidos devido à aplicação preventiva. Da mesma forma, Oliveira (2004) observou aumento na produtividade de grãos de até 100% quando realizou o controle da doença preventivamente.

Calaça (2007) em experimento tendo como objetivo avaliar o efeito do atraso no controle da ferrugem asiática sobre os componentes da produtividade, severidade e área foliar sadia, observaram que nas situações em que o início da ferrugem asiática ocorre próximo à fase reprodutiva, atraso no controle da doença superior a 28 dias tem o mesmo resultado que a ausência de controle. Segundo dados do mesmo autor, para cada dia de atraso no controle houve uma relação de crescimento da severidade de 0,25%.

Del Ponte et al. (2006b), em estudo sobre as epidemias de ferrugem asiática da soja no Brasil, fizeram uma correlação entre temperatura e chuva com a severidade final da doença. Estes autores concluíram que a quantidade de chuva explicou parte da variação da severidade final da doença entre os campos envolvidos, ao contrário da temperatura. Este fato é explicado pela característica incomum de *P. pachyrhizi*, de possuir uredósporos que tendem a permanecer firmemente agregados, não sendo facilmente liberados pela ação do vento, mas sim pelas gotas de chuva. Godoy et al. (2009) confirmaram estas suposições, com experimentos em duas safras, em que verificaram uma relação direta entre chuva e severidade da ferrugem asiática.

Estas afirmações ajudam a explicar a rápida e intensa evolução da severidade da ferrugem asiática observada no experimento de Arapoti, principalmente durante o mês de janeiro de 2011, que foi potencializada pela quantidade, frequência e distribuição das chuvas (ANEXOS E, F e G) durante os meses de dezembro e janeiro (TSUKAHARA, 2011). Ressalta-se que no mês de

dezembro a precipitação acumulada foi de aproximadamente 100 mm superior à média histórica, com um desvio positivo de 55%.

Com base em trabalho realizado por Navarini et al. (2007), que avaliaram programas de controle químico aplicados de forma curativa e preventiva, em várias cultivares de soja e diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, deve-se adequar o número de aplicações de fungicidas ao ciclo de cada cultivar, bem como ao nível de inóculo presente no momento da aplicação. Segundo os mesmos autores, aplicações preventivas resultaram em maior área verde foliar remanescente e menor desfolha, enquanto que em aplicações curativas, a desfolha foi maior.

Furtado et al. (2009), analisando experimentos conduzidos em ambiente controlado, observaram que a fenologia da planta influenciou a suscetibilidade à doença e que os estádios de desenvolvimento V3 e R1 foram semelhantes entre si e superiores à R5, que apresentou severidade menor. Os autores demonstraram que há alta suscetibilidade ao patógeno já no período vegetativo e os trifólios mais velhos são mais suscetíveis à doença. Isto implica que se houver ocorrência da doença ainda na fase vegetativa, essa deve ser controlada mesmo nesta época.

A ferrugem asiática causa perda do teor de clorofila e redução da capacidade da folha em absorver energia radiante e realizar fotossíntese, assim os sintomas visuais observados, como lesões foliares, são muito reduzidos em relação ao real impacto da doença sobre a produtividade potencial da planta. Desta forma, o controle da ferrugem asiática deve ser realizado antes da observação de sintomas para evitar danos (KUMUDINI et al., 2008).

Mueller et al. (2009) relatam que para a tomada de decisão de aplicação de fungicidas baseado na constatação da primeira detecção da ferrugem asiática, o fator limitante é a necessidade de um sistema intensivo de monitoramento que possa detectar a doença logo após o aparecimento das primeiras lesões, uma vez que as produtividades tendem a diminuir à medida que o tempo entre a primeira detecção e primeira aplicação de fungicidas aumenta.

Todos estes autores referenciados anteriormente que estão reafirmando também a importância do controle preventivo da ferrugem asiática, confirmam os resultados obtidos no presente trabalho, em que os tratamentos 4, 5 e 6, que combinaram efeito preventivo e proteção até o período de enchimento de grãos (aplicação no estádio R5.2) resultaram em melhor controle da doença. Porém, ressalta-se que o critério preventivo deve ser adequado com as ferramentas

disponíveis, como sistemas de monitoramento e a previsão da doença, para que seja o mais próximo possível do surgimento da doença ou acarretará necessariamente em maior número de aplicações.

5.1.3 Desfolha

As avaliações de desfolha apresentam boa correlação com intensidade e/ou severidade das doenças como é o caso da ferrugem asiática da soja (GODOY; CANTERI, 2004).

Em Arapoti, na primeira avaliação da porcentagem de desfolha no estágio R6 aos 120 DAE (Tabela 4), a testemunha já apresentava 81,3% de desfolha. Observou-se que as aplicações de fungicidas resultaram em efeito significativo e reduziram a desfolha. Destacam-se os tratamentos que receberam as aplicações no estágio R4 ou R5.2 e/ou R4 + R5.2, dentre estes o tratamento 4, 5, 6, 7, 3 e 2, com valores de desfolha inferiores a 60% e se apresentaram semelhantes entre si e diferentes da testemunha.

Tabela 4 - Desfolha (%) na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	Desfolha	
	R6 ¹ 120 DAE ²	R7.1 126 DAE
1- Testemunha	81,3 ³ a ⁴	98,0 a
2- Aplicação R5.2	58,8 bcd	77,8 cd
3- Aplicações R4+R5.2	53,8 bcd	62,0 def
4- Aplicações R2+R4+R5.2	41,3 d	48,0 efg
5- Aplicações V9+R2+R4+R5.2	45,0 cd	31,3 g
6- Aplicações V6+V9+R2+R4+R5.2	52,5 bcd	42,5 fg
7- Aplicações V6+V9+R2+R4	52,5 bcd	65,5 de
8- Aplicações V6+V9+R2	65,0 abc	81,3 bcd
9- Aplicações V6+V9	71,3 ab	90,0 abc
10- Aplicação V6	78,8 a	93,8 ab
C.V. (%)	10,0	8,8
Pr > F	<0,0001	<0,0001

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² DAE = dias após a emergência; ³ Dados originais para análise foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$; ⁴ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância;

Na avaliação no estágio R7.1, aos 126 DAE houve um aumento significativo da desfolha para a maioria dos tratamentos, sendo que a testemunha apresentava com 98%.

Estes resultados confirmam várias citações na literatura relacionando desfolha com severidades elevadas de doenças como a ferrugem asiática e efeito sobre a produtividade. Com o progresso da epidemia e aumento da densidade de lesões, ocorre amarelecimento prematuro e abscisão foliar (BOARD et al., 2010; GODOY; CANTERI, 2004; NAVARINI et al., 2007; MILES et al., 2007; MUELLER et al., 2009; REIS et al., 2007; SILVA; JULIATTI; REZENDE, 2010; SINCLAIR; HARTMAN, 1999, YANG et al., 1991).

5.1.4 Componentes de produtividade

5.1.4.1 Número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta

Os tratamentos com as aplicações de fungicidas em diferentes número e época proporcionaram efeito significativo na manutenção de um maior número de vagens por planta (NVP) em relação à testemunha (Tabela 5), exceto o tratamento 10 (aplicação única em V6) (com 50,6 vagens por planta) que foi semelhante à testemunha e aos tratamentos 2, 5, 6, 7, 8 e 9, porém inferiores ao 3 e 4.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva Júnior et al. (2009) que avaliaram o efeito da aplicação de diferentes fungicidas e épocas de aplicações sobre a ferrugem asiática e produtividade da soja, e constataram que houve alteração significativa no número de vagens produzidas por planta em função dos tratamentos testados e a aplicação no estágio de desenvolvimento R1 foi a mais importante.

Tabela 5 - Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de grãos por planta (MGP - gramas), massa de mil grãos (MMG - gramas) e produtividade (kg ha⁻¹), em função de aplicações de fungicidas em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento I, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	NVP	NGP	MGP	MMG	Produtividade
1- Testemunha	44,6 d ²	111,5 c	10,7 f	101,7 e	2116,8 e
2- Aplicação R5.2 ¹	53,9 abc	134,7 ab	17,1 cd	129,7 bc	3006,8 cd
3- Aplicações R4+R5.2	60,0 ab	152,2 ab	22,1 a	140,8 ab	3632,8 abc
4- Aplicações R2+R4+R5.2	61,0 a	155,9 a	23,6 a	155,8 a	3908,3 ab
5- Aplicações V9+R2+R4+R5.2	53,8 abc	139,1 ab	21,1 ab	155,1 a	4017,3 a
6- Aplicações V6+V9+R2+R4+R5.2	56,1 abc	140,2 ab	21,2 ab	154,4 a	3779,8 ab
7- Aplicações V6+V9+R2+R4	57,4 abc	144,1 ab	18,0 bc	130,4 bc	3261,8 bc
8- Aplicações V6+V9+R2	56,6 abc	144,5 ab	16,0 cde	119,6 cd	2888,0 cd
9- Aplicações V6+V9	52,9 bc	135,3 ab	14,1 de	111,5 de	2448,0 de
10- Aplicação V6	50,6 cd	131,4 bc	13,2 ef	106,5 de	2337,8 de
C.V. (%)	20,6	22,0	25,5	5,1	9,8
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância.

Da mesma forma, Igarashi et al. (2010) observaram efeito significativo comprovando que o oídio na ausência de controle pode também interferir na redução no número de vagens por planta, com grande diferença entre a testemunha e os tratamentos com aplicações de fungicidas. No presente experimento, quando a aplicação foi realizada apenas no estágio vegetativo em V6, esta não proporcionou aumento no número de vagens por planta.

Os resultados para número de grãos por planta (NGP) (Tabela 5) indicam a mesma tendência de resposta que se obteve para NVP. Houve efeito significativo dos tratamentos com as aplicações de fungicidas em diferentes número e épocas, todos os tratamentos foram superiores à testemunha (111,5 grãos por planta), exceto o tratamento 10 (aplicação única em V6), que foi semelhante a testemunha, porém este foi semelhante também aos tratamentos 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9.

Os tratamentos com as aplicações de fungicidas em diferentes número e épocas influenciaram o massa de grãos por planta (MGP) (Tabela 5). Os melhores resultados foram obtidos (peso superior a 20 gramas por planta) com os tratamentos 3 (aplicações em R4 + R5.2), o 4 (aplicações em R2 + R4 + R5.2), o 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2), o 6 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2), seguidos do 7 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4), que também foi semelhante ao 5 e ao 6. Em geral todos os tratamentos foram superiores à testemunha, exceto o tratamento 10 (aplicação única em V6). Estes resultados confirmam a grande importância das aplicações próximas do início da fase reprodutiva da soja, em todos os tratamentos que receberam as aplicações nos estádios R2 + R4 e/ou R4 + R5.2 e/ou R2 + R4 + R5.2 obtiveram maior MGP.

5.1.4.2 Massa de mil grãos

Para massa de mil grãos – MMG (Tabela 5) observa-se que exceto os tratamentos 9 e 10, (aplicações em V6 + V9 e aplicação única em V6, respectivamente), os demais tratamentos influenciaram positivamente a MMG, sendo superiores à testemunha.

Houve superioridade dos tratamentos que apresentaram MMG acima de 140 gramas, dentre estes o 4 (aplicações em R2 + R4 + R5.2), o 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2), o 6 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2) e também o 3

(aplicações em R4 + R5.2), porém este último foi semelhante ao 2 (aplicação única em R5.2) e ao 7 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4). Os melhores tratamentos promoveram um incremento médio de MMG de 49,0% em relação à testemunha.

A cultivar CD 206 utilizada no presente trabalho, segundo informações do obtentor e também obtidas ao longo de vários anos da Fundação ABC, na região onde se realizou os experimentos, tem MMG média de 160 gramas, com pequena variação em função do ambiente (COODETEC, 2011; MOLIN, 2010). Desta forma ressalta-se que os valores máximos de MMG obtidos neste trabalho estão de acordo com o esperado para a referida cultivar.

Plantas severamente infectadas pela ferrugem asiática tem desfolha precoce, com efeito sobre a formação e enchimento e o peso de grãos (YANG et al.,1991). Esta afirmação confirma as respostas obtidas no presente trabalho, onde os tratamentos que promoveram as menores severidades da ferrugem asiática resultaram consequentemente em maior massa de grãos.

Calaça (2007) observou para a massa de 1000 grãos em geral o mesmo comportamento da produtividade e chegou-se à relação de redução de 1,29 g na massa de mil grãos por cada dia de atraso no controle da ferrugem asiática. Soares et al. (2004) observaram resultados com incrementos de 12% na massa de grãos com a utilização de um fungicida do grupo do triazol + estrobilurina. Em comparação com os resultados obtidos no presente trabalho, o incremento obtido foi muito superior, considerando a média dos melhores tratamentos foi 49% em relação a MMG da testemunha.

5.1.4.3 Produtividade

A baixa severidade do oídio deu-se em função das condições ambientais desfavoráveis à doença, ficando esta próxima ou abaixo do nível de dano citado na literatura. Por outro lado, as condições ambientais favoreceram a ocorrência da ferrugem asiática de forma epidêmica que expressou danos significativos sobre a produtividade.

Para produtividade (Tabela 5) os tratamentos com as aplicações de fungicidas em diferentes número e épocas promoveram maiores valores e foram superiores à

testemunha, exceto os tratamentos 9 e 10, (aplicações em V6 + V9 e aplicação única em V6, respectivamente), que foram iguais à testemunha.

A produtividade média para cultivar CD 206 esperada para a região onde se realizou os experimentos é de 3999 kg ha⁻¹ (COODETEC, 2011; MOLIN, 2010), próximos aos valores obtidos neste trabalho para os melhores tratamentos (média de 3834 kg ha⁻¹).

Com a análise dos dados afirma-se que os melhores resultados foram com os tratamentos com produtividades acima de 3600 kg ha⁻¹, dentre estes o 5 (aplicações em V9 + R2 + R4 + R5.2), o 4 (aplicações em R2 + R4 + R5.2), o 6 (aplicações em V6 + V9 + R2 + R4 + R5.2) e o 3 (aplicações em R4 + R5.2) com um incremento médio de 81% em relação à testemunha. Porém os tratamentos 4, 6 e 3, foram semelhante ao tratamento 7.

Dunleavy (1978) concluiu que a perda média de produtividade causada por oídio foi de 10,1% e que a sugestão do uso de cultivares resistentes a doença em áreas de ocorrência do oídio seria benéfica.

Diversos trabalhos na literatura relatam danos significativos à produtividade em função da ocorrência de oídio e ferrugem asiática que corroboram com os resultados obtidos neste experimento (ALESSIO, 2008; BLUM et al., 2002; CALAÇA, 2007; DUNLEAVY, 1978; GODOY et al., 2009; GODOY; CANTERI, 2004; EMBRAPA, 2002; FREITAS et al., 2008a, 2008b; HIKISHIMA et al., 2010; IGARASHI et al., 2010; NAVARINI et al., 2007; TOIGO et al., 2008).

Freitas et al. (2008b), em experimento em condições de campo onde avaliaram o efeito de fungicidas, doses e associações no controle do oídio, registraram redução de produtividade variando de 19,4 a 26,4%, com resposta média de incremento da aplicação dos fungicidas de 634,7 kg ha⁻¹.

Toigo et al. (2008), em trabalho em condições de campo onde avaliaram a eficiência de fungicidas no controle de oídio, observaram que a severidade da testemunha atingiu valor máximo de 53,0%. Os autores verificaram que o controle da doença resultou em diferença significativa da produtividade da soja, com os tratamentos com fungicidas variando de 629 a 1087 kg ha⁻¹, em relação à testemunha. Os melhores resultados de controle foram obtidos com a associação de fungicidas de dois grupos químicos, triazol + estrobilurina e triazol + benzimidazol, com destaque em produtividade para triazol + estrobilurina, bem como foi o fungicida utilizado no presente trabalho.

Resultados semelhantes foram obtidos por Blum et al. (2002), também em estudo de controle químico de oídio da soja, onde os autores constataram aumento da produtividade de grãos, variando de 720 kg a 1740 kg ha⁻¹, proporcionado pela redução da severidade da doença.

Também estudando o oídio, Igarashi et al. (2010), em experimento conduzido sob condições de ambiente protegido e cultivar precoce e suscetível ao oídio, avaliaram os danos causados pela doença em diferentes estádios de desenvolvimento e registraram danos de até 50,1%. As maiores porcentagens de danos foram observadas quando as infecções iniciaram-se mais precocemente ou até o estádio R4 (vagens formadas de 2-4 cm). Os mesmos autores citam que os danos na produtividade da soja vão reduzindo gradativamente, a medida que o estabelecimento do oídio ocorre nos estádios mais avançados. Estes resultados estão concordantes com os obtidos neste experimento onde se obteve melhor controle do oídio com aplicações ainda na fase vegetativa e/ou no início dos primeiros sinais da doença, porém existe a necessidade de reaplicações dos fungicidas em função do período residual dos produtos e da reinfecção do patógeno.

Para a ferrugem asiática da soja, Alessio (2008) conclui que a duração da área foliar sadia durante o período reprodutivo apresenta relação com produtividade de grãos em soja, a qual pode ser influenciada pelo cultivar, pela doença, pelo grupo químico de fungicida e pela época de sua aplicação. Efeito sobre a produtividade mostrou que se pode perder de 15 a 31 kg ha⁻¹ para cada dia de atraso no controle. Já para cada ponto percentual de área foliar atacada ou severidade se verificou a relação significativa de 36 kg ha⁻¹. O mesmo autor conclui também que as aplicações de fungicidas de forma preventiva são estratégicas para o melhor controle das doenças foliares e mantém a área foliar sadia, contribuindo para maior peso dos grãos e que atrasos de 14 a 21 dias no controle da ferrugem asiática refletem em reduções significativas de produtividade. Porém, o controle ainda se justifica, como também foi observado neste trabalho com as aplicações tardias (tratamento 2 e 3) mesmo assim com efeito significativo sobre a produtividade.

Navarini et al. (2007) observaram com base em análise geral de diversos fungicidas uma tendência de maiores ganhos relacionados a aplicações preventivas e entre os estádios R1 e R3. Freitas et al. (2008a), em estudo da eficiência de fungicidas triazóis em comparação com uma mistura de estrobilurina + triazol no controle curativo/erradicativo da ferrugem asiática, registraram redução de

produtividade variando de 25,6 a 42,6%. Estes resultados confirmam os obtidos no presente trabalho, que quanto mais cedo iniciar a infecção, maior será o efeito da doença sobre a produtividade, como é citado também por Embrapa (2002).

Através da análise de regressão verificou-se relação linear entre produtividade e severidade do oídio (Figura 4), produtividade e severidade da ferrugem asiática (Figura 6), produtividade e área abaixo da curva de progresso da ferrugem (Figura 7), produtividade e desfolha (Figura 8) e, produtividade e massa de mil grãos (Figura 9). Para produtividade e área abaixo da curva de progresso do oídio (Figura 5) não houve relação.

Para o oídio, houve relação linear negativa entre produtividade e a severidade no estágio de desenvolvimento R5.3, com o coeficiente de determinação (R^2) de 0,82 (Figura 4). Segundo esta relação, perde-se $69,94 \text{ kg ha}^{-1}$ para cada unidade de severidade do oídio em R5.3, ou seja, para cada ponto percentual de área foliar atacada.

No entanto, não houve relação significativa entre produtividade e a AACPD do oídio (Figura 5). Este fato pode ser explicado pela baixa severidade do oídio ocorrida no experimento.

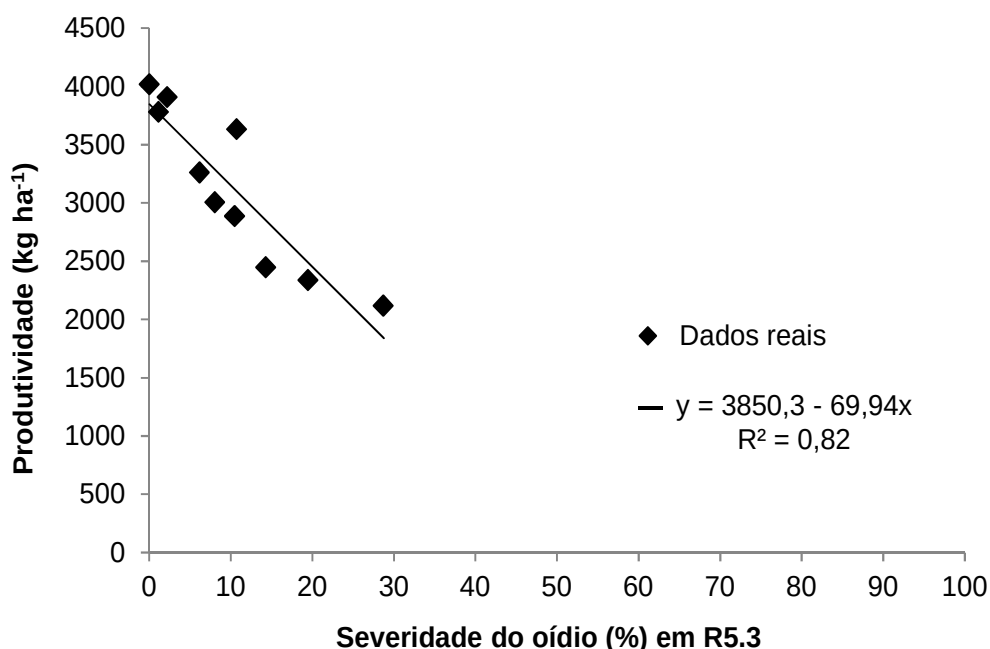


Figura 4 - Relação entre produtividade (kg ha^{-1}) e severidade (%) do oídio (*Erysiphe diffusa*) no estágio de desenvolvimento R5.3, do experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

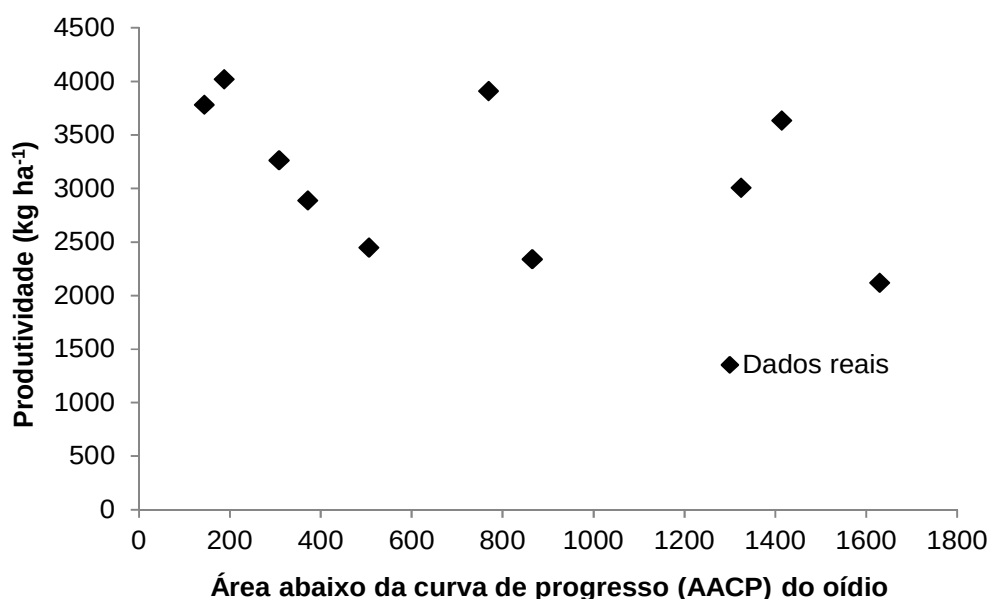


Figura 5 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) do oídio (*Erysiphe diffusa*), experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Para a ferrugem asiática observou-se relação linear negativa tanto para produtividade e a severidade da doença no estágio de desenvolvimento R6 ($R^2=0,93$), quanto, para produtividade e a AACP da ferrugem asiática ($R^2=0,87$), (Figuras 6 e 7, respectivamente). Para cada aumento de 1% em severidade da ferrugem asiática em R6 houve uma redução correspondente em produtividade de 46,14 kg ha⁻¹.

Os resultados obtidos estão em concordância com os observados por vários autores como, Alessio (2008), Calaça (2007), Carmona e Reis (2009), Godoy et al. (2009); Hikishima et al. (2010) e Yang et al. (1992), que verificaram alta relação entre severidade e/ou AACP e produtividade para situações de alta severidade da ferrugem asiática.

A desfolha no estágio de desenvolvimento R7.1 também apresentou relação linear negativa com a produtividade, com coeficiente de determinação de 0,94 (Figura 8), ou seja, perde-se 29,13 kg ha⁻¹ para cada ponto percentual de desfolha em R7.1. Dentre as variáveis analisadas, a relação entre produtividade e massa de mil grãos apresentou o melhor coeficiente de determinação ($R^2=0,98$) (Figura 9), sendo esta relação altamente positiva e concordante ao observado por Alessio (2008). Segundo esta relação a cada grama de MMG, ganha-se 33,12 kg ha⁻¹.

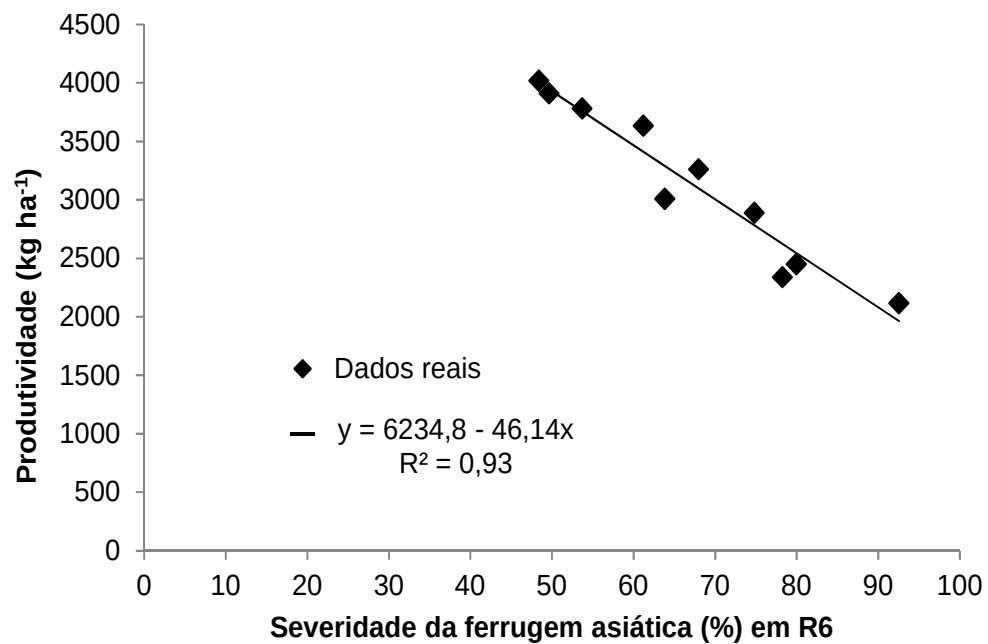


Figura 6 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e severidade (%) da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no estágio de desenvolvimento R6, experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

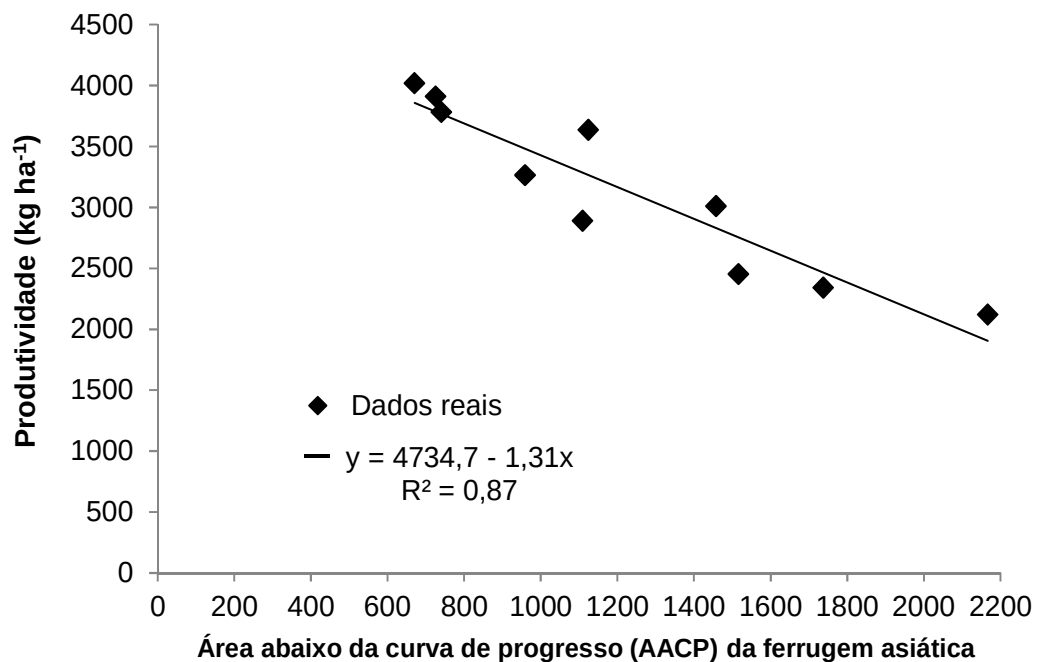


Figura 7 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

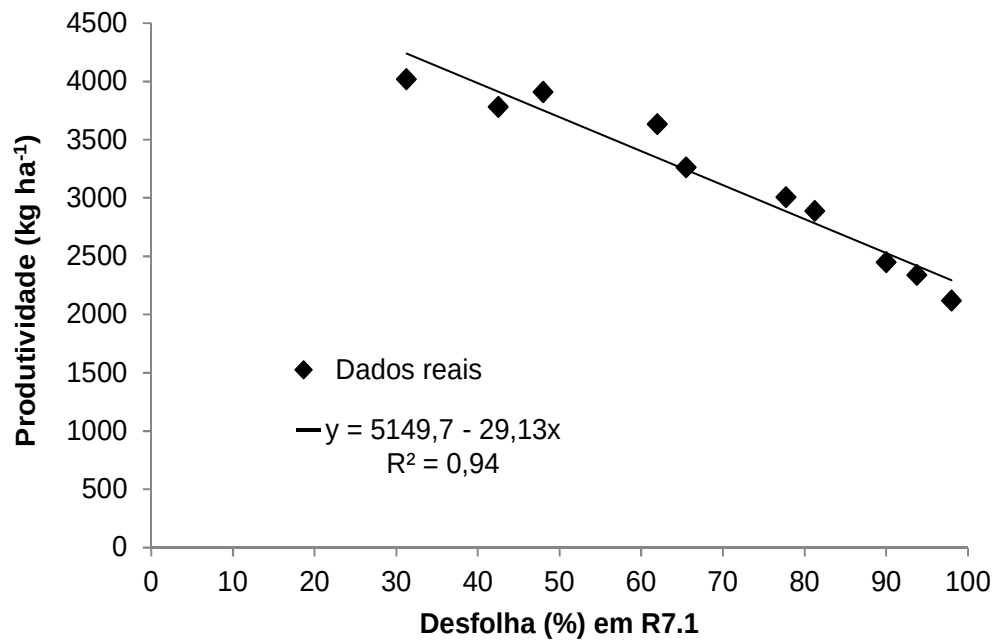


Figura 8 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e desfolha (%) no estágio de desenvolvimento R7.1, experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

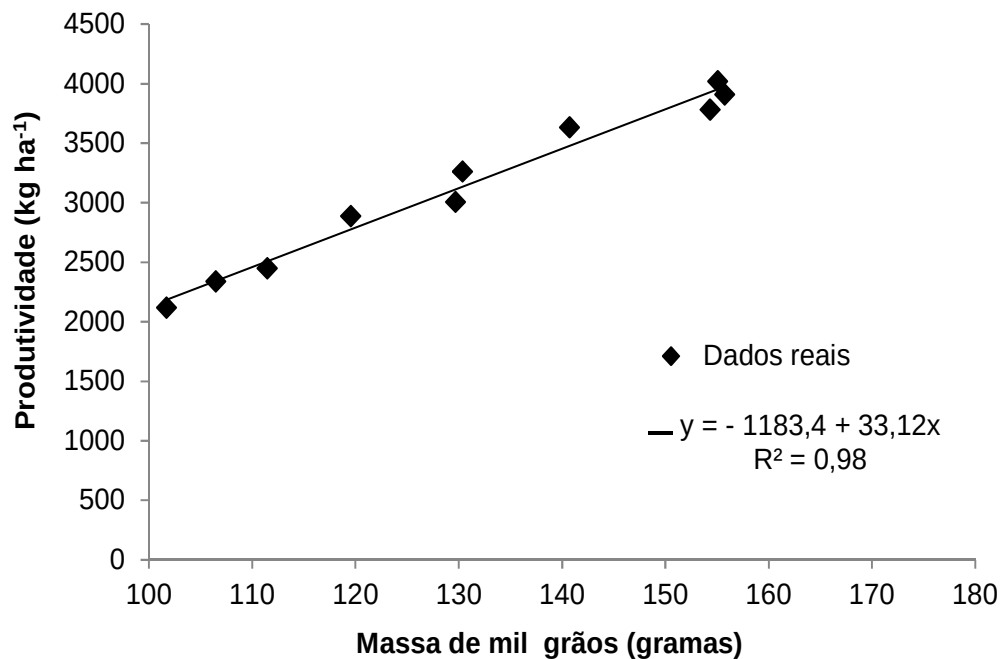


Figura 9 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e massa de mil grãos (gramas), experimento I, cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

5.1.5 Conclusões

Houve baixa severidade do oídio para o experimento I de Arapoti, dificultando verificar a relação entre severidade do oídio e dano em diferentes estádios de desenvolvimento.

Para o oídio, os tratamentos, independente da época de aplicação, quando foram expostos a longos períodos à doença sem proteção do fungicida permitiram a reinfecção rápida do patógeno.

As aplicações erradicativas entre os estádios de desenvolvimento R2, R4 e R5.2, resultaram em baixa eficiência de controle do oídio.

O melhor controle da oídio e da ferrugem asiática foi obtido com as aplicações em condições de baixa incidência destas doenças.

Houve alta severidade da ferrugem asiática possibilitando verificar a relação entre severidade da doença e dano em diferentes estádios de desenvolvimento.

Houve relação direta entre severidade do oídio, severidade da ferrugem asiática, desfolha e massa de mil grãos com a produtividade da soja.

Houve efeito das aplicações de fungicidas em diferentes estádios de desenvolvimento sobre os componentes de produtividade.

5.2 EXPERIMENTO II – PONTA GROSSA - PR

5.2.1 Oídio

No experimento II conduzido em Ponta Grossa – PR, semelhante ao ocorrido em Arapoti, no momento da primeira aplicação do fungicida ainda não havia a presença de oídio. Os primeiros sinais do oídio foram observados no estágio de desenvolvimento V7 (Figura 10). A doença atingiu severidade de 1,9% no estágio V8, e a partir do início da fase reprodutiva da soja houve uma rápida evolução observando valores máximos em R3 com 34,3% de severidade.

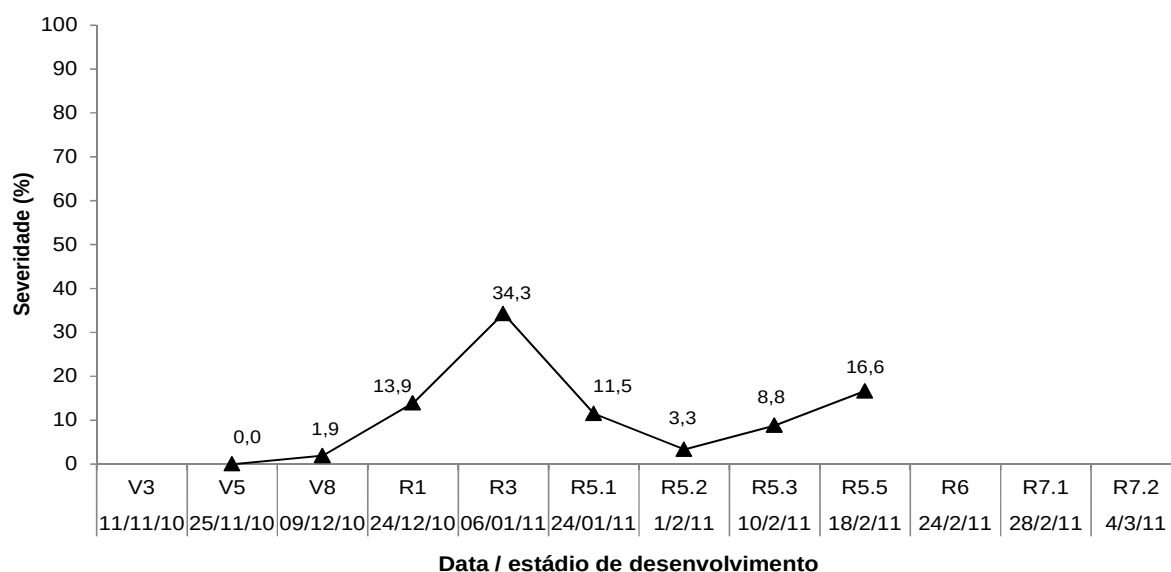


Figura 10 - Severidade (%) do oídio (*Erysiphe diffusa*) na testemunha no experimento II, na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Também houve uma significativa diminuição da severidade da doença no período de enchimento de grãos em função de condições ambientais desfavoráveis ao oídio (ANEXOS J, L, M e N) (TSUKAHARA, 2011), sendo que no estágio R5.2 a doença atingiu a severidade de 3,3%. No entanto, no segundo decêndio de fevereiro, com a diminuição da frequência das precipitações, a doença evoluiu novamente, atingindo severidade de 16,6% em R5.5.

Apesar da baixa severidade do oídio nos dois experimentos, ficando assim abaixo do nível de dano citado na literatura, houve efeito significativo dos tratamentos sobre o controle da doença.

Aos 67 DAE (Tabela 6) foi possível verificar o efeito das aplicações dos tratamentos nos estádios V5 e V8, resultando em diminuição significativa da severidade do oídio em relação à testemunha e aos tratamentos que ainda estavam sem aplicações, com controle igual ou superior a 90,0%. Verificou-se também que mesmo no tratamento 10, com aplicação única preventiva em V5, promoveu 86% de controle aos 29 dias após a aplicação.

Tabela 6 - Severidade (%) do oídio (*Erysiphe diffusa*), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	R1 ¹ 67 DAE ²			R3 80 DAE		R5.2 101 DAE		R5.3 115 DAE		R5.5 123 DAE		AACP	Controle
	Sev. ³	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	
1- Testemunha	13,9 ⁴	ab ⁵	0	34,3 a	0	3,3 a	0	8,8 a	0	16,6 a	0	1012,6 a	0
2- Aplicação R5.1	12,8	b	8	35,9 a	0	4,4 a	0	9,0 a	0	14,0 ab	16	1037,2 a	0
3- Aplicações R3+R5.1	14,0	ab	0	33,7 a	2	0,0 c	100	1,7 c	81	3,8 d	77	816,5 b	19
4- Aplicações R1+R3+R5.1	16,4	a	0	7,9 c	77	0,0 c	100	0,1 d	99	0,7 f	96	380,2 c	62
5- Aplicações V8+R1+R3+R5.1	1,4	cd	90	3,1 d	91	0,0 c	100	0,3 d	97	1,2 ef	93	93,0 de	91
6- Aplicações V5+V8+R1+R3+R5.1	0,1	e	99	0,4 e	99	0,0 c	100	0,0 d	100	0,0 f	100	22,0 e	98
7- Aplicações V5+V8+R1+R3	0,1	e	99	0,6 e	98	0,0 c	100	0,6 cd	93	2,4 de	85	42,4 e	96
8- Aplicações V5+V8+R1	0,3	de	98	0,4 e	99	0,0 c	100	1,6 c	82	6,9 c	58	69,1 e	93
9- Aplicações V5+V8	0,6	de	96	2,8 d	92	0,0 c	100	5,6 b	36	11,8 b	29	179,8 d	82
10- Aplicação V5	2,0	c	86	13,2 b	61	1,3 b	60	6,4 b	28	13,8 ab	17	415,2 c	59
C.V. (%)	16,1			12,3		31,4		17,3		16,9		22,8	
Pr > F	<0,0001			<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² DAE = dias após a emergência; ³ Sev. = severidade; ⁴ Dados originais para análise foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$; ⁵ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.= coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância;

No estágio R3, na segunda avaliação de severidade do oídio, aos 80 DAE (Tabela 6) observou-se que todos os tratamentos que receberam as aplicações em V5 + V8, V5 + V8 + R1, ou V8 + R1 promoveram redução significativa da severidade do oídio, com controle acima de 90%, sendo superiores aos demais tratamentos. Observou-se para o tratamento 10, com aplicação única preventiva em V5, 61% de controle aos 42 dias após a aplicação, indicando o fim do efeito residual do fungicida e aumento da severidade da doença. Para o tratamento 4, com aplicação erradicativa em R1 (severidade de 16,4%) observou-se controle de 77% aos 13 dias após a aplicação.

Na avaliação em R5.2 (Tabela 6) observou-se que houve diminuição da severidade do oídio para todos tratamentos, em função de condições ambientais desfavoráveis ao oídio ocorridas entre os estádios de desenvolvimento R4 e R5.1, principalmente com precipitações frequentes.

Em R5.3 (115 DAE) (Tabela 6), apesar da severidade baixa do oídio com 8,8% na testemunha, observou-se diferenças significativas entre os tratamentos destacando-se o 4, o 5, o 6 e o 7, com controle acima de 90%.

Os resultados da avaliação da severidade do oídio no estágio de desenvolvimento R5.5, (123 DAE) (Tabela 6), confirmaram os resultados citados anteriormente onde ocorreu reinfecção do oídio (controle abaixo de 60%) nos tratamentos que só receberam aplicações na fase vegetativa e até o início da fase reprodutiva (tratamentos 8, 9 e 10), considerando o período de persistência ou residual dos fungicidas próximo a 21 dias, não havia mais proteção para a doença nestes tratamentos. A aplicação única erradicativa em R5.1 (tratamento 2) resultou em controle de apenas 16% aos 25 dias após a aplicação, sendo este semelhante à testemunha.

De acordo com os dados da área abaixo da curva de progresso da doença (AACP) para o oídio (Tabela 6), os melhores resultados de controle (acima de 90%) foram obtidos com os tratamentos 5 (aplicações em V8 + R1 + R3 + R5.1), o 6 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1), o 7 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3) e o 8 (aplicações em V5 + V8 + R1). Porém, o tratamento 5 foi semelhante também ao 9 (aplicações em V5 + V8) com 82% de controle. Confirmou-se novamente que as aplicações muito antecipadas (tratamento 10) ou tardias (tratamentos 2, 3 e 4) apresentaram baixa eficiência de controle, em função da ocorrência de reinfecção

pelo fim do efeito residual do fungicida, ou aplicação erradicativa já com a doença instalada na área.

Semelhante ao experimento I, realizado em Arapoti, no experimento II, em Ponta Grossa, os dados da AACP evidenciam uma maior redução da severidade e melhor efeito de controle com as aplicações ainda na fase vegetativa ou início da fase reprodutiva, uma vez que, estas foram realizadas no início da ocorrência do oídio. Quando as plantas foram expostas a longos períodos sem a proteção do fungicida, houve reinfecção rápida do oídio, independente da época de aplicação. Os resultados obtidos confirmam as citações da literatura que consideram o período de proteção de um fungicida próximo a 21 dias (BOLLER, 2009). A eficiência de controle e a rapidez de reinfecção do oídio dão-se pela quantidade de doença presente no momento da aplicação (FORCELINI, 2009), e explica a grande variação sobre o período de proteção (de 15 a 27 dias) observado por alguns autores como Toigo et al. (2008) e Zanata et al. (2004) e também neste experimento.

Godoy e Canteri (2004) em estudo de campo com o patossistema soja-oídio e soja-crestamento constataram que a utilização de fungicidas (associação de dois triazóis) é uma ferramenta importante no controle de oídio, a qual proporcionou aumento de produtividade e peso de sementes.

5.2.2 Ferrugem asiática

No experimento II, conduzido em Ponta Grossa – PR, os primeiros sintomas da ferrugem asiática foram observados na fase reprodutiva da soja, apresentando severidade inicial de 1,5% no estágio de desenvolvimento R3 (Figura 11).

O volume de precipitações foi próximo ou ligeiramente acima da média histórica, aliado a frequência com número de chuvas acima da média nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e temperatura na faixa adequada ao patógeno (ANEXOS J, L, M e N) (TSUKAHARA, 2011), favoreceram uma rápida evolução da ferrugem asiática (ALMEIDA et al., 2005; DEL PONTE et al., 2006b; DEL PONTE; ESKER, 2008; GODOY et al., 2009; REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006; TSUKAHARA; HIKISHIMA; CANTERI, 2008).

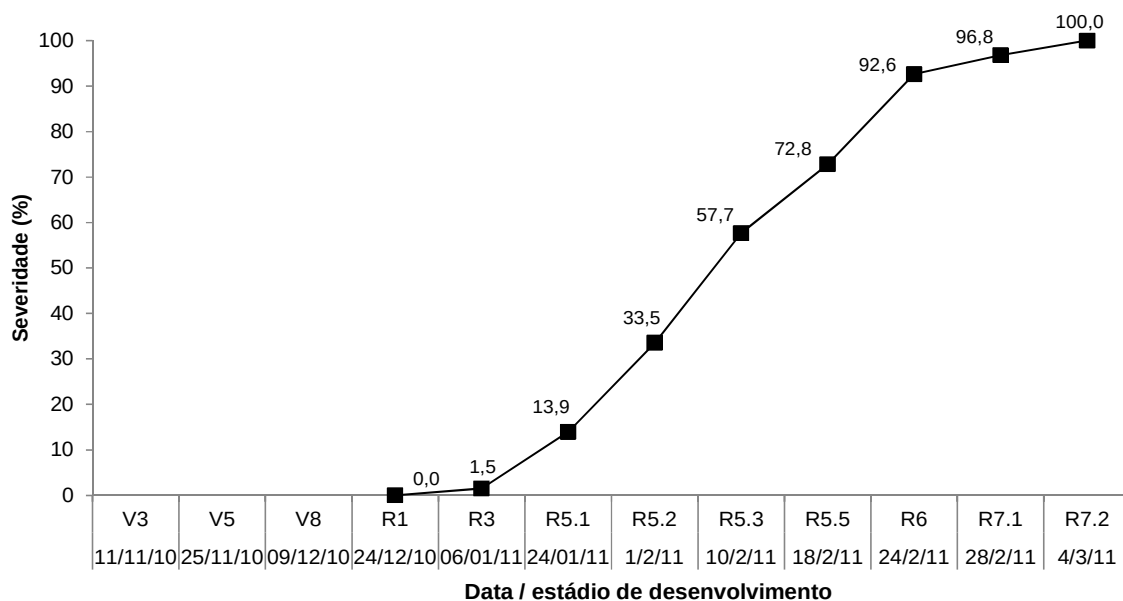


Figura 11 - Severidade (%) da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) na testemunha no experimento II, na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

A doença atingiu severidade de 13,9% no estágio de desenvolvimento R5.1, passando a 33,5 e 57,7% em R5.2 e R5.3, respectivamente, em um curto intervalo de tempo, evidenciando o caráter epidêmico da ferrugem asiática. Em R6 observou-se valor de 92,6% e a doença atingiu a severidade máxima observada de 100,0% no estágio R7.2 (Figura 12).



Figura 12 - Vista geral do experimento II no estágio R7.1, na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Na primeira avaliação realizada para a severidade da ferrugem asiática no estágio de desenvolvimento R5.1 (Tabela 7), aos 98 DAE, a testemunha apresentava severidade de 13,9%. No entanto, já evidenciava a influência significativa dos tratamentos com diferentes número e época de aplicações de fungicidas na redução da severidade da doença em relação à testemunha, em especial aos que obtiveram controles acima de 80% (tratamentos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e o 9).

Na avaliação no estágio de desenvolvimento R5.2 (Tabela 7) aos 106 DAE, a severidade da testemunha evolui para 33,5%. Pode-se observar que os tratamentos que promoveram proteção no início da epidemia, aliado a efeito durante a fase reprodutiva, momento de grande evolução da doença, resultaram em grande eficácia de controle (100%). Dentre estes, o tratamento 4 (aplicações em R1 + R3 + R5.1), o 5 (aplicações em V8 + R1 + R3 + R5.1), o 6 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1), o 7 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3) e o 8 (aplicações em V5 + V8 + R1).

Os tratamentos com aplicações antecipadas na fase vegetativa (tratamento 10 com aplicação única em V5 e o 9 com aplicações em V5 + V8), bem como, os com aplicações tardias (tratamento 2 com aplicação única em R5.1) já apresentavam severidade entre 10 e 14% em R5.2 e controle relativamente baixos (58 a 70%).

De acordo com os resultados da avaliação de ferrugem asiática do estágio de desenvolvimento R5.3 (Tabela 7) (115 DAE) observou-se que houve evolução da severidade da testemunha para 57,7%, o que acentuou ainda mais a diferença de severidade de doença entre os tratamentos, com controle variando entre 17 a 100%, com resultados similares ao da avaliação em R5.2.

Na avaliação de severidade da ferrugem asiática em R5.5 (Tabela 7), aos 123 DAE, a doença evolui para 72,8% na testemunha, resultando em grande diferenciação entre os tratamentos, com controle variando entre 21 a 100%.

Tabela 7 - Severidade (%) da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), controle (%) e área abaixo da curva de progresso (AACP) em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	R5.1 ¹ 98 DAE ²		R5.2 106 DAE		R5.3 115 DAE		R5.5 123 DAE		R6 129 DAE		AACP	Controle
	Sev. ³	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle	Sev.	Controle		
1- Testemunha	13,9 ⁴ a ⁵	0	33,5 a	0	57,7 a	0	72,8 a	0	92,6 a	0	1757 a	0
2- Aplicação R5.1	4,2 b	70	14,0 b	58	31,2 c	46	40,5 c	44	71,0 d	23	950 d	46
3- Aplicações R3+R5.1	1,0 de	93	4,0 d	88	5,5 e	90	17,5 e	76	58,4 e	37	405 f	77
4- Aplicações R1+R3+R5.1	0,0 e	100	0,0 e	100	0,1 f	100	1,0 gh	99	25,0 g	73	96 h	95
5- Aplicações V8+R1+R3+R5.1	0,0 e	100	0,0 e	100	0,0 f	100	2,8 fg	96	23,9 g	74	105 h	94
6- Aplicações V5+V8+R1+R3+R5.1	0,0 e	100	0,0 e	100	0,0 f	100	0,2 h	100	13,1 h	86	55 h	97
7- Aplicações V5+V8+R1+R3	0,0 e	100	0,0 e	100	0,7 f	99	4,7 f	94	47,2 f	49	194 g	89
8- Aplicações V5+V8+R1	0,0 e	100	0,1 e	100	9,6 d	83	34,1 d	53	81,4 c	12	578 e	67
9- Aplicações V5+V8	1,9 cd	86	12,3 bc	63	34,7 c	40	55,2 b	24	85,5 bc	8	1081 c	38
10- Aplicação V5	3,0 bc	78	10,0 c	70	47,7 b	17	57,4 b	21	86,3 b	7	1204 b	32
C.V. (%)	45,3		36,4		25,6		20,4		13,3		24,4	
Pr > F	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² DAE = dias após a emergência; ³ Sev. = severidade; ⁴ Dados originais para análise foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$; ⁵ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.= coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância;

Como foi observado em Arapoti, em R5.4 e também no experimento em Ponta Grossa, na avaliação em R5.5, os resultados foram muito semelhantes e houve destaque para os tratamentos 4 (aplicações em R1 + R3 + R5.1), o 5 (aplicações em V8 + R1 + R3 + R5.1), o 6 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1) e o 7 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3), todos com controle acima de 90%, sendo estes superiores aos demais tratamentos. Estes tratamentos têm em comum a aplicação na mesma época, nos estádios R1 e R3, reforçando a importância das aplicações no início da fase reprodutiva.

Estes resultados estão de acordo como observado por Navarini et al. (2007), citando que o controle da ferrugem asiática de forma preventiva, principalmente com aplicações de fungicidas entre os estádios de desenvolvimento R1 e R3, possibilitou menor severidade da doença e obteve com duas aplicações de fungicidas, maior período de proteção à planta, o que resultou em maiores produtividades.

Na avaliação no estágio de desenvolvimento R6 (Tabela 7), aos 129 DAE a doença evoluiu muito na testemunha atingindo o valor de 92,6%. Houve aumento de severidade para todos os tratamentos com diminuição das porcentagens de controle.

De acordo com dados da área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem asiática (Tabela 7), observou-se diferenciação significativa entre os tratamentos e o controle variou entre 32 a 97%. Os tratamentos que mais influenciaram na redução da doença e melhor controle foram o 4 (aplicações em R1 + R3 + R5.1), o 5 (aplicações em V8 + R1 + R3 + R5.1) e o 6 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1), e foram significativamente superiores aos demais. Ressalta-se que este resultado foi semelhante ao observado em Arapoti onde os tratamentos 4, 5 e 6 proporcionaram a maior porcentagem de controle da doença. Este resultado confirma que o efeito de proteção e residual do fungicida obtido desde o início da epidemia de ferrugem asiática, com as aplicações realizadas em R1 + R3 + R5.1 tiveram maior efeito sobre a doença.

Em geral, pode-se observar que as plantas dos tratamentos que foram expostos à doença e receberam as aplicações muito tardias erradicativas, como o 2 (aplicação única em R5.1) e o 3 (aplicações em R3 + R5.1), obtiveram menor eficiência de controle quando comparados a todos os demais tratamentos que receberam aplicação em R3. Isto deve-se ao fato da melhor proteção das plantas no momento em que ocorreu aumento da severidade da ferrugem asiática, diminuindo a velocidade do progresso da doença, sendo esta observação concordante com a

afirmação de Forcelini (2009). O autor afirma que aplicações preventivas atrasam o início da epidemia, reduzem a eficiência de infecção do inóculo inicial e diminuem a velocidade de desenvolvimento da doença, contribuindo para redução da quantidade final de doença. O controle químico é menos eficiente em situações de aplicações atrasadas e estudos demonstraram a baixa eficiência dos fungicidas após a manifestação dos sintomas da doença pela planta (GODOY; CANTERI, 2004; REIS et al., 2007).

Observou-se também, através da AACP da ferrugem asiática (Tabela 7), que aplicações realizadas muito antecipadas na fase vegetativa na ausência da doença, como os tratamentos 9 e 10 (aplicações em V5 + V8 e aplicação em V5, respectivamente), tiveram pouco efeito sobre a progressão ferrugem asiática.

Neste sentido Godoy et al. (2009), comparando diferentes épocas de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática, verificaram que aplicações únicas em R2 e R3 foram menos eficiente em relação à aplicação R4, em função do efeito residual do fungicida não proteger a cultura até o período de enchimento de grãos.

Meneghetti et al. (2010), em experimento em casa-de-vegetação, avaliaram a ativação de mecanismos de defesa pelo uso de um fosfito e a associação com fungicidas, aplicados em diferentes épocas em relação à inoculação da ferrugem asiática, desde 14 dias antes até 14 dias após a inoculação. Os autores observaram que as aplicações de fungicidas realizadas mais próximas da inoculação resultaram em maior controle da doença, quando comparado com aplicações realizadas muito precoce ou tardiamente.

Vários autores citam que fungicidas aplicados de forma preventiva tem se destacado como a estratégia mais eficaz no controle da ferrugem asiática (FORCELINI, 2009; HARTMAN; WANG; TSCHANZ, 1991; OLIVEIRA, 2004; VITTI et al., 2004). A aplicação preventiva deve ser adotada, caso ocorra ferrugem asiática na região e se as condições climáticas estiverem favoráveis ao desenvolvimento da doença (HOFFMANN, 2003).

O uso do critério preventivo como um fator único na decisão da época de início de aplicação de fungicida pode levar a um maior número de aplicações. Neste sentido, Silva et al. (2011) avaliando a reação de cultivares de soja a ferrugem asiática, observaram diferenças significativas entre as cultivares testadas, e citam que o programa de controle mais eficiente foi baseado no monitoramento da

ferrugem asiática e a decisão de aplicação de fungicida foi condicionada ao aparecimento de pústulas do patógeno.

Segundo Forcelini (2009) quanto maior a quantidade de doença a ser controlada, menor será o efeito do período de persistência ou residual do fungicida. Paralelo a isto, Hartman; Wang e Tschanz, (1991) observaram o aumento da severidade da ferrugem asiática durante o estágio de desenvolvimento de enchimento de grãos.

O dano provocado pelo atraso no controle está intimamente ligado ao estágio de desenvolvimento da cultura no momento da realização do tratamento químico. O atraso pode ser mais ou menos danoso, conforme o estágio em que a cultura se encontra e o sucesso no manejo da ferrugem asiática da soja está em controlar a doença logo que ela apareça (CALAÇA, 2007).

Silva; Maia e Meyer, (2004) e Santos et al. (2004) verificaram maior eficiência de controle quando realizadas duas aplicações de fungicida, bem como, Navarini et al. (2007) observaram que programas com duas aplicações preventivas, iniciadas próximas ao florescimento (entre R1 e R3) da cultura da soja promoveram menor severidade da ferrugem asiática e maior produtividade.

De acordo com Levy (2005), conforme resultados obtidos em experimentos conduzidos no Zimbábue, o autor comprovou a necessidade de três aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem asiática, para situações de altas severidades da doença, como foi observado no presente trabalho.

Por mais eficientes que sejam os produtos usados no controle das doenças da soja, ainda existem alguns pontos críticos, como o momento ideal para início da aplicação, o ciclo da cultivar, o estágio de desenvolvimento e os aspectos ligados à epidemia das doenças (como chuva), o que pode comprometer os resultados (GODOY et al., 2009).

Em geral, todos os autores referenciados anteriormente obtiveram resultados que foram confirmados com os observados no presente trabalho, onde o controle da ferrugem asiática é mais eficiente quando é realizado de forma preventiva, ou ainda mais assertivamente, próximo da ocorrência dos primeiros sintomas. As épocas e números de aplicações de fungicidas devem aliar proteção e efeito residual, sendo o período mais importante no ciclo da cultura, compreendido entre os estádios de desenvolvimento R1 a R5.2.

5.2.3 Desfolha

Na avaliação de desfolha no estágio de desenvolvimento R7.1 (133 DAE) (Tabela 8), a testemunha apresentava intensa abscisão foliar, com desfolha de 94,5%, devido à alta severidade da ferrugem asiática.

Tabela 8 - Desfolha (%) na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	Desfolha	
	R7.1 ¹	R7.2
	133 DAE ²	137 DAE
1- Testemunha	94,5 ³ a ⁴	95,8 a
2- Aplicação R5.1	76,4 c	80,3 c
3- Aplicações R3+R5.1	46,9 de	56,9 de
4- Aplicações R1+R3+R5.1	40,0 e	49,4 ef
5- Aplicações V8+R1+R3+R5.1	41,3 e	53,1 de
6- Aplicações V5+V8+R1+R3+R5.1	29,1 f	38,8 f
7- Aplicações V5+V8+R1+R3	50,9 d	62,5 d
8- Aplicações V5+V8+R1	77,8 c	83,4 c
9- Aplicações V5+V8	87,1 b	92,5 ab
10- Aplicação V5	83,3 bc	87,8 bc
C.V. (%)	8,4	7,1
Pr > F	<0,0001	<0,0001

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² DAE = dias após a emergência; ³ Dados originais para análise foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$; ⁴ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância;

Destacaram-se os tratamentos que receberam as aplicações no estágio R3 e/ou R3 + R5.1, dentre estes, o tratamento 6 que recebeu o maior período de proteção (aplicações nos estádios V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1), sendo superior aos demais, seguido dos tratamentos 4 e 5 (aplicações nos estádios V8 + R1 + R3 + R5.1 e aplicações em R1 + R3 + R5.1, respectivamente), que foram semelhantes estatisticamente ao tratamento 3 (aplicações nos estádios R3 + R5.1), que por sua vez este se apresentou semelhante ao tratamento 7 (aplicações nos estádios V5 +

V8 + R1 + R3). Pode-se ressaltar que todos estes tratamentos resultaram em valores de desfolha próximos ou inferiores a 50%.

Os resultados da avaliação de desfolha no estágio de desenvolvimento R7.2 aos 137 DAE (Tabela 8), demonstram que houve aumento dos valores de desfolha para a maioria dos tratamentos. Em geral manteve-se as mesmas respostas da avaliação anterior, sendo o tratamento 6 que proporcionou a menor desfolha, igual ao 4, que por sua vez foi semelhante ao 5 e o 3, e este semelhante ao 7. O mesmo grupo de tratamentos citados anteriormente, que receberam as aplicações no estágio R3 e/ou R3 + R5.1.

Em ambas as avaliações, ficou evidente que as menores porcentagens de desfolha foram obtidas com os tratamentos que receberam a aplicação de fungicida no estágio de desenvolvimento R3, que se mostrou como época chave na redução da desfolha, seguido da aplicação no estágio R5.1.

Ressalta-se que no experimento de Arapoti o resultado foi semelhante, onde se destacaram os estádios que receberam as aplicações em R4 ou R5.2 e/ou R4 + R5.2. Desta forma pode-se afirmar que as aplicações efetuadas entre o período R3 e R5.2 tiveram mais efeito sobre a diminuição da desfolha.

Resultados semelhantes a estes foram observados por Navarini et al. (2007) que verificaram que a aplicação realizada preventivamente (estádio R4, na ausência de doença), resultou em maior área foliar verde remanescente e menor desfolha, em relação a aplicação curativa (estádio R5.2, com 3% severidade).

5.2.4 Componentes de produtividade

5.2.4.1 Número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta

De acordo com os resultados de número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP) (Tabela 9) foi possível observar que, diferentemente do que ocorreu no experimento I (Arapoti), no experimento II (Ponta Grossa) não se verificou resposta aos tratamentos para estas variáveis, visto que para a maioria dos tratamentos houve semelhança estatística.

Os tratamentos com as aplicações de fungicidas em diferentes número e época influenciaram a variável massa de grãos por planta (MGP) (Tabela 9), no entanto, os tratamentos 8 e 9 foram significativamente iguais à testemunha.

5.2.4.2 Massa de mil grãos

De acordo com os dados observados, para a variável massa de mil grãos – MMG (Tabela 9), similarmente aos resultados obtidos no experimento em Arapoti, pode-se afirmar que para o experimento em Ponta Grossa, os tratamentos influenciaram positivamente esta variável, exceto os tratamentos 8 (aplicações em V5 + V8 + R1), o 9 (aplicações em V5 + V8) e o 10 (aplicação única em V5) que mostraram resultados similares aos da testemunha.

Os tratamentos 4 (aplicações em R1+ R3 + R5.1), o 6 (aplicações em V5 + V8 + R1+ R3 + R5.1), o 5 (aplicações em V8 + R1+ R3 + R5.1) e o 3 (aplicações em R3 + R5.1), que obtiveram valores variando entre 154,7 a 165,1 gramas, foram significativamente superiores à testemunha e aos demais, porém este dois últimos foram semelhante ao 7 também (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3). Ressalta-se que estes melhores tratamentos obtiveram um incremento médio na massa de grãos de 43,9% em relação à testemunha.

A cultivar CD 206 utilizada no presente trabalho tem MMG média de 160 gramas (COODETEC, 2011; MOLIN, 2010), assim observou-se que os valores de MMG obtidos pelos melhores tratamentos (média de 160,9 gramas) estão de acordo com o esperado para a referida cultivar.

5.2.4.3 Produtividade

Em geral as respostas obtidas para a produtividade (Tabela 9) foram semelhantes às obtidas em Arapoti e similares aos apresentados para MMG. Os tratamentos com as aplicações de fungicidas em diferentes número e épocas influenciaram a produtividade, com destaque para os tratamentos 6 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3 + R5.1), o 3 (aplicações em R3 + R5.1), o 5 (aplicações em V8 + R1 + R3 + R5.1), o 4 (aplicações em R1+ R3 + R5.1), o 7 (aplicações em V5 + V8 + R1 + R3) e o 2 (aplicação única em R5.1), porém o tratamento 7 foi semelhante ao 2, ao 8, ao 10 e tratamento 2 foi semelhante ao 2, ao 8, ao 9 e ao 10, e, também à testemunha.

Tabela 9 - Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de grãos por planta (MGP - gramas), massa de mil grãos (MMG - gramas) e produtividade (kg ha⁻¹), em função de aplicações de fungicidas em diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, experimento II, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Tratamentos	NVP	NGP	MGP	MMG	Produtividade
1- Testemunha	52,6 bc ²	130,4 bc	14,4 d	111,8 e	2485,8 c
2- Aplicação R5.1 ¹	67,5 a	161,6 a	21,8 ab	137,0 cd	3424,0 abc
3- Aplicações R3+R5.1	57,7 abc	143,2 ab	22,4 ab	154,7 ab	4224,0 a
4- Aplicações R1+R3+R5.1	48,1 c	115,5 c	20,1 bc	165,1 a	4060,3 a
5- Aplicações V8+R1+R3+R5.1	54,3 bc	133,7 bc	21,4 ab	159,7 ab	4159,0 a
6- Aplicações V5+V8+R1+R3+R5.1	58,8 ab	141,4 abc	24,3 a	163,9 a	4360,8 a
7- Aplicações V5+V8+R1+R3	57,8 abc	140,5 abc	20,8 ab	148,3 bc	3858,8 ab
8- Aplicações V5+V8+R1	54,4 bc	133,2 bc	16,3 cd	123,1 de	2995,5 bc
9- Aplicações V5+V8	56,1 bc	135,1 bc	16,3 cd	121,7 de	2712,5 c
10- Aplicação V5	61,1 ab	149,7 ab	18,8 bc	124,9 de	2995,8 bc
C.V. (%)	25,8	26,5	29,5	4,5	11,6
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹ Estádios de desenvolvimento da soja segundo escala proposta por Yorinori (1996), adaptada de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ² Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação e Pr > F = nível de significância.

Os tratamentos de 2 ao 7 que resultaram nos melhores valores para produtividade, proporcionaram um acréscimo médio de 61,5% em relação à testemunha ou 1528 kg ha⁻¹. Cita-se que a média destes tratamentos foi de 4014 kg ha⁻¹, sendo este valor muito próximo à produtividade média esperada para cultivar CD 206, utilizada no presente trabalho na região onde se realizaram os experimentos que é de 3999 kg ha⁻¹ (COODETEC, 2011; MOLIN, 2010).

Para ferrugem asiática, quando ocorrem as infecções a partir do início do florescimento estas produzem elevados níveis de dano (BROMFIELD, 1984), sendo que este fato confirmado com os resultados obtidos no presente trabalho.

Navarini et al. (2007) em estudo sobre a ferrugem asiática com diversas cultivares e fungicidas e épocas de aplicação, demonstraram que a doença afetou significativamente a produtividade de grãos das cultivares de soja, variando entre 10,0% e 40,4%. Os mesmos autores verificaram que houve variação da produtividade, influenciado pela época e pelo número de aplicações dos fungicidas, sendo que os maiores ganhos foram com as aplicações entre os estádios de desenvolvimento R1 e R3 e com duas aplicações, e, ainda afirmaram que o número de aplicações deve ser adequado ao ciclo da cultivar.

Em estudo com cultivares de ciclos diferentes, Alessio (2008) verificou diferenças na produtividade de grãos entre cultivares, estas tiveram uma relação positiva altamente significativa com o peso dos grãos, ressaltando a importância da proteção no período de enchimento de grãos para evitar desfolhas neste período. O autor cita que as aplicações realizadas anteriores ao surgimento da doença (R1 e R3) para cultivar de ciclo tardio, resultaram em produtividades superiores a aplicação feita em R5.1.

Calaça (2007) verificou que para o aumento de cada ponto percentual de área foliar atacada ou severidade da ferrugem asiática, chegou-se a relação significativa negativa com a produtividade de 36 kg ha⁻¹. O mesmo autor cita que nas situações em que o início da doença ocorre próximo à fase reprodutiva, atrasos no controle da doença superiores a 28 dias apresentam o mesmo resultado que a ausência de controle.

Todos estes resultados citados estão de acordo com os obtidos no presente trabalho e confirmam a importância do controle da ferrugem asiática por meio do uso de fungicidas, pois a resistência genética ainda não é totalmente efetiva até o momento, como citado por Yorinori et al. (2005) e Godoy et al. (2009).

Assim como no experimento I, também procedeu-se com a análise de regressão no experimento II, para verificar a relação entre produtividade e severidade do oídio (Figura 13), produtividade e área abaixo da curva de progresso do oídio (Figura 14), produtividade e severidade da ferrugem asiática (Figura 15), produtividade e área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática (Figura 16), produtividade e desfolha (Figura 17) e, produtividade e massa de mil grãos (Figura 18).

Houve relação linear negativa entre produtividade e a severidade do oídio no estágio de desenvolvimento R5.3, com o coeficiente de determinação de 0,78 (Figura 13), sendo que para cada aumento de 1% em severidade do oídio em R5.5, houve uma redução correspondente em produtividade de 95,65 kg ha⁻¹. Porém, semelhante ao observado no experimento I, também verificou-se ausência de relação entre produtividade e a AACP do oídio (Figura 14), provavelmente associado pela baixa severidade do oídio ocorrida também no experimento II.

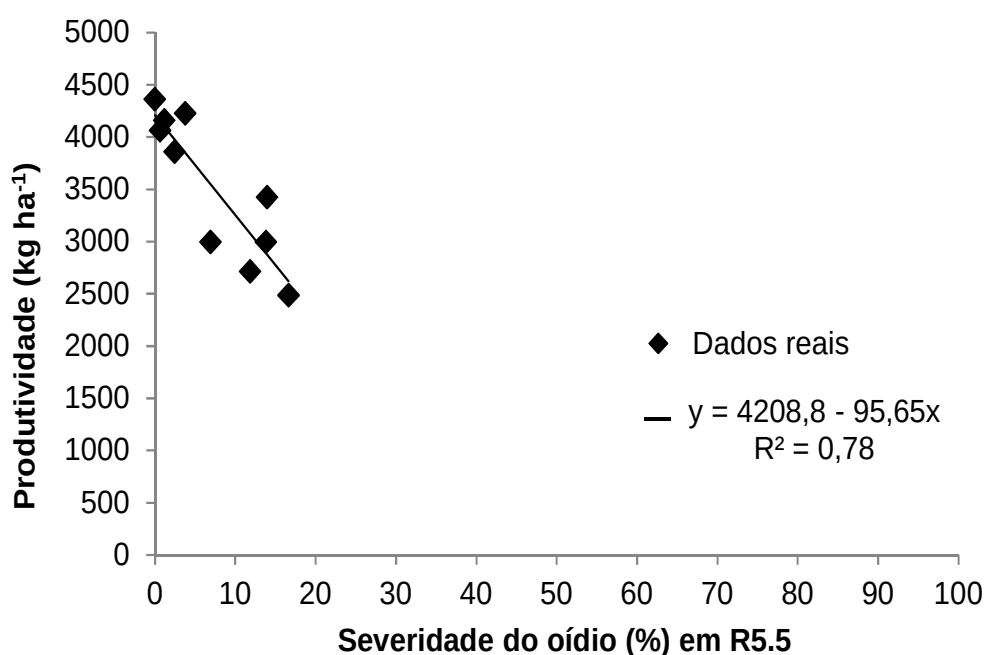


Figura 13 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e severidade (%) do oídio (*Erysiphe diffusa*) no estágio de desenvolvimento R5.5, do experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

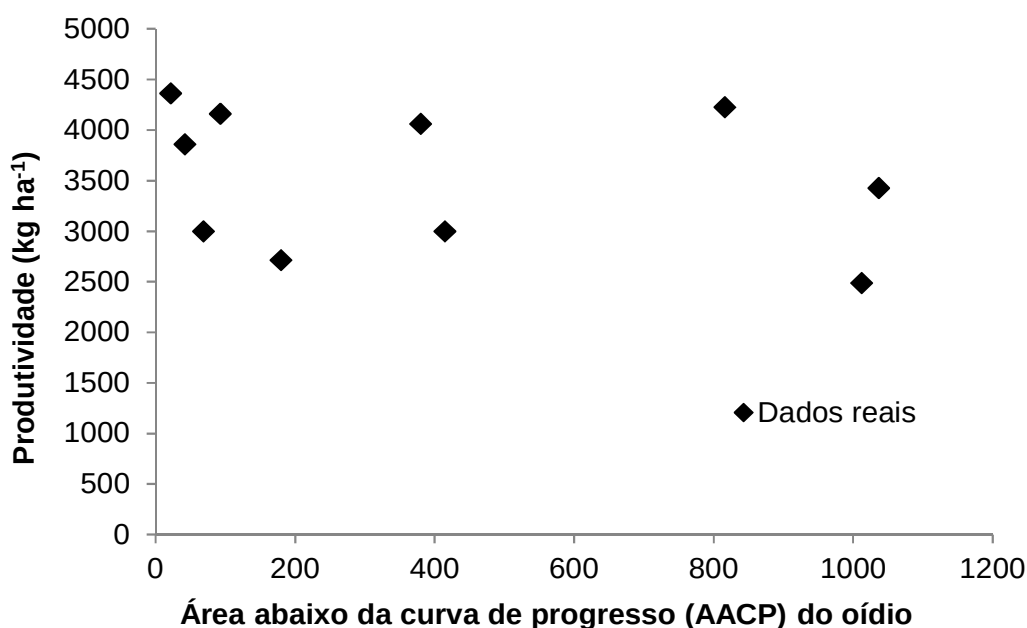


Figura 14 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) do oídio (*Erysiphe diffusa*), experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Houve relação linear negativa para produtividade e a severidade da ferrugem asiática no estágio de desenvolvimento R6 (Figura 15) e para produtividade e a AACP da ferrugem asiática (Figura 16) ($R^2 = 0,83$, $R^2 = 0,81$, respectivamente), com um bom ajuste do modelo para estas variáveis. Esta relação representa que para cada aumento de 1% em severidade da ferrugem asiática em R6 houve uma redução correspondente em produtividade de 21,27 kg ha⁻¹.

A ocorrência de ferrugem asiática em alta severidade tem relação negativa direta com a produtividade (ALESSIO, 2008; CALAÇA, 2007; HIKISHIMA et al., 2010; KOGA et al., 2011; TWIZEYIMANA et al., 2011).

Resultados semelhantes que confirmam os obtidos neste experimento foram relatados por Godoy et al. (2009), que avaliando o controle de epidemias da ferrugem asiática em diferentes estágios de desenvolvimento, em duas safras, obtiveram correlações negativas elevadas entre as variáveis de severidade em R6 e AACP e a produtividade, com o coeficiente de determinação de 0,83 e 0,84 na safra 2005/06 e de 0,87 e 0,89 na safra 2006/07.

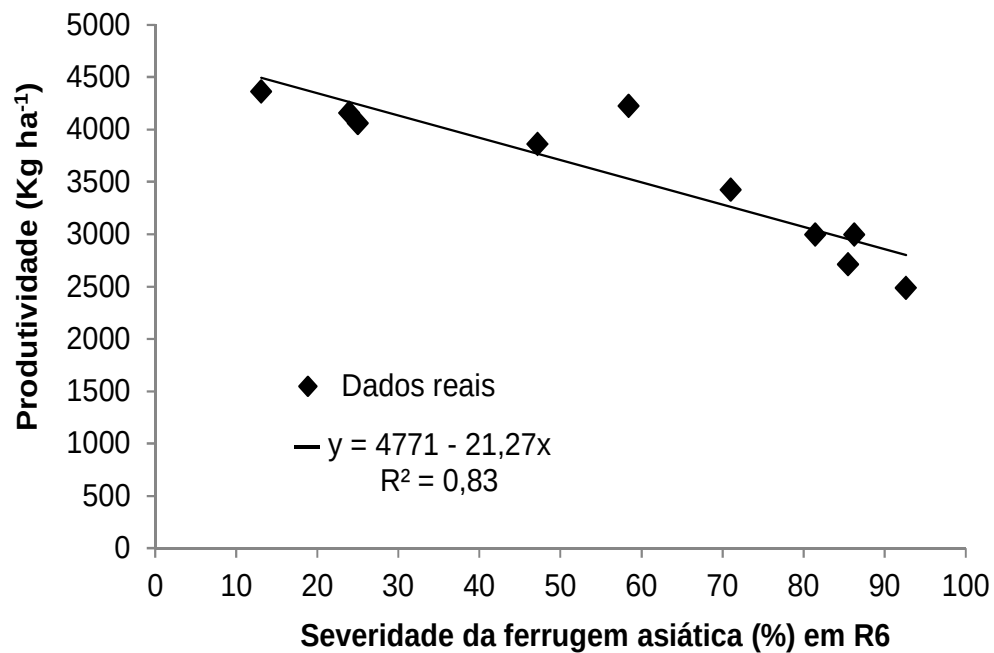


Figura 15 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e severidade (%) da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no estágio de desenvolvimento R6, experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

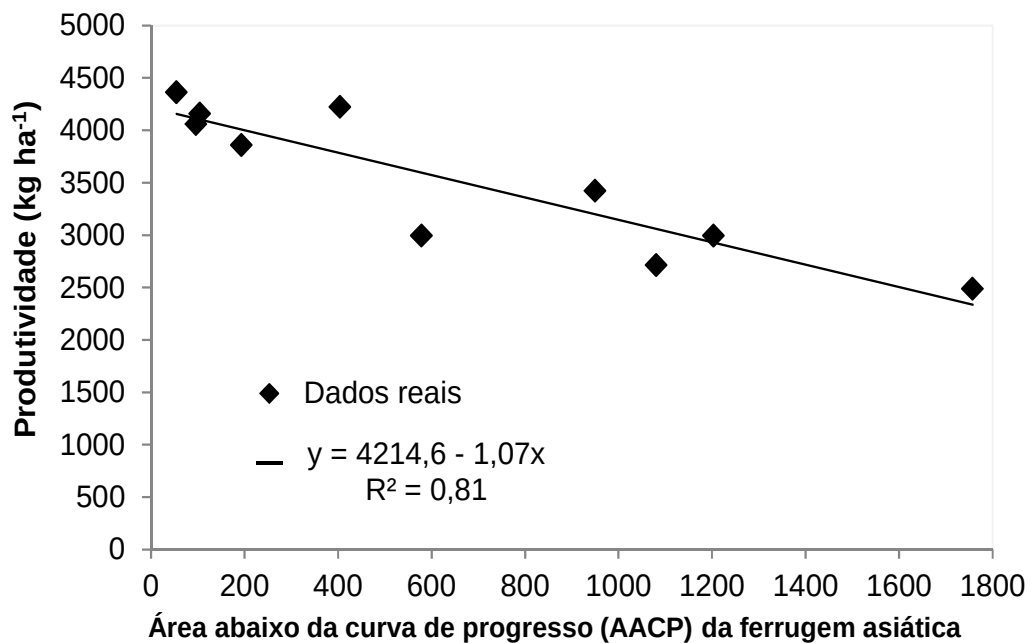


Figura 16 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e área abaixo da curva de progresso (AACP) da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Comportamento semelhante também se observou para a variável desfolha no estágio de desenvolvimento R7.1, que também apresentou relação linear negativa com a produtividade (Figura 17), perde-se 28,72 kg ha⁻¹ para ponto percentual de desfolha. Da mesma forma que foi observado no experimento I, também no

experimento II, a relação entre produtividade e massa de mil grãos foi a que apresentou o melhor coeficiente de determinação ($R^2 = 0,96$) dentre as variáveis analisadas (Figura 18), sendo esta relação altamente positiva, representando esta relação que para cada grama de MMG, ganha-se 34,21 kg ha⁻¹.

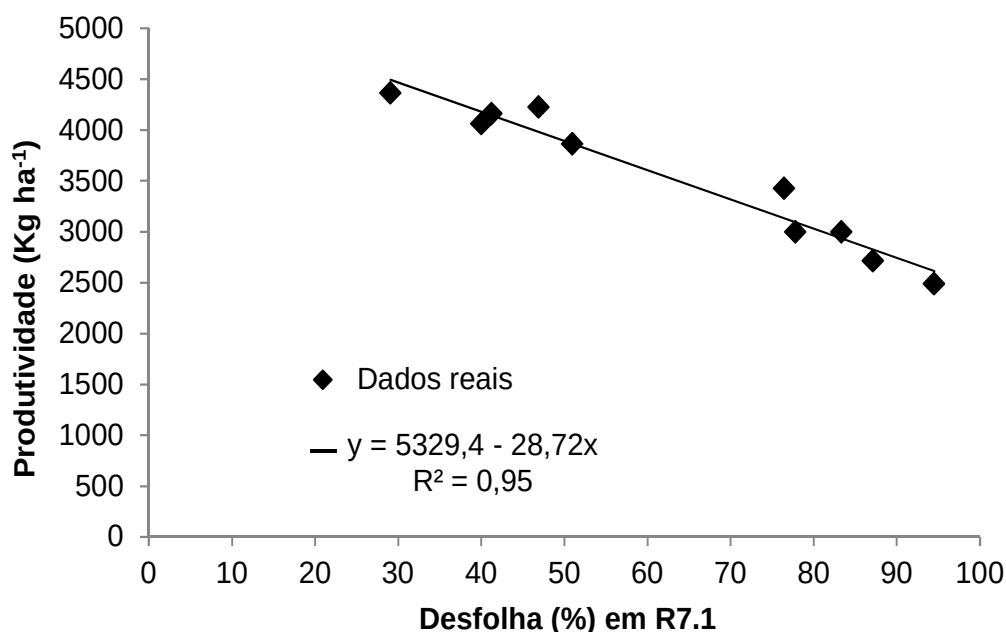


Figura 17 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e desfolha (%) no estágio de desenvolvimento R7.1, experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

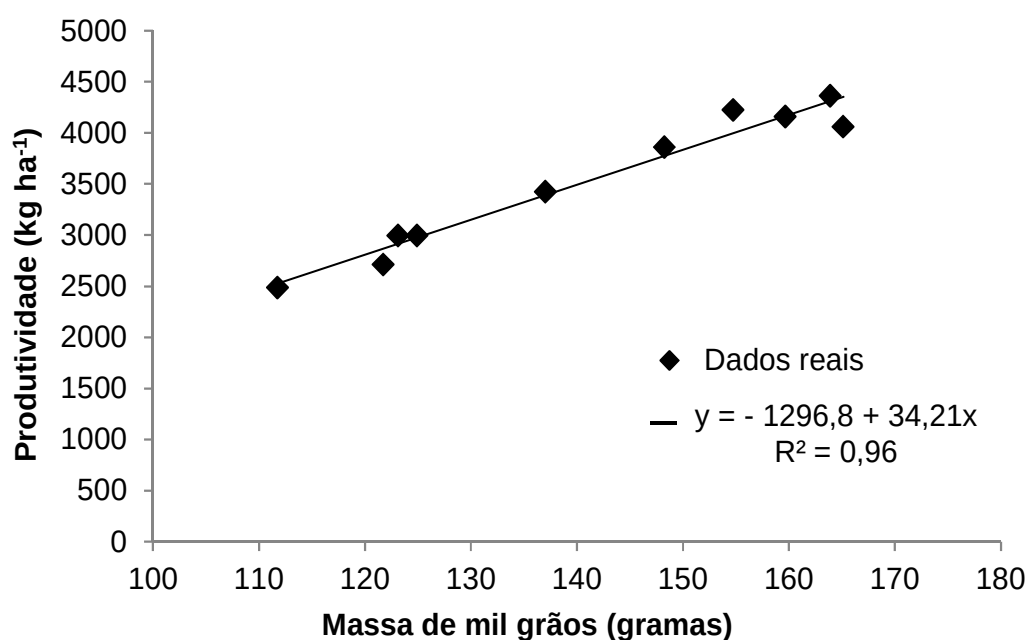


Figura 18 - Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) e massa de mil grãos (gramas), experimento II, cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

5.2.5 Conclusões

Longos períodos sem proteção do fungicida ao oídio e a ferrugem asiática e as aplicações únicas erradicativas em R4 e R5.1 resultaram em baixa eficiência de controle.

A ferrugem asiática foi a doença chave com elevada severidade e os tratamentos geraram gradiente da doença, possibilitando verificar a relação entre severidade da doença e dano.

As aplicações em R1 + R3 + R5.1, que combinaram efeito de proteção e residual do fungicida próximo ao início da epidemia de ferrugem asiática tiveram maior influência sobre a doença.

A alta severidade da ferrugem asiática afetou negativamente a produtividade da soja.

6. CONCLUSÕES GERAIS

Independente da época de aplicação do fungicida, quando as plantas foram expostas a longos períodos sem proteção permitiu-se reinfecção rápida do oídio e as aplicações erradicativas resultaram em baixa eficiência de controle, tanto do oídio como da ferrugem asiática.

Para ambos os experimentos as aplicações erradicativas resultaram em baixa eficiência de controle do oídio.

Verificou-se uma relação linear negativa entre severidade da ferrugem asiática e a produtividade da soja.

Aplicações do fungicida entre R1 a R5.2 resultaram em menor severidade, menor desfolha, maior massa de grãos e maior produtividade, para ambos os experimentos, pois combinaram efeito de proteção e residual do fungicida próximo ao início da epidemia de oídio e de ferrugem asiática.

As épocas e números de aplicações de fungicidas devem aliar proteção e efeito residual, sendo o período mais importante no ciclo da cultura neste trabalho foi o compreendido com as aplicações entre os estádios R1 a R5.2, mas para situações de epidemias de oídio e da ferrugem asiática na fase vegetativa pode haver necessidade de controle neste período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. New York: Academic Press, 2004. 922 p.

AGROLINKFITO. **Busca de Produtos por Cultura X Classe**, Cultura: Soja Classe(s): Fungos. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/secure/FichaTecnica.aspx?CodProduto=7946>>. Acesso em: 25 nov. 2011.

ALESSIO, D. **Momentos e número de aplicações de fungicidas e seu efeito sobre a duração da área foliar sadia e o rendimento de grãos em soja**. 2008, 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008.

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia**. Doenças das plantas cultivadas. v. 2, 4. ed. Piracicaba, Ceres, 2005, p. 569-588.

ALVES, R. C.; DEL PONTE, E. M. **Oídio da soja: sintomatologia**. 2010 In: Del Ponte, E.M. (Ed.) Fitopatologia.net - herbário virtual. Departamento de Fitossanidade. Agronomia, UFRGS. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/agronomia/fitossan/fitopatologia/ficha.php?id=258>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 8. ed. São Paulo: Andrei Editor, 2009. 772 p.

AZEVEDO, L. A. S. Resistência parcial de genótipos de soja a *Phakopsora pachyrhizi* e sua interação com fungicidas. 2005, 68 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

BALARDIN, R. S. **Manual de identificação das doenças da soja**. Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2002, p. 32-33; p. 42-43.

BLUM, L. E. B.; REIS, E. F.; PRADE, A. G.; TAVELA, V. J. Fungicidas e mistura de fungicidas no controle do oídio da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 216-218, 2002.

BOARD, J. E.; KUMUDINI, S.; OMIELAN, J.; PRIOR, E.; KAHN, C. S. Yield response of soybean to partial and total defoliation during the seed-filling period. **Crop Science**, Madison, v. 50, p. 703-712, mar./abr. 2010.

BOLLER, W. Aspectos econômicos da aplicação de fungicidas em órgãos aéreos. In: REIS, E.M. (org.) **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2009. v. 01, p. 31-45.

BROMFIELD, K. R. Soybean rust. Monograph 11. **American Phytopathological Society**, Minnesota, 1984. p. 460 (resumo 299).

CALAÇA, H. A. **Ferrugem asiática da soja: relações entre o atraso do controle químico, rendimento, severidade e área foliar sadia de soja (*Glycine max*)**. 2007, 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

CARMONA, M. A.; REIS, E. M. Critério: sistema de pontuação para aplicação de fungicidas para as doenças de final de ciclo na cultura da soja. In: REIS, E.M. (org.) **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2009, v. 1, p. 54-65.

CASA, R. T.; REIS, E. M. Doenças relacionadas à germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja em semeadura direta. In: REIS, E. M. (Ed.). **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. p. 21-32.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. C. Critério limear de dano econômico (LDE) e quantificação de danos. In: REIS, E. M. (org.) **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2009. v. 1. p. 31-45.

CATELLI, L. L. **Resistência da soja à ferrugem asiática e ao oídio: herança de caracteres quali-quantitativos e mapeamento genético**. 2009, 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/gmp/d/2983.pdf>> Acesso em: 23 out. 2011.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas Climáticas do Paraná**. Instituto Agrônomo do Paraná. 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, Safra 2011/2012**, quinto Levantamento Fevereiro/2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2012.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

COODETEC – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. **Guia de produtos – Soja**. 2011. Disponível em: <<http://www.coodetec.com.br/site.php>>. Acesso em: 25 nov. 2011.

DEL PONTE, E. M.; ESKER, P. D. Meteorological factors and Asian soybean rust epidemics: a systems approach and implications for risk assessment. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, p. 88-97, 2008.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; CANTERI, M. G.; REIS, E. M.; YANG, X. B. Modelos e aplicações para avaliação de risco e previsão de epidemias de ferrugem asiática da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 533-544, nov./dez. 2006a.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, n. 7, p.797-803, 2006b.

DUNLEAVY, J. M. Soybean seed yield losses caused by powdery mildew. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 337-339, 1978.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

_____. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil, 2003**. Londrina, 2002. 199p.

_____. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de Produção 13, 2008.

_____. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de Produção 14, 2010.

_____. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2012**. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de Produção 15, 2011.

FORCELINI, C. A. Danos e critérios para o controle químico do oídio. In: REIS, E.M. (Ed.) **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo. v. 1, p. 117-123, 2004.

_____. Critérios: preventivo, início da doença e estágio fenológico. In: REIS, E. M. (org.). **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2009, v. 1, p. 46-53.

FREITAS, J. de; SILVA, O. C. da; TSUKAHARA, R. Y.; SALANTI, R.; KAEFER, E. C.; MENON, L.; ROCHA, F. R.; SILVA, F. R.; MICHELI, A.; CARAMORI, P. H. SID – Sistema de informações das doenças da soja na região dos campos gerais do Paraná e sudeste paulista. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2006, Londrina. **Resumos**. Londrina: Embrapa soja, 2006. p. 185-187.

FREITAS, J. de; SILVA, O. C. da; SCHIPANSKI, C. A.; RUTHES, E.; MICHELI, A. Efeito curativo de fungicidas triazóis no controle da ferrugem asiática da soja - *Phakopsora pachyrhizi* Sidow. In: XXX Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, Rio Verde - GO, 2008. **Resumos**. Londrina: Embrapa Soja, 2008a. p. 148-150.

_____. Efeito de fungicidas triazóis no controle do oídio da soja. In: _____. **Resumos**, Londrina: Embrapa Soja, 2008b. p. 151-153.

FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C. V.; MASSOLA JÚNIOR, N. M. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 118-122, 2009.

GODOY, C. V. Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja. Safra 2004/2005. Londrina: Embrapa Soja (Embrapa Soja. Documentos 266), 2005.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 97-101, 2004.

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A. M.; SANTOS, L. C. M.; PONTE, M. D. P. Eficiência do controle da ferrugem Asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 56-61, 2009.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GONÇALVES, E. C. P.; CENTURION, M. A. P. C.; DI MAURO, A. O. Avaliação da reação de genótipos de soja ao oídio em diferentes condições. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 2, p. 151-153, 2009.

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. 596-600, 1991.

HARTMAN, G. L.; WEST, E. D.; HERMAN, T. K. Crops that feed the World 2. Soybean-worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food security**. 2011, Mar., v. 3, n. 1, p. 5-17. Disponível em:

<<http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/48661/1/IND44519335.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; SILVA, A. J. da. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 096-103, 2010.

HOFFMANN, L. L. A incidência de fungos associados com doenças de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Cascavel, n. 24, 2003. 290 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

IGARASHI, S.; OLIVEIRA, G. M.; CAMARGO, L. C. M.; FALKOSKI FILHO, J.; GARDIANO, C. G.; BALAN, M. G. Danos causados pela infecção de oídio em diferentes estádios fenológicos da soja. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 245-250, abr./jun., 2010.

JACCOUD FILHO, D. S.; PASSINI, F. B.; DABUL, A. N. G.; GRANADO, C. J. F.; FIGUEIREDO, M. B. Alternative hosts of the agent of the asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 60-64, ago. 2007.

KUMUDINI, S.; KENNEDY, B.; GODOY, C. V.; OMIELAN, J.; PRIOR, E.; HERSHMAN, D.; TOLLENAAR, M. Impact of *Phakopsora pachyrhizi* infection on soybean leaf photosynthesis and radiation absorption. **Crop Science**, Madison, n. 48, p. 2343-2342, 2008.

KOGA, L. J.; CANTERI, M. G.; CALVO, E. S.; XAVIER, S. A.; HARADA, A.; UNFRIED, J. R.; KIIHL, R. A. S. Chemical control and responses of susceptible and resistant soybean cultivars to the progress of soybean rust. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 294-302, 2011.

LEVY, C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in Southern Africa. **Plant Disease**, Saint Paul, n. 89, p. 669-674, 2005.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 25 out. 2011.

MARTINS, F. G. **Desenvolvimento de modelos de ponto crítico para quantificação de danos causados pelo complexo de doenças foliares em soja**. 2007, 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo,

Passo Fundo, 2007. Disponível em: <<http://www.upf.br/ppgagro/download/fernandomartins.pdf>> Acesso em: 20 out. 2011.

MATTIAZZI, P. **Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja**. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MENEGHETTI, R. C.; BALARDIN, R. S.; CORTE, G. D.; FAVERA, D. D.; DEBONA, D. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, 2010.

MICHEL, C. A.; REIS, E. M.; VIEIRA, R. Controle químico do oídio na cultura da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 259, 1998.

MILES, M. R.; LEVY, C.; MOREL, W.; MUELLER, T.; STEINLAGE, T.; VAN RIJ, N.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L. International fungicide efficacy trials for the management of soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, n. 91, p. 1450-1458, 2007.

MOLIN, R. **Fitotecnia - Competição de genótipos de soja**. Relatório de resultados de pesquisa da safra verão 2009/10. Fundação ABC, Castro, 2010. Disponível em: <<http://login.fundacaoabc.org.br/inicio>> Acesso em: 20 de nov. 2011.

MUELLER, T. A.; MILES, M. R.; MOREL, W.; MAROIS, J. J.; WRIGHT, D. L.; KEMERAIT, R. C.; LEVY, C.; HARTMAN, G. L. Effect of fungicide and timing of application on soybean rust severity and yield. **Plant Disease**, Saint Paul, n. 93, p. 243-248, 2009.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; MOREIRA, M. T.; MENEGHETTI, R. C.; MADOLLOSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p.182-186, 2007.

OLIVEIRA, S. H. F. Época de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 295, 2004.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. **Doenças da soja: diagnose, epidemiologia e controle**. Passo Fundo, EMBRAPA-Trigo, 1998.

PHILLIPS, D. V. Stability of *Microsphaera diffusa* and the effect of powdery mildew on yield of soybeans. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, p. 953-956, 1984.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R.; CARMONA, M. **Doenças da Soja I, Ferrugem Asiática da Soja**, Universidade de Passo Fundo v. 1, 48 p., 2006.

REIS, E. M.; MEDEIROS, C. A.; CASA, R. T. Epidemia de oídio da soja, causada por *Microsphaera diffusa*, na safra 1996/97 no RS. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 300-301, 1997.

REIS, E. M.; LEITES, A.; FORCELINI, C. A. Relações entre intensidade da doença, refletância da radiação solar e rendimento de grãos no patossistema ferrugem da folha de trigo Embrapa 16. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 447-454, 2006.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R.; FORCELINI, C. A.; DEUNER, C.; NICOLINI, F.; CARMONA, M. A.; IAMAMOTO, M. M.; BLUM, M. M. C.; CASA, R. T.; CARLINI, R. C.; TSUKAHARA, R. Y.; BOLLER, W. **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, v. 1, 148 p., 2009.

REIS, E. F.; LIMA NETO, V. C.; GODOY, C. V.; ROSA, C. T.; CASTANHO, H. E.; VICENTE, N. G. Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 319-323, 2007.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2009/2010**. 37ª. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. 144p.

RESENDE, A. **Avaliação do hipoclorito de sódio na severidade da ferrugem asiática, do oídio e nas características químicas da soja**. 2009, 81 f. Tese (Doutorado em Química). Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Iowa State Univ. Of Science and Technol. Coop. Ext. Serv. Special Report, n. 53, 1982. 20 p.

ROGERS, J.; REDDING, J. **USDA Confirms Soybean Rust in United States**. The Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Washington, DC, 2004. Disponível em: <http://www.nccpb.org/news_soyrust.html>. Acesso em 15 nov. 2011.

SANTOS, I.; SOUZA, R. N.; GIASSON, N. F.; FELLIPI, C. L. Eficiência de fungicidas aplicados em diferentes épocas no controle de ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 80, 2004.

SARTORATO, A.; YORINORI, J. T. Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. In: SADNIK M. J.; RIVERA, M. C. **Oídios**. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente, p. 262-284, 2001.

SAWADA, E.; AZEVEDO, L. A. S. Avaliação de fungicidas no controle do oídio (*Erysiphe polygoni* DC.) da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 306. 1997.

SCHNEIDER, R. W.; HOLLIER, C. A.; WHITAM, H. K.; PALM, M. E.; MCKEMY, J. M.; HERNANDEZ, J. R. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the continental United States. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, p. 774, 2005.

SEAB - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Legislação de defesa sanitária vegetal. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>> Acesso em: 10 jan. 2012.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1056, 1977.

SILVA, J. C.; MAIA, G. L.; MEYER, M. C. Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 115, 2004.

SILVA, J. F. da; JULIATTI, F. C.; REZENDE, A. A. Diferentes épocas de aplicação de azoxistrobina + ciproconazole seguido de ciproconazole no controle da ferrugem asiática. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 26, n. 2, p. 216-225, mar./abr., 2010.

SILVA JÚNIOR, J. da; REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. de A.; ALVES, E.; POZZA, E. A. Efeito de fungicidas sistêmicos e protetores aplicados em diferentes estádios fenológicos no controle da ferrugem asiática da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 705-712, maio/jun., 2009.

SILVA, J. V. C. da; JULIATTI, F. C.; SILVA, J. R. V da; BARROS, F. C. Soybean cultivar performance in the presence of soybean asian rust, in relation to chemical control programs. **European Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v. 131, n. 3, p. 409-418, 2011.

SILVA, O. C. Danos e controle do complexo de doenças foliares da soja. In: Reis E. M. (Ed.); **Doença na cultura da soja**. Passo Fundo, p. 177, 2004

SILVA, V. A. S.; JULIATTI, F. C.; SILVA, L. A. S. Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1261-1268, 2007.

SLAMINKO, T. L.; MILES, M. R.; MARIOS, J. J.; WRIGHT, D. L.; HARTMAN, G. L. Hosts of *Phakopsora pachyrhizi* identified in field evaluations in Florida. **Plant Health Progress**, doi:10.1094/PHP-2008-1103-01-RS, v. 01, 2008.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. **Soybean Rust Workshop**. Urbana, Illinois. Proceedings. 1996.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean Rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Eds.); **Compendium of Soybean Diseases**. 4 ed. Saint Paul. APS Press., p. 25-26, 1999.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. de A. L.; WIELEWICKI, A. P.; OZELAME, J. G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. In: SADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. **Oídios**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2001, 484 p.

TOIGO, S.; SANTOS, I.; CARNIELETTO, C. E.; MAZARO, S. M. Controle químico do oídio na cultura da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 491-496, 2008.

TSUKAHARA, R. Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G. Relações entre o clima e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas micro-regiões do Estado do Paraná. **Semina**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 47-52, 2008.

TSUKAHARA, R. Y. **Agrometeorologia – Análise climática da safra 2010/11**. Relatório de resultados de pesquisa da safra verão 2010/11. Fundação ABC, Castro, 2010. Disponível em: <<http://login.fundacaoabc.org.br/inicio>> Acesso em: 25 de nov. 2011.

TWIZEYIMANA, M.; OJIAMBO, P. S.; HARTMAN, G. L.; BANDYOPADHYAY, R. Dynamics of soybean rust epidemics in sequential plantings of soybean cultivars in Nigeria. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95, p. 43-50, 2011.

VITTI, A. J.; PAIVA, S. B.; CASTRO, R. M.; VEIGA, J. S.; GARCIA, L. Efeito residual e curativo de fungicidas para o controle de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 290, 2004.

YANG, X. B.; TSCHANZ, A. T.; DOWLER, W. M.; WANG, T. C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 81, n. 11, p. 1420-1426, 1991.

_____. Comparing the effects of rust on plot yield, plant yield, yield components, and vegetative parts of soybean. **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v. 136, n. 1, p. 46-56, 1992.

YORINORI, J. T. **Cancro da haste da soja: epidemiologia e controle**. Londrina: Embrapa Soja, Circular técnica 14, 1996. 75 p.

YORINORI, J. T.; HIROMOTO, D. M. **Determinação de perdas em soja causadas por doenças fúngicas**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1998. (Documentos,118).

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul, 2004. Disponível em: <[Http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documentos236.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documentos236.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2012.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Cronograma de atividades realizadas durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Arapoti - PR, safra 2010/11.

Datas	11/10/10	18/10/10	25/11/10	09/12/10	24/12/10	06/01/11	22/01/11	27/01/11	28/01/11	02/02/11	11/02/11	15/02/11	21/02/11	15/03/11
Estádios fenológicos			V6	V9	R2	R4	R5.2	R5.3	R5.3	R5.4	R5.5	R6	R7.1	R9
Dias após a emergência			38	52	67	80	96	101	102	107	116	120	126	148
Atividades	semeadura	emergência												colheita
Aplicações			1 ^a . aplicação	2 ^a . aplicação	3 ^a . aplicação	4 ^a . aplicação	5 ^a . aplicação							
Intervalos (dias)				14	15	13	16	5	1	5	9	4	6	22
Avaliações de doenças					1 ^a . oídio	2 ^a . oídio		3 ^a . oídio	1 ^a . ferrugem asiática	2 ^a . ferrugem asiática	4 ^a . oídio	3 ^a . ferrugem asiática	4 ^a . ferrugem asiática	
Avaliações de desfolha												1 ^a . desfolha	2 ^a . desfolha	

APÊNDICE B – Cronograma de atividades realizadas durante a condução do experimento II, com a cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 206, Ponta Grossa - PR, safra 2010/11.

Datas	11/10/10	18/10/10	25/11/10	09/12/10	24/12/10	06/01/11	24/01/11	27/01/11	01/02/11	10/02/11	18/02/11	24/02/11	28/02/11	04/03/11	21/03/11
Estádios fenológicos			V5	V8	R1	R3	R5.1	R5.2	R5.2	R5.3	R5.5	R6	R7.1	R7.2	R9
Dias após a emergência			38	52	67	80	98	101	106	115	123	129	133	137	154
Atividades	semeadura	emergência													colheita
Aplicações			1 ^a . aplicação	2 ^a . aplicação	3 ^a . aplicação	4 ^a . aplicação	5 ^a . aplicação								
Intervalos (dias)				14	15	13	18	3	5	9	8	6	4	4	17
Avaliações de doenças					1 ^a . oídio	2 ^a . oídio	1 ^a . ferrugem asiática	3 ^a . oídio	2 ^a . ferrugem asiática	4 ^a . oídio 3 ^a . ferrugem asiática	5 ^a . Oídio 4 ^a . ferrugem asiática	5 ^a . ferrugem asiática			
Avaliações de desfolha													1 ^a . desfolha	2 ^a . desfolha	

APÊNDICE C – Análise química do solo do experimento I em Arapoti e do experimento II em Ponta Grossa.

Profundidade	Local	P	M.O.	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	S.B.	C.T.C.	V	%Al C.T.C
		mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³	CaCl ₂	mmolc.dm ⁻³							%	%
0-20 cm	Arapoti	34	19,6	4,7	36	2,4	1,3	21	5	27	63,8	43	8,1
0-20 cm	Ponta Grossa	36	34	5,7	25	<0,1	1,3	33	7	41	66,3	62	<0,1

APÊNDICE D – Análises de variância das variáveis analisadas no experimento I, na cultura da soja (*Glycine max*), Arapoti - PR, 2010/11.

Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R2* / 67 DAE**	Tratamentos	9	7,36	0,82	315,4	16,2	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R4* / 80 DAE**	Tratamentos	9	8,63	0,96	235,5	17,9	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R5.3* / 101 DAE**	Tratamentos	9	3,21	0,36	123,2	17,4	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R5.5* / 116 DAE**	Tratamentos	9	0,98	0,11	57,5	11,5	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
AACP do oídio	Tratamentos	9	42233466,65	4692607,41	294,8	16,8	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					

* Estádios de desenvolvimento da soja (*Glycine max*) (YORINORI, 1996), adaptado de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ** DAE - dias após a emergência. C.V.= coeficiente de variação; AACP = Área abaixo da curva de progresso da doença.

(Continua)

Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R5.3* / 102 DAE**	Tratamentos	9	31,92	3,55	378,9	34,0	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R5.4* / 107 DAE**	Tratamentos	9	47,84	5,32	730,9	22,4	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R6* / 120 DAE**	Tratamentos	9	17,12	1,90	155,6	11,3	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R7.1* / 126 DAE**	Tratamentos	9	18,73	2,34	232,2	9,1	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
AACP da ferrugem asiática	Tratamentos	9	173927691,3	19325299	810,4	12,6	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Desfolha em R6* / 120 DAE**	Tratamentos	9	0,79	0,09	10,7	10,0	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Desfolha em R7.1* / 126 DAE**	Tratamentos	9	2,39	0,27	34,5	8,8	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					

* Estádios de desenvolvimento da soja (*Glycine max*) (YORINORI, 1996), adaptado de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ** DAE - dias após a emergência. C.V.= coeficiente de variação; AACP = Área abaixo da curva de progresso da doença.

(Conclusão)

Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Número de vagens por planta	Tratamentos	9	8198,66	910,96	7,2	20,6	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Número de grãos por planta	Tratamentos	9	54679,3	6075,48	6,5	22,0	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Peso de grãos por planta	Tratamentos	9	7182,4	798,04	33,2	25,5	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Massa de mil grãos	Tratamentos	9	15222,01	1691,34	38,8	5,1	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Produtividade	Tratamentos	9	17109798,4	1901088,91	20,0	9,8	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					

C.V.= coeficiente de variação.

APÊNDICE E – Análises de variância das variáveis analisadas no experimento II, na cultura da soja (*Glycine max*), Ponta Grossa - PR, 2010/11.

Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R1* / 67 DAE**	Tratamentos	9	2,9	0,32	222,0	16,1	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R3* / 80 DAE**	Tratamentos	9	7,40	0,82	485,6	12,3	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R5.2* / 101 DAE**	Tratamentos	9	0,30	0,03	21,0	31,4	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R5.3* / 115 DAE**	Tratamentos	9	1,13	0,13	115,2	17,3	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade do oídio em R5.5* / 123 DAE**	Tratamentos	9	2,29	0,25	129,9	16,9	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
AACP do oídio	Tratamentos	9	23647170,95	2627463,44	304,9	22,8	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R5.1* / 98 DAE**	Tratamentos	9	5,36	0,60	121,1	45,3	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R5.2* / 106 DAE**	Tratamentos	9	22,33	2,48	328,0	36,4	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					

* Estádios de desenvolvimento da soja (*Glycine max*) (YORINORI, 1996), adaptado de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ** DAE - dias após a emergência. C.V.= coeficiente de variação; AACP = Área abaixo da curva de progresso da doença.

(Continua)

Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R5.3* / 115 DAE**	Tratamentos	9	66,46	7,38	765,9	25,6	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R5.5* / 123 DAE**	Tratamentos	9	87,97	9,77	894,7	20,4	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Severidade da ferrugem asiática em R6* / 129 DAE**	Tratamentos	9	76,23	8,47	616,3	13,3	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
AACP da ferrugem asiática	Tratamentos	9	243071206,30	27007911,80	1097,8	24,4	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Desfolha em R7.1* / 133 DAE**	Tratamentos	9	10,23	1,14	182,5	8,4	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Desfolha em R7.2* / 137 DAE**	Tratamentos	9	4,02	0,45	85,9	7,1	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					

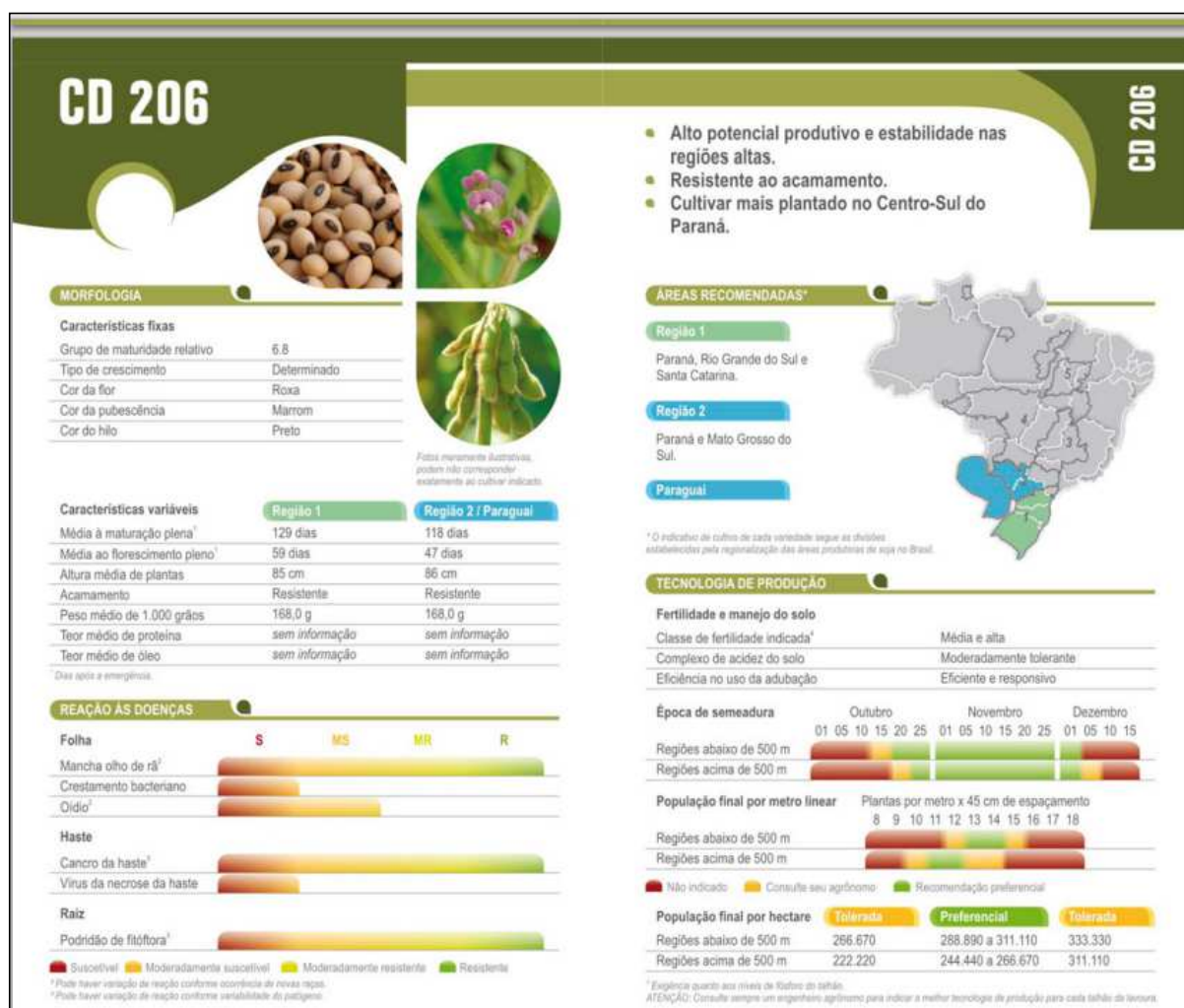
* Estádios de desenvolvimento da soja (*Glycine max*) (YORINORI, 1996), adaptado de Ritchie; Hanway e Thompson (1982); ** DAE - dias após a emergência. C.V.= coeficiente de variação; AACP = Área abaixo da curva de progresso da doença.

(Conclusão)

Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Número de vagens por planta	Tratamentos	9	9614,26	1068,25	5,0	25,8	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Número de grãos por planta	Tratamentos	9	53206,87	5911,87	4,4	26,5	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Peso de grãos por planta	Tratamentos	9	4072,86	452,74	12,5	29,5	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Massa de mil grãos	Tratamentos	9	14072,73	1563,64	39,0	4,5	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					
Variável / Fator	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	C.V. (%)	Nível de significância
Produtividade	Tratamentos	9	17190885,63	1910098,4	11,5	11,6	<0,0001
	Blocos	3					
	Resíduo	27					
	Total	39					

C.V.= coeficiente de variação.

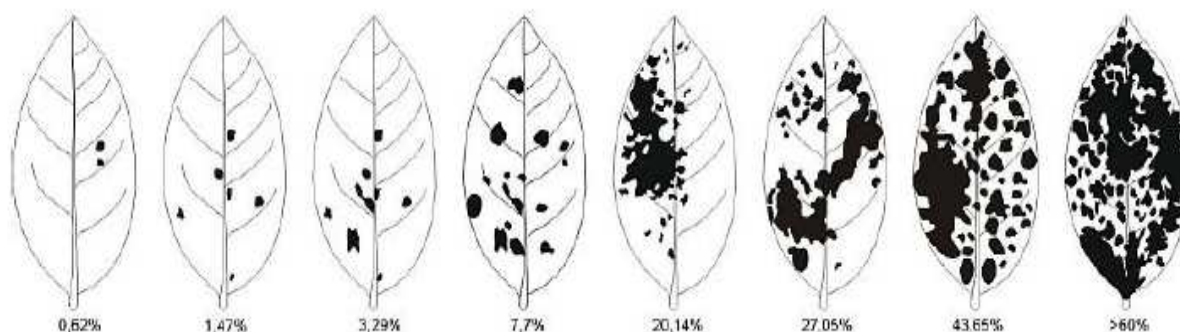
ANEXOS



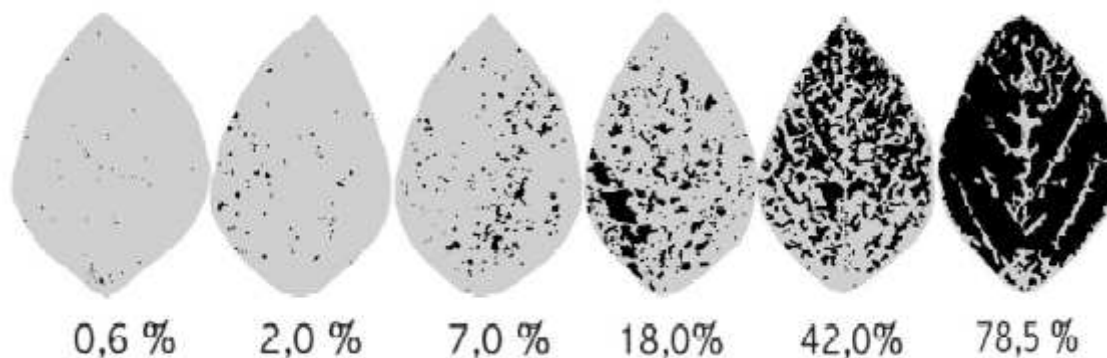
ANEXO A – Características da cultivar de soja (*Glycine max*) CD 206 utilizada nos experimentos, segundo dados do obtentor. (http://www.coodetec.com.br/php/detalhes_cultivar.php?id=23).

ANEXO B – Escala fenológica com estádios de desenvolvimento da soja (*Glycine max*) (YORINORI, 1996), adaptado de Ritchie; Hanway e Thompson (1982).

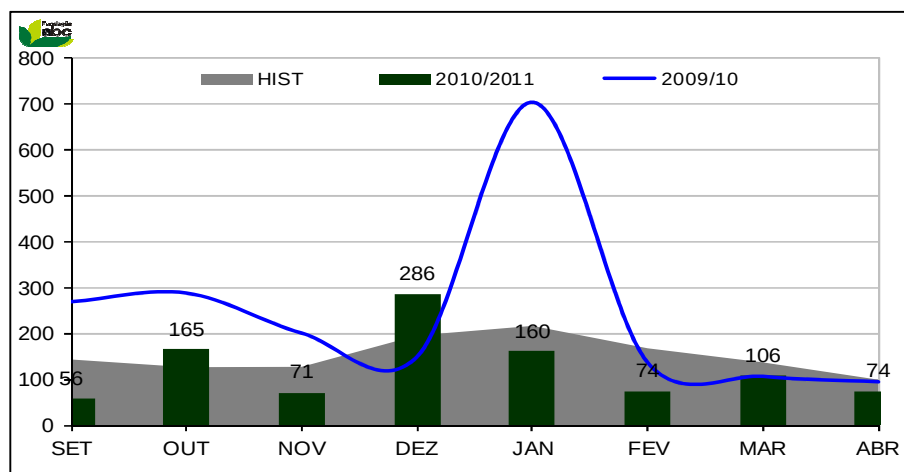
Fase Vegetativa		Fase Reprodutiva	
VC	Da emergência a cotilédones abertos.	R1	Início da floração: até 50% das plantas com uma flor.
V1	Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas.	R2	Floração plena: maioria dos racemos com flores abertas.
V2	Segundo nó; primeiro trifólio aberto.	R3	Final da floração: vagens com até 1,5 cm de comprimento.
V3	Terceiro nó; segundo trifólio aberto.	R4	Maioria das vagens no terço superior com 2-4 cm, sem grãos perceptíveis.
V10	Décimo nó com trifólio aberto, antes da floração.	R5.1	Grãos perceptíveis ao tato a 10% de enchimento da vagem.
VN	Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração.	R5.2	Maioria das vagens com 10% - 25% de enchimento.
		R5.3	Maioria das vagens entre 25% e 50% de enchimento.
		R5.4	Maioria das vagens entre 50% e 75% de enchimento.
		R5.5	Maioria das vagens entre 75% e 100% de enchimento.
		R6	Vagens com enchimento pleno (100%) e folhas verdes.
		R7.1	Início a 50% de amarelecimento das folhas.
		R7.2	Entre 50% e 75% de folhas amarelas.
		R7.3	Mais de 75% de folhas amarelas.
		R8.1	Início a 50% de desfolha.
		R8.2	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita.
		R9	Maturação de colheita.



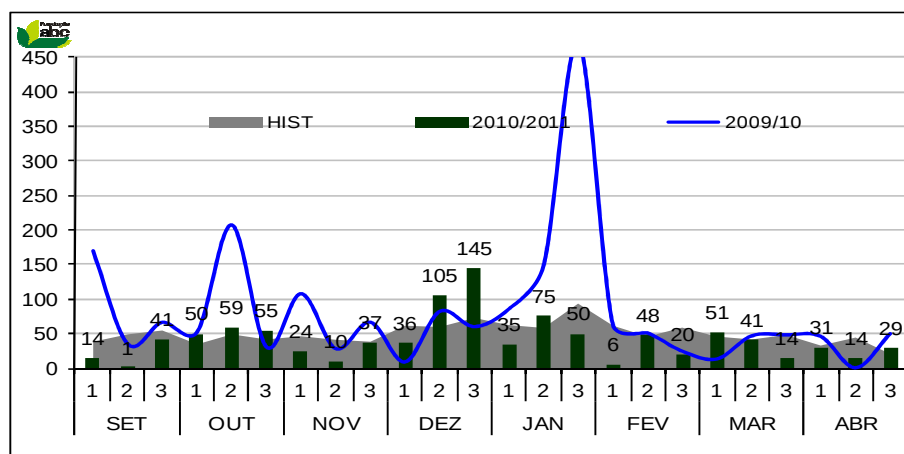
ANEXO C – Escala diagramática do oídio da soja (*Microsphaera diffusa*) (MATTIAZZI, 2003).



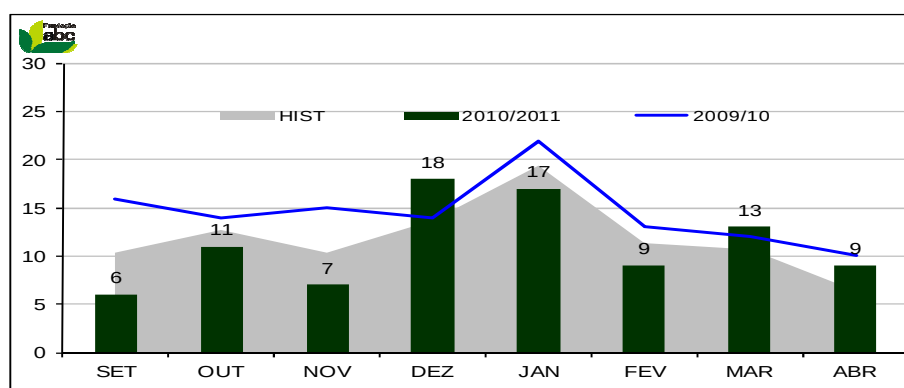
ANEXO D – Escala diagramática da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) (GODOY; KOGA; CANTERI, 2006).



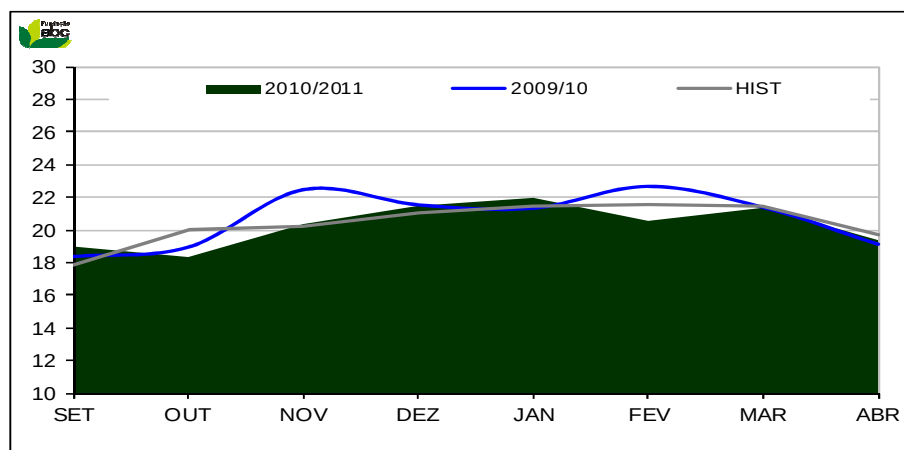
ANEXO E – Precipitação pluviométrica (mm) mensal observada entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Arapoti – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



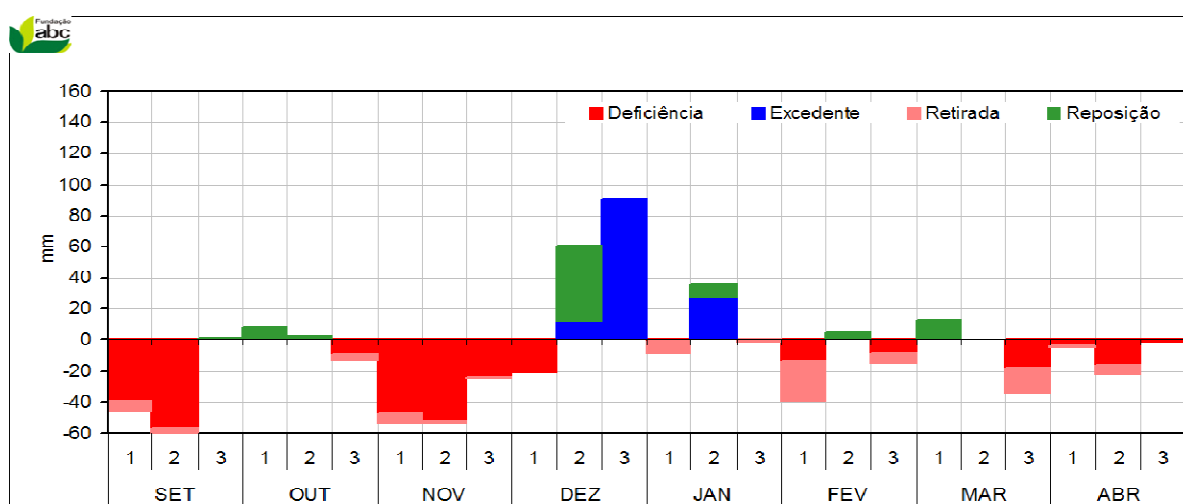
ANEXO F – Precipitação pluviométrica (mm) por decêndio observada entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Arapoti – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



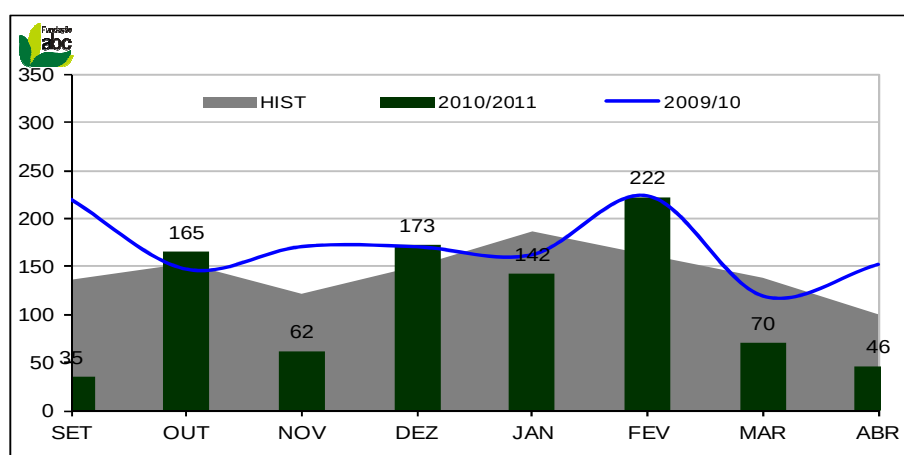
ANEXO G – Número de dias com chuva (dias) (precipitação pluviométrica acima de 0,5 mm) mensal observado entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Arapoti – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



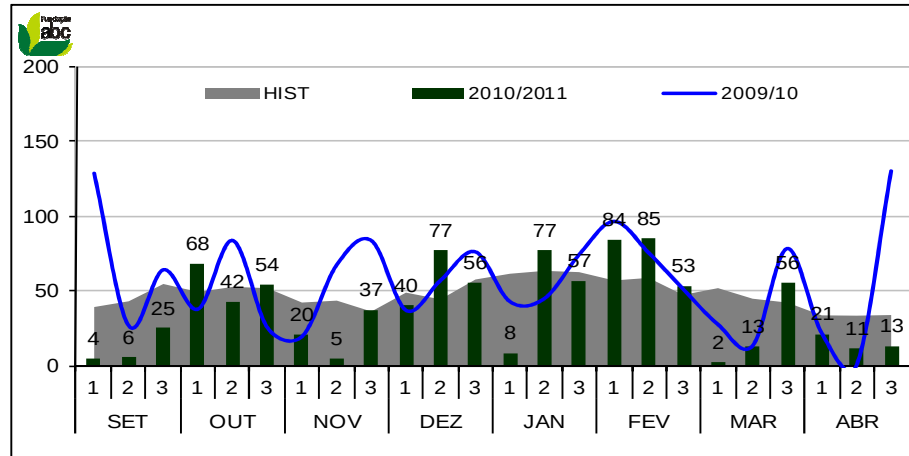
ANEXO H – Temperatura média do ar (°C) observada entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Arapoti – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



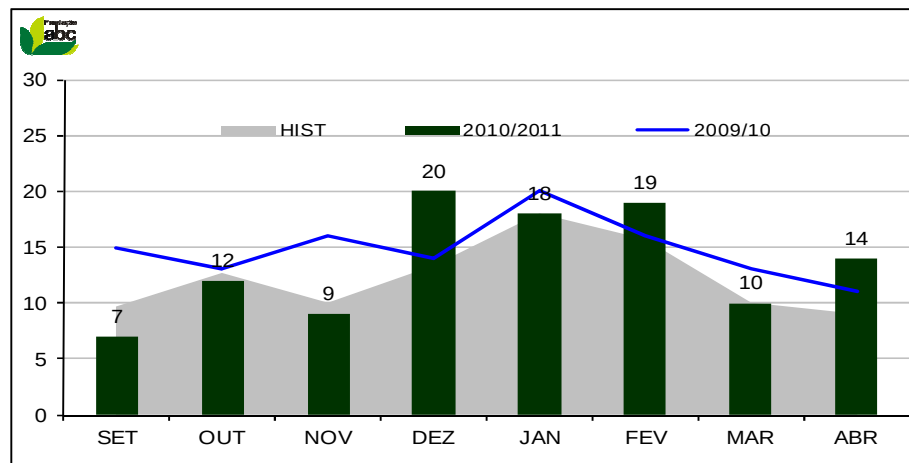
ANEXO I – Balanço hídrico sequencial por decêndio observado entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Arapoti – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



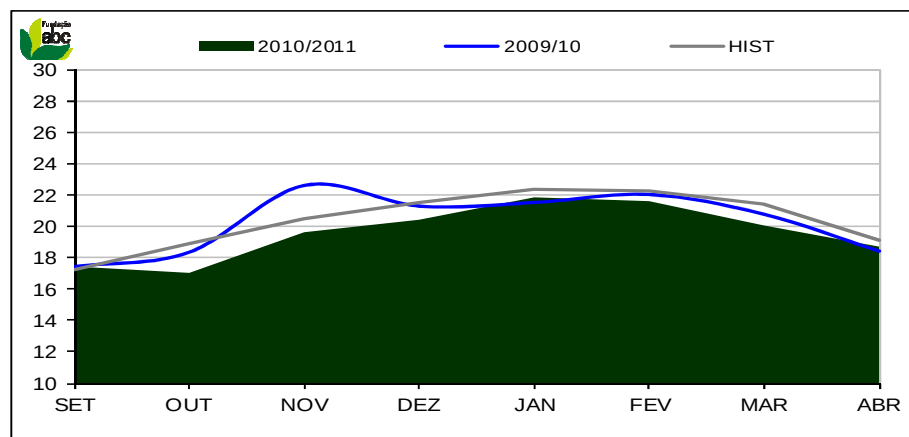
ANEXO J – Precipitação pluvial (mm) mensal observada entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Ponta Grossa – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



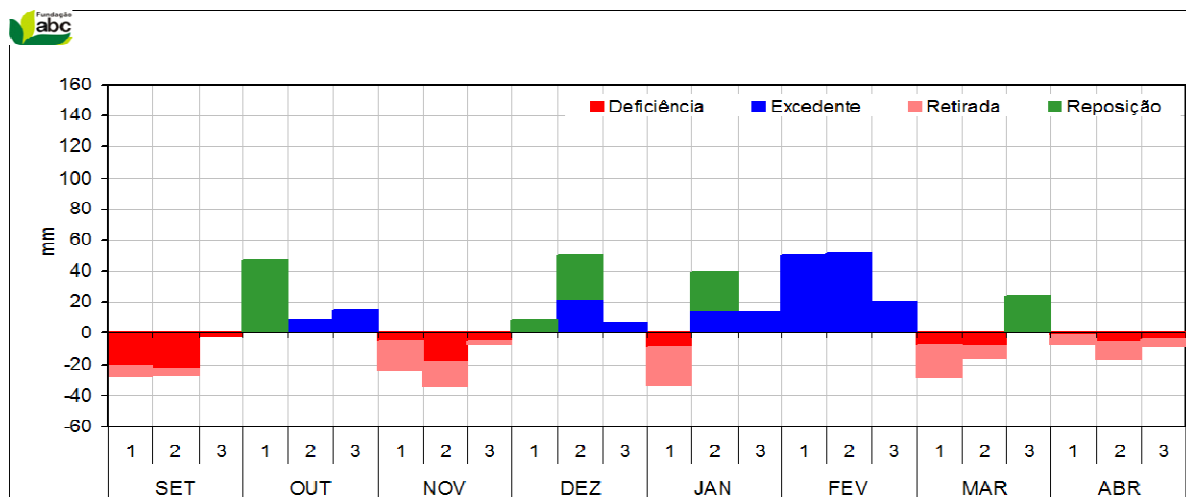
ANEXO L – Precipitação pluviométrica (mm) por decêndio observado entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Ponta Grossa – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



ANEXO M – Número de dias com chuva (dias) (precipitação pluviométrica acima de 0,5 mm) mensal observado entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Ponta Grossa – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



ANEXO N – Temperatura média do ar (°C) observada entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Ponta Grossa – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).



ANEXO O – Balanço hídrico sequencial por decêndio observado entre o período de 01/09/10 a 30/04/11 e dados históricos, durante a condução do experimento I, com a cultura da soja (*Glycine max*), Ponta Grossa – PR, (Agrometeorologia - Fundação ABC, 2011).

Fonte: TSUKAHARA (2011), Agrometeorologia – Análise climática da safra 2010/11.