

**UNIJUÍ – UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO  
RIO GRANDE DO SUL**

**DEAg – DEPARTAMENTO DE ESTUDOS AGRÁRIOS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)**

**HENRIQUE LEDERMANN BIGOLIN**

**Ijuí – RS**

**2015**

**HENRIQUE LEDERMANN BIGOLIN**

**EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia, Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**Orientador: Prof. Luiz Volney Mattos Viau**

**Ijuí – RS**

**2015**

## RESUMO

O experimento foi realizado no município de Ijuí – RS, utilizou-se a cultivar DM6563 ipro com objetivo de avaliar a eficiência dos fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por 13 tratamentos, aplicados no estágio R1>18DAA1>19DAA2, sendo eles: T1 – testemunha (sem aplicação de fungicida), T2 – Opera (500 ml/ha.), T3 – Aproach prima (300 ml/ha.), T4 – Fox (400 ml/ha.), T5 – Orkestra (300 ml/ha.), T6 – Elatus (200 g/ha.), T7 - Opera + Unizeb Gold (1,5 kg/ha.), T8 – Aproach prima + Unizeb Gold, T9 - Fox + Unizeb Gold, T10 - Orkestra + Unizeb Gold, T11 - Elatus + Unizeb Gold, T12 – Locker (1 L/ha.) e T13 – Locker + Unizeb Gold. A aplicação de fungicida proporcionou maior produtividade de grãos, maior resposta na massa média de grãos e maior índice de colheita em relação a testemunha. Os fungicidas Elatus, Elatus + Unizeb Gold, Orkestra e Fox + Unizeb Gold foram mais eficientes na redução de incidência e severidade da ferrugem da soja, proporcionando maior ganho em rendimento de grãos e na massa de mil grãos, refletindo em melhor eficiência da planta no aproveitamento dos assimilados, expresso pelo melhor índice de colheita.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produto e composição química .....	16
Tabela 2: Resumo da análise de variância para os caracteres: rendimento de grãos (kg/ha), grãos por planta (nº), massa de mil sementes (g), peso de planta (g), peso de grãos por planta (g), peso de palha por planta (g) e índice de colheita (%), de soja submetida a diferentes tratamentos com fungicidas na parte aérea para o controle da ferrugem da folha, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015 .....	19
Tabela 3: Rendimento de grãos (kg/ha), massa de mil grãos (MMG) e índice de colheita (IC%) de soja submetida ao tratamento com fungicidas na parte aérea da planta para o controle de ferrugem da folha, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015.....	20
Tabela 4: Número de grãos por planta, peso da planta (g), peso de grãos por planta (g) e peso de palha por planta (g) de soja submetida ao tratamento com fungicidas na parte aérea da planta para o controle da ferrugem da folha, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015.....	21

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Avaliação de incidência de ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015 .....	22
Gráfico 2: Avaliação de severidade de ataque da ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015 .....	23
Gráfico 3: Avaliação de incidência de ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015 .....	24
Gráfico 4: Avaliação de severidade de ataque da ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015 .....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Escala diagramática .....	17
-------------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>9</b>
1.1 CONTEXTO GERAL DA SOJA .....	9
1.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	9
1.3 CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ) .....	11
<b>1.3.1 Características dos Grupos Químicos de Fungicidas .....</b>	<b>12</b>
1.4 RESISTÊNCIA DE FUNGOS A FUNGICIDAS.....	13
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>27</b>

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Atualmente o Brasil se destaca no cenário mundial como um dos maiores produtores e exportadores de soja do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos.

Além de sua importância econômica, a soja possui valiosas características nutricionais, tanto para a alimentação humana quanto animal, como fonte de proteína, fibras e gorduras insaturadas, entre outros.

Muito importante se considerar o mercado de biocombustíveis, com demanda crescente, não apenas pela necessidade de se obter fontes de energias mais baratas, mas pela necessidade de reduzir o impacto ambiental causado pelos combustíveis fósseis.

Um dos grandes fatores que limitam altas produções da soja são as doenças, e principalmente a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), que possui alto potencial de dano a cultura, com sintoma principal o rápido amarelecimento e queda prematura das folhas, prejudicando assim o pleno enchimento dos grãos e consequente redução de produtividade.

Os sintomas podem surgir em qualquer momento do ciclo de desenvolvimento da cultura, porém tem se apresentado de modo mais frequente nas plantas próximas ou em plena floração. Os primeiros sintomas da ferrugem são caracterizados por pequenos pontos cloróticos e após de coloração bronzeada ou parda (lesões com tamanho em torno de 0,5 mm<sup>2</sup>) que podem escurecer a medida que envelhecem. Individualmente, com o passar do tempo, essas lesões aumentam de tamanho, podendo atingir até 1,2 mm<sup>2</sup>.



Tendo em vista todo o potencial da soja no Brasil, e os danos causados pela ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), tenho como objetivo principal neste trabalho identificar quais fungicidas possuem melhor controle desta doença e quais garantem maiores produtividades, esperando que os tratamentos que proporcionarem maior controle sejam também os que garantirão maiores rendimentos.

# 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 CONTEXTO GERAL DA SOJA

Atualmente a soja é a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo, sendo importante pelo fato de quando processada, resultar em farelo e óleo. O farelo, por conter alto teor de proteína é destinado principalmente a produção de ração animal, já o óleo, destinado ao consumo humano (BRUM *et al.*, 2005).

O Brasil se caracterizou como produtor de soja a partir do ano de 1970, e se destaca hoje como o segundo maior produtor, e sendo o grão o principal produto de exportação. A produção brasileira bateu recordes consecutivos nos anos de 1990, e atualmente é uma das principais riquezas do Centro Sul do Brasil (BRUM *et al.*, 2005).

O chamado “complexo soja” onde são contabilizadas as transações comerciais da soja em grão, lidera o agronegócio brasileiro, estimando-se que esta importância está em torno de 24% do total de negócios relacionados aos produtos agrícolas. O agronegócio brasileiro tem grande importância no PIB (Produto Interno Bruto) do país, sendo responsável por aproximadamente 25% do quantitativo de negócios (BOIFÁCIO *et al.*, 2013).

O aumento de produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e a eficiência dos produtores. Segundo Freitas (2011), comparando o Brasil com os Estados Unidos (maior produtor mundial) e com a Argentina (terceiro maior produtor), o Brasil apresenta maior capacidade de multiplicar a atual produção, tanto pelo aumento da produtividade, quanto pelo potencial de expansão de área cultivada. Até 2020, o Brasil poderá assumir a liderança na produção mundial, com produção podendo ultrapassar a barreira das 100 milhões de toneladas (VENCATO *et al.*, 2010 *apud* FREITAS, 2011)<sup>1</sup>.

## 1.2 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)

A ferrugem asiática da soja está entre as principais doenças da cultura, cujos sintomas são rápido amarelecimento e queda prematura das folhas,

---

<sup>1</sup>VENCATO, A. Z. *et al.* **Anuário brasileiro da soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2010. p. 144.

prejudicando o pleno enchimento dos grãos e conseqüentemente baixas produtividades (SOARES *et al.*, 2004).

Foi identificada no Brasil na safra 2000/01, pegando os produtores despreparados, pois a doença era novidade, onde as perdas de produtividade chegaram a 70% nas lavouras atingidas (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2002). Segundo Yorinori, Nunes Júnior e Lazzarotto (2004) pode ser considerada a doença de maior importância na cultura da soja, pela severidade com que ataca e pelos prejuízos que traz aos produtores.

As condições climáticas tem papel fundamental na ocorrência de epidemias da ferrugem, sendo o molhamento foliar contínuo, com duração de 10 horas/dia, promovido por orvalho ou pela chuva, sob condições ótimas de temperatura entre 18 a 24°C, favorece o rápido desenvolvimento da doença (NAVARINI *et al.*, 2006).

Os sintomas mais comuns surgem principalmente na face abaxial das folhas na forma de lesões, coloração marrom claro a escura e forma poligonal. Geralmente estes sintomas surgem inicialmente nas folhas mais baixas do dossel durante ou após a floração, mas podem ocorrer em estádios mais precoces, quando as condições de ambiente favorecerem o desenvolvimento do patógeno. Em cada lesão existem uma ou várias pústulas (uredias) de forma globosa que produzem um grande volume de urediosporos. Além das folhas, as lesões também podem ser encontradas nos pecíolos, vagens e ramos. Com o incremento da severidade da doença, ocorrem comumente desfolhas e maturação prematura das plantas atacadas. Lesões mais velhas podem se tornar escuras formando teliósporos, eventualmente.

Foi o motivo de grande preocupação devido a seu alto potencial de danos nos países asiáticos. A doença manifesta-se de forma irregular. Este patógeno produz dois tipos de esporos, teliósporos e urediosporos. A ferrugem-asiática possui diversos hospedeiros alternativos e assim há uma grande quantidade de fontes de inóculo. Os esporos são disseminados pelo vento, podendo viajar grandes distâncias. Após a infecção, as primeiras pústulas com urediosporos maduros surgem em 7 a 8 dias e este curto ciclo de vida da doença significa que, sob condições favoráveis, epidemias de ferrugem-asiática podem progredir de baixos níveis de detecção para desfolhações dentro de poucas semanas.

Algumas estratégias de manejo são recomendadas para reduzir os riscos de danos a cultura, que são utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada, eliminação de plantas de soja voluntárias e ausência do cultivo de soja na entressafra, além do monitoramento das lavouras desde o início do desenvolvimento e a utilização de fungicidas antes ou depois do aparecimento dos sintomas (EMBRAPA, 2006 *apud* GODOY *et al.*, 2009)<sup>2</sup>.

### 1.3 CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)

Fungicidas são substâncias químicas, de origem natural ou sintética que, aplicadas às plantas, protegem-nas da penetração e/ou do posterior desenvolvimento de fungos patogênicos em seus tecidos. Seu uso na agricultura constitui numa das principais estratégias de controle de doenças causadas por fungos. É uma medida emergencial, rápida, eficiente cujo uso aumenta o custo de produção. Por isso, devem ser usados com racionalidade aproveitando ao máximo o seu período de proteção.

A eficiência de um fungicida em controlar uma doença é função da concentração inibitória do fungicida (CI) nos tecidos foliares alvo da proteção. A CI depende de atributos da molécula do fungicida, da dose usada/ha e da intemperização (Hidrólise, sublimação, foto-decomposição e lixiviação pela chuva) e do depósito do produto na superfície da planta (REIS *et al.*, 2010).

Os fungicidas são de suma importância nas culturas agrícolas, uma vez que outros métodos se tornam ineficientes (RODRIGUES, 2006) e associados a práticas de manejo adequadas, como destruição de hospedeiros secundários e semeadura antecipada de cultivares precoces, potencializam sua eficiência (NAVARINI *et al.*, 2006).

Melhores resultados de produtividade são observados com a aplicação preventiva de fungicidas, que consiste na aplicação antes da entrada dos esporos do fungo na planta, resultando em um maior período de residual do fungicida e na melhoria no desempenho dos produtos (VITTI *et al.*, 2004). A aplicação preventiva o fungicida age de três formas: adiando o início da epidemia, reduzindo sua

---

<sup>2</sup>EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil 2007. Londrina – PR: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.

quantidade inicial e diminuindo o ritmo da sua evolução. Apenas este último efeito é possível na aplicação curativa.

Segundo Butzen *et al.* (2005 *apud* EBONE *et al.*, 2012)<sup>3</sup> os grupos de fungicidas recomendados para o controle de ferrugens são os triazóis, as estrubilurinas e as carboxamidas, e também amplamente utilizado na safra 2014/15, o fungicida mancozeb, do grupo químico dos ditio-carbamatos. Essas moléculas podem ser encontradas separadas ou em misturas prontas, como é o caso da maioria dos produtos utilizados.

### 1.3.1 Características dos Grupos Químicos de Fungicidas

Os triazóis se caracterizam por atuarem inibindo a síntese do ergosterol dos fungos, que é um dos constituintes da membrana celular fúngica, atuando curativamente bloqueando os fungos e impedindo o progresso da doença. São classificados como fungicidas sistêmicos, pois assim como os benzimidazóis são translocados dentro da planta via xilema, e também via floema (REIS; BRESOLIN, 2007). Esses fungicidas podem ser considerados curativos, porém os tecidos foliares atingidos pelos fungos não se regeneram.

Já as estrubilurinas atuam inibindo o fluxo de elétrons na respiração mitocondrial dos fungos, ou seja, inibem a ATP, essencial nos processos metabólicos (REIS *et al.*, 2007 *apud* JASPER, 2010)<sup>4</sup>. O fungicida piraclostrobina, do grupo químico das estrubilurinas garante ação rápida e prolongada sobre os patógenos, e demonstra ação curativa e protetora sobre uma grande variedade de fungos (VENANCIO, 2002 *apud* JASPER, 2010)<sup>5</sup>. Os fungicidas do grupo das estrubilurinas apresentam propriedades mesosistêmicas. Fungicidas com esta propriedade não são sistêmicos, porém, formam um depósito livre que pode ser redistribuído pela água, mais coesivo na superfície da folha, resistente às intempéries, fortemente associado com a camada de cera cuticular, muito resistente à remoção ou lixívia pela chuva, possibilitando um efeito residual longo. A

<sup>3</sup>BUTZEN, S. *et al.* Asian soybean rust: fungicides. **Crop Insights**, Johnston – EUA, v. 15, n. 2, 2005.

<sup>4</sup>REIS, E. M.; REIS, A. C.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas**: guia para o controle químico de doenças de plantas. 5. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2007. 153p.

<sup>5</sup>VENANCIO, W. S. **Epoxiconazole**: uma revisão de uso, isolado ou em mistura, nas principais doenças da soja (*Glycine max* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), amendoim (*Arachis hipogaea* L.), milho (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), aveia (*Avena* spp.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.). Ponta Grossa: UEPG, 2002.

redistribuição na superfície foliar ocorre através da absorção contínua a partir da camada de cera cuticular das folhas para o interior do órgão e também através da fase de vapor e reabsorção pela cera cuticular (REIS; BRESOLIN, 2007).

Portanto, os fungicidas mesostêmicos apresentam características lipofílicas, cujos depósitos aderem fortemente à camada de cera da cutícula, apresentam maior resistência a remoção pela água da chuva ou irrigação do que os protetores.

Os principais fungicidas mesostêmicos são: azoxistrobina, cresoxim metílico, picoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina.

A nova geração de fungicidas são as carboxamidas, que começaram a ser utilizadas na safra 2011/12, atuam inibindo a enzima SDHI (succinato desidrogenase), e assim como as estrubilurinas, interferem nos processos respiratórios dos fungos (GHINI; KIMATI, 2000). São considerados fungicidas preventivos, ou seja, a ação é protetora ou de pré-penetração. O fungicida inibe a germinação impedindo a penetração do fungo nos tecidos do hospedeiro.

Os fungicidas a base de ditiocarbamatos, como é o caso do mancozeb, atuam no fungo interferindo generalizadamente nas funções celulares, pois se tratam de fungicidas de contato, com ação erradicante sobre os fungos (REIS *et al.*, 2007 *apud* JASPER, 2010)<sup>6</sup>. É um fungicida multi sítio, ou seja, age em diferentes locais no fungo, conseguindo com isso driblar possíveis mecanismos de resistência dos fungos, e com isso aumentar sua eficiência.

No caso dos fungicidas erradicantes a atividade descreve os efeitos do produto químico no estágio pós-sintoma, como por exemplo, a ação inibitória do crescimento micelial dos oídios ou da morte das estruturas dos fungos que causam doenças comumente denominadas de ferrugens. A cura refere-se somente a morte do fungo. Nesse caso não ocorre a regeneração ou a recuperação de células ou dos tecidos mortos. A morte de células e tecidos do hospedeiro, em geral, é irreversível, em fitopatologia (REIS; BRESOLIN, 2007).

#### 1.4 RESISTÊNCIA DE FUNGOS A FUNGICIDAS

Sendo uso de fungicidas um dos principais métodos de controle de doenças de plantas, como a única forma de controle para diversos problemas fitossanitários,

---

<sup>6</sup>REIS, E. M.; REIS, A. C.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas**: guia para o controle químico de doenças de plantas. 5. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2007. 153p.

a facilidade de aplicação e os resultados imediatos obtidos os tornaram amplamente difundidos em diversas culturas. Porém, o uso contínuo pode promover a seleção de fungos fitopatogênicos resistentes, não controlados pelo fungicida anteriormente eficaz, colocando em risco a eficiência do método. Assim, o surgimento de fungos fitopatogênicos resistentes a fungicidas é um sério problema que põem em risco o controle dessas doenças (GHINI, 2001).

O mesmo autor ainda afirma que os fungos causadores das doenças, como outros organismos vivos, podem desenvolver resistência aos produtos tóxicos visando à sobrevivência da espécie. A grande diversidade dos microrganismos e sua intensa capacidade de multiplicação fornecem uma ampla oportunidade para a seleção de linhagens resistentes surgidas espontaneamente. Assim, numa população de fitopatógenos, sensível a um determinado fungicida, células com menor sensibilidade ao produto surgem devido à mutação ou outro mecanismo de variabilidade dos seres vivos. A aplicação do fungicida seleciona as células resistentes, eliminando as sensíveis. Com aplicações sucessivas do mesmo ingrediente ativo, ocorre uma intensa pressão de seleção, fazendo com que as linhagens resistentes predominem na população até o momento em que o produto não tem mais efeito.

Parreira, Neves e Zambolim (2009) afirmam que para evitar resistência de fungos aos fungicidas de um modo geral, devem-se adotar estratégias de manejo de doenças, tais como: usar sempre a dose do produto recomendada pelo fabricante, aplicar o produto em mistura com um ou mais fungicidas de modo de ação diferente, restringir o número de tratamentos aplicados por safra e aplicar apenas quando for estritamente necessário. Estas ações, associadas ao manejo e práticas integradas ao controle de doenças se fazem necessário na realidade atual.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na propriedade agrícola do Sr Euclides Harry Bigolin, no município de Ijuí, no distrito de Vila Floresta, Linha 8 leste, onde o solo é descrito como Latossolo Vermelho distroférico típico (U.M. Santo Ângelo), originário do basalto da formação da Serra Geral, com um perfil profundo, bem drenado, coloração vermelho escuro, com altos teores de argila e predominância de argilominerais 1:1 e óxi-hidróxidos de ferro e alumínio.

De acordo com a classificação climática de Köeppen, o clima da região se enquadra na descrição de Cfa (subtropical úmido). Apresenta ainda invernos frios e úmidos, com ocorrência frequente de geadas. Os meses de janeiro e fevereiro são os meses mais quentes do ano, com temperatura superior 22°C, enquanto em junho e julho são os meses mais frios do ano, com temperatura superior a 3°C. Quanto ao volume de pluviosidade, a estação meteorológica do IRDeR (Instituto Regional de Desenvolvimento Rural) registra volumes próximos a 1600 mm anuais, com ocorrência de maiores precipitações no inverno.

A área onde foi realizado o experimento é de plantio direto consolidado, onde a cultura antecessora foi o trigo. Foi realizada uma dessecação pré-semeadura com herbicida gramoxone (paraquat) na dosagem de 2 lt/ha e a semeadura realizada no dia 28/10/2014, e após 20 dias da semeadura foi realizada uma dessecação de capina com glifosato de 2 lt/ha.

A cultivar utilizada foi a DM 6563 Ipro, do grupo de maturação 6.3, cultivar de ciclo médio com população final no experimento de 31 plantas/m<sup>2</sup>, com adubação de fórmula 02-23-23, na dosagem de 250 kg/ha, tratamento de semente com Standak Top (piraclostrobina 25 g/lt, tiofanato metílico 225 g/lt, fipronil 250 g/lt), assim como duas aplicações de inseticidas para o controle de ácaros e percevejos, compostas pelo acaricida Kraft (abamectina 36 g/lt) e o inseticida Galil (Imidacloprido 250 g/lt e Bifentrina 50 g/lt) sendo estes aplicados separadamente dos tratamentos com fungicidas.

O estudo foi realizado na safra 2014/15, onde o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), composto por 13 tratamentos, sendo estes compostos pelos seguintes produtos comerciais: T1 – testemunha (sem aplicação de fungicida), T2 – Opera (500 ml/ha), T3 – Approach prima (300 ml/ha), T4 – Fox (400 ml/ha), T5 – Orkestra (300 ml/ha), T6 – Elatus (200 g/ha), T7 - Opera +



Unizeb Gold (1,5 kg/ha), T8 – Approach prima + Unizeb Gold, T9 - Fox + Unizeb Gold, T10 - Orkestra + Unizeb Gold, T11 - Elatus + Unizeb Gold, T12 – Locker (1 L/ha) e T13 – Locker + Unizeb Gold sendo todos aplicados com a dose recomendada.

A tabela a seguir traz o ingrediente ativo de cada produto e também seu respectivo grupo químico

**Tabela 1: Produto e composição química**

PRODUTO	COMPOSIÇÃO	
	INGREDIENTE ATIVO	GRUPO QUÍMICO
APROACH PRIMA	PICOXISTROBINA 200g/L + CIPROCONAZOLE 80g/L	ESTRUBILURINA + TRIAZOL
OPERA	PIRACLOSTROBINA 133g/L + EPOXICONAZOL 50 g/L	ESTRUBILURINA + TRIAZOL
FOX	TRIFLOXISTROBINA 150g/L + PROTIOCONAZOL 175 g/L	ESTRUBILURINA + TRIAZOLINTHIONE
ORKESTRA	PIRACLOSTROBINA 333 g/L + FLUXAPIROXADE 167 g/L	ESTRUBILURINA + CARBOXAMIDA
ELATUS	AZOXISTROBINA 300g/Kg + BENZOINDIFLUPIR 150 g/Kg	ESTRUBILURINA + PIRAZOL CARBOXAMIDA
UNIZEB GOLD	MANCOZEB 750 g/Kg	DITIOCARBAMATO
LOCKER	CARBENDAZIM 200 g/L + TEBUCONAZOLE 100 g/L + CRESOXIM-METÍLICO 125 g/L	BENZIMIDAZOL + TRIAZOL + ESTROBIRULINA

Foram realizadas três aplicações dos tratamentos, sendo que a primeira aplicação foi realizada quando as plantas estavam no estágio fenológico R1 em pré-fechamento das entrelinhas, onde foi realizado a primeira aplicação, com presença de pequena incidência de ferrugem. A segunda aplicação foi realizada 18 dias após primeira e a terceira aplicação 19 dias após a segunda.

As aplicações foram efetuadas com pulverizador costal elétrico, com pressão constante, munido de barra de aplicação de 2 metros de comprimento, com quatro pontas de pulverização tipo leque simples, com volume de calda de 130 L/ha.

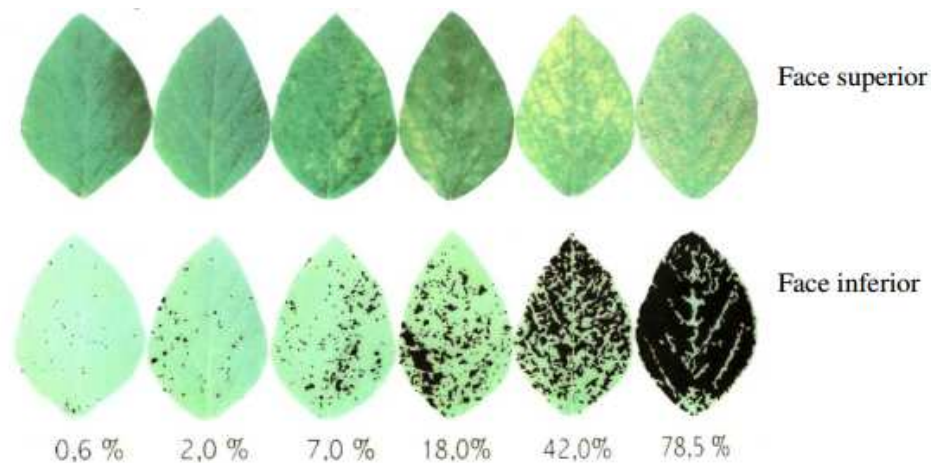
Foram realizadas duas avaliações de incidência e severidade da ferrugem em cada tratamento, avaliando terço médio e terço superior das plantas, sendo a primeira no início do enchimento de grãos, e a segunda no início da senescência das folhas, com objetivo principal observar quais tratamentos estavam sendo mais eficientes no controle da doença.

Essas avaliações foram realizadas a campo em observações de 10 folíolos por tratamento, sendo 5 folíolos do terço médio e 5 do terço superior, onde foi estabelecido o métodos e critérios para a quantificação da incidência e severidade.

Para a quantificação da incidência a folha foi imaginariamente dividida em 4 partes, ou seja, foi realizada uma cruz imaginária na folha, onde a presença de ferrugem em cada quarto da folha representa 25% de incidência, e então após a quantificação de cada folíolo foi realizada a média por tratamento.

Para a quantificação da severidade de ataque da doença foi quantificado a porcentagem de área foliar atacada, no mesmo folíolo em que foi avaliado a incidência. A figura a seguir representa a escala que foi utilizada para avaliar e comparar a porcentagem de área foliar atacada pela ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*).

**Figura 1: Escala diagramática**



Fonte: Godoy *et al.* (2006).

A colheita foi realizada manualmente com a umidade dos grãos em torno de 12%, onde foram colhidas cinco amostras de 2m<sup>2</sup> de cada tratamento, onde cada amostra foi ensacada separadamente e então trilhadas por trilhadeira mecânica no IRDeR.

As determinações realizadas foram primeiramente incidência e severidade da ferrugem, o rendimento de grãos, e os componentes do rendimento.

O rendimento de grãos foi estimado a partir da trilha das amostras, onde os grãos das mesmas foram pesados, feito então uma média das cinco repetições, e transformado então em kg/ha.

Os componentes do rendimento, que foram seis avaliados além do rendimento de grãos são: peso total da planta, número e peso de grãos por planta, peso de mil grãos, rendimento de palha e índice de colheita. Esses componentes

foram quantificados através da colheita de cinco plantas aleatórias de cada tratamento, obtendo-se com isso as cinco repetições, onde cada planta foi pesada separadamente, após foram debulhados os legumes, identificado o número e peso dos grãos, e com isso se obteve o peso de mil grãos. O rendimento de palha foi quantificado através do peso total da planta menos o peso de grãos, e estimado o índice de colheita, que é o peso de grãos dividido pelo peso total da planta, multiplicado por 100,  $IC = (PG/PT) * 100$ .

Os dados foram analisados pelo programa Assistat e aplicado teste de médias Duncan a 5% de probabilidade para detectar diferenças entre médias de tratamentos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da variância através do quadrado médio dos caracteres avaliados quando a soja foi submetida a diferentes tratamentos com fungicidas na parte aérea para controle da ferrugem, evidenciou variação para rendimento de grãos, número de grãos por planta, massa de mil grãos, peso de planta, peso de grãos por planta e índice de colheita. Por outro lado não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos para a variável rendimento de palha, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

**Tabela 2: Resumo da análise de variância para os caracteres: rendimento de grãos (kg/ha), grãos por planta (nº), massa de mil sementes (g), peso de planta (g), peso de grãos por planta (g), peso de palha por planta (g) e índice de colheita (%), de soja submetida a diferentes tratamentos com fungicidas na parte aérea para o controle da ferrugem da folha, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015**

CAUSA DE VARIÇÃO	QUADRADO MÉDIO (QM)		CV%
	TRATAMENTO	RESÍDUO	
RENDIMENTO DE GRÃOS (kg/ha)	761082**	76158	7
GRÃOS POR PLANTA (nº)	1325*	740	24
PESO DE MIL SEMENTES (g)	962**	357	12
PESO DE PLANTA (g)	554**	71	26
PESO DE GRÃOS POR PLANTA (g)	47*	24	28
PESO DE PALHA POR PLANTA (g)	42ns	23	26
ÍNDICE DE COLHEITA (%)	62*	49	14

\*\* - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* - significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

ns - não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

CV% - coeficiente de variação.

Os coeficientes de variação podem ser considerados dentro dos padrões recomendados para este tipo de experimento e para as variáveis avaliadas com exceção para grãos por planta, peso de planta, peso de grãos por planta e peso de palha por planta.

Para o carácter rendimento de grãos os tratamentos constituídos da aplicação do fungicida Elatus isolado e Elatus + Unizeb Gold apresentaram maior rendimento de grãos (4.635 kg/ha), não diferindo estatisticamente dos tratamentos com Orkestra e Fox + Unizeb Gold com produção de 4.430 kg/ha e 4.310 kg/ha, respectivamente. Já a testemunha apresentou o menor rendimento de grãos (3.540 kg/ha) não diferindo estatisticamente dos tratamentos com Opera (3.565 kg/ha),

Locker (3.585 kg/ha), Locker + Unizeb Gold (3.693 kg/ha) e Aproach Prima (3.860 kg/ha).

Para o carácter massa de mil grãos, os tratamentos constituídos por Fox + Unizeb Gold (177 g), Elatus (174 g) e Aproach Prima + Unizeb gold (172 g), apresentaram maiores médias, não diferindo estatisticamente entre si. A aplicação do fungicida Opera proporcionou a menor massa de grãos (133 g) não diferindo estatisticamente da testemunha e do fungicida Locker, ambos com 141 gramas.

Para a variável índice de colheita, o fungicida que apresentou melhor resultado foi o Elatus, com um índice de 55%, e o tratamento com Fox foi o que apresentou o menor índice, chegando a 44%. Os demais tratamentos, assim como a testemunha não diferiram estatisticamente do Elatus, mas também não se diferenciaram do Fox, ou seja, obtiveram resultados intermediários, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3: Rendimento de grãos (kg/ha), massa de mil grãos (MMG) e índice de colheita (IC%) de soja submetida ao tratamento com fungicidas na parte aérea da planta para o controle de ferrugem da folha, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015**

TRATAMENTO	RENDIMENTO DE GRÃOS (kg.ha <sup>-1</sup> )	MASSA DE MIL GRÃOS (g)	ÍNDICE DE COLHEITA (%)
ELATUS	4635 a <sup>1</sup>	174 a <sup>1</sup>	55 a <sup>1</sup>
ELATUS + UNIZEB GOLD	4635 a	169 ab	54 ab
ORKESTRA	4430 ab	163 ab	48 ab
FOX + UNIZEB GOLD	4310 ab	177 a	50 ab
ORKESTRA + UNIZEB GOLD	4205 bc	167 ab	48 ab
APROACH PRIMA + UNIZEB GOLD	4200 bc	172 a	54 ab
FOX	4155 bc	156 ab	44 b
OPERA + UNIZEB GOLD	4105 bc	164 ab	49 ab
APROACH PRIMA	3860 cd	152 ab	51 ab
LOCKER + UNIZEB GOLD	3693 d	156 ab	47 ab
LOCKER	3585 d	141 bc	48 ab
OPERA	3565 d	133 c	46 ab
TESTEMUNHA	3540 d	141 bc	45 ab
MÉDIA	4137	161	54
CV%	7	12	14

<sup>1</sup>- Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

CV% - Coeficiente de variação.

Para o carácter número de grãos por planta, os tratamentos que apresentaram as maiores médias foram o Aproach Prima (137 grãos), Orkestra + Unizeb Gold (136 grãos) e Orkestra (135 grãos), porém, não diferiram estatisticamente da testemunha (99 grãos). O tratamento com o fungicida Fox

apresentou o menor resultado (87 grãos), não diferindo estatisticamente da testemunha.

Para o componente peso da planta o tratamento com o fungicida Orkestra + Unizeb Gold apresentou o melhor resultado (47 g), sendo os tratamentos com o fungicida Opera e a testemunha com as menores médias (14 g), que não diferiram estatisticamente do tratamento com Approach Prima (21 g).

Para o carácter peso de grãos por planta, a melhor média foi proveniente do tratamento com Orkestra (22 g), e as menores médias foram da testemunha e dos tratamentos com Opera, Locker e Fox, ambos apresentando 14 gramas.

Para a variável peso de palha por planta, o tratamento que apresentou a maior média foi o Orkestra e também o Orkestra + Unizeb Gold, ambos com 24 gramas, e as menores médias foram do Elatus e Locker com 15 gramas, porém, não houve diferença significativa entre os tratamentos para o componente peso de palha por planta, conforme tabela 4.

**Tabela 4: Número de grãos por planta, peso da planta (g), peso de grãos por planta (g) e peso de palha por planta (g) de soja submetida ao tratamento com fungicidas na parte aérea da planta para o controle da ferrugem da folha, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015**

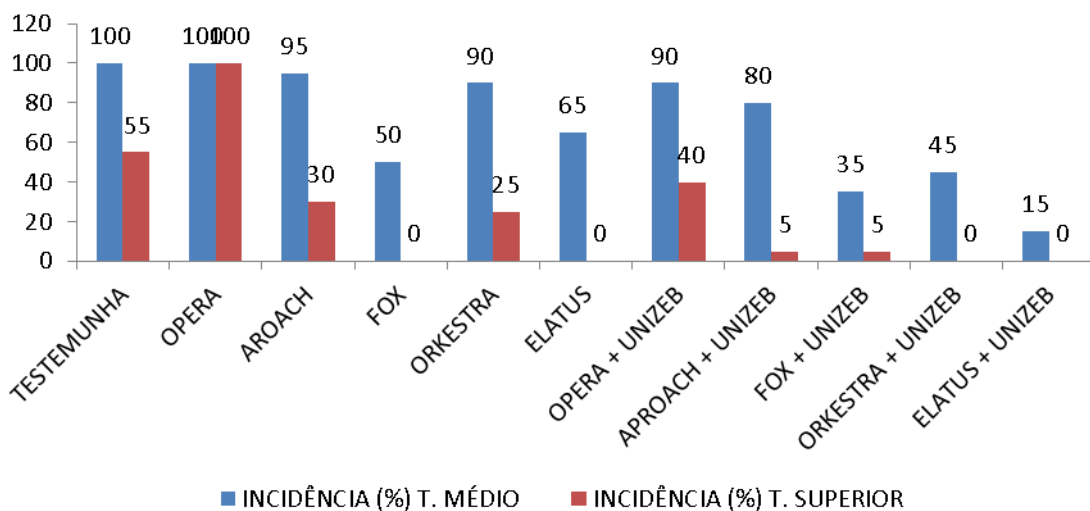
TRATAMENTO	GRÃOS POR PLANTA (nº)	PESO DA PLANTA (g)	PESO DE GRÃOS POR PLANTA (g)	PESO DE PALHA POR PLANTA (g)
ELATUS	104 ab	33 c	18 ab	15 ab
ELATUS + UNIZEB GOLD	116 ab	37 ab	20 ab	17 a
ORKESTRA	135 a	46 ab	22 a	24 a
FOX + UNIZEB GOLD	107 ab	38 ab	19 ab	19 a
ORKESTRA + UNIZEB GOLD	136 a	47 a	21 ab	24 a
APROACH PRIMA + UNIZEB GOLD	121 ab	39 ab	21 ab	18 a
FOX	87 b	31 cd	14 b	17 a
OPERA + UNIZEB GOLD	102 ab	34 bc	17 ab	18 a
APROACH PRIMA	137 a	21 de	21 ab	20 a
LOCKER + UNIZEB GOLD	109 ab	36 ab	17 ab	19 a
LOCKER	97 ab	29 cd	14 b	15 ab
OPERA	103 ab	14 e	14 b	16 ab
TESTEMUNHA	99 ab	14 e	14 b	17 a
MÉDIA	121	37	20	17
CV %	24	26	18	26

<sup>1</sup>- Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.  
CV% - Coeficiente de variação.

Os tratamentos com Fox, Elatus, Orkestra + Unizeb Gold e Eltus + Unizeb Gold garantiram 0% de incidência de ferrugem no terço superior das plantas na primeira avaliação, realizada após a segunda aplicação dos tratamentos, onde a testemunha apresentava 55% de incidência no mesmo terço, e o tratamento com Opera apresentava 100%.

Já no terço médio das plantas o tratamento que apresentou menor incidência foi o Elatus + Unizeb Gold (15%), seguido por Fox + Unizeb Gold (35%) e por Orkestra + Unizeb Gold (45%), sendo que a testemunha e o tratamento com Opera foram os que apresentaram maior incidência (100%), seguido por Aproach Prima (95%), conforme Gráfico 1.

**Gráfico 1: Avaliação de incidência de ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015**

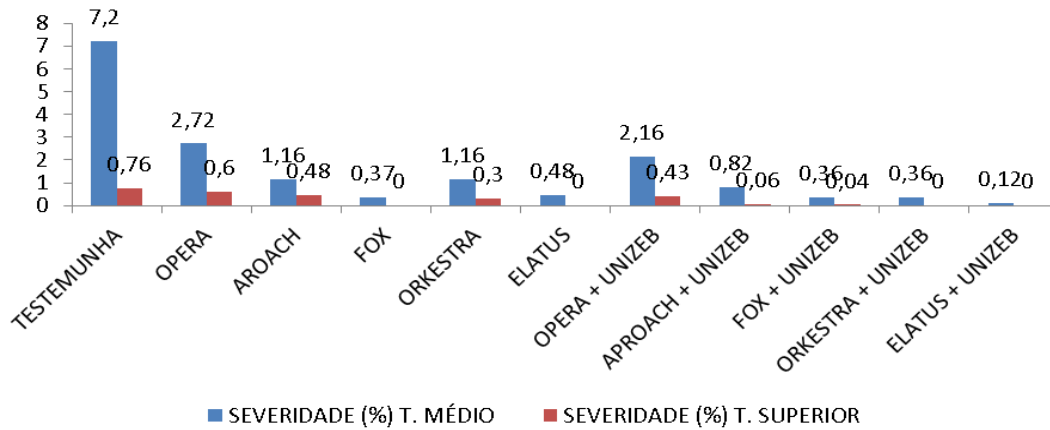


Para severidade de ataque da ferrugem no terço superior das plantas na primeira avaliação, os tratamentos que apresentaram melhor resultado foram o Fox, Elatus, Orkestra + Unizeb Gold e Elatus + Unizeb gold com 0% de ataque de ferrugem nas folhas. Já a testemunha apresentou o maior ataque de ferrugem (0,76%), seguido pelo tratamento com Opera (0,6%) e pelo Aproach Prima (0,48%).

No terço médio das plantas, o tratamento que apresentou melhor desempenho foi o Elatus + Unizeb Gold (0,12%), seguido por Fox + Unizeb Gold e Orkestra + Unizeb Gold ambos com 0,36% de severidade de ataque. A testemunha apresentou maior severidade de ataque da ferrugem, com 7,2% da área foliar

atacada, seguido pelo tratamento com Opera (2,72%) e Opera + Unizeb Gold (2,16%), conforme Gráfico 2.

**Gráfico 2: Avaliação de severidade de ataque da ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015**

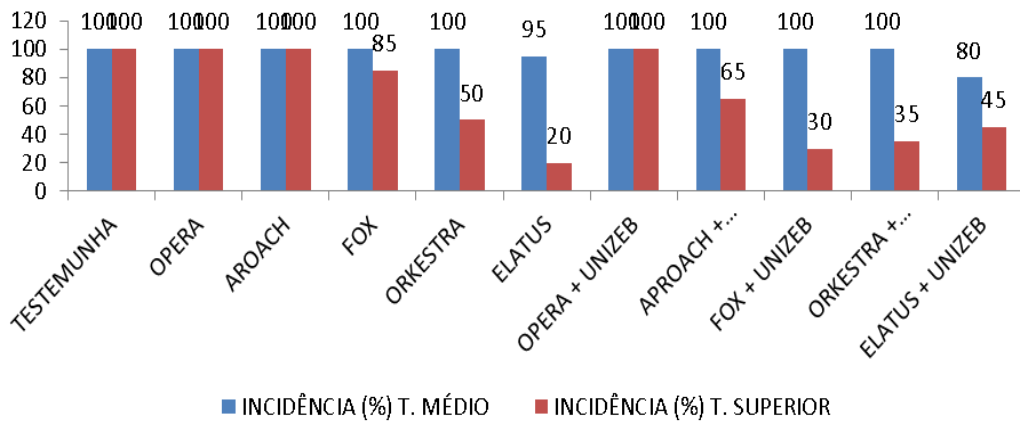


Na avaliação 2, realizada após a última aplicação dos fungicidas, os tratamentos que apresentaram menor incidência de ferrugem no terço médio das plantas foram Elatus + Unizeb Gold (80%) e Elatus (95%), sendo que os demais tratamentos assim como a testemunha apresentaram 100% de incidência de ferrugem nas folhas.

Já no terço superior, o tratamento com Elatus obteve o melhor resultado (20%), seguido por Fox + Unizeb Gold (30%) e por Orkestra + Unizeb Gold (35%). A testemunha e os tratamentos com Opera, Aproach Prima e Opera + Unizeb Gold apresentaram os piores resultados, com uma incidência de ferrugem de 100%, conforme Gráfico 3.



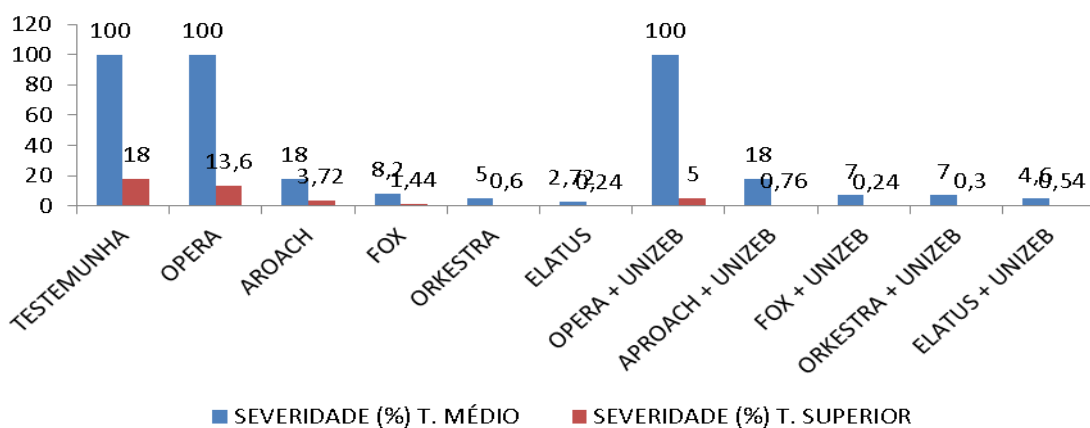
**Gráfico 3: Avaliação de incidência de ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015**



Para severidade de ataque observada na segunda avaliação, os tratamentos que apresentaram melhor resultados para o terço médio foram o Elatus (2,72%), Elatus + Unizeb Gold (4,6%) e Orkestra (5%). Os piores resultados foram obtidos pela testemunha e pelos tratamentos com Opera e Opera + Unizeb Gold, que apresentaram 100% de severidade de ataque no terço médio, ou seja, esses tratamentos apresentavam o terço médio das plantas totalmente desfolhado.

No terço superior, os tratamentos que apresentaram melhor resultado foram o Elatus e o Fox + Unizeb Gold com 0,24% de severidade de ataque, seguido por Orkestra + Unizeb Gold (0,3%) e Elatus + Unizeb Gold (0,54%). Os piores resultados novamente foram apresentados pela testemunha e pelo tratamento com Opera, com ataque de 18 e 13,6% respectivamente, conforme Gráfico 4.

**Gráfico 4: Avaliação de severidade de ataque da ferrugem da folha nos terços médio e superior das plantas, Ijuí – RS, Linha 8 Leste, 2015**



Godoy *et al.* (2014), avaliando diferentes fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em 26 ensaios nas principais regiões produtoras na safra 2013/14 por 24 instituições de pesquisa demonstrou que o produto Elatus (AZOXISTROBINA 300g/Kg + BENZOVINDIFLUPIR 150 g/Kg) foi o produto que apresentou maior resposta em rendimento de grãos e proporcionou a menor severidade de ferrugem, apresentando também a menor percentagem de redução de produtividade, resultados que coincidem com os obtidos no presente trabalho.

## **CONCLUSÃO**

A aplicação de fungicida proporcionou maior produtividade de grãos, maior resposta na massa média de grãos e maior índice de colheita em relação a testemunha.

Os fungicidas Elatus, Elatus + Unizeb Gold, Orkestra e Fox + Unizeb Gold foram mais eficientes na redução de incidência e severidade da ferrugem da soja, proporcionando maior ganho em rendimento de grãos e na massa de mil grãos, refletindo em melhor eficiência da planta no aproveitamento dos assimilados, expresso pelo melhor índice de colheita.

## BIBLIOGRAFIA

BOIFÁCIO, R. D. T. *et al.* O desempenho dos pacotes agrícolas no Brasil: uma análise da dinâmica de exportação da soja 1995-2013. In: VIII SOBER NORDESTE, Parnaíba – PI, nov. 2013.

BRUM, A. L. *et al.* A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: XLIII CONGRESSO DA SOBER, 2005, Ribeirão Preto. **Anais**. Ribeirão Preto, 2005.

EBONE, A. *et al.* **Eficiência de fungicidas de diferentes grupos químicos no controle de ferrugem asiática da soja**. Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

FORCELINI, C. A. **Doenças em soja**: dez razões para controlar melhor e colher mais. Universidade de Passo Fundo.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 12, 2011.

FURASTÉ, P. A. **Normas técnicas para o trabalho científico**: explicitação das normas da ABNT. 17. ed. Porto Alegre: Dáctilo-Plus, 2014.

GHINI, R. Fungos resistentes. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n. 28, 2001. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=566>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

GODOY, C. V. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina, ago. 2014.

GODOY, C. V. *et al.* Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n1/a11v31n1.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2014.

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR.** Londrina: Embrapa Soja, 2009.

JASPER, M. **Comparativos de diferentes grupos de fungicidas no controle de doenças do feijoeiro.** 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2010.

NAVARINI, L. *et al.* **Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja.** Departamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PARREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 34, 2009.

REIS, E. M. *et al.* **Manual de fungicidas:** guia para o controle químico de doenças de plantas. 6. ed. Passo Fundo: UPF Editora, 2010. 225p.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. **Fungicidas:** aspectos gerais. Caxias do Sul, 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 2002/2003.** Cruz Alta: FUNDACEP/FECOTRIGO, 2002.

REVISTA PLANTIO DIRETO, Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, edição 97, jan./fev. 2007.

SOARES, R. M. *et al.* Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

VITTI, A. J. *et al.* Efeito residual e curativo de fungicidas para o controle de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 290, 2004.

YORINORI, J. T.; NUNES JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem asiática da soja no Brasil:** evolução, importância econômica e controle. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004.