

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**APLICAÇÕES DE FUNGICIDA PARA O CONTROLE DA  
FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA E INTERAÇÕES COM  
DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS DA CULTURA**

**MARCELO CIGANA FERREIRA**

Orientador: Prof. Dr. Walter Boller

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo/RS, março de 2009

A minha esposa Samira Ferreira, aos meus filhos  
Luíz Hélio Ferreira e Luíza Helena Ferreira;

Ofereço e dedico

“O degrau de uma escada não serve simplesmente para que alguém permaneça em cima dele, destina-se a sustentar o pé de um homem pelo tempo suficiente para que ele coloque o outro um pouco mais alto”.

Thomas Huxley

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS razão de toda a vida;

A minha mãe Dileta Cigana Ferreira pela perseverança, incentivo, força e fé, ao meu pai Romeu de Moraes Ferreira (in Memoriam) e aos irmãos Marlene Ferreira Raposo (in Memoriam), Volnei Cigana Ferreira (in Memoriam), Luiz Carlos Cigana Ferreira e Jorge Cigana Ferreira;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Walter Boller, agradeço pelo conhecimento transmitido, estímulo e amizade;

A Universidade de Passo Fundo pela oportunidade de realizar o curso de mestrado;

Aos professores do PPGAGRO em Fitopatologia e em especial aos professores Dr<sup>a</sup> Jurema Schons, Ph.D. Erlei Reis e Ph.D. Ariano Prestes;

Ao Eng. Agr. Eduardo Cordeiro de Araújo da Agrotec pela contribuição na análise dos cartões sensíveis;

Ao Médico Veterinário Sr. Claryntho Sales Pinto Netto e filhos, sua equipe de funcionários, que não mediram esforços para a realização dos experimentos e que sem o auxílio de vocês não seria possível o êxito deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos;

Ao empresário Ricardo Lopes de Castro proprietário da Sementes e Laboratório GranSul ao Técnico Agrícola Jerry Adriano Oliveira e Julio Librelotto pela amizade e convivência de longa data;

Ao amigo Eng. Agr. M.Sc Éder Novaes Moreira e ao acadêmico de agronomia Leandro Oliveira da Costa pelo apoio e contribuição na realização desse trabalho;

À Secretária Mari Viecelli Gomes, aos funcionários do Laboratório de Fitopatologia Cinara de Andrade Cardoso e Paulo Tironi e também ao Tiago Dalsasso pelo apoio e auxílio;

À todos os colegas do curso de mestrado que acompanharam-me nessa jornada, pelo companheirismo e amizade;

À empresa Bayer pela colaboração dos produtos fornecidos na pessoa do Sr. Fábio Carlet;

E a todos que de uma forma ou outra contribuíram na realização desta.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	01
<b>SUMMARY</b> .....	03
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	05
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	07
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
3.1 Local, época da realização e precipitação pluvial.....	15
3.2 Características e manejo do solo.....	16
3.3 Cultivares.....	17
3.4 Instalação dos experimentos.....	18
3.5 Condução dos experimentos.....	21
3.6 Avaliações.....	27
3.6 Incidência e severidade da ferrugem asiática.....	27
3.7 Colheita.....	28
3.7.1 Peso de mil grãos.....	29
3.7.2 Rendimento de grãos.....	29
3.7.3 Delineamento experimental e análise estatística.....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
4.1 Experimento 1.....	31
4.2 Experimento 2.....	39
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	52
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	54
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	55
<b>APÊNDICE</b> .....	59
<b>ANEXOS</b> .....	60

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Horários de aplicação dos tratamentos e valores médios de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h <sup>-1</sup> ) nas datas de 13/02/2008 e 15/03/2008.....	23
2	Controle da ferrugem asiática da soja (%), com base na incidência em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.....	32
3	Controle da ferrugem asiática da soja (%) com base na severidade, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.....	35
4	Peso de mil de grãos (g) de soja cultivar Nidera A 8100 RR, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	37
5	Rendimento de grãos de soja(kg.ha <sup>-1</sup> ), cultivar Nidera A 8100 RR, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	38
6	Controle da ferrugem asiática da soja (%), com base na incidência, em resposta a três espaçamentos entre linhas e cinco volumes de calda na aplicação do	

	fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.....	40
7	Controle da ferrugem asiática da soja (%), com base na severidade, em resposta a três espaçamentos entre linhas e cinco volumes de calda na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.....	43
8	Peso de mil de grãos (g) de soja cultivar Syngenta Munasca 8.5RR em função de espaçamentos entre as linhas e da aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol, com diferentes volumes de calda. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	45
9	Rendimento de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de soja cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR em função de espaçamentos entre as linhas e da aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol, com diferentes volumes de calda. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	46

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Precipitação pluvial registrada no local do experimento, durante os meses de outubro de 2007 até março de 2008.....	15
2	Croqui do experimento referente a populações x horários de aplicações com volume fixo de 100 L.ha <sup>-1</sup> .....	20
3	Croqui do experimento referente a espaçamentos entre linhas x volumes de calda.....	21
4	Imagem digitalizada de cartão sensível com marcas dos impactos de gotas da pulverização obtido no terço inferior das plantas com espaçamento de 0,40 m entre linhas e volume de 50 L.ha <sup>-1</sup> . A análise do cartão revelou densidade média de 16,2 impactos de gotas.cm <sup>-2</sup> , DMV de 191 µm e volume de calda depositado de 5,6 L/ha.....	25
5	Imagem digitalizada de cartão sensível com marcas dos impactos de gotas da pulverização obtido no terço inferior das plantas com espaçamento de 0,50 m entre linhas e volume de 50 L.ha <sup>-1</sup> . A análise do cartão revelou densidade média de 28 impactos de gotas.cm <sup>-2</sup> , DMV de 196 µm e volume de calda de 8 L/ha.....	25
6	Imagem digitalizada de cartão sensível com marcas dos impactos de gotas da pulverização obtido no terço superior das plantas com espaçamento de 0,60 m entre linhas e volume de 50 L.ha <sup>-1</sup> . A análise do cartão revelou densidade média de 109 impactos de gotas.cm <sup>-2</sup> , DMV de 217 µm e volume de calda de 41,9 L/ha.....	26



7	Percentagem de penetração de gotas de pulverização e volume de calda em função do espaçamento entre as linhas. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.....	26
8	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na incidência da ferrugem asiática da soja em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.....	31
9	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na severidade da ferrugem asiática da soja, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.....	34
10	Reta de regressão ajustada entre volume de calda ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e a AACPD com base na incidência da ferrugem asiática da soja. Passo Fundo-RS/2009.....	39
11	Controle (%) da ferrugem asiática da soja com base na incidência em função do volume de calda ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e sua respectiva equação de regressão. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	41
12	Reta de regressão ajustada entre volume de calda ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e a AACPD com base na severidade da ferrugem asiática da soja. Passo Fundo-RS/2009.....	42
13	Controle (%) da ferrugem asiática da soja com base na severidade em função do volume de calda ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e sua respectiva equação de regressão. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	44

14	Rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de soja, cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR conduzido com espaçamento de 0,40 m entre linhas em função do volume de calda utilizado na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	48
15	Rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de soja, cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR conduzido com espaçamento de 0,50 m entre linhas em função do volume de calda utilizado na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	50
16	Rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de soja, cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR conduzido com espaçamento de 0,6 m entre linhas em função do volume de calda utilizado na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.....	51

# **APLICAÇÕES DE FUNGICIDA PARA O CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA E INTERAÇÕES COM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS DA CULTURA**

Autor: Eng.-Agr. Marcelo Cigana Ferreira  
Orientador: Prof. Dr. Walter Boller

## **RESUMO**

O controle da ferrugem asiática da soja depende, dentre outras medidas, da utilização racional de fungicidas. Existem evidências de que alguns arranjos espaciais de plantas proporcionam maior potencial de rendimento, porém estes podem dificultar a aplicação dos fungicidas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de populações de plantas e espaçamentos entre linhas e suas interações com horários de aplicação de fungicida e volumes de calda no controle da ferrugem e no rendimento de grãos. Foram conduzidos dois experimentos, no município de Tupanciretã-RS, na safra de 2007-2008. No primeiro experimento o espaçamento foi de 0,40 m entre linhas e as populações  $2 \times 10^5$ ,  $3 \times 10^5$  e  $4 \times 10^5$  plantas.ha<sup>-1</sup>, onde foram

realizadas aplicações de fungicida em cinco horários. O segundo experimento foi semeado com espaçamentos de 0,40; 0,50 e 0,60 m entre linhas e população de  $3 \times 10^5$  plantas.ha<sup>-1</sup>, sendo o fungicida aplicado com cinco volumes de calda. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. O fungicida utilizado foi trifloxistrobina + ciproconazol na dose de 0,3 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral 0,5 L.ha<sup>-1</sup>. Avaliou-se a incidência e a severidade da ferrugem, o peso de mil grãos e o rendimento de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Houve interações significativas entre populações de plantas e horários e entre espaçamentos e volumes de calda. Populações de  $2 \times 10^5$  e  $4 \times 10^5$  plantas.ha<sup>-1</sup>, pulverizações antes das 10:30 h e após as 15:30 h, espaçamentos de 0,50 e 0,60 m entre as linhas e volumes de calda de 125 e 150 L.ha<sup>-1</sup> proporcionaram os melhores resultados. Concluiu-se que existem combinações entre arranjos de plantas e condições ambientais no momento da aplicação e volume de calda que permitem melhorias no controle da ferrugem, bem como no aumento do rendimento de grãos.

Palavras-chave: Espaçamentos entre linhas, população de plantas, horários de aplicação, volumes de calda.

## SUMMARY

The control of Asian rust in soybeans depends, among other measures, on the rational use of fungicides. Spatial arrangements of plants that provide greater interception of light increases the potential for grain yield, but some of these arrangements hinder the application of fungicides. The objective was to evaluate the effects of plants populations and row spacings and their interactions with the application of fungicide timing and spray volume in the control of Asian rust and grain yield of soybean. Two experiments were conducted in the council of Tupanciretã-RS, the 2007-2008 growing season. In the first experiment was used 0,4 m spacing between rows and the populations  $2 \times 10^5$ ,  $3 \times 10^5$  e  $4 \times 10^5$  plants.ha<sup>-1</sup>, where the fungicide applications were made at five application moments. The second experiment was planted with spacing of 0.40, 0.50 and 0.60 m between rows and population of  $3 \times 10^5$  plants.ha<sup>-1</sup>, and the fungicide applied with five spray volumes. The experimental design was randomized blocks with split plots and three replications. The fungicide trifloxystrobin + cyproconazole was used at a dose of 0.3 L.ha<sup>-1</sup> + mineral oil 0.5 L.ha<sup>-1</sup>. It was evaluated the incidence and severity of rust, the weight of thousand grains and grain yield. Data were submitted to analysis of variance and the Duncan test at 5% probability of error. There were significant interactions between plants populations and between spacing and timing and spray volume. Populations of  $2 \times 10^5$  and  $4 \times 10^5$  plants.ha<sup>-1</sup>, spraying before 10:30 am and after at 03:30 pm and spacings of 0.50 and 0.60 m between the

lines and spray volume of 125 and 150 L.ha<sup>-1</sup> provided the best results. It was concluded that there are viable combinations between plants arrangements and aspects of environmental conditions on the applications moment and spray volumes to enable improvements in rust control, as well in increasing the soybean grain yield.

Keywords: row spacing, plant population, time of application, spray volume.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], é uma das principais culturas na agricultura mundial e brasileira em função da sua produtividade e valor nutritivo com diversas aplicações na alimentação humana e animal, bem como no papel sócio econômico, impulsionando de forma significativa o agronegócio.

Entre as décadas de 1970 e 1980 os produtores rurais chegavam a utilizar populações de plantas de soja ao redor de  $5 \times 10^5$  a  $6 \times 10^5$  plantas.  $\text{ha}^{-1}$  e com o decorrer do tempo até os dias de hoje esses números tem sido reduzido para valores entre  $2 \times 10^5$  a  $4 \times 10^5$  plantas.  $\text{ha}^{-1}$ , ora mantendo, ora perdendo produtividade, conforme combinações de fatores como cultivares, época de semeadura, fertilidade, clima, doenças, dentre outros fatores. Já no que tange ao espaçamento entre linhas, populações de plantas, bem como de outras práticas agrícolas que não a semeadura direta na palha, adotou-se aquelas utilizadas na América do Norte, deixando-se de considerar as condições referentes aos climas tropical e subtropical e aos solos do Brasil.

É usual da parte de muitos agricultores aplicar fungicidas em períodos de temperatura do ar mais elevados, bem como reduzir o volume de calda para obter uma maior capacidade operacional das máquinas aplicadoras. Isso deve-se a falta de um dimensionamento correto do parque de máquinas das propriedades, fazendo com que os produtos fitossanitários aplicados tenham sua eficácia reduzida. Em consequência disto, são observadas deficiências no controle das

doenças e muitas vezes, estas deficiências são atribuídas ao fungicida utilizado.

Com referência a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow) cabe salientar que a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários e um adequado arranjo espacial de plantas são de fundamental relevância para o seu eficiente controle.

As hipóteses desse trabalho são: (i) há possibilidade de aplicar fungicidas em soja com baixos volumes de calda, maximizando a capacidade operacional das máquinas; (ii) o aumento dos espaçamentos entre linhas e a redução da população de plantas nas linhas podem facilitar a penetração das gotas do fungicida no interior do dossel da cultura; (iii) a aplicação de fungicida em soja, nas horas mais quentes do dia reduz a eficiência do produto fitossanitário e compromete o resultado do tratamento.

Os objetivos deste trabalho foram verificar os efeitos de três populações de plantas de soja e suas interações com cinco horários de aplicação de fungicida assim como avaliar os efeitos de três espaçamentos entre as linhas e suas interações com cinco volumes de calda sobre o controle da ferrugem asiática, o rendimento e a qualidade dos grãos de soja.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O agronegócio brasileiro é responsável por 33 % do produto interno bruto (PIB), 42 % das exportações totais e 37 % dos empregos brasileiros. Estima-se que o PIB do setor chegue a US\$ 160 bilhões em 2008 (FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO, 2008).

A importância da soja na alimentação humana e animal é relevante, pois trata-se de uma excelente fonte protéica e pode ser cultivada em quase todas as regiões do mundo, conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2009), estima-se para o Brasil, uma produção de 60 milhões de toneladas para uma área cultivada de 22,7 milhões de hectares com uma produtividade média de 2.643 kg.ha<sup>-1</sup> na safra 2007/2008.

A soja em todo o mundo é atacada por mais de 100 fitopatógenos, sendo que destes apenas 35 causam danos econômicos. A extensão das perdas depende da presença do patógeno e das condições envolvidas como suscetibilidade, estágio de desenvolvimento, estado sanitário e nutricional da planta no momento da infecção, severidade da moléstia nas plantas individuais, número de plantas afetadas, condições de precipitação, umidade do solo e do ar, temperatura, insolação, dentre outros (LANGE, 1998).

Dentre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja encontram-se as doenças fúngicas, com destaque para o oídio, doenças de final de ciclo e a ferrugem asiática, sendo que esta última foi detectada de forma epidêmica na safra 2000/2001 (Yorinori et al. 2001), tendo ocasionado prejuízos elevados nas diversas regiões produtoras de soja.

A ferrugem asiática da soja é a doença que possui o maior potencial destrutivo das lavouras nos EUA (Miles et al., 2003); e conforme estimativas as perdas causadas pela severidade dessa doença chega a US\$ 2 bilhões por ano (ALEXANDER et al., 2005).

As estimativas de perdas pela ferrugem asiática variam entre 30 e 75 %, sendo que as perdas acumuladas pela cultura da soja no Brasil na safra de 2001 foram superiores a cifra de US\$ 12 bilhões (EMBRAPA, 2007).

A ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow, é uma moléstia diferente das demais ferrugens, porque: (a) produz lesões necróticas nas folhas do hospedeiro; (b) em cada lesão são formadas inúmeras pústulas (urédias ou uredínias); (c) os esporos presentes nas urédias não apresentam a coloração ferruginosa; (d) o fungo não penetra nos tecidos do hospedeiro pelos estômatos, mas, sim, diretamente pelas células epidérmicas; (e) o parasita não é específico à soja, apresentando uma enorme gama de hospedeiros; (f) ainda não estão disponíveis cultivares de soja resistentes (REIS et al., 2006).

As primeiras lesões da ferrugem da soja, em geral, são encontradas nas folhas das camadas mais próximas ao solo quando as plantas se encontram no estágio fenológico próximo ou logo após o florescimento. Já os sintomas da ferrugem são denominados de “lesões”, não de pústulas, como nas demais ferrugens, porque ocorre a necrose do tecido foliar e cada lesão pode apresentar várias pústulas (REIS et al., 2006).

O principal dano ocasionado pela ferrugem asiática é a desfolha precoce, que pode impedir a completa formação dos grãos, e

conseqüentemente implica na redução da produtividade. O montante de impacto da doença na produção depende do momento em que ela incide na cultura, das condições climáticas favoráveis à sua multiplicação após a constatação dos sintomas iniciais e do ciclo da cultivar utilizada. A ferrugem é considerada uma doença policíclica, ou seja, o patógeno é capaz de ter várias gerações num único ciclo do hospedeiro (EMBRAPA, 2007).

Temperaturas do ar entre 8 e 36 °C (ótimo entre 19 e 24 °C) e período de molhamento foliar de 6 horas favorecem a ocorrência da doença. O monitoramento é fundamental, devendo ser mais freqüente a partir do florescimento e as aplicações de fungicidas são preventivas ou quando da detecção da doença na região. Considerar incidência de 5 % quando do aparecimento dos primeiros sintomas da doença e não aplicar quando a doença aparecer a partir do estágio R6-R7 = mudança da coloração da vagem (REUNIÃO..., 2006).

A ferrugem asiática da soja tem reduzido significativamente a produção de soja em diversas regiões produtoras do mundo, devido à alta virulência e a velocidade de distribuição do patógeno (BALARDIN et al., 2005).

Para o controle eficiente da doença é fundamental que haja o máximo de cobertura da folhagem com fungicidas que tenham maior período residual e com proteção da planta desde o início da ocorrência da doença. A deficiência no controle inicial irá permitir a multiplicação do fungo na parte inferior da folhagem, tornando cada vez mais difícil o acesso do fungicida a essa parte da planta, à medida que elas crescem (YORINORI, 2009).

Além de conhecimento do produto a ser aplicado, também é necessário aplicá-lo de forma adequada, garantindo que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas (CUNHA et al., 2005).

De uma forma geral, até 70 % dos produtos fitossanitários nas lavouras podem ser perdidos por má aplicação (ANDEF, 2004).

A ferrugem asiática da soja, por se tratar de uma doença de grande poder de redução no rendimento, exige uma máxima qualidade na aplicação do fungicida (MENDES & CABEDA, 2005).

Aplicação adequada é aquela que, realizada no momento correto e horário adequado, proporcione cobertura suficiente do alvo e nele deposite a quantidade de defensivo necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema, a fim de que sejam evitados danos econômicos e ambientais (MATUO, 1990).

Em muitos casos, o simples aumento do volume de pulverização pode não proporcionar o controle eficiente, pois a capacidade de deposição das folhas são limitadas além das gotas grandes tornarem o sistema mais propício para a ocorrência do efeito guarda-chuva (CUNHA & RUAS, 2006).

Atualmente existe a tendência de se reduzir o volume de calda, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores (CUNHA et. al., 2005).

A definição do volume de calda depende das características do alvo a ser atingido, da deposição necessária, da forma de ação do

defensivo e da técnica de aplicação, dentre outros fatores (ANTUNIASSI, 2004).

A redução do volume de calda requer, porém, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo (CUNHA et al., 2005).

Para que uma planta atinja seu potencial máximo de rendimento é necessário que, além de encontrar as melhores condições de clima e água, ela sofra o mínimo de competição. Estudos de arranjos de plantas com disposições na lavoura permitem minimizar a competição intraespecífica e maximizar o aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis. As modificações do arranjo de plantas podem ser feitas por meio da variação do espaçamento entre plantas dentro da linha de semeadura e da distância entre linhas (PIRES et al., 1998).

Obteve-se acréscimos de 10 a 20 % no rendimento de grãos de soja com espaçamentos entre linhas de 0,17 m, quando comparadas com rendimentos em espaçamentos de 0,50 e 0,70 m na média de cultivares precoces e tardias (HERBERT & LITCHFIELD, 1982).

Os cultivares precoces respondem mais ao espaçamento entrelinhas de 0,17 m, com o rendimento de grãos, aumentando entre 30 a 40 % em relação a cultivares tardios (COOPER, 1977).

Os espaçamentos entre as linhas e a densidade de plantas nas linhas podem ser alterados com a finalidade de estabelecer o arranjo mais adequado à obtenção de maior produtividade e adaptação a colheita mecanizada (TOURINO, 2000).

Populações muito altas têm elevado a competição intra específica com perda de flores na parte basal das plantas, bem como

um aumento significativo de algumas doenças, devido ao micro clima formado e a dificuldade de atingir as partes baixas das plantas com as pulverizações e dentre alguns casos com acamamento precoce (LOLLATO, 2000).

Tanto a variação na população de plantas como no espaçamento entre linhas afetaram o potencial de rendimento da soja, sendo a população de 40 plantas.m<sup>-2</sup> foi superior a 30 plantas.m<sup>-2</sup> em R5, mas tal vantagem não se manteve até a maturação, não havendo diferença significativa entre as populações. Já com 0,20 m de espaçamento entre linhas o potencial de rendimento foi maior que com 0,40 m a partir de R5 resultando em maior rendimento em R8 (PIRES et al., 2000).

Os trabalhos anteriores foram realizados onde a ferrugem asiática da soja não trazia danos e perdas significativas para a cultura.

O arranjo de plantas pode ser modificado pela variação na população de plantas e pelo espaçamento entre linhas, alterando a área e a forma da área disponível para cada planta. Isto se reflete na competição diferenciada entre as plantas, influenciando na produtividade da cultura e no aspecto fitossanitário. A cobertura mais rápida do solo propicia maior umidade no interior do dossel, conseqüentemente um maior desenvolvimento de doenças. O arranjo espacial de plantas influenciou os componentes da produção e a produtividade da soja, sendo que o número de legumes por planta foi superior em maior espaçamento (0,60 m) e reduziu em altas populações de plantas ( $4 \times 10^5$  plantas.ha<sup>-1</sup>); o número de grãos por planta diminuiu com o aumento da população e a produtividade foi superior no menor espaçamento (KNEBEL et al., 2006).

Estudando efeitos dos espaçamentos de 0,30; 0,45; 0,60 m entre linhas de soja, no Rio Grande do Sul, (MADALOSSO, 2006) constatou que o aumento do espaçamento para 0,60 m proporcionou redução da intensidade da ferrugem asiática da soja e aumentos significativos no rendimento de grãos, independente do uso ou não do controle químico com fungicida. Este mesmo autor constatou que a deposição de gotas de pulverização de fungicida no terço médio das plantas foi aumentada com o espaçamento de 0,60 m entrelinhas, proporcionando maior sanidade das plantas e maior rendimento de grãos.

Trabalho realizado por Bonini (2003) com horários de aplicações em Santa Maria-RS, constatou que as aplicações de fungicidas realizadas pela manhã são mais eficientes do que aquelas realizadas a tarde (18 h), sendo ambas superiores aquelas realizadas nos horários mais quentes do dia, demonstrando assim a importância de considerar-se os horários de aplicações.

Experimento conduzido na Universidade de Passo Fundo demonstrou que a pulverização do fungicida difenoconazol realizada às 14 horas (temperatura do ar de 28 °C e umidade relativa do ar de 49 %) apresenta menor eficiência de controle de oídio da soja, enquanto que as aplicações realizadas nos horários das 8 h e das 18 h (temperatura do ar de 20,2 °C e de 19,5 °C, respectivamente e umidade relativa do ar de 69 % e 77 %) proporcionaram maior incremento de rendimento de grãos (BOLLER et al., 2003).

CAUS & BOLLER (2008) realizaram trabalho em soja, na safra 2007/2008 com aplicações do fungicida (azoxistrobina + ciproconazol) acrescido do óleo mineral Nimbus® desde o amanhecer

(06:00 h da manhã, com presença de orvalho abundante, causando escorrimento) até as 21:00 h da noite (orvalho em formação), passando pelos horários mais quentes do dia com temperatura do ar acima de 33 °C e umidade relativa do ar abaixo de 53 %. Os resultados evidenciaram que o orvalho abundante presente somente no primeiro horário do dia interferiu negativamente na eficiência do fungicida em controlar a ferrugem da soja, enquanto que as variações das demais condições ambientais não interferiram no controle da doença. O peso de mil grãos e o rendimento de grãos da cultura não variaram com os horários de aplicação, tendo sido esta flexibilidade em relação às condições ambientais atribuída ao efeito penetrante e protetor contra a evaporação proporcionado pelo adjuvante oleoso.

Atualmente, a aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem é uma das principais preocupações dos produtores após o florescimento da cultura da soja. No momento em que as plantas atingem o grau máximo de desenvolvimento vegetativo, com total fechamento e grande área foliar, as aplicações necessitam da máxima capacidade de penetração na massa de folhas e deposição das mesmas, mesmo para a aplicação de produtos com características de ação sistêmica (ANTUNIASSI et al., 2004).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local, época da realização dos experimentos e precipitação pluvial

Os experimentos foram realizados na propriedade do Médico Veterinário Claryntho Salles Pinto Netto denominada “Posto do Silêncio” distante 40 km do município de Tupanciretã-RS, no distrito de Santa Luzia, com as seguintes coordenadas geodésicas  $54^{\circ} 19' 14''$  de longitude Oeste e  $29^{\circ} 08' 14''$  de latitude Sul e 430 m de altitude acima do nível do mar.

A precipitação pluvial mensal registrada no período de outubro de 2007 até março de 2008 encontra-se na Figura 1.

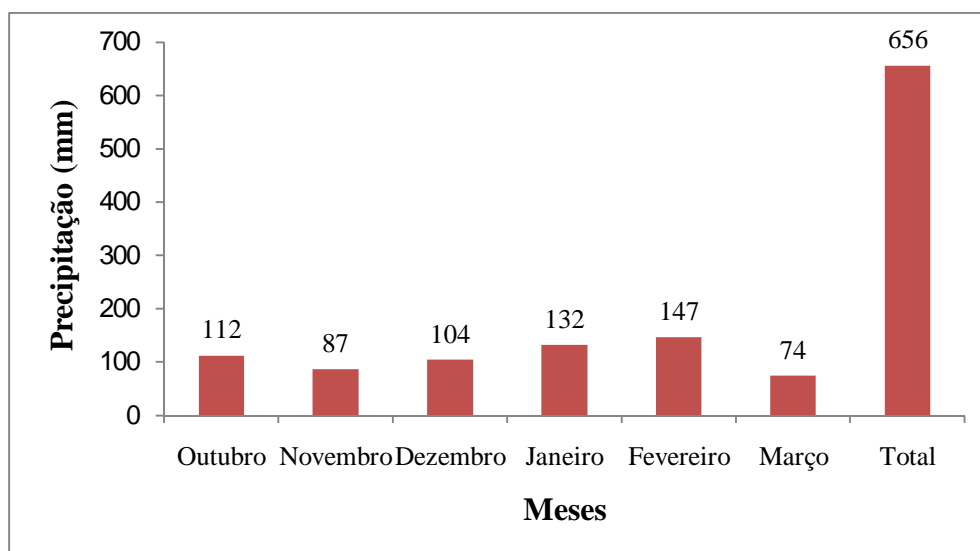


Figura 1 – Precipitação pluvial registrada no local do experimento, durante os meses de outubro de 2007 até março de 2008.

O primeiro experimento foi conduzido com a cultivar de soja Nidera A 8100 RR em 17/11/2007 e colhido em 23/04/2008, enquanto que o segundo experimento foi com o cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR, semeado em 21/11/2007 e colhido em 01/05/2008.

### **3.2 Características e manejo do solo**

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, apresenta-se profundo, bem desenvolvido, boa drenagem e teor de Argila de 21-40 % na camada de 0 a 0,10 m de profundidade, enquadrado na classe 3 (REUNIÃO..., 2007).

As características químicas do solo, na profundidade de 0 a 0,10 m foram determinadas no Laboratório de Análises Químicas de Solo da UPF à partir de coleta feita pela técnica da agricultura de precisão pela empresa Bunge Agricultura de Precisão, sendo os resultados encontram-se no Anexo 2. Os experimentos foram alocados sobre os pontos 19, 20 e 23 do mapa georreferenciado (Anexo 1).

O manejo que vem sendo submetido a referida área experimental é monocultura sob sistema plantio direto.

A adubação dos experimentos foi realizada à lanço posteriormente a colheita do trigo, conforme resultado da análise química de solo, mas antecedendo a semeadura da soja. Foram distribuídos 200 kg.ha<sup>-1</sup> de mono amônio fosfato (fórmula N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 11-52-00) e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (60 % de K<sub>2</sub>O), suprimindo a necessidade do solo e da adubação de manutenção da cultura, conforme programa estabelecido pela empresa Bunge-Agricultura de Precisão.

### 3.3 Cultivares

No primeiro experimento (população de plantas x horário de aplicação) foi semeado o cultivar de soja Nidera A 8.100 RR. No segundo experimento (espaçamento entre linhas x volume de calda) foi semeado o cultivar de soja Syngenta Munasca 8.5. As principais características botânicas e agronômicas dos dois cultivares estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características botânicas e agronômicas dos cultivares de soja Nidera A 8100 RR e Syngenta Munasca 8.5 RR

Características botânicas e agronômicas	Cultivar	
	A 8100 RR	Munasca 8.5 RR
Hábito de crescimento	Determinado	Determinado
Emergência - floração	83 dias	95 dias
Emergência-maturação	150	156
Cor da flor	Roxa	Branca
Cor da pubescência	Branca	Branca
Potencial de rendimento	Alto	Alto
Plantas. m <sup>-2</sup>	24	28
Altura das plantas	1,20 m	1,30 m
Tipo de planta	Alta e muito ramificada	Alta
Peso de mil grãos	160 g	180 g

### 3.4 Instalação dos Experimentos

Inicialmente foi demarcada com o auxílio de uma corda a área de cada um dos experimentos, delimitando-se as suas dimensões para posterior semeadura conforme os croquis (Figura 2 e Figura 3).

O manejo químico da vegetação existente na área, previamente à semeadura foi realizado em 10/11/07 com herbicida Gramoxone (200 g.L<sup>-1</sup> de dicloreto de paraquate) + Classic (250 g.kg<sup>-1</sup> de clorimurrom-etílico) na dose de 1,0 L.ha<sup>-1</sup> + 0,06.kg ha<sup>-1</sup> de produtos comerciais.

Imediatamente antes da semeadura, as sementes foram tratadas com o fungicida Derosal SC (carbendazina 500 g.L<sup>-1</sup>) + Rhodiauram SC (tiram 480 g.L<sup>-1</sup>) nas doses respectivas de 60 ml + 140 ml de produto comercial para 100 kg de sementes e com o inseticida Standak SC (fipronil 250 g.L<sup>-1</sup>) na dose de 0,001 L.kg<sup>-1</sup> de semente.

A semeadura da cultura da soja foi realizada sob sistema plantio direto, à profundidade média de 0,05 m. Foi utilizada uma semeadora de precisão com mecanismo dosador de sementes de discos alveolados horizontais, marca Semeato, modelo SHM 17, equipada com mecanismo rompedor de solo e palha de discos ondulados, abridor de sulcos para sementes por discos duplos defasados, rodas calibradoras de profundidade das sementes individuais por linha e rodas compactadoras/cobridoras de sementes em formato de “V”.

Para a semeadura do primeiro experimento utilizou-se o espaçamento de 0,40 m entre linhas e foram realizadas três regulagens na semeadora de modo a adequar a distribuição de sementes, sendo que foi acrescido 15 % à mais de sementes em função da germinação

e vigor realizada no laboratório de sementes GranSul para obter-se as seguintes populações:

- População 1 = 200.000 plantas.ha<sup>-1</sup> = 9,2 sementes.metro linear<sup>-1</sup>
- População 2 = 300.000 plantas.ha<sup>-1</sup> = 13,8 sementes.metro linear<sup>-1</sup>
- População 3 = 400.000 plantas.ha<sup>-1</sup> = 18,4 sementes.metro linear<sup>-1</sup>

Na semeadura do segundo experimento, foram utilizados três espaçamentos entre linhas e a semeadora foi ajustada (em cada espaçamento) para obter uma população de 3.10<sup>5</sup> plantas.ha<sup>-1</sup>. Foi acrescido 15 % à mais de sementes em função da germinação e vigor realizado no laboratório. Os espaçamentos utilizados foram:

- Espaçamento 1 = 0,40 m = 13,8 sementes.metro linear<sup>-1</sup>
- Espaçamento 2 = 0,50 m = 17,25 sementes.metro linear<sup>-1</sup>
- Espaçamento 3 = 0,60 m = 20,7 sementes.metro linear<sup>-1</sup>

O delineamento experimental de ambos os experimentos foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas. No primeiro experimento a parcela principal foi constituída pelas densidades de plantas e a sub-parcelas pelos horários de aplicação do fungicida. No segundo experimento, a parcela principal foi constituída pelos espaçamentos entre as linhas e a sub-parcelas pelos volumes de calda utilizados nas aplicações do fungicida. As unidades experimentais mediam 9,6 m x 13,0 m perfazendo 124,8 m<sup>2</sup> cada uma, sendo 18 parcelas por bloco totalizando 54 parcelas por experimento.

## Croqui do Experimento

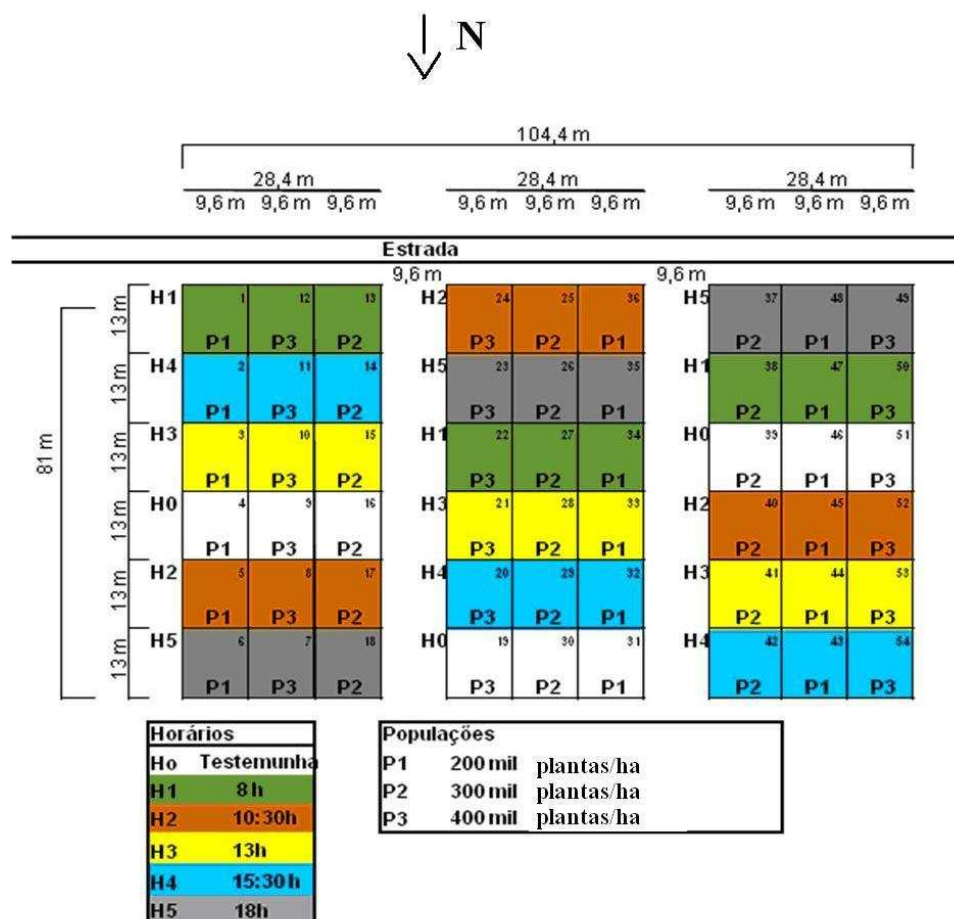


Figura 2 – Croqui do experimento referente a populações x horários de aplicações com volume fixo de 100 L.ha<sup>-1</sup>

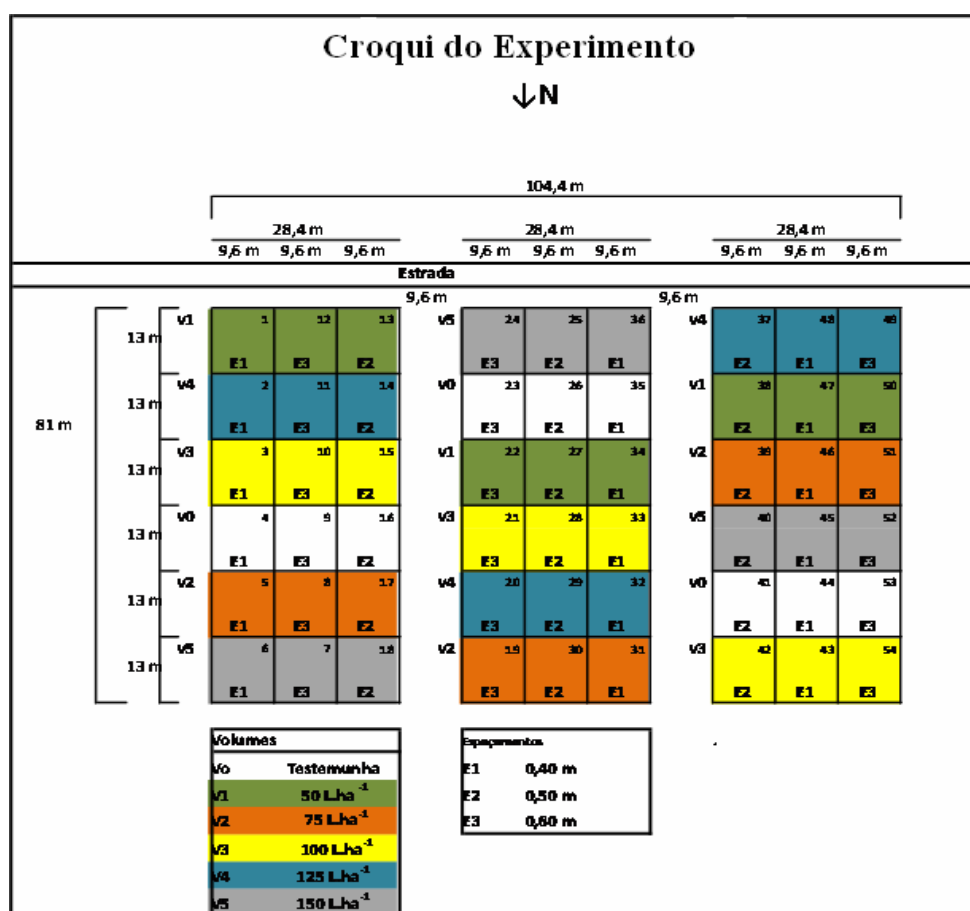


Figura 3 – Croqui do experimento referente a espaçamentos entre linhas x volumes de calda.

### 3.5 Condução dos Experimentos

As áreas experimentais foram inicialmente monitoradas ainda na primeira quinzena de dezembro (estádio fenológico V5 – Apêndice 1), através de visitas semanais, acompanhando-se o desenvolvimento da cultura com coletas de folhas para identificação e quantificação das doenças.

Além da dessecação pré-semeadura, foram realizados os seguintes tratamentos culturais em ambos os experimentos:

- Aplicação do herbicida pós-emergente Trop (360 g.L<sup>-1</sup> de glifosato), na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup> + inseticida Dimilin (250 g.kg<sup>-1</sup> de diflubenzurom) na dose de 0,04 kg.ha<sup>-1</sup>, em 26/12/2007.

- Aplicação do herbicida pós-emergente Trop (360 g.L<sup>-1</sup> de glifosato), na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup> + inseticida Dimilin (250 g.kg<sup>-1</sup> de diflubenzurom) na dose de 0,04 kg.ha<sup>-1</sup> + inseticida Galgotrin (250 g.L<sup>-1</sup> de cipermetrina), na dose de 0,10 L ha<sup>-1</sup> em 15/01/2008.

O índice de área foliar foi determinado com auxílio de equipamento medidor de área foliar LI-COR modelo LAI 2000.

A partir de 25/01/2008 iniciaram-se as coletas semanais de duas plantas por unidade experimental, para observação da incidência da ferrugem em função da sua ocorrência na região.

A primeira aplicação dos tratamentos com fungicida foi realizada no dia 13/02/2008 no estágio fenológico R3 com um IAF (índice de área foliar) 4,0. Utilizou-se o fungicida Sphere (187 g.L<sup>-1</sup> de trifloxistrobina + 80 g.L<sup>-1</sup> de ciproconazol), na dose de 0,30 L.ha<sup>-1</sup> + óleo mineral Attach na dose de 0,25 L.ha<sup>-1</sup> acrescido do inseticida Tamaron (600 g.L<sup>-1</sup> de metamidofós), na dose de 1,0 L.ha<sup>-1</sup>.

A segunda aplicação de fungicida foi realizada dia 15/03/2008 no estágio fenológico R5.2 com um IAF 5,0; utilizando-se os mesmos produtos e doses do primeiro tratamento.

Os equipamentos utilizados para aplicar os tratamentos nas parcelas foram um trator de tração 4 x 2 Ford 6600 (potência de 85 cv) e um pulverizador montado, marca Jacto modelo Condor AM 12 com



capacidade volumétrica de 600 L de calda no tanque e com barra de pulverização medindo 12 m.

Para aplicar os tratamentos sobre a área com três densidades de plantas foram utilizadas 24 pontas de jatos planos com pré-orifício, da série Jacto LD 110015, espaçadas em 0,50 m sobre a barra e mantidos à 0,50 m de altura acima do ápice das plantas. A pressão de pulverização foi de 300 kPa, gerando gotas de categoria fina e a velocidade do trator foi mantida em 6 km.h<sup>-1</sup> para que o volume de calda aplicado em todos os tratamento fosse de 100 L.ha<sup>-1</sup>.

Neste experimento, as aplicações de fungicida foram realizadas nos horários e condições atmosféricas contidas na Tabela 1.

Tabela 1– Horários de aplicação dos tratamentos e valores médios de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h<sup>-1</sup>) nas datas de 13/02/2008 e 15/03/2008.

Horário de aplicação	Temperatura do ar (°C)		Umidade relativa do ar (%)		Velocidade do vento (km.h <sup>-1</sup> )	
	1 <sup>a</sup> apl.	2 <sup>a</sup> apl.	1 <sup>a</sup> apl.	2 <sup>a</sup> apl.	1 <sup>a</sup> apl.	2 <sup>a</sup> apl.
H1=08:00 h	23	22	60	70	5	3
H2=10:30 h	32	30	45	53	9	10
H3=13:00 h	36	42	37	31	6	7
H4=15:30 h	34	37	40	45	8	8
H5=18:00 h	27	29	56	56	4	5

1<sup>a</sup> apl.= primeira aplicação de fungicida na data de 13/02/2008

2<sup>a</sup> apl.= segunda aplicação de fungicida na data de 15/03/2008

Obs.: Na testemunha sem aplicação de fungicida, foi mantida a aplicação do inseticida Tamaron (600 g L<sup>-1</sup> de metamidofós), na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>.

No segundo experimento, os tratamentos com o fungicida e o inseticida foram aplicados com os seguintes volumes de caldas:

testemunha, sem aplicação de fungicida, somente inseticida; V1 = 50 L.ha<sup>-1</sup>; V2 = 75 L.ha<sup>-1</sup>; V3 = 100 L.ha<sup>-1</sup>; V4 = 125 L.ha<sup>-1</sup>; V5 = 150 L.ha<sup>-1</sup> no período das 8:00 horas às 9:15 horas, com temperatura variando de 24 a 28 °C, umidade relativa do ar de 56 a 62 % e velocidade do vento de 7 a 10 km.h<sup>-1</sup> nas duas aplicações realizadas.

Para aplicar os volumes de 50 e de 75 L.ha<sup>-1</sup> foram utilizadas pontas de jato plano simples da série Magno 11001, com pré-orifício, operadas à pressão de 300 kPa, gerando gotas de categoria fina. Os volumes de 100, 125 e 150 L.ha<sup>-1</sup> foram aplicados utilizando-se pontas de jatos planos com pré-orifício, da série Jacto LD 110015. A pressão de pulverização foi de 400 kPa gerando gotas de categoria fina e a velocidade do trator foi ajustada em 6,0; 5,0; 4,0 km.h<sup>-1</sup> para que os volumes de calda aplicados fossem os desejados em cada tratamento.

Em algumas parcelas do experimento 2 (espaçamentos entre linhas x volumes de calda) utilizou-se cartões sensíveis à água e ao óleo para verificar a deposição de gotas no terço superior e no terço inferior da cultura, conforme mostram as Figuras de 4 a 7.

As imagens dos cartões foram digitalizadas com scanner de mesa com resolução de 600 dpi e submetidas a análise através do software Agrosan® Agrotec, obtendo-se as estimativas do diâmetro mediano volumétrico das gotas ( $\mu\text{m}$ ), da densidade de gotas/cm<sup>2</sup> e do volume de calda coletado.

A visualização das Figuras 4, 5 e 6 permite observar o efeito do aumento do espaçamento entre linhas sobre a deposição de gotas de pulverização no terço inferior das plantas, quando o volume de calda foi de 50 L.ha<sup>-1</sup>. Para quantificar esse efeito calculou-se a percentagem de penetração de gotas e a percentagem de volume de

calda estimados nos cartões coletados no terço inferior em comparação com aqueles localizados no terço superior (Figura 7).



Figura 4 – Imagem digitalizada de cartão sensível com marcas dos impactos de gotas da pulverização obtido no terço inferior das plantas com espaçamento de 0,40 m entre linhas e volume de 50 L.ha<sup>-1</sup>. A análise do cartão revelou densidade média de 16,2 impactos de gotas.cm<sup>-2</sup>, DMV de 191 µm e volume de calda depositado de 5,6 L/ha.

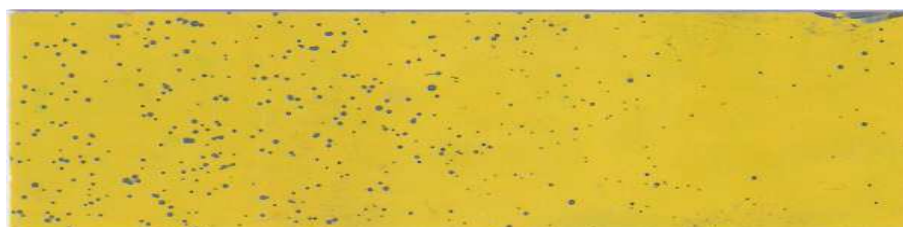
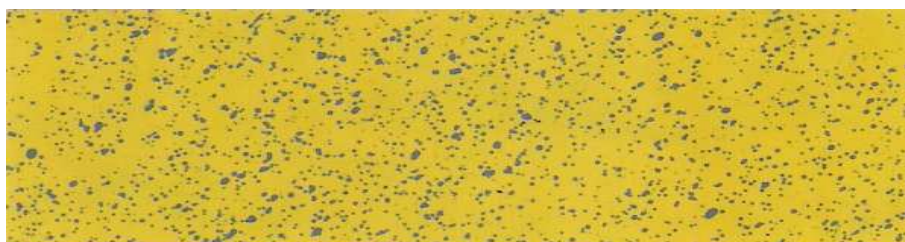


Figura 5 – Imagem digitalizada de cartão sensível com marcas dos impactos de gotas da pulverização obtido no terço inferior das plantas com espaçamento de 0,50 m entre linhas e volume de 50 L.ha<sup>-1</sup>. A análise do cartão revelou densidade média de 28 impactos de gotas.cm<sup>-2</sup>, DMV de 196 µm e volume de calda de 8 L/ha.



E3 V1,22,acima

Figura 6 – Imagem digitalizada de cartão sensível com marcas dos impactos de gotas da pulverização obtido no terço superior das plantas com espaçamento de 0,60 m entre linhas e volume de 50 L.ha<sup>-1</sup>. A análise do cartão revelou densidade média de 109 impactos de gotas.cm<sup>-2</sup>, DMV de 217 µm e volume de calda de 41,9 L/ha.

A Figura 7 destaca o incremento na deposição de gotas de pulverização no terço inferior das plantas, devido ao aumento do espaçamento entre linhas.

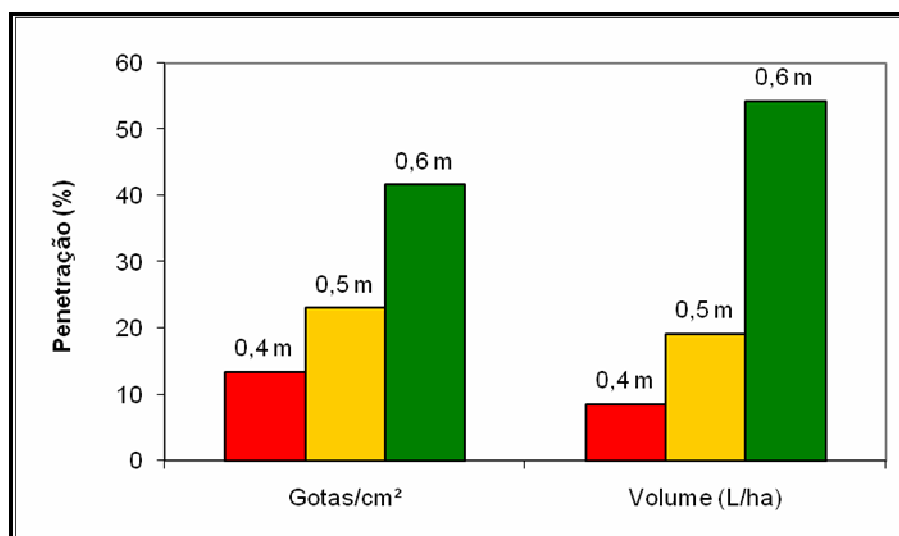


Figura 7. Percentagem de penetração de gotas de pulverização e volume de calda em função do espaçamento entre as linhas. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.

O aumento do espaçamento de 0,40 m para 0,60 m permitiu acréscimos no depósito de gotas/cm<sup>2</sup> da ordem de 3,11 vezes e no volume de calda de 6,3 vezes. Estes dados concordam parcialmente com as observações de MADALOSSO, 2006. As imagens do anexo 3 reforçam a compreensão dos efeitos do aumento do espaçamento entre as linhas ilustrados na Figura 7.

### **3.6 Avaliações**

#### **3.6.1 Incidência e severidade da ferrugem**

Foram realizadas seis avaliações da intensidade da ferrugem asiática da soja, com auxílio da escala diagramática para ferrugem da soja iniciando a partir do estágio V5 (apêndice 1) em ambos os experimentos, com uma frequência de observação de 5 a 8 dias.

A ocorrência da ferrugem foi quantificada pela incidência e quando atingiu 5 % iniciou-se a quantificação da severidade foliolar. Coletaram-se cinco plantas por parcela, das quais foram destacados os trifólios centrais da haste principal e levados ao Laboratório de Sementes GranSul/Tupanciretã para posterior obtenção do número total de folíolos (NTF) da amostra, deste total foi observado o número de folíolos doentes (NFD), para posterior cálculo da percentagem de incidência foliolar  $((NFD/NTF) \times 100)$ .

Já a severidade foi obtida através de todos os folíolos doentes da amostra (NFD), quantificando-se em cada folíolo o número de lesões cm<sup>-2</sup>, equivalente a área sintomática. O somatório das lesões de todas as folhas doentes, dividido pelo número total de folíolos da

amostra, foi considerado como sendo a severidade foliolar da parcela, expressa em lesões.cm<sup>-2</sup>.

Os valores de severidade da ferrugem foram integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculado pela equação abaixo, descrita em Campbell & Madden, 1990.

$$\text{AACPD} = \sum [(y_1 + y_2)/2] \times (t_2 - t_1)$$

Onde:  $y_1$  e  $y_2$  são o número de lesões de ferrugem por cm<sup>2</sup> de folha, nos tempos  $t_2$  e  $t_1$

$t_2$  e  $t_1$  são as datas de duas leituras de severidade consecutivas

A percentagem de controle da ferrugem asiática da soja foi obtida dividindo-se a AACPD de cada parcela pela AACPD média da testemunha dentro de cada população e espaçamento.

### 3.7 Colheita

A colheita foi realizada quando as plantas alcançaram a maturação fisiológica, por meio de colheita manual com tesoura de poda de todas as plantas escolhidas aleatoriamente em áreas de 2 metros quadrados, sendo 1 metro quadrado do lado direito e 1 metro quadrado do lado esquerdo do rastro do trator dentro da parcela.

As plantas cortadas foram acondicionadas em sacos de ráfia, etiquetados e transportados para Passo Fundo (UPF), onde foram trilhadas através de uma colhedora de parcelas mecanizada. Posteriormente os grãos foram limpos e acondicionados em sacos de papel, determinando-se o seu peso e o teor de umidade e calculando-se

o rendimento de grãos e peso de 1000 grãos. A colheita do cultivar Nidera A 8100 RR foi em 23/04/2008, ao passo que o cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR foi na data de 01/05/2008.

### **3.7.1 Peso de mil grãos**

O peso de 1000 grãos foi determinado nos dois experimentos com auxílio de uma balança de precisão com sensibilidade de centésimos de grama, sendo tal procedimento efetuado no Laboratório de Sementes GranSul/Tupanciretã, segundo as Normas de Análise de Sementes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

### **3.7.2 Rendimento de grãos**

Os grãos limpos e acondicionados em sacos de papel de cada parcela foram pesados e o valor obtido foi transformado em produtividade agrícola expressa em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  com padronização da umidade para 13 %.

### **3.7.3 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, onde os tratamentos foram locados em parcelas subdivididas com três repetições, constando de três populações com cinco horários de aplicações e três espaçamentos com cinco diferentes volumes de aplicações de calda, conforme croquis em anexo. As unidades

experimentais mediam 9,6 m x 13 m perfazendo 124,8 m<sup>2</sup> cada uma, sendo 18 parcelas por bloco totalizando, 54 parcelas por experimento. Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5 % de probabilidade de erro. Quando encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, foi usado o teste de Duncan também a 5 % de probabilidade de erro. No experimento de espaçamentos x volumes de calda foram realizadas análises de regressão da AACPD (área abaixo da curva do progresso da doença) com base na incidência e na severidade e o rendimento de grãos em função do volume de calda. Com a variável rendimento de grãos realizou-se análise de regressão múltipla em função de espaçamentos entre linhas e volume de calda.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1 – Populações x horários de aplicações

Neste experimento o espaçamento entre as linhas foi fixado em 0,40 m. Na Figura 8 encontram-se os resultados da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na incidência da ferrugem asiática da soja. Na Tabela 2 encontram-se os resultados do controle da ferrugem asiática com base na incidência. Verifica-se que houve interações significativas entre populações de plantas e horários de aplicação do fungicida. A ferrugem asiática da soja foi constatada inicialmente no estágio R4.

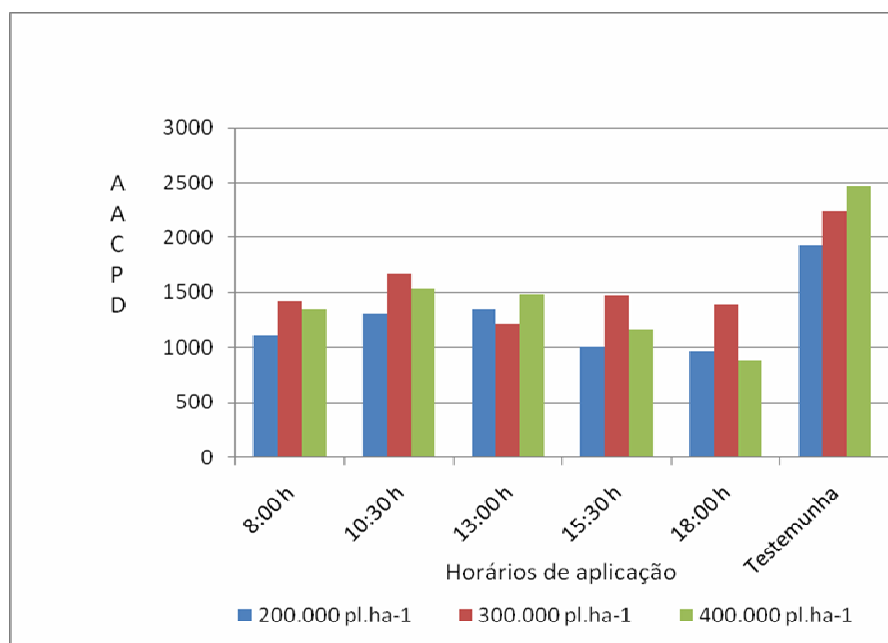


Figura 8 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na incidência da ferrugem asiática da soja em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.

Tabela 2 – Controle da ferrugem asiática da soja (%), com base na incidência em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.

Horários	População (plantas ha <sup>-1</sup> )			Média
	200.000	300.000	400.000	
8:00 h <sup>NS</sup>	42,68 abc	45,51 a	46,64 bc	44,94
10:30 h <sup>NS</sup>	32,70 bc	36,38 ab	37,77 c	35,62
13:00 h	AB 30,36 c	B 25,27 c	A 39,88 c	31,84
15:30 h	AB 47,70 ab	B 34,05 b	A 52,83 b	44,86
18:00 h	B 49,95 a	C 37,71 ab	A 64,43 a	50,70
Média	40,68	35,79	48,31	
Coeficiente de variação			14,37 %	

Médias antecedidas por diferentes letras maiúsculas, dentro da linha e médias seguidas por diferentes letras minúsculas dentro de cada coluna apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

NS – Diferenças não significativas entre densidades de plantas, pelo F-teste a 5 % de probabilidade de erro.

Observa-se que a incidência da ferrugem asiática da soja na testemunha sem aplicação de fungicida respondeu à população de plantas, sendo que a AACPD foi significativamente menor na população de 200.000 plantas ha<sup>-1</sup> quando comparada com a população de 400.000. A população de 300.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou AACPD intermediária e estatisticamente semelhante às outras duas populações. Estima-se que o manejo da cultura, através de melhor arranjo de plantas, pode retardar a incidência da ferrugem asiática da soja, possivelmente pela alteração do microclima originado pelas diferentes populações de plantas. Em todas as parcelas tratadas a AACDP foi inferior àquela registrada na testemunha, comprovando o

efeito significativo do fungicida aplicado em reduzir a incidência da ferrugem asiática da soja.

A Tabela 2 mostra que quando o fungicida foi aplicado às 08:00 h ou às 10:30 h, não foram verificadas diferenças de controle entre as populações de plantas. As aplicações do fungicida nos horários das 13 h e 15:30 h resultaram em controle maior nas parcelas com  $4 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ , quando comparadas com aquelas que apresentavam  $3 \times 10^5$  plantas. $ha^{-1}$ . O maior controle da ferrugem obtido no experimento foi com aplicações do fungicida no horário das 18:00 h da tarde e população de  $4 \times 10^5$  plantas.  $ha^{-1}$ .

Analisando-se o efeito do horário de aplicação dentro de cada população de plantas, observa-se que para a população de  $2 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$  as aplicações do fungicida às 13:00 h resultaram em valores de controle inferiores aos observados quando as aplicações foram realizadas às 15:30 h e às 18:00 h, porém estes não diferiram do controle obtido com aplicação às 08:00 h e às 10:30 h. Desta forma, o fungicida mostrou-se mais eficiente quando aplicado no início da manhã, ou do meio da tarde em diante concordando parcialmente com os relatos de Bonini (2003).

Nas parcelas com  $3 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$  o comportamento do controle foi semelhante ao observado com  $2 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ , porém a aplicação no horário das 13:00 h resultou em controle menor do que às 10:30 h.

Por sua vez, quando a população foi de  $4 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ , o efeito dos horários de aplicação do fungicida foi mais pronunciado. O maior controle foi obtido quando o fungicida foi aplicado às 18:00 h. A aplicação às 15:30 h resultou em controle semelhante à aplicação às

08:00 h e maior do que as aplicações às 10:30 h e às 13:00 h. Nesta população o maior benefício do fungicida em reduzir a incidência da ferrugem foi obtido com a aplicação ao final da tarde. Destaca-se ainda, que neste horário foi obtida a menor incidência (Figura 8) de todo o experimento, semelhante àquela obtida com a população de  $2 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ , o que mostra a existência de um efeito importante das condições ambientais variáveis ao longo do dia sobre o desempenho do fungicida no controle da ferrugem asiática da soja.

Na Figura 9, encontra-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) obtida com base na severidade da ferrugem.

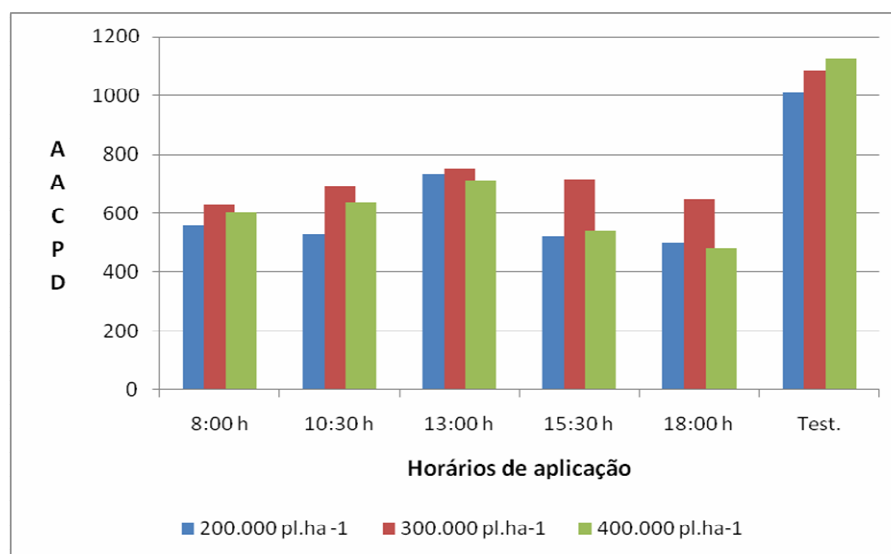


Figura 9. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na severidade da ferrugem asiática da soja, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.

Evidencia-se que a severidade da ferrugem asiática da soja observada na testemunha foi maior do que nos demais tratamentos,

comprovando o efeito do fungicida em controlar esta doença. Por outro lado, discordando do que foi registrado em relação à incidência, a severidade da ferrugem asiática da soja não foi influenciada significativamente pela população de plantas na testemunha sem aplicação de fungicida.

A Tabela 3 mostra o controle da ferrugem em função dos horários de aplicação e das populações de planta, evidenciando que não houve interações significativas entre estas variáveis.

Tabela 3 – Controle da ferrugem asiática da soja (%) com base na severidade, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.

Horários	População (plantas ha <sup>-1</sup> )			Média
	200.000	300.000	400.000	
8:00 h	44,69	41,91	46,44	44,35 ab
10:30 h	47,62	36,37	43,47	42,48 b
13:00 h	27,47	30,84	36,73	31,68 c
15:30 h	48,34	34,01	52,03	44,79 ab
18:00 h	50,62	40,26	57,17	49,35 a
Média	A 43,75	B 36,68	A 47,17	
Coeficiente de variação			12,62 %	

Médias antecedidas por diferentes letras maiúsculas, dentro da linha e médias seguidas por diferentes letras minúsculas dentro da coluna apresentam diferenças significativas entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

Na população de  $3 \times 10^5$  planta.ha<sup>-1</sup> o controle da ferrugem foi menor do que nas demais populações. As aplicações realizadas às 13:00 h proporcionaram o menor controle da doença, enquanto que as

aplicações realizadas às 18:00 h resultaram em maior controle, sendo este semelhante aos controles obtidos com aplicações às 8:00 h e às 15:30 h.

Estes resultados em relação à incidência e severidade da doença são semelhantes aos relatos de Knebel et al. (2006), que observaram menor severidade de doenças de final de ciclo em soja quando esta foi conduzida com população de  $2 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ , em comparação com  $4 \times 10^5$  e  $6 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ .

No que diz respeito aos efeitos dos horários de aplicação, os resultados obtidos concordam apenas parcialmente com aqueles obtidos por Bonini (2003), segundo os quais as aplicações de fungicidas realizadas nas primeiras horas da manhã são mais eficientes do que aquelas realizadas no final da tarde e que ambas apresentam maior controle de doenças do que aquelas realizadas nas horas mais quentes do dia.

Na Tabela 4 encontra-se o peso de mil grãos de soja em função dos tratamentos, onde se observa que esta variável não respondeu à variação da densidade de plantas nem ao horário de aplicação do fungicida. Este resultado não está de acordo com os relatos de Knebel et al. (2006), os quais observaram aumento do peso de mil grãos quando a população de plantas foi aumentada de  $2 \times 10^5$  para  $6 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ . Por outro lado, a não resposta do peso de mil grãos ao uso do fungicida concorda parcialmente com os relatos de Boller et al. (2003) e Caus & Boller (2007) e também pode ser devido à ocorrência tardia da doença em relação ao ciclo da cultura e à precipitação pluvial de apenas 74 mm registrada durante o mês de março, evidenciando condições ambientais adversas ao desenvolvimento da ferrugem.

Tabela 4 - Peso de mil de grãos (g) de soja cultivar Nidera A 8100 RR, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008

Horários	População (plantas ha <sup>-1</sup> )			Média <sup>NS</sup>
	200.000	300.000	400.000	
Testemunha	158	174	167	166
8:00 h	163	161	159	161
10:30 h	165	159	170	164
13:00 h	172	162	163	165
15:30 h	158	169	150	159
18:00 h	153	166	151	156
Média <sup>NS</sup>	161	165	160	
Coeficiente de variação			17,31 %	

NS – diferenças não significativas entre populações e entre horários de aplicação pelo F-Teste, ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

O rendimento de grãos obtido em resposta aos tratamentos encontra-se na Tabela 5, onde fica evidente que houve interações significativas entre populações e horários de aplicação do fungicida. O rendimento de grãos obtido na testemunha sem aplicação de fungicida não respondeu à variação da população de plantas. O mesmo ocorreu quando o fungicida foi aplicado às 10:30 h, às 15:30 h e às 18:00 h, concordando com os relatos de Knebel et al., (2006), os quais observaram uma compensação entre as variáveis população de plantas e número de grãos por planta. Nas demais parcelas tratadas com fungicida nos horários das 08:00 h e das 13:00 h a população de  $3 \times 10^5$  plantas ha<sup>-1</sup> produziu rendimento significativamente inferior às populações de  $2 \times 10^5$  e de  $4 \times 10^5$  plantas ha<sup>-1</sup>.

Dentro da população de  $2 \times 10^5$  plantas ha<sup>-1</sup> não foram observadas diferenças significativas no rendimento de grãos entre os

horários de aplicação, nem entre as parcelas tratadas e a testemunha. Na população de 300.000 plantas ha<sup>-1</sup>, o único horário de aplicação do fungicida que proporcionou rendimento de grãos superior à testemunha foi o das 18:00 h. Quando a população foi de 4 x 10<sup>5</sup> plantas ha<sup>-1</sup>, as aplicações do fungicida às 15:30 h e às 18:00 h proporcionaram rendimentos de grãos superiores à testemunha, porém semelhantes aos demais horários.

Tabela 5 - Rendimento de grãos de soja(kg.ha<sup>-1</sup>), cultivar Nidera A 8100 RR, em resposta a três populações de plantas e cinco horários de aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

Horários	População (plantas ha <sup>-1</sup> )			Média
	200.000	300.000	400.000	
Testemunha	A 3359 a	A 3141 b	A 3048 b	3183
8:00 h	A 3462 a	B 3152 b	A 3510 ab	3375
10:30 h	A 3282 a	A 3254 b	A 3270 ab	3269
13:00 h	A 3435 a	B 3099 b	A 3396 ab	3310
15:30 h	A 3796 a	A 3001 b	A 3636 a	3478
18:00 h	A 3662 a	A 3681 a	A 3629 a	3657
Média	3499	3222	3415	
Coeficiente de variação			17,31 %	

Médias antecedidas por diferentes letras maiúsculas, dentro da linha e médias seguidas por diferentes letras minúsculas dentro de cada coluna apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

Estes resultados concordam apenas parcialmente com os relatos de Bonini (2003), Boller et al., (2003) e de Caus & Boller (2008) e reforçam as evidências de que há necessidade de respeitar as condições atmosféricas limites para aplicações de fungicida, que podem ocorrer em diferentes horários do dia.



#### 4.2 Experimento 2 – espaçamentos x volumes de calda

A Figura 10 apresenta a reta de regressão ajustada entre a AACPD baseada na incidência da ferrugem e o volume de calda utilizado na aplicação do fungicida.

Observa-se que o aumento do volume de calda na aplicação do fungicida entre 50 e 150 L.ha<sup>-1</sup> promoveu uma redução da AACPD da ordem de 5,17 pontos para cada litro de calda, evidenciando o efeito positivo do volume de calda no controle da ferrugem.

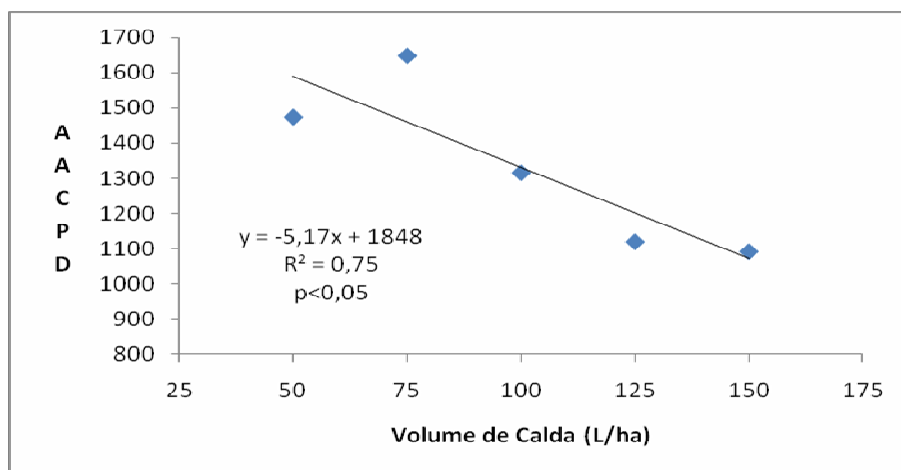


Figura 10 - Reta de regressão ajustada entre volume de calda (L.ha<sup>-1</sup>) e a AACPD com base na incidência da ferrugem asiática da soja. Passo Fundo-RS/2009

A Tabela 6 apresenta o controle da ferrugem com base na incidência em resposta aos volumes de calda e espaçamentos entre linhas.

Tabela 6 - Controle da ferrugem asiática da soja (%), com base na incidência, em resposta a três espaçamentos entre linhas e cinco volumes de calda na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.

Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Espaçamento entre linhas (m)			Média
	0,40	0,50	0,60	
50	27,00	18,87	23,47	23,45 d
75	33,66	29,85	31,58	31,70 cd
100	41,74	25,01	49,19	38,65 bc
125	59,10	35,06	45,70	46,62 ab
150	50,03	31,66	65,91	49,20 a
<b>Média</b>	A 42,31	B 28,29	A 43,17	

**Coefficiente de variação** 24,98 %

Médias antecedidas por diferentes letras maiúsculas, dentro da linha e médias seguidas por diferentes letras minúsculas dentro da coluna apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

Os espaçamentos de 0,50 e 0,60 m associados a volumes de calda iguais ou superiores a 100 L.ha<sup>-1</sup> resultaram no maior controle de ferrugem do experimento. Estes fatos concordam com os relatos de Madalosso (2006) e demonstram que uma abertura maior nas entrelinhas favorece a penetração das gotas de pulverização no interior do dossel da cultura, possibilitando que atinjam o terço inferior das plantas, conforme também ficou evidente na Figura 7. Por outro lado, os maiores percentuais de controle de doenças da soja quando os fungicidas são aplicados com os volumes de calda iguais ou superiores a 100 L.ha<sup>-1</sup> concordam com os relatos de HOFFMANN & BOLLER, (2004).

Na Figura 11 observa-se o gráfico da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na incidência da ferrugem asiática em função dos volumes de calda utilizados na aplicação do fungicida. Foi possível constatar que o volume de calda tem uma relação direta com o aumento do controle da doença.

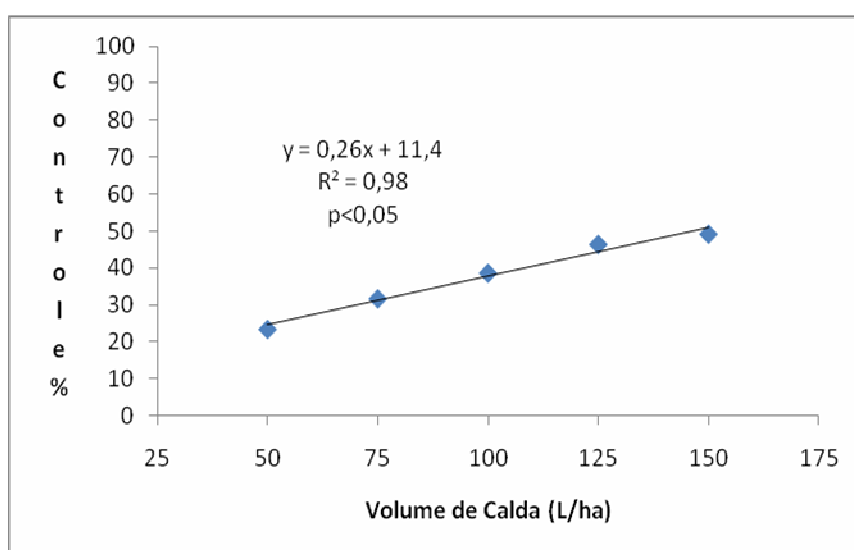


Figura 11 - Controle (%) da ferrugem asiática da soja com base na incidência em função do volume de calda ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e sua respectiva equação de regressão. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

Na Figura 12 encontra-se a reta de regressão ajustada entre a AACPD baseada na severidade da ferrugem e o volume de calda utilizado na aplicação do fungicida.

Observa-se que para volumes de calda entre 50 e 150  $L \cdot ha^{-1}$  cada litro de calda a mais proporcionou redução de 3,6 pontos na

AACPD com base na severidade, confirmando as observações feitas em relação a Figura 10.

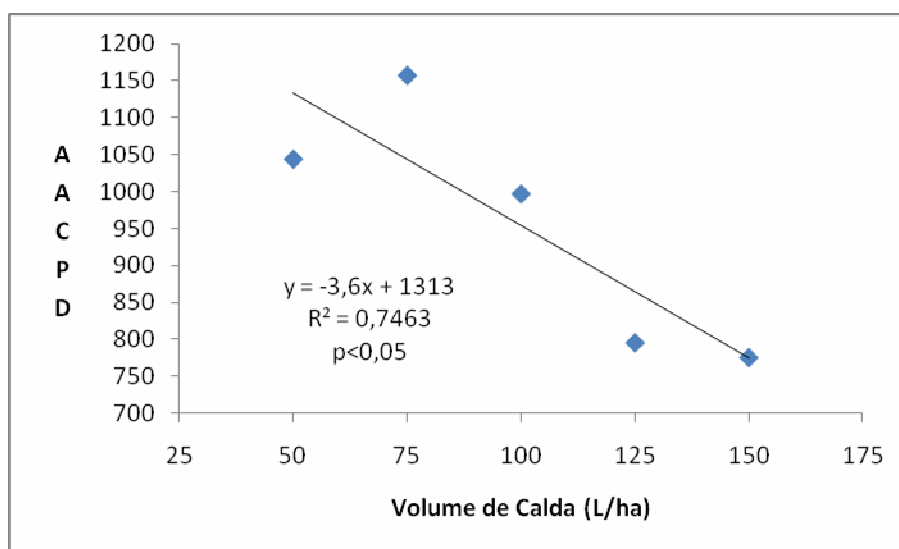


Figura 12 - Retas de regressão ajustada entre volume de calda ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e a AACPD com base na severidade da ferrugem asiática da soja. Passo Fundo-RS/2009.

Os valores do controle da doença calculada com base na severidade da ferrugem asiática da soja encontram-se na Tabela 7, onde pode ser observado que não houve interações significativas entre os espaçamentos e os volumes de calda utilizados na aplicação do fungicida.

Verifica-se que a melhor cobertura das folhas de soja com gotas da pulverização observada com os espaçamentos de 0,50 e 0,60 m entre as linhas associados aos volumes de calda de 125 e de 150  $L \cdot ha^{-1}$  (Figura 7), promovem maior controle da ferrugem, embora o volume de 100  $L \cdot ha^{-1}$  também seja estatisticamente semelhantes a 125

L.ha<sup>-1</sup>. Os resultados novamente concordam com os relatos de MADALOSSO (2006) e de HOFFMANN & BOLLER (2004).

Tabela 7 - Controle da ferrugem asiática da soja (%), com base na severidade, em resposta a três espaçamentos entre linhas e cinco volumes de calda na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, FAMV/UPF, Safra 2007/2008.

Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Espaçamento entre linhas (m)			Média
	0,40	0,50	0,60	
50	28,92	24,57	33,02	28,84 c
75	36,16	26,59	43,73	35,49 c
100	36,81	26,89	51,68	38,46 bc
125	60,59	39,33	49,75	49,89 ab
150	51,16	36,72	67,46	51,78 a
<b>Média</b>	A 42,73	B 30,82	A 49,13	
<b>Coefficiente de variação</b>	31,07 %			

Médias antecedidas por diferentes letras maiúsculas, dentro da linha e médias seguidas por diferentes letras minúsculas dentro da coluna apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

A Figura 13 mostra que à medida que se aumenta o volume de calda aumenta o controle da ferrugem asiática da soja, concordando com os relatos de HOFFMANN & BOLLER (2004). Possivelmente este resultado seja devido a uma deficiente cobertura das folhas localizadas nas partes mais internas das plantas quando o volume de calda é reduzido (MADALOSSO, 2006).

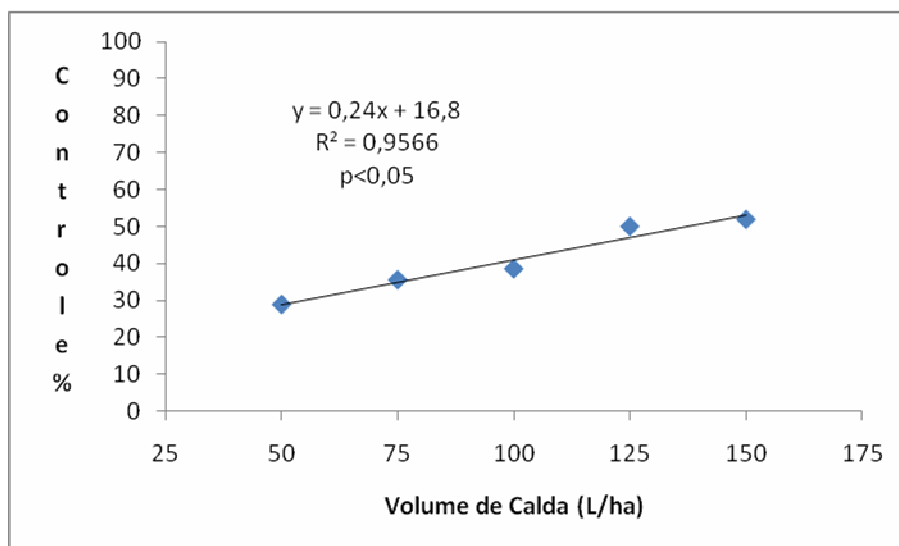


Figura 13 – Controle (%) da ferrugem asiática da soja com base na severidade em função do volume de calda ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e sua respectiva equação de regressão. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

Os valores do peso de mil grãos obtidos em resposta aos espaçamentos entre as linhas e aos volumes de calda na aplicação do fungicida encontram-se na Tabela 8. Verifica-se que não houve interações significativas entre os dois fatores estudados. Por outro lado, o peso de mil grãos não respondeu à variação dos espaçamentos entre as linhas da cultura, concordando com os resultados de KNEBEL et al. (2006).

Por outro lado, o peso de mil grãos respondeu a variação dos volumes de calda utilizados na aplicação do fungicida, sendo que todas as parcelas tratadas apresentaram valores superiores à testemunha. A aplicação do fungicida com o volume de cada de  $75 L \cdot ha^{-1}$  proporcionou peso de mil grãos superior aos volumes de 100 e de

125 L ha<sup>-1</sup>, porém este valor foi semelhante aos obtidos com 50 e com 150 L ha<sup>-1</sup>.

Tabela 8 - Peso de mil de grãos (g) de soja cultivar Syngenta Munasca 8.5RR em função de espaçamentos entre as linhas e da aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol, com diferentes volumes de calda. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Espaçamento entre linhas (m)			Média
	0,40	0,50	0,60	
<b>Testemunha</b>	147	154	153	151 d
<b>50</b>	164	165	168	166 ab
<b>75</b>	167	168	167	168 a
<b>100</b>	163	161	165	163 bc
<b>125</b>	159	164	157	160 c
<b>150</b>	166	163	169	166 ab
<b>Média<sup>NS</sup></b>	161	162	163	
Coeficiente de variação			2,3 %	

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas dentro da coluna apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

NS – Diferenças não significativas entre espaçamentos pelo F-Teste a 5 % de probabilidade de erro.

Na Tabela 9 encontra-se o rendimento de grãos obtido em função dos espaçamentos entre as linhas e de volumes de calda utilizados na aplicação do fungicida, verificando-se que houve interação significativa entre estes fatores. Verifica-se que na testemunha sem aplicação de fungicida o espaçamento entre linhas de 0,60 m resultou em rendimento de grãos significativamente superior aos obtidos com espaçamentos de 0,40 e de 0,50 m entre as linhas, concordando com os relatos de MADALOSSO (2006). Nas parcelas tratadas com o fungicida observa-se tendência semelhante, exceto com

o volume de calda de 125 L.ha<sup>-1</sup>, quando o espaçamento não influenciou o rendimento.

Tabela 9 - Rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de soja cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR em função de espaçamentos entre as linhas e da aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol, com diferentes volumes de calda. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

Volume de Calda (L ha <sup>-1</sup> )	Espaçamento entre linhas (m)			Média
	0,40	0,50	0,60	
<b>Testemunha</b>	B 2435 e	B 2570 c	A 2802 c	2602
<b>50</b>	B 2814 d	A 3187 b	A 3351 b	3117
<b>75</b>	C 2892 cd	B 3507 a	A 32635 b	3220
<b>100</b>	B 3060 bc	B 3345 ab	A 3813 a	3406
<b>125</b>	A 3169 ab	A 3564 a	A 3368 b	3367
<b>150</b>	B 3323 a	A 3655 a	A 3732 a	3570
<b>Média</b>	2949	3305	3388	
Coeficiente de variação			4,58 %	

Médias antecedidas por diferentes letras maiúsculas, dentro de cada linha e médias seguidas por diferentes letras minúsculas dentro de cada coluna apresentam diferenças significativas entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

Destaca-se o fato de que quanto menor o espaçamento entre as linhas maior foi o acréscimo de rendimento de grãos devido aos aumentos do volume de calda. Isso pode ser atribuído a maior facilidade para a deposição de gotas do fungicida no interior do dossel das plantas quando o espaçamento entre as linhas é aumentado (Figura 7). Por outro lado, estes dados confirmam que o aumento do volume de calda é uma das formas mais práticas e econômicas para aumentar a deposição de gotas no interior do dossel das plantas (BOLLER et al., 2007).



Verifica-se que na testemunha sem aplicação de fungicida o espaçamento entre linhas de 0,60 m resultou em rendimento de grãos significativamente superior aos obtidos com espaçamentos de 0,40 e de 0,50 m entre as linhas. Também chama atenção o fato de que no espaçamento de 0,60, sem aplicação de fungicida o rendimento de grãos foi numericamente semelhante aos obtidos no espaçamento de 0,40 m com os volumes de 50 e de 75 L.ha<sup>-1</sup>. Estas duas observações concordam com os relatos de MADALOSSO (2006). Nas parcelas tratadas com o fungicida observa-se tendência semelhante, exceto com o volume de calda de 125 L.ha<sup>-1</sup>, quando o espaçamento não influenciou o rendimento.

Também ficou evidente que à medida que se aumenta o espaçamento entre as linhas é possível reduzir o volume de calda na aplicação de fungicida para obter um mesmo rendimento de grãos: espaçamento de 0,40 m e volume de 150 L.ha<sup>-1</sup>; espaçamento de 0,50 m e volume de 100 L.ha<sup>-1</sup> e espaçamento de 0,60 m e volume de calda de 50 L.ha<sup>-1</sup> apresentam valores de rendimento numericamente semelhantes. Isso pode ser atribuído a maior facilidade para a deposição de gotas do fungicida no interior do dossel das plantas quando o espaçamento entre as linhas é aumentado (Figura 7).

Estas observações são de relevante importância e reforçam os relatos de Brown-Rytlewski & Staton, (2006), que afirmam que os pontos chaves para o sucesso em aplicações de fungicidas para o controle de doenças da soja são pulverizações no momento adequado e obtenção de adequadas cobertura e penetração das gotas no interior do dossel das plantas.

Comparando-se o rendimento de grãos obtido na testemunha sem aplicação de fungicida e aquele encontrado nas parcelas tratadas com volume de calda de 50 L ha<sup>-1</sup>, observa-se um ganho de produção de 515 kg de soja, o que convertido em moeda representa R\$ 386,25 (preço da soja = R\$ 45,00/sc). Esta constatação demonstra a sustentabilidade econômica da utilização de fungicida na cultura da soja (estima-se o custo do fungicida e de duas aplicações como sendo de R\$ 120,00 por hectare).

Na Figura 14 encontra-se a reta de regressão entre volume de calda e rendimento de grãos quando o espaçamento entre linhas foi de 0,40 m.

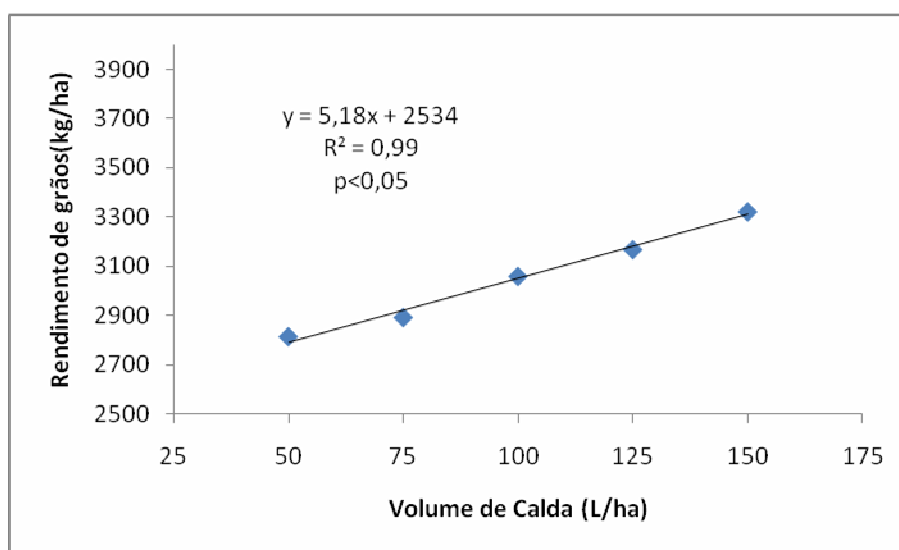


Figura 14 - Rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) de soja, cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR conduzido com espaçamento de 0,40 m entre linhas em função do volume de calda utilizado na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

A Figura 14 mostra que houve acréscimos significativos no rendimento de grãos a medida que foi aumentado o volume de calda na aplicação do fungicida. No intervalo estudado cada litro de calda acima de 50 L.ha<sup>-1</sup> proporcionou acréscimo no rendimento de 5,18 kg.ha<sup>-1</sup>. Ao alterar o volume de calda de 50 para 100 L ha<sup>-1</sup> o rendimento aumentou em 246 kg ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a um ganho de R\$ 184,50 ha<sup>-1</sup>. Ainda, aumentando-se o volume de calda de 100 para 150 L ha<sup>-1</sup> o rendimento aumenta em 263 kg ha<sup>-1</sup>, o que equivale a R\$ 197,25 ha<sup>-1</sup>. Há que se considerar que o aumento do volume de calda implica em aumento do custo da aplicação devido à maior frequência de abastecimentos do pulverizador e maior demanda de tempo para pulverizar uma área, resultando em menor capacidade de trabalho do pulverizador. Este aspecto, de certa forma, pode comprometer a pontualidade dos tratamentos fitossanitários em uma propriedade rural.

A Figura 15 apresenta a reta de regressão ajustada entre volume de calda e rendimento de grãos quando o espaçamento entre linhas foi de 0,50 m. A equação ajustada foi significativa a 5 % de probabilidade e demonstra que dentro do intervalo estudado cada litro de calda acima de 50 L.ha<sup>-1</sup> proporciona acréscimo de produção de 3,97 kg.ha<sup>-1</sup>.

Aumentando-se o volume de calda de 50 para 100 L.ha<sup>-1</sup> o rendimento de grãos aumenta em 158 kg.ha<sup>-1</sup> o que corresponde a um ganho de R\$ 118,50/ha. Da mesma forma aumentando-se o volume de calda de 100 para 150 L.ha<sup>-1</sup> o rendimento de grãos aumentou em 310 kg.ha<sup>-1</sup> o que equivale a um ganho de R\$ 232,50/ha.

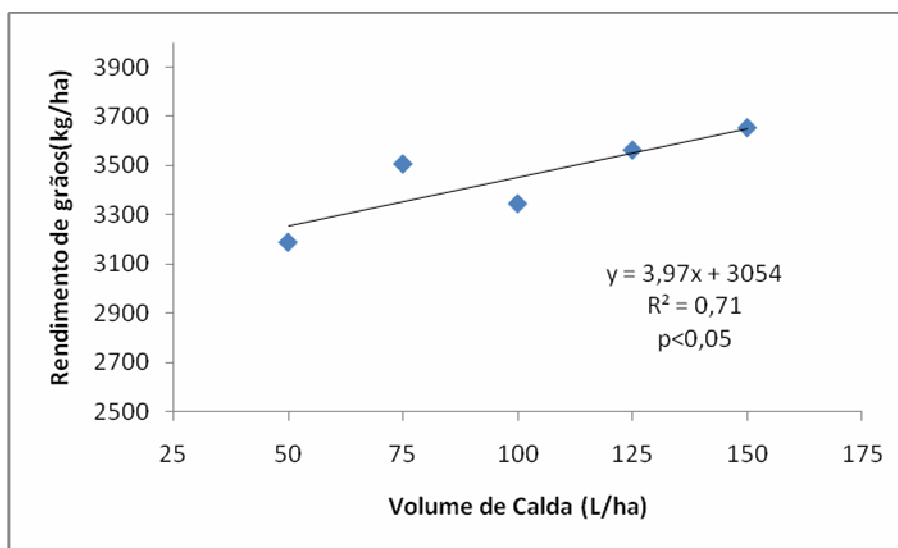


Figura 15 - Rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de soja, cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR conduzido com espaçamento de 0,50 m entre linhas em função do volume de calda utilizado na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

Na Figura 16 encontra-se a reta de regressão ajustada entre o rendimento de grãos e o volume de calda quando o espaçamento entre linhas foi de 0,60 m. A equação ajustada foi significativa a 7 % de probabilidade de erro e mostra que cada litro de calda acima de 50  $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  proporcionou acréscimo de rendimento de 3,47  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . O valor de  $R^2$  desta equação foi igual a 0,30, indicando uma grande dispersão dos valores em torno da reta. Em outras palavras isto quer dizer que para o espaçamento de 0,60 m entre linhas apenas 30 % da variação observada no rendimento de grãos foi devido a variação do volume de calda.

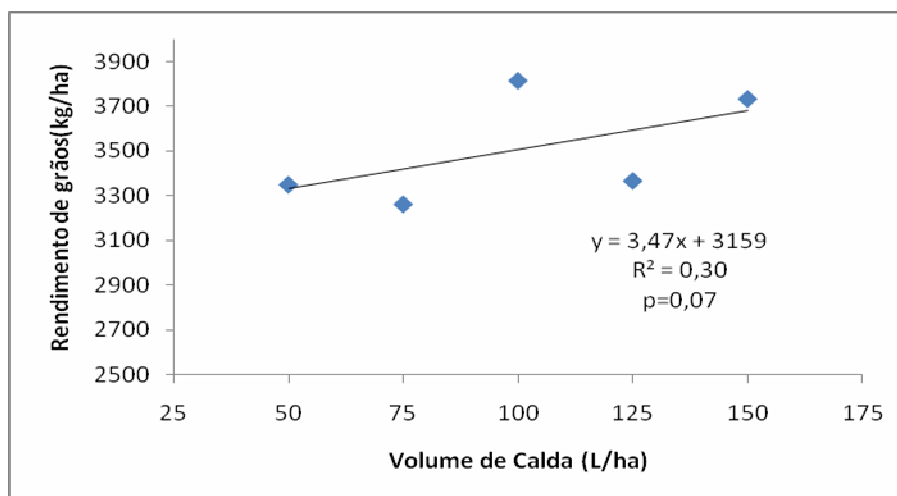


Figura 16 - Rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de soja, cultivar Syngenta Munasca 8.5 RR conduzido com espaçamento de 0,6 m entre linhas em função do volume de calda utilizado na aplicação do fungicida trifloxistrobina + ciproconazol. Passo Fundo, RS, Safra 2007/2008.

A análise de regressão múltipla permitiu ajustar uma equação significativa a 5% entre o rendimento de grãos, o espaçamento entre as linhas e o volume de calda. Esta análise também mostrou que o efeito isolado do espaçamento ( $R^2$  ajustado = 0,36) foi maior do que o efeito isolado do volume de calda ( $R^2$  ajustado = 0,24).

A equação ajustada da regressão múltipla foi a seguinte:

$$\text{Rendimento de grãos (kg/ha)} = 2267E + 4,2V + 1781$$

Onde: E = espaçamento entre linhas (m),  
V = volume de calda (L/ha)

Essa equação permite simulações do rendimento de grãos esperado para espaçamentos no intervalo de 0,4 até 0,6 m e para volumes de calda no intervalo de 50 até 150  $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nestes dois experimentos permitem emitir as seguintes conclusões:

- A população de plantas de soja e o horário de aplicação do fungicida influenciam a incidência e a severidade da ferrugem asiática, assim como o rendimento de grãos e são indiferentes para o peso de mil grãos;

- Os efeitos da população de plantas sobre a incidência e a severidade da ferrugem asiática e sobre o rendimento de grãos de soja dependem do horário de aplicação do fungicida e vice-versa;

- A menor população ( $2 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ ) em combinação com aplicações de fungicida realizadas às 8 h e 18 h melhoram o controle da ferrugem asiática da soja;

- Utilizando-se a menor população ( $2 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ ) o rendimento de grãos não responde ao horário de aplicação do fungicida;

- A utilização da maior população ( $4 \times 10^5$  plantas  $ha^{-1}$ ) em combinação com aplicações de fungicida nos horários mais quentes do dia, diminui o controle da doença e o rendimentos de grãos;

- A incidência e a severidade da ferrugem asiática da soja respondem de forma independente à variação do espaçamento entre as linhas e ao volume de calda utilizado na aplicação do fungicida;

O rendimento de grãos varia em função do espaçamento entre as linhas e do volume de calda utilizado na aplicação do fungicida, sendo a resposta a uma variável dependente da outra;

Combinações de espaçamentos entre linhas de 0,50 e 0,60 m, com volumes de calda de 125 e 150 L.ha<sup>-1</sup> apresentam menores incidência e severidade da ferrugem asiática com acréscimo no rendimento de grãos.ha<sup>-1</sup>;

- Parcelas com espaçamentos de 0,40 m entre linhas e volumes de calda abaixo de 100 L.ha<sup>-1</sup> apresentam maiores incidência e severidade da ferrugem asiática da soja e menor rendimento de grãos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se também através destes dois experimentos o que segue:

- Para os cultivares Nidera A 8100 RR (ciclo médio) e Syngenta Munasca 8.5(ciclo tardio) em anos agrícolas onde a previsão de chuvas para a região seja acima da normal, pode-se trabalhar com populações ao redor de  $2 \times 10^5$  plantas.ha<sup>-1</sup> e espaçamentos de 0,50 a 0,60 m, porém preferir sempre volumes de calda de no mínimo 100 L.ha<sup>-1</sup>, preferencialmente acima de 120 L.ha<sup>-1</sup> e evitar horários de aplicações entre 10:30 h e 15:30 h;
- Arranjos espaciais de plantas, horários de aplicações de produtos, volumes de calda são alguns dos itens mais importantes que influenciam o resultado da aplicação de produtos fitossanitários;
- Que no experimento de populações e horários de aplicação, houve uma sensível melhora na penetração de gotas com populações de plantas menores e aplicações realizadas às 8 h e às 18 h;
- No que tange ao experimento de espaçamentos e volumes de caldas ocorreu melhor penetração nos maiores espaçamentos mesmo com menor volume de calda.
- A arquitetura de plantas aparenta ser um aspecto relevante a ser considerado no momento da definição de arranjos espaciais de plantas na busca de condições que favoreçam a penetração da radiação solar no interior do dossel da cultura e a sanidade das plantas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, C.; DOBBINS, C.; HURT, C.; PATRICK, G. The Economic Drama of Soybean Rust in 2005. Purdue Agricultural Economics Report. February 2005.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. Campinas, São Paulo: Línea Creativa, 2004.

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004. *Anais...* . Fepaf, Botucatu, 20 a 22 outubro de 2004. p. 48-51.

BALARDIN, R. S.; NAVARINI, L.; DALL'AGNOL, L. J. Relato da ferrugem asiática no Estado do Rio Grande do Sul, In: JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; HAMAWAKI, O. T. I. Workshop Brasileiro sobre a Ferrugem Asiática, Uberlândia, 2005. Uberlândia: EDUFU, 2005.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A. ; PANISSON, R. Aplicação de fungicidas para o controle de oídio em soja, em diferentes horários do dia. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 31., Porto Alegre/RS, 2003. *Atas e Resumos . . .* Porto Alegre/RS. UFRGS, 2003. p.143.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas – parte I. *Revisão anual de patologia de plantas – RAPP*. v.15, 2007. P.243-276.

BONINI, J. V. Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Santa Maria, 2003. Dissertação de Mestrado em Agronomia-UFSM.

BROWN-RYTLEWSKI; D.; STATON, M. *Fungicide application technology for soybean rust – 2006*. Michigan State University – Field Crop Advisory Alert. Disponível em [www.ipm.msu.edu/cat06field/pdf/sbr\\_aptechnology.pdf](http://www.ipm.msu.edu/cat06field/pdf/sbr_aptechnology.pdf)

CAUS, R.; BOLLER, W. *Horários de aplicação de fungicida, com e sem adição de fosfito de potássio, para o controle da ferrugem da soja*. Trabalho apresentado à disciplina de Experimentação Agrícola do Curso de Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS, 2008. 8f.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, 12<sup>o</sup> levantamento, setembro de 2009. Brasília: Conab, 2009. 26 p.

COOPER, R. L. Response of soybean cultivars to Arrow rowds and planting dates under weed-free conditions. *Agronomy Journal*, v.69, n. 1, p. 89-92, 1977.

CUNHA, J. P. A. R. da; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35 n.5, set-out, 2005. p.1069-1074.

CUNHA, J. P. A. R. da; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 36 (1): 61-66, 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de Produção de Soja-Paraná 2007. Sistemas de Produção 10. Embrapa-CNPSO, Londrina. 217 p. 2007.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. Agriannual. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2008. 544p.

HERBERT, S.J.; LITCHFIELD, G.V. Partitioning soybean seed yield components. *Crop Science*, Madison, v. 22, n<sup>o</sup> 5, p. 1074 – 1079, 1982.

KNEBEL, J. L.; GUIMARÃES, V. F.; ANDREOTTI, M.; STANGARLIN, J. R.; Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. *Acta Sci. Agron.* – Maringá, v. 28, n. 3, p. 385-392, 2006.

LANGE, E. C. *A soja em Rotação de culturas no Plantio Direto*, Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 1998. p 127-155.

LOLLATO, M. A. Efeito da população de plantas, p. 15-20. Feijão-Tecnologia de produção. IAPAR, Londrina, 2000. Informe de pesquisa n. 135.

MADALOSSO, M. G. Espaçamento Entre Linhas e Pontas de Pulverização no Controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow. Santa Maria, 2007. 90p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. UFSM. 2006.

MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal: Funep, 1990. 139 p.

MENDES, C., S., CABEDA, R. Pontas para fungicidas foliares na cultura da soja. In: *TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS III*, 2005. Cascavel, PR. Encontro Técnico 10. Grupo TA, 2005. p.72-98.

MILES, M. R.; HARTMAN, G. L.; LEVY, C.; MOREL, W. Current Status of Soybean Rust Control by Fungicides. *Pesticide, Outlook*, v. 14, p.197-200. 2003.

PIRES, J. L. F et al. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n. 8, p.1541-1547, 2000.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.4, n. 2, p. 89-92, 1998.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. *Doenças da soja I: ferrugem asiática*. Passo Fundo. UPF, 2006. 48 p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (34:2006:Pelotas). Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 237 p.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M. G.; PRIA, M. D.; SILVA, O. C. (eds.). *Principais doenças fúngicas do feijoeiro*. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p.127-137.

TOURINO, M. C. C. Arranjo populacional e uniformidade de semeadura na produtividade e outras características agrônômicas da soja, 2000.139 p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras.

YORINORI, J. T. et al. Epidemia de Ferrugem da Soja no Paraguai e na Costa Oeste do Paraná em 2001. In: Reunião da Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil, 22. *Resumos...* p. 117-118. 2001.

YORINORI, J. T. Controle da ferrugem asiática da soja, safra 2006/2007. Embrapa Soja, Londrina, PR.: Disponível em: [www.cnpso.embrapa.br/alerta](http://www.cnpso.embrapa.br/alerta)

## APÊNDICE

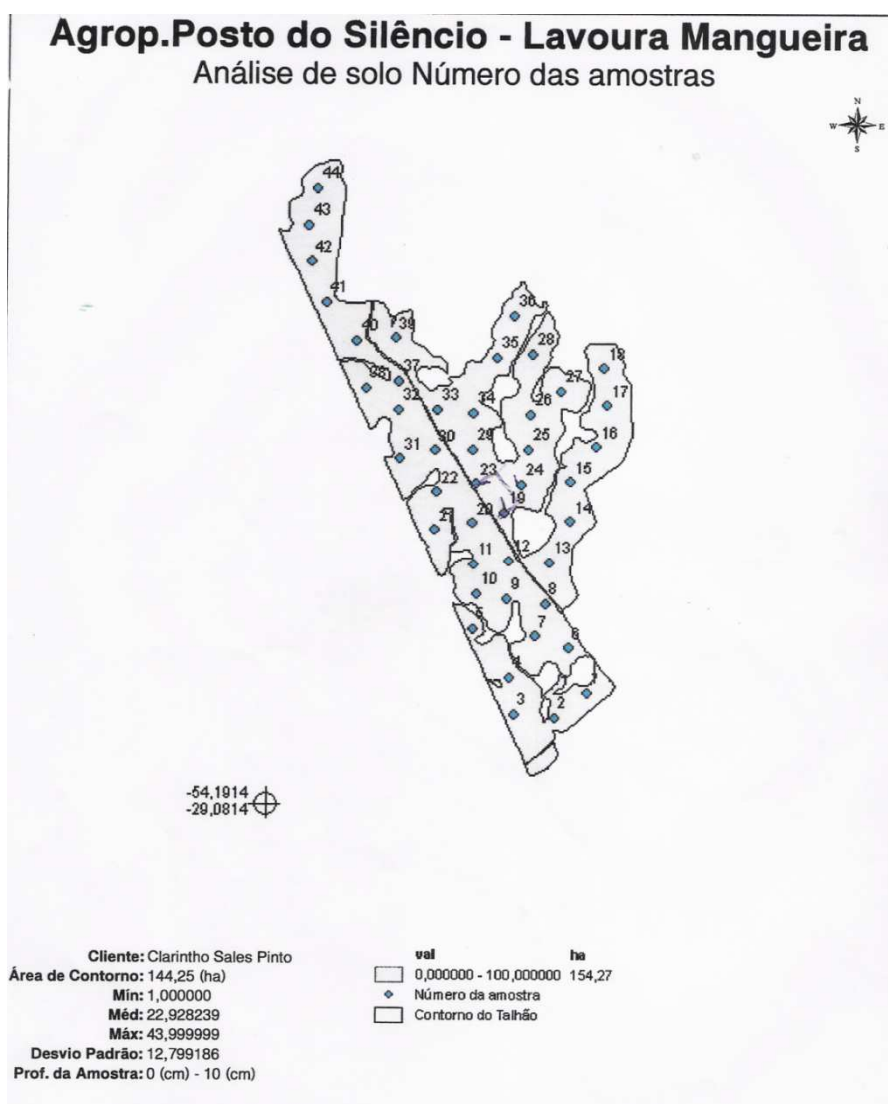
### Apêndice I. Características dos estádios reprodutivos da soja

- VC - Da emergência a cotilédones abertos
- V1 - Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas
- V2 - Segundo nó; primeiro trifólio aberto
- V3 - Terceiro nó; segundo trifólio aberto
- VN - Enésimo (último) nó aberto antes da floração
- R1 - Início da floração, até 50% das plantas com uma flor
- R2 - Floração plena; maioria dos racemos com flores abertas
- R3 - Final da floração; vagens com até 1,5 cm de comprimento
- R4 - Maioria das vagens do terço superior com 2 a 4 cm, saem grãos imperceptíveis
- R5.1- Grãos perceptíveis ao tato com 10% da granação
- R5.2 - Maioria das vagens com granação de 10% a 25%
- R5.3 - Maioria das vagens entre 25% e 50% da granação
- R5.4 - Maioria das vagens entre 50% e 75% da granação
- R5.5 - Maioria das vagens entre 75% e 100% da granação
- R6 - Vagens com granação de 100% e folhas verdes
- R7.1 - Início a 50% de amarelecimento das folhas e vagens
- R7.2 - Entre 51% e 75% de folhas e vagens amarelas
- R7.3 - Mais de 76% de folhas e vagens amarelas
- R8.1- Início a 50% de desfolha
- R8.2 - Mais de 50% de desfolha a pré-colheita
- R9 - Ponto de maturação de colheita


(Fonte: Reunião . . . , 2006)

## ANEXOS


**Anexo 1-** Localização do Experimento, conforme os números de amostras 19, 20 e 23.



## ANEXO 2 – Composição química do solo


 <b>LABORATÓRIO DE SOLOS</b> Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Caixa Postal 611 - Rod. Br 285 - km 171 99001-970 - Passo Fundo - RS Fone / Fax (54) 316-8166 E-mail labsolos@upf.tche.br															
<b>RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLOS</b>															
<b>ANÁLISE BÁSICA *</b>															
Registro: 798/2007										Data de Recebimento: 23/04/2007					
Nome: CLARINTO S. P. NETO										Data de Emissão: 09/05/2007					
Município: TUPANCIRETA, RS										Localidade: LAV. MANGUEIRA					
Amostra	Área (ha)	Arg. (%)	pH H <sub>2</sub> O	Ind. SMP	P	K	M.O. (%)	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC	Saturação (%)		
													Bases	Al	K
mg / dm <sup>3</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>															
16	03	31	5,6	6,3	23	187	3,3	0,0	6,7	3,0	3,1	13,2	77	0	3,6
17	03	26	5,3	6,0	31	246	3,5	0,0	5,7	2,5	4,4	13,2	67	0	4,8
18	03	30	5,5	6,2	24	187	3,0	0,0	5,1	2,4	3,5	11,4	70	0	4,2
19	03	35	5,8	6,4	18	211	3,6	0,0	5,3	3,4	2,8	12,0	77	0	4,5
20	03	36	6,3	6,8	23	199	3,8	0,0	6,9	3,5	1,7	12,7	86	0	4,0
21	03	32	6,2	6,8	21	156	3,2	0,0	6,8	3,5	1,7	12,4	86	0	3,2
22	03	34	6,3	6,8	23	199	3,1	0,0	6,8	3,5	1,7	12,6	86	0	4,1
23	03	41	6,1	6,7	24	254	3,4	0,0	6,8	3,4	2,0	12,8	85	0	5,1
24	03	41	5,6	6,3	26	211	5,1	0,0	7,2	3,6	3,1	14,5	79	0	3,7
25	03	35	5,6	6,1	23	168	4,5	0,0	7,2	3,4	3,9	14,9	74	0	2,9
26	03	35	5,7	6,3	23	152	3,6	0,0	6,0	3,3	3,1	12,7	76	0	3,1
27	03	32	5,5	6,2	19	152	3,4	0,0	5,6	3,0	3,5	12,4	72	0	3,1
28	03	31	5,4	5,9	16	164	3,7	0,0	5,0	2,5	4,9	12,7	62	0	3,3
29	03	43	5,6	6,0	13	230	3,7	0,0	5,0	2,6	4,4	12,5	65	0	4,7
30	03	35	5,6	6,2	18	172	3,5	0,0	5,4	2,5	3,5	11,8	71	0	3,7

\* Micronutrientes + S em anexo



**Observações**

Arg. = Argila e M.O. = Matéria Orgânica  
 CTC é potencial (ph 7,0); Sat. Al relativa a CTC efetiva  
 H+Al estimado a partir do Ind.SMP  
 mg/L = ppm e cmol<sub>c</sub>/L = meq/dL



**IRINEO FIOREZE**  
 Eng. Agr. CREA-RS 18.355-D  
 responsável técnico

Laboratório integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS).

**ANEXO 3 - Imagens dos experimentos**

Populações P3; P2; P1    Espaçam.0,6; 0,5; 0,4 m    Conjunto aplicador



Espaçamento 0,60 m

Espaçamento 0,50 m

Espaçamento 0,40 m