

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EFEITO VARIETAL E DO ESPAÇAMENTO ENTRE
LINHAS NO PATOSSISTEMA SOJA - *Phakopsora
pachyrhizi* Sidow**

TESE DE DOUTORADO

Marcelo Grippa Madalosso

**Santa Maria/RS, Brasil,
2010**

**EFEITO VARIETAL E DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS
NO PATOSSISTEMA SOJA - *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**

por

Marcelo Gripa Madalosso

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Agronomia**.

Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin

Santa Maria/RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Tese de
Doutorado

**EFEITO VARIETAL E DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS NO
PATOSSISTEMA SOJA - *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**

elaborada por
Marcelo Grippa Madalosso

**como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia**

Comissão Examinadora:

Ricardo Silveiro Balardin, Ph.D.
(Presidente/Orientador)

Adilson Jauer, Dr. (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.)

Carlos Alberto Forcelini, Ph.D. (UPF)

Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)

Luis Aquiles Martins Medeiros, Dr. (Instituto Federal Farroupilha)

Santa Maria/RS, 26 de fevereiro de 2010.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais José Lir Viero Madalosso
e Cleusa Grippa Madalosso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todos e tudo que colocou em minha vida e ainda colocará.

A CAPES pelo apoio financeiro para realização deste trabalho e ao Instituto Phytus pelo aporte físico e oportunidades.

Em especial ao meu amigo e Professor orientador Ricardo Silveiro Balardin e família, pela orientação, compreensão, ensinamentos, confiança, amizade, apoio e paciência na lapidação da pessoa e profissional que sou.

A minha família, em especial ao meu pai José Lir Viero Madalosso, minha mãe Cleusa Grippa Madalosso, meu irmão Rodrigo Grippa Madalosso e minha namorada Thais Felli Kubiça, pelos esforços e constantes incentivo, amor, paciência e compreensão em todos os momentos de privação, que não foram poucos. Sem eles, com certeza, não alcançaria o mesmo resultado.

Aos colegas Lucas da Silva Domingues, Mônica Paula Debortoli, Caroline Gulart, Giuvan Lenz, Juliano Perlin de Ramos, Gerson Dalla Corte, Diego Dalla Faver, Daniel Debona, Nédio Rodrigo Tormen, André Manfio, Felipe Dalla Lana, Francis Maffini, Rafael Gai, Marlon Stefanello, Simone Minuzzi, Leandro Marques, André Ebone, Andreza Bertoldo, Lucas Navarini, Tina e Lúcio e tantos outros que tiveram participação na obtenção deste Título.

Aos amigos Edurado e Vani e “seu” Antão pelo suporte e condução dos trabalhos.

A todos os demais professores, funcionários e alunos da UFSM, que de uma forma ou de outra, contribuíram para a execução e finalização deste trabalho.

EPIGRAFE

“... Se não fosse por constante estímulo e pressão, provavelmente eu ainda estaria fazendo o mínimo necessário como a maioria.

A essa altura, estaria deitado num sofá, vendo televisão, tomando sorvete, comendo batata frita, com uma dor nas costas...”

James C. Hunter

“...O poder pode se comprado e vendido, dado e tirado, já a autoridade – ela é a essência da pessoa, está ligada ao seu caráter”.

“O poder deteriora os relacionamentos, a autoridade o trata como habilidade.”

James C. Hunter

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

EFEITO VARIETAL E DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS NO PATOSSISTEMA SOJA - *Phakopsora pachyrhizi* Sidow

AUTOR: MARCELO GRIPA MADALOSSO
ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN
Local e Data: Santa Maria/RS, 26 de Fevereiro de 2010.

A recomendação técnica para o espaçamento entre linhas de soja a ser praticado na Região Sul do Brasil varia de 20 a 50 cm. Esta recomendação é ampla, visto que diferenças fisiológicas e edafoclimáticas estão em questão no momento da escolha da distância entre linhas. O adensamento precoce de plantas pode estabelecer características diferenciadas que favoreçam a patogênese, reduzam a penetração e cobertura de fungicida, bem como prejudica a expressão fisiológica da planta. Com este trabalho buscou-se avaliar em duas safras, a resposta de cultivares de soja submetidas à diferentes espaçamentos entre linhas e programas de controle sob pressão natural de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow. O trabalho foi realizado em área experimental do Instituto Phytus | Divisão de Pesquisa, no município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul nas safras 07/08 e 08/09. As parcelas principais foram compostas dos espaçamentos entre linhas de 40, 50 e 60 cm, as subparcelas correspondiam as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG e os programas de controle compunham as subsubparcelas. O fungicida utilizado nos tratamentos foi a mistura fungicida (ciproconazol + azoxistrobina) + adjuvante [(0,3) + 0,6 L de p.c.ha⁻¹]. A redução do espaçamento entre linhas permitiu maiores condições para o estabelecimento e progresso da ferrugem asiática para as duas cultivares. Desta forma, os espaçamentos entre linhas de soja de 50 e 60 cm permitiram maior intervalo entre aplicações. No caso de cultivares que possibilitam elevada taxa de progresso da ferrugem asiática, dependem de programas de controle que iniciados no fechamento das entre linhas, exigem uma terceira aplicação de fungicida. A produtividade das duas cultivares foi maximizada com o espaçamento entre linhas de 60 cm, sendo que os legumes com dois grãos correspondem a maior parte contribuinte e estão posicionados no terço médio do perfil da planta. Desta forma, a construção correta de um programa de controle passa pelo espaçamento entre linhas adequado, a cultivar e o conhecimento da epidemiologia da doença.

Palavras-chave: espaçamento entre linhas, componentes da produtividade, ferrugem asiática, programas de controle.

ABSTRACT

Doctor Thesis
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

EFFECT OF VARIETAL AND ROW SPACING ON SOYBEAN - *Phakopsora pachyrhizi* Sidow PATHOSYSTEM

AUTHOR: MARCELO GRIPA MADALOSSO
ADVISOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN
Local and Date: Santa Maria/RS, February 26th, 2010

The technical recommendation for the row spacing of soybean to be practiced in southern Brazil varies from 20 to 50 cm. This recommendation is wide, since climatic and physiological differences are at issue in choosing the distance between lines. The high density of plants may provide different characteristics that favor the pathogenesis, reduce the penetration and coverage of fungicide, as well as affect the physiological plant expression. This study aimed to assess in two seasons, the response of soybean cultivars subjected to different row spacings and control programs under natural pressure of *Phakopsora pachyrhizi* Sidow. The work was carried out at a Phytus Research Institute | Research Division in the Itaara city, central region of Rio Grande do Sul in the crop 07/08 and 08/09. The main plots were composed of the row spacings of 40, 50 and 60 cm, the split plots correspond to the cultivars Asgrow 8000 RG and Asgrow 6001 RG and control programs were the split split plots. The fungicide used were the mixture (azoxystrobin + cyproconazole +) + adjuvant [(0.3) + 0.6 L of pc.ha⁻¹]. The reduction of row spacing allowed more conditions for the establishment and progress of the rust for the two cultivars. Thus, soybean row spacing 50 and 60 cm allowed the greatest range of applications. In the case of cultivars that allow high rate of progress of rust, depend on control programs that start at closing row spacing, require a third application of fungicide. The productivity of two cultivars was maximized with the row spacing of 60 cm, and the pods with two grains correspond to most contribute and are positioned in the middle of the plant. Thus, the correct construction of control program needs to know the suitable row spacing cultivar and the knowledge of the disease epidemiology.

Key words: row spacing, yield components, rust, control programs

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 01 – Dados de precipitação no período de condução dos experimentos. Itaara, 2010.....	30
FIGURA 02 – Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem da soja proposta por Godoy, 2006 utilizada na quantificação de ferrugem nas parcelas para as dez cultivares. Itaara – RS/2010.....	33
FIGURA 03 - Divisão das plantas de soja em três estratos (terço superior, terço médio e terço inferior) por dois planos paralelos ao solo, em relação à estatura da planta. Itaara, 2010.....	35
FIGURA 05 – Gráfico representativo da evolução da ferrugem asiática na cultura da soja na safra 07/08. Itaara, 2010.....	43
FIGURA 06 – Número de total de legumes, legumes com um, dois e três grãos em 10 plantas de soja para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	59
FIGURA 07 – Número de total de legumes por terço em 10 plantas de soja nas testemunhas para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	60
FIGURA 08 – Número de total de legumes por terço de 10 plantas de soja nos tratamentos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	61
FIGURA 09 – Severidade final da doença no terço inferior (%) e número total de legumes no terço inferior para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG em três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	63
FIGURA 10 – Massa de 1000 grãos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	64
FIGURA 11 – Número de total de legumes com um, dois e três grãos por terço de 10 plantas de soja, para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	65
FIGURA 12 – Gráfico representativo da evolução da ferrugem asiática na cultura da soja na safra 08/09. Itaara, 2010.....	66

FIGURA 13 – Número de total de legumes, legumes com um, dois e três grãos em 10 plantas de soja para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	83
FIGURA 14 – Número de total de legumes por terço em 10 plantas de soja nas testemunhas para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	84
FIGURA 15 – Número de total de legumes por terço de 10 plantas de soja nos tratamentos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	86
FIGURA 16 – Severidade final da doença no terço inferior (%) e número total de legumes no terço inferior para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG em três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	87
FIGURA 17 – Massa de 1000 grãos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	88
FIGURA 18 – Número de total de legumes com um, dois e três grãos por terço de 10 plantas de soja, para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	90
TABELA 01 – Relação das cultivares utilizadas no experimento e suas características fenotípicas apresentadas no local do experimento. Itaara, RS/2010.....	30
TABELA 02 – Esquema de distribuição dos tratamentos no campo, obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com parcelas subsubdivididas. Itaara, RS/2010.....	37
TABELA 03 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	40
TABELA 04 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de duas cultivares de soja, safra 07/08. Itaara, 2010.....	41
TABELA 05 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função dos Programas de Controle, safra 07/08. Itaara, 2010.....	42
TABELA 06 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 07/08. Itaara, 2010.....	45
TABELA 07 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.....	46

TABELA 08 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.....	48
TABELA 09 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.....	50
TABELA 10 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja em função de três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.....	51
TABELA 11 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja em função de duas cultivares, safra 07/08. Itaara, 2010.....	52
TABELA 12 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja em função dos Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.....	53
TABELA 13 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 07/08. Itaara, 2010.....	54
TABELA 14 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.....	55
TABELA 15 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.....	56
TABELA 16 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.....	57
TABELA 17 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	68
TABELA 18 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de duas cultivares de soja, safra 08/09. Itaara, 2010.....	69
TABELA 19 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função dos Programas de Controle, safra 08/09. Itaara, 2010.....	70
TABELA 20 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 08/09. Itaara, 2010.....	71
TABELA 21 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.....	73
TABELA 22 – Leituras de taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.....	74

TABELA 23 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.....	75
TABELA 24 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja em função de três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.....	76
TABELA 25 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja em função de duas cultivares, safra 08/09. Itaara, 2010.....	77
TABELA 26 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja em função dos Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.....	78
TABELA 27 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 08/09. Itaara, 2010.....	78
TABELA 28 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.....	79
TABELA 29 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.....	80
TABELA 30 – Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.....	81

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Síntese da Escala Fenológica da Soja elaborada por Walter R. Fehr e Charles Caviness (1977).....	103
APÊNDICE B - Características técnicas das pontas de pulverização utilizadas no trabalho, reproduzidas do catálogo da Teejet®.....	104
APÊNDICE C – Quadro da análise da variância para a análise conjunta dos ensaios da safra 07/08 e 08/09. Itaara, 2010	105
APÊNDICE D - Valores dos quadrados médios para as características fitopatológicas analisadas na safra 07/08. Itaara, 2010.....	106
APÊNDICE E - Valores dos quadrados médios para as características agronômicas analisadas na safra 07/08. Itaara, 2010.....	107
APÊNDICE F - Valores dos quadrados médios para as características fitopatológicas analisadas na safra 08/09. Itaara, 2010.....	108
APÊNDICE G - Valores dos quadrados médios para as características agronômicas analisadas na safra 08/09. Itaara, 2010.....	109

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Custo do dano direto devido às doenças	16
2.2	Espaçamento entre linhas	18
2.2.1	Implicações sobre as doenças	18
2.2.2	Implicações sobre a fisiologia da planta.....	21
2.3	Componentes da produtividade	23
2.4	Ferrugem Asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sidow)	24
2.5	Tecnologia de Aplicação.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Local e instalação	29
3.2	Cultivo e manejo de plantas	30
3.3	Espaçamento e densidade de plantas	31
3.4	Equipamentos e volume de calda	31
3.5	Aplicação dos tratamentos	31
3.6	Avaliações	32
3.6.1	Leituras de severidade, taxa de progresso (<i>r</i>) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD)	32
3.6.2	Componentes da produtividade	34
3.6.3	Produtividade final	35
3.7	Delineamento experimental e análise estatística	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5	CONCLUSÕES	91
6	REFERÊNCIAS	92
7	APÊNDICES	102

1 INTRODUÇÃO

Grande parte das cultivares de soja tem respondido de forma diferenciada quando submetidas às diferentes práticas de manejo, e estão sendo erroneamente cultivadas sob a mesma recomendação. Sistema de cultivo, irrigação, espaçamento entre linhas, densidade de semeadura, etc, são algumas técnicas que interferem diretamente no desempenho de cultivares de soja. Estas últimas, em especial, têm ganhado atenção visto que há diferenças significativas destas relacionadas à fisiologia da planta e a defesa vegetal.

O manejo cultural generalizado a todos os tipos de cultivares tem reduzido o potencial produtivo da cultura. Características fisiológicas principalmente do terço médio e inferior podem estar sendo suprimidas ou pouco exploradas agronomicamente. O auto-sombreamento precoce das folhas do terço médio e principalmente inferior da planta pode acelerar a senescência de folhas, prejudicando o potencial produtivo da cultura (BENINCASA, 1988). Também observado por Taiz e Zeiger (2004), esse sombreamento reduz a fixação de flores e conseqüentemente legumes no perfil da planta. Além disso, a maior duração da umidade retida no interior do dossel permite condições epidemiológicas satisfatórias ao aumento da incidência de doenças (COSTA et al., 2002; BALARDIN, 2005; ALVES et al. 2006)

Madalosso (2007) havia observado o comportamento diferenciado no desempenho de uma mesma cultivar submetidas a três espaçamentos entre linhas em relação aos componentes de produtividade. Para Zobot (2009), foi possível classificar as cultivares de soja em relação ao tipo de plasticidade que podem apresentar em função de práticas de manejo, como densidade de semeadura e/ou espaçamento entre linhas. Cultivares plásticas não apresentam variabilidade de resposta em função das modificações no manejo de densidade e espaçamento entre linhas. As pouco plásticas, respondem a pelo menos umas das práticas, densidade de semeadura ou espaçamento entre linhas específicos, já as não plásticas exigem, tanto densidade de semeadura, quando espaçamento entre linhas específicos, para expressarem seu potencial.

A evolução do melhoramento genético trouxe por objetivo maximizar acima de tudo a produção de grãos. Isso fez com que o germoplasma das cultivares de soja perdesse sua variabilidade genética, deixando para trás características relacionadas à rusticidade da cultura. Desta forma, características importantes como tolerância e/ou resistência a certos patógenos podem ter sua expressão reduzida no genoma das novas cultivares. Com isso, fica clara a importância do posicionamento correto do controle químico, de forma a proteger a planta do desvio de energia decorrente do ataque externo de patógenos. Protegida quimicamente, a planta tem liberdade de expressar todo seu potencial genético, caso comum em cultivares de ciclo precoce ou super precoce com maior sensibilidade à doença (TSCHANZ, 1985).

A resistência genética é a forma mais econômica e eficaz de controle de doenças, entretanto, não há cultivares resistentes para a maioria delas, restando o controle químico como alternativa de manejo de doenças como mancha parda, cretamento foliar de cercospora e principalmente ferrugem asiática (KLINGELFUSS; YORINORI, 2001). Segundo a Embrapa (1997), a incidência de doenças pode variar de ano para ano, dependendo das condições climáticas, suscetibilidade das cultivares e das práticas agronômicas adotadas.

Desta forma, a estruturação de um programa de controle conciso e sedimentado na eficiência do produto utilizado, conhecimento do nível de sensibilidade da cultivar à doença e monitoramento da movimentação do inoculo na região, pode ser o diferencial entre o sucesso e a deficiência de controle. Apesar do fungicida imprimir um residual de controle pré estabelecido, o início correto do programa de controle define grande parte dessa eficiência. O posicionamento incorreto do mesmo pode acarretar perda precoce de residual, seja pelo controle curativo ou erradicante, seja pela entrada precoce o que reduz a cobertura do fungicida no final do ciclo da cultura.

Diante disso, é fundamental que migremos de um raciocínio agrônomo simplista e generalizado, para uma nova ordem de recomendação, onde o foco é o comportamento da cultivar específica para uma microrregião definida. Levando em consideração fatores que visam o máximo de expressão do potencial genético da cultivar, como arquitetura de planta, IAF, arranjo de plantas (densidade e espaçamento entre linhas) ajustado a cada material, MID,

MIP e MIE. Desta forma, o caminho para elevarmos as médias de produtividades para patamares superiores a 4000Kg.ha⁻¹ (CESB), passa de uma condição utópica para uma questão de correta difusão de tecnologia.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da alteração do espaçamento entre linhas sobre as cultivares, patossistema soja – *Phakopsora pachyrhizi*, eficácia do fungicida, componentes e produtividade final da cultura. A partir dessas variações buscou-se equalizar o espaçamento entre linhas adequado ao manejo integrado da ferrugem da soja, de sorte a reduzir o dano provocado pelo processo da patogênese, maximizar a penetração e cobertura de produto, bem como favorecer a expressão fisiológica das cultivares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Custo do dano direto devido às doenças

Alguns elementos peculiares à cultura da soja fazem com que as doenças assumam dimensão significativa. O cultivo de um número de cultivares proporcionalmente reduzido em relação à área plantada com soja aumenta a probabilidade de ocorrência de epidemias devido ao crescente volume de inóculo. A falta de relação entre a resistência genética do germoplasma de soja e a capacidade de resposta das cultivares ao controle químico demonstra que determinados fatores genéticos podem estar atuando, tanto ao nível de rusticidade como de tolerância, em cada cultivar de soja. Neste caso, além do benefício direto associado ao controle de doenças, a aplicação de fungicidas mostra-se igualmente relacionada aos fatores de produção de cada cultivar.

O dano devido à incidência de doenças pode comprometer até aproximadamente 20% do rendimento (WRATHER *et al.*, 2010). Na atualidade, indubitavelmente, a ferrugem asiática da soja é uma das doenças com maior potencial de dano, devido a sua alta virulência e velocidade disseminação (ANDRADE; ANDRADE, 2002). Os maiores danos são observados quando a

ferrugem asiática atinge grandes percentuais de severidade, capazes de promover a desfolha precoce das plantas de soja e provocar o abortamento e queda das legumes (YORINORI et al., 2003). Seus danos são relativos principalmente à redução do número de legumes e massa de grãos por planta, notam-se também reduções no conteúdo de óleo, porém sem decréscimos nos teores de proteína.

Ao contrário da ferrugem, outras doenças estão constantemente presentes principalmente no final ciclo da cultura, seus requisitos epidemiológicos são mais específicos, tornando a formação do processo de epidemia muito restrito às regiões onde apresentam esses fatores edafoclimáticos. Segundo Sinclair (1999), a redução no rendimento de cultivares suscetíveis, devido à *Microsphaera diffusa* varia entre 10 a 35%. *Cercospora kikuchii* pode atacar toda a parte aérea da planta podendo reduzir o rendimento entre 15% e 30% além de depreciar a qualidade da semente (RUPE, 1999). As perdas anuais devido ao crestamento foliar de cercospora têm se situado em torno de 7% (WRATHER et al., 2010). Danos causados por *S. glycines* são normalmente subestimados devido à atribuição errônea da coloração marrom das folhas à senescência normal das mesmas, mas, em condições favoráveis ao desenvolvimento deste fungo, as perdas podem alcançar 25% (LIM, 1989; YORINORI, 1998) até 34% (LIM, 1989). Manandhar; Hartman (1999) concluíram que *Colletotrichum truncatum* reduz a população de plantas, a qualidade das sementes, e o rendimento em 16 a 26% (Estados Unidos), 30 a 50% (Tailândia), e até 100% (Brasil e Índia).

A proporção dos danos devido às doenças da soja são dependentes principalmente das condições climáticas inerentes a cada região de cultivo. No mundo, são relatadas perdas em diversos países produtores, que segundo Hartman et al. (1999), perfazem 10 a 90 % na Índia e Austrália, 10 a 50 % na China, 20 a 90 % em Taiwan e 40 % no Japão.

Alguns fatores tem sido relatados como fundamentais no incremento da expressão de doenças na cultura da soja como: rotação de culturas limitada pelas alternativas de mercado, limitações na aplicação adequada de agrotóxicos, manejo cultural voltado primordialmente para a produtividade, limitações mecânicas de equipamentos como semeadoras e pulverizadores utilizados nas diversas atividades do cultivo, dificuldades econômicas na

manutenção de uma correta adubação, necessidade econômica de maximizar a utilização da terra impondo cultivos intensivos e conseqüentemente a redução de ciclo e a necessidade de maior intensidade de operações de produção e ainda redução significativa na rusticidade dos novos cultivares altamente produtivos e especializados.

2.2 Espaçamento entre linhas

De acordo com as indicações técnicas para o cultivo da soja na região sul do Brasil, o espaçamento entre linhas de soja a ser praticado varia de 20 a 50 cm (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2007). Esta recomendação é um tanto ampla, visto que diferenças fisiológicas e edafoclimáticas estão em questão no momento da escolha da distância entre linhas. Apesar de existir um número grande de trabalhos sobre o assunto, ainda é insuficiente o volume e principalmente a consistência das informações geradas sobre o arranjo de plantas na lavoura, levando em consideração a diversidade varietal. A escolha do genótipo utilizado passa a ser preponderante para definição do arranjo de plantas na área, levando em conta que algumas cultivares respondem ao adensamento e outras não (DUTRA et al., 2007). Norsworthy e Shipe, (2005), ratificam essa informação salientando a necessidade de se agrupar genótipos que respondem ou não ao aumento do espaçamento, otimizando o potencial da cultivar.

2.2.1 Implicações sobre as doenças

Para Elmore (2004) a redução no espaçamento de 50 cm para 25 cm, trouxe incremento de produtividade para cultivares indeterminadas nos Estados Unidos, condicionado pelas cultivares diferentes e ausência de doenças. Além disso, o autor ainda menciona que em condições de estresse hídrico, o adensamento de plantas pode ser um fator prejudicial ao rendimento de grãos.

O estreitamento das entre linhas pode estabelecer características diferenciadas do ponto de vista da patogênese, tecnologia de aplicação e

fisiologia da planta. Heiffig et al. (2006) ressaltaram que o rápido fechamento nas entrelinhas estabelece condições de menor circulação de ar e maior umidade, o que pode favorecer a incidência de doenças. Os mesmos autores mencionam que o benefício do adensamento de plantas se dá em relação à competição com as plantas daninhas presentes na área. Além disso, pode proporcionar um abrigo pela área foliar, favorecendo o ataque de insetos desfolhadores na cultura (MAYSE, 1978)

Para Bonini (2000), não só as adversidades climáticas, mas também a ocorrência de doenças na cultura da soja contribuem para redução no potencial produtivo. Doenças como mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e mais recentemente a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) são exemplos de patógenos que se beneficiam com o adensamento de plantas (ELMORE (2004); LEE et al. (2003); EMBRAPA (2006) e MADALOSSO et al. (2006)).

A condição mais favorável para patogênese se estabelece principalmente no terço inferior pelo microclima formado abaixo da camada de folhas, onde a temperatura sofre menores alterações e o orvalho tem sua evaporação retardada, determinando um tempo de molhamento foliar superior a 10 horas por dia, ideal para a germinação e infecção do esporo (BALARDIN, 2002). Costa et al. (2002), reafirma que a cobertura do solo mais rápida pelo menor espaçamento proporciona maior umidade no interior do dossel culminando em aumento da doença. Debortoli et al. (2006) verificaram diferenças de produtividade superior a 1 ton.ha⁻¹ quando a pressão de ferrugem asiática foi maior no espaçamento de 30 cm em relação ao de 45 cm

Reis (2004) e Villar et al. (2004) ratificam complementando que em temperatura superior a 28^oC, ambiente seco, baixa umidade relativa do ar e, conseqüentemente, baixo molhamento foliar, a taxa de progresso da doença é retardada significativamente. Sentelhas et al. (1993) avaliaram as condições de microclima em trigo em dois anos, diferentes densidade e condições de irrigação; os mesmos observaram que a irrigação, principalmente a realizada por aspersão, normalmente induz alterações microclimáticas na cultura, em especial na temperatura, umidade e do período de molhamento. Esses parâmetros são fundamentais nos processos epidemiológicos e foram afetados pelo adensamento da cultura (BLAD et al., 1978; SUTTON et al., 1984; PEDRO

JR., 1989). Além disso, a água aplicada por aspersão, não somente provoca alterações no microclima, como supre a umidade requerida para a infecção (germinação e penetração) de numerosos patógenos, favorecendo também a dispersão dos esporos, através dos respingos para outras plantas (MENZIES, 1967).

Blad et al. (1978) ainda observaram que em ano de pouca precipitação, as taxas de crescimento de oídio foram bastante influenciadas pela densidade da cultura e pela irrigação, tendo as alterações microclimáticas modificado o progresso do oídio. Desta forma, a irrigação e a densidade de semeadura apresentaram uma influência progressiva nas taxas de crescimento, ou seja, do tratamento sem irrigação e menos denso para o irrigado e mais denso. Por fim, os autores concluíram que tanto a irrigação por aspersão como a densidade de semeadura provocaram alterações no microclima e influenciaram o desenvolvimento de helmintosporiose e de oídio do trigo.

Monteiro (2002) também trabalhando com parâmetros microclimáticos, identificou um período bastante favorável à ocorrência da infecção de ramulose no algodoeiro. No trabalho, uma avaliação realizada aos 30 dias após emergência (DAE) nas densidades de 5, 10 e 15 plantas por metro a duração do molhamento foi, em média, de 9,4, 10,2 e 11,7h, respectivamente. Aos 45 DAE, esses valores passaram para 11,2, 12,3 e 13,6h, nas mesmas densidades, respectivamente. As condições precederam um explosivo aumento de incidência da doença, próximo aos 87 DAE, que se caracterizou por um período com temperaturas noturnas menores que 14°C, que aumenta o grau de predisposição do algodoeiro às doenças seguido de dias com elevada umidade relativa do ar e molhamento foliar.

Outro ponto relevante diz respeito à tecnologia de aplicação e por conseguinte a eficácia de controle da doença. Estes pontos estão diretamente associados à quantidade de ingrediente ativo que chega em todo dossel das plantas. Segundo Azevedo (2003), a eficácia da tecnologia de aplicação para o controle de doenças é determinada pelo número e o tamanho de gotas por cm² que chegam ao alvo biológico. Para tanto, parâmetros como penetração e cobertura de toda planta principalmente no terço inferior, local de início da patogênese, são fundamentais. Desta forma, a redução no espaçamento entre linhas de soja acarreta aumento do número de folhas por m², com prejuízo à

penetração e cobertura do fungicida, comprometendo a eficácia de controle químico.

O fato do espaçamento entre linhas maximizar a retenção do fungicida, evidencia a importância da interação do manejo fitotécnico, controle químico das doenças e a tecnologia utilizada na aplicação para o controle de doenças e redução da desfolha precoce. Uma alternativa para facilitar a penetração e cobertura no interior do dossel da cultura, é expor toda folhagem à interceptação das gotas (MADALOSSO et al., 2006).

Para Madalosso (2007), o afastamento das entre linhas da cultura maximizou a eficiência de todas as pontas de pulverização, já que as mesmas obtiveram desempenhos inferiores nos espaçamentos menores que 60 cm. O mesmo autor observou condições diferenciadas no estabelecimento e quantidade final de doença em três espaçamentos, apresentado pela AACPD. Três aplicações de fungicida não foram suficientes para reduzir a AACPD no espaçamento de 30 cm, em relação aos 45 e 60 cm estudados. Uma única aplicação de fungicida, somente reduziu a AACPD, para o maior espaçamento.

2.2.2 Implicações sobre a fisiologia da planta

A produção de grãos de soja é função da taxa fotossintética do dossel. Esta, por sua vez, depende da quantidade de radiação solar interceptada e alcança o máximo, em torno de 95 % de interceptação (RODRIGUES et al., 2002).

A maior exposição da folhagem da planta à radiação solar promove uma condição privilegiada de atividade fotossintética em todo dossel. Elmore (2004), ressalta que a interceptação de radiação é maximizada em espaçamentos eqüidistantes entre plantas, resultando em maiores produtividades na cultura da soja pelo melhor aproveitamento da luz. Entretanto, segundo Benincasa (1988), com o crescimento e desenvolvimento das plantas aumenta-se o autosombreamento das folhas inferiores e a tendência é diminuir a área foliar a partir de certo período por indução à senescência destas folhas.

Além disso, as folhas baixas sombreadas diminuem sua atividade fotossintética, reduzindo a produção de fotoassimilados (sacarose) e respiração

celular, não produzindo energia necessária para absorção de nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004). Ao exemplo do nitrogênio, a redução do nitrato requer alta disponibilidade de luz, por isso, quando as plantas são submetidas a longos períodos de baixa intensidade luminosa, é possível observar nelas sintomas de deficiência nutricional (FLOSS, 2004).

Para o autor a velocidade de envelhecimento das células é influenciada pela redução na incidência de luz desencadeando uma cascata de processos fisiológicos que irão culminar em abscisão da folha. Um destes componentes é o fitocromo, polipeptídeo responsável pela percepção da luz. Basicamente apresenta duas formas, uma mais estável, a forma inativa e a outra mais instável e ativa, desse modo os fitocromos podem funcionar como “interruptores biológicos”, ativando e desativando reações.

A molécula de fitocromo pode se apresentar de duas formas interconversíveis, isto é, que podem transformar-se uma na outra e vice-versa: o fitocromo inativo (Fv) e o fitocromo ativo (Fve). A forma inativa transforma-se na forma ativa quando absorve luz vermelha no comprimento de onda em torno de 660 nm, já a forma ativa transforma-se na forma inativa quando absorve luz vermelho-extremo de comprimento de onda em torno de 730 nm. No período da noite a forma ativa converte-se espontaneamente em inativa (reversão no escuro), havendo um predomínio deste no período de escuro. Com o sombreamento do tecido foliar há uma redução da percepção da radiação, provocando a inativação do fitocromo. A alta concentração de fitocromo inativo promove a expressão de genes que conduzem a redistribuição de hormônios como a citocinina, auxina e síntese do ácido abscísico, ocorrendo aumento na concentração de etileno sensibilizando a camada de abscisão (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Anteriormente à senescência, as concentrações de citocinina e o fluxo de auxina produzida pelo limbo foliar para o caule é constante e mantém insensível a camada de abscisão. A partir do momento em que esse gradiente é interrompido, a camada de abscisão torna-se sensível ao etileno endógeno. Com esse novo arranjo hormonal, as células dessa camada se tornam morfológica e bioquimicamente diferenciadas sintetizando e secretando enzimas em vesículas pelo Complexo de Golgi que irão degradar estas células (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A primeira enzima é a clorofilase, que promove a degradação da clorofila causando o amarelecimento das folhas. Segunda é a celulase, que hidrolisa a celulose da parede celular das células da camada de separação do pecíolo, e a terceira é a poligaracturonase (um tipo de pectinase) que catalisa as substâncias degradadas da parede celular. Com isso, há uma desestruturação das células de inserção da folha, vindo a cair pelo vento ou pelo seu próprio peso (FLOSS, 2004). Do ponto de vista produtivo, quanto mais cedo ocorre a desfolha menor será o tamanho de grãos e, conseqüentemente, maior o dano na produtividade e na qualidade de grãos (YORINORI, 2004).

2.3 Componentes da produtividade

Grande parte da literatura menciona o número de legumes por planta, número de grãos por legumes e peso médio de grãos como os principais componentes da produtividade. Segundo Rambo et al. (2002) a maior contribuição para produtividade de grãos da soja é dada pelos terços mediano e superior da planta, com maior presença de estruturas reprodutivas.

O número de legumes é determinado pelo balanço entre a produção de flores por planta e a proporção desta que se desenvolvem até legumes (NAVARRO JÚNIOR et al., 2002). O número de grãos por legume tem um grande domínio genético pelo fato de que a maioria das cultivares modernas são selecionadas para formar três óvulos por legume (MCBLAIN; HUME, 1981); portanto, sendo pouco influenciado pelas mudanças climáticas, diferentemente das variações no número de legumes na planta (KANTOLIC; CARMONA, 2006). Da mesma forma, o peso médio de grãos também é determinado geneticamente (PANDEY; TORRIE, 1973). Contudo, tem sido observada na literatura que a expressão genética destes componentes vem sendo influenciada diretamente por fatores bióticos e abióticos.

Em soja um elevado número de flores e legumes é abortado naturalmente, representando uma porção da produtividade a ser explorada (NONOKAWA et. al., 2007). Para o autor, a deficiência de hormônios como a citocinina endógena pode fazer parte deste complexo. No entanto, Taiz e Zeiger (2004) ressaltam que o sombreamento das folhas inferiores pode levar

ao abortamento de flores na fase reprodutiva da cultura pela redução na absorção de CO₂ e conseqüentemente atividade fotossintética da planta. Para Weibold (1990), a baixa disponibilidade de nutrientes e fotoassimilados destinados a esses legumes podem estar envolvidos na queda precoce dos mesmos. Carpenter e Board (1997) observaram que as variações no rendimento decorrente da variação na população de plantas foi devido a alterações no número de legumes por planta, mesma observação de Marques (1981).

Para Kantolic e Carmona (2006) a diferença entre o número de legumes se deve à deficiência na distribuição de carboidratos pela redução da radiação solar incidente. Da mesma forma, estresses climáticos em estádios críticos, podem reduzir o número de legumes por nó através do abortamento de flores nas ramificações, setores medianos e inferiores do dossel. Lamego et al. (2004), trabalhando com competição com plantas daninhas, ratifica que o acúmulo de legumes foi o mais responsivo a alterações causadas por esse tipo de estresse, inclusive essa magnitude variou entre cultivares.

Madalosso (2007) observou uma redução significativa nos componentes do rendimento da soja ocorrido pela redução do espaçamento entre linhas, acelerando o sombreamento precoce do terço inferior do dossel. Da mesma forma, Parcianello et al. (2004), corrobora desta afirmação concluindo que o aumento na incidência de luz no interior do dossel possibilitou a fixação das legumes em seu estudo.

2.4 Ferrugem Asiática da Soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow)

A ferrugem da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, classe Basidiomiceto. Foi descrito pela primeira vez no Japão em 1902. Em 1914 surgiu em caráter epidêmico em vários países no sudoeste da Ásia, e em 1976, foi descrita em Porto Rico (VAKILI & BROMFIELD, 1976). Em janeiro de 1998 foi constatado em Uganda, Kenia e Ruanda, e em março de 2001 foi detectado na África do Sul, tendo atingido caráter epidêmico em 2002.

No continente Sul-americano foi descrito pela primeira vez no Brasil em 1979, no município de Lavras (MG) (Deslandes, 1979). No entanto, foi motivo de grande preocupação a partir da safra 2001/2002, onde no Paraguai causou danos de até 50%, em áreas não protegidas (MOREL et al., 2009). Nesta safra também foi observado focos no Brasil, contudo as maiores perdas foram verificadas nas safras seguinte. Em 2002 a doença foi detectada na Argentina, em 2003 na Bolívia, e em 2004 no Uruguai, Colômbia e Estados Unidos.

A redução na produtividade devido à ferrugem da soja pode atingir níveis superiores a 75% (YORINORI, 2003). Danos são associados à redução no número de legumes, número de grãos cheios, peso de grãos. Também pode ocorrer redução no teor de óleo no grão (OGLE et al. 1979).

Os sintomas da doença são verificados em todas as partes áreas da planta, sendo mais comuns nas folhas. Iniciam como pequenas pontuações de coloração castanho-clara a marrom com cerca de 0,5 mm² a 1 mm². Com o aumento no número de pústulas e devido à coalescência das lesões pode causar crestamento foliar, semelhante ao crestamento causado por cercospora, mancha parda ou bactéria. Na medida em que este processo se acentua é possível observar amarelecimento foliar seguido de queda prematura de folhas.

As lesões foliares podem apresentar coloração castanho clara (TAN), com abundante esporulação durante várias semanas, ou coloração castanho avermelhada (RB). As lesões RB têm sido encontradas em genótipos com maior expressão de resistência parcial (hipersensibilidade).

A esporulação do fungo é observada, predominantemente na face abaxial da folha, podendo em condições de alta umidade ser verificada na face adaxial. Com as condições climáticas favoráveis, novas pústulas podem se formar ao redor das primeiras pústulas levando a uma coalescência das lesões.

A amplitude térmica noturna/diurna entre 18 e 26°C acompanhada de precipitações freqüentes são fundamentais para a dispersão do patógeno, bem como desenvolvimento de uma epidemia severa. A disponibilidade de água livre sobre a superfície foliar é essencial para que a infecção ocorra, necessitando de um período mínimo de aproximadamente 6 h/dia para a germinação do uredosporo, formação de apressório e penetração no tecido foliar. Nestas condições é possível observar a formação de pústulas a partir de

sete dias após a inoculação de patógeno, dependendo da cultivar (BALARDIN, 2005).

As correntes aéreas são associadas à dispersão de *Phakopsora pachyrhizi* a longas distâncias, podendo alcançar a taxa de 1 m/dia. Entretanto, além disso a sobrevivência do patógeno em plantas voluntárias ou em cultivos irrigados na entressafra com controle inadequado, pode contribuir para manter os níveis de inoculo elevados, favorecendo para a ocorrência da doença precocemente. Quando os períodos de entressafra são desfavoráveis a sobrevivência do patógeno, como formação de geadas no Sul do Brasil, a redução no número e diversidade de plantas hospedeiras pode acarretar redução no inoculo, refletindo na diminuição da taxa de progresso inicial de epidemias. Apesar da sobrevivência do patógeno tem sido verificada mesmo em condições de temperaturas baixas, bem como adaptado até latitudes 34S, não têm sido suficientes para eliminar o fungo (ALVES et al., 2006).

Sob condições de regime hídrico freqüente, a doença dissemina-se rapidamente por toda a área. Tal velocidade deve-se à dispersão aérea dos uredosporos do fungo. Correntes aéreas são associadas à dispersão de *Phakopsora pachyrhizi* à longa distância, conforme Caldwell e McLaren(2004), que atribuíram a este fenômeno a chegada do inóculo ao continente africano.

2.5 Tecnologia de Aplicação

A eficácia no controle de doenças está associada principalmente à quantidade de ingrediente ativo que chega no dossel das plantas. Embora as perdas de eficiência na pulverização de fungicidas estejam relacionadas a vários fatores, como temperatura do ar elevadas, baixa umidade relativa do ar, velocidade excessiva do vento, pontas de pulverização, pressão de trabalho, entre outros. Segundo Azevedo (2001), a eficácia da tecnologia de aplicação para o controle de doenças é determinada pelo número e o tamanho de gotas por cm² que chegam ao alvo biológico. A associação entre a tecnologia de aplicação de fungicidas e o manejo fitotécnico pode proporcionar maior eficiência do manejo fitossanitário. Madalosso (2007) trabalhou com três espaçamentos entre linhas de soja e observou condições acentuadas no

estabelecimento e quantidade final de doença (AACPD) em espaçamentos menores.

A interação entre o manejo fitotécnico, controle químico de doenças e tecnologia de aplicação apresentam influência direta na eficácia dos fungicidas. Pontas de pulverização são componentes fundamentais em um pulverizador, pois estão diretamente relacionadas com a qualidade da pulverização, já que condicionam a vazão, o tamanho de gotas produzidas, o padrão de distribuição das mesmas, a pressão de trabalho e a velocidade de aplicação.

A utilização de pontas com diferentes espectros de pulverização proporcionam comportamentos distintos de penetração e cobertura de toda planta, principalmente no terço inferior, local de início da patogênese. Neste caso, a adequação da ponta de pulverização em diferentes momentos de aplicação, considerando o sistema de cultivo, o estágio de desenvolvimento da cultura e a patogênese, possibilita a maximização do residual do produto.

A penetração e cobertura do fungicida são maiores quando se utiliza pontas de pulverização com produção de gotas médias a finas (entre 120 e 250 μm), caso das pontas cone vazio e duplo leque. Pontas que produzem gotas com espectro acima disso, encontram dificuldade física de penetração e, por conseguinte, cobertura do terço médio e inferior da planta pelo efeito “guarda-chuva” da densa área foliar.

Uma alternativa para facilitar a penetração e cobertura no interior do dossel da cultura, é expor toda folhagem à interceptação das gotas. Para Madalosso (2007), o afastamento das entre linhas da cultura maximizou a eficiência de todas as pontas de pulverização, já que as mesmas obtiveram desempenhos inferiores nos espaçamentos menores que 60 cm.

O fato do espaçamento entre linhas propiciar aumento na retenção do fungicida evidencia a importância da interação entre o manejo fitotécnico, o controle químico das doenças e a tecnologia utilizada na aplicação. Assim, quanto melhor a tecnologia empregada na aplicação, favorecendo a distribuição do produto sobre o alvo definido, maior a probabilidade de se obter uma resposta positiva ao controle químico.

O sucesso do controle químico de doenças depende também da fase em que se encontra a patogênese e a que pressão de inóculo o fungicida é

submetido. Quando a aplicação do fungicida ocorre antes do contato entre patógeno e hospedeiro, constitui-se em aplicação preventiva. O controle curativo é aquele realizado entre o contato patógeno-hospedeiro e o início da esporulação do fungo. Já o controle executado após o início da esporulação do fungo constitui-se em erradicante ou anti-esporulante. O posicionamento do controle de modo curativo ou erradicante determina a menor eficiência do ingrediente ativo, bem como menor período residual de controle, quando comparados às aplicações preventivas.

Resultados obtidos por Andrade e Andrade (2002), com controle químico da ferrugem asiática, mostraram que um atraso de sete dias na aplicação do fungicida, após a detecção da doença, é suficiente para um aumento de cerca de 82% de desfolha, em relação às parcelas submetidas ao tratamento fungicida efetuado quando do aparecimento da doença. Quando esse atraso no início da pulverização foi de 14 dias, a desfolha aumentou em 155%.

A aplicação de fungicidas de forma curativa afeta a eficácia do controle, ocorrem reduções na severidade da doença e no progresso da ferrugem, porém com eficiência comprometida quando se consideram aplicações realizadas a partir do terceiro dia após a inoculação. Azevedo (2001) relata o efeito curativo erradicante mais pronunciado dos fungicidas sistêmicos nas primeiras 48 a 72 horas após a infecção dos patógenos. Também foi verificada diferença de controle entre ativos, sendo mais evidentes quando a aplicação ocorreu de forma curativa/erradicante. Acredita-se, que esta diferença esteja relacionada com a eficiência de inibição da colonização dos tecidos foliares, ou mesmo devido ao efeito fungistático imposto pelo fungicida.

Segundo Ugalde, (2005) o controle preventivo confere maior período de residual efetivo quando inoculações de *Phakopsora pachyrhizi* são realizadas duas horas após as aplicações. Os tratamentos cujas inoculações foram realizadas aos 10 e 14 dias após as aplicações da mistura de ativos, ainda mantiveram valores elevados de residual efetivo, superiores a quatro e três semanas, respectivamente. O término do período residual efetivo pôde ser notado em inoculações realizadas a partir dos 42 dias após a aplicação do ativo. O mesmo autor verificou que a mistura estrobilurina + triazol, apresentou maior efeito protetor, nas aplicações preventivas, do que os componentes em

separado. Resultados semelhantes foram obtidos por Andrade e Andrade (2002), Soares et al. (2004) e Balardin (2005), que verificaram maiores percentuais de controle, com a utilização de misturas de estrobilurina + triazol, em aplicações de forma preventiva.

O primeiro é composto pelo grupo químico das estrubilurinas, que apresentam alta afinidade com a superfície foliar podendo ser absorvidas pela camada de cera, formando depósitos na superfície do órgão suscetível. Posteriormente o produto pode ser lentamente redistribuído na superfície da planta por sua fase de vapor (BARTLETT et al., 2002; REIS et al., 2004). O segundo contempla os triazóis, grupo químico com boa mobilidade xilemática, entretanto como o fluxo do xilema é acropetal, as folhas abaixo do depósito do fungicida não receberão a redistribuição do ativo (BUTZEM, et al. 2005). Além disso, a sistemicidade xilemática depende diretamente do fluxo de transpiração pelo carregamento de ativos, bem como regulando abertura e fechamento estomático. Portanto, fatores que afetam a transpiração da planta afetam diretamente o movimento de produtos no seu interior.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e instalação

O trabalho foi conduzido na área experimental do Instituto Phytus|Divisão de Pesquisa no município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul, latitude 29^o35', longitude 53^o48' e altitude de 444m. A instalação do mesmo ocorreu nos estádios iniciais da cultura nas safras agrícolas de 2007/2008 e 2008/2009. Para tal utilizou-se de estacas de madeira identificadas com números (tratamentos) e letras (repetições).

Os dados de precipitação para o local no período de condução dos experimentos estão apresentados na Figura 01.

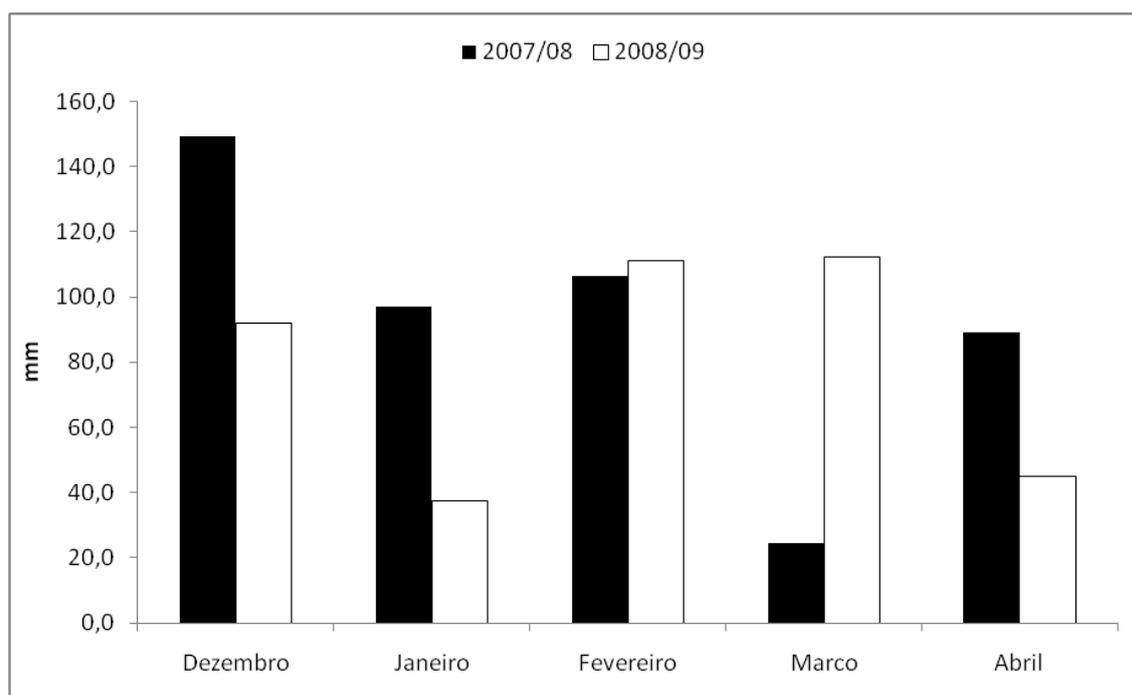


Figura 01 – Dados de precipitação no período de condução dos experimentos. Itaara, 2010.

3.2 Cultivo e manejo das plantas

As cultivares de soja utilizadas no trabalho foram Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG (Tabela 01). Suas sementes foram previamente tratadas com Fipronil (250 g.L^{-1}) e Carbendazin + Thiram (15% + 35%), na dose de $200 \text{ ml.100 kg}^{-1}$ de semente e homogeneizadas utilizando um tambor rotativo com eixo excêntrico.

Tabela 01 – Relação das cultivares utilizadas no experimento e suas características fenotípicas apresentadas no local do experimento. Itaara, RS/2010.

Cultivares	Ciclo	Cor da Flor	Pubescência	Acamamento	Habito de crescimento
Asgrow 6001	Precoce (127 dias)	Branca	Cinza	Moderado	Determinado
Asgrow 8000 RG	Médio (140 dias)	Roxa	Cinza	Moderado	Determinado

As sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (225 ml.50kg^{-1} de semente) na linha de plantio e semeados em diferentes espaçamentos. Foi utilizado 240 kg.ha^{-1} da fórmula 3-24-18 (N-P-K)

na adubação de base. Para evitar o contato direto da semente com as partículas do fertilizante, estas foram dispostas a três cm de profundidade e o último a 15 cm.

A cultura foi estabelecida em área de cultivo sob sistema de semeadura direta, sucedendo a cultura do trigo. A área do experimento foi dessecada com 2,5 L.ha⁻¹ do herbicida glifosato (480 g.l⁻¹), e os demais tratamentos necessários para a proteção da cultura da soja foram realizados conforme as recomendações com exceção da aplicação de fungicidas.

O acompanhamento dos principais estádios fenológicos das plantas de soja acompanhou a Escala Fenológica da Soja elaborada por Fehr, W. R. Caviness, C. E. (1977) (Apêndice A).

3.3 Espaçamentos e densidade de plantas

As linhas de semeadura foram espaçadas em 40, 50 e 60 cm e a densidade de plantas, de 30 pl.m⁻², foi mantida homogênea em todos os espaçamentos. Para isso foi realizado o desbaste manual no número de plantas na linha, restando 12 pl.m⁻¹, 15 pl.m⁻¹ e 18 pl.m⁻¹ respectivamente.

3.4 Equipamentos e volume de calda

As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido à CO₂, com barra de aplicação dotada de quatro pontas de pulverização. Foram utilizadas pontas de jato leque plano de uso ampliado (XR 11002) a uma pressão de 103 kPa. A pressão seguiu a recomendação da Spraying Systems Co., com o objetivo de distribuir uma vazão de 152 L.ha⁻¹. As características técnicas das mesmas são apresentadas no Apêndice B.

3.5 Aplicação dos tratamentos

As parcelas principais foram compostas dos espaçamentos entre linhas de 40, 50 e 60 cm, as subparcelas correspondiam as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG e os Programas de Controle (PC) compunham as subsubparcelas desenvolvidos através do ajustamento do número de aplicações com os estádios fenológicos da cultura (FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E., 1977).

PC1 – Fechamento das entre linhas seguido de segunda aplicação aos 25 Dias Após Aplicação,

PC2 – R1 e segunda aplicação aos 25 DAA,

PC3 – Fechamento das entre linhas e segunda aplicação aos 20 DAA

PC4 – R1 e segunda aplicação aos 20 DAA.

Foi utilizado a mistura fungicida Ciproconazole + Azoxistrobina + Adjuvante ($0,3 \text{ L.ha}^{-1} + 0,6 \text{ L.ha}^{-1}$), aplicado em toda área do experimento de acordo com cada tratamento, exceto nas testemunhas.

3.6 Avaliações

3.6.1 Leituras de severidade, taxa de progresso da doença (r) e Área abaixo da Curva de Progresso da Doença – AACPD

A ocorrência de *Phakopsora pachyrhizi* se deu de forma natural em toda a área do experimento e uniformemente distribuída em todas as cultivares nas duas safras. A patometria utilizada foi baseada em escala proposta por Godoy et al. (2006) (Figura 02), que atribui notas visuais após leitura de área foliar com sintomas típicos da doença.

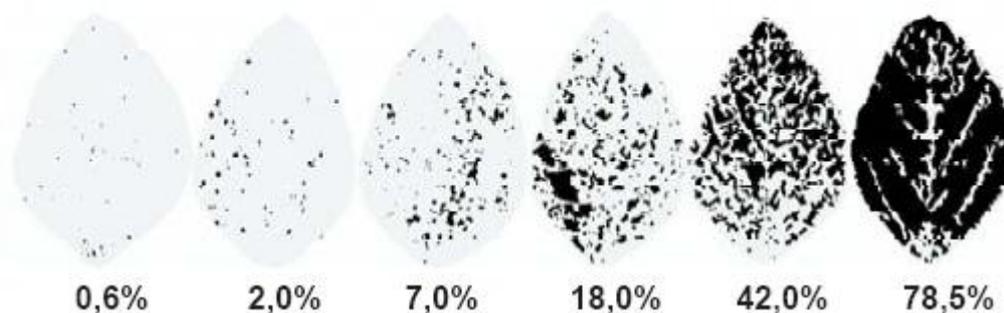


Figura 02 – Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem da soja proposta por Godoy, 2006 utilizada na quantificação de ferrugem nas parcelas para as dez cultivares. Itaara – RS/2010.

O estabelecimento da doença ocorreu primeiramente na metade inferior das plantas de soja, onde as condições epidemiológicas aliadas a dificuldade de controle, fazem com que a quantidade de doença seja maior. Como consequência da evolução da infecção, a metade superior é atacada posteriormente, podendo resultar em uma leitura de severidade distorcida quando realizada na parcela, prejudicando o efeito do tratamento.

Desta forma, uma melhor descrição dos valores foi obtida com a divisão do perfil da planta de soja em duas metades (metade superior e inferior) no momento da leitura de severidade. As notas individuais atribuídas a cada metade foram corrigidas matematicamente, conferindo-lhes diferentes pesos, gerando uma nota final de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Severidade} = (\text{severidade inferior} \cdot 0,35) + (\text{severidade superior} \cdot 0,65) \quad (1)$$

De posse desses dados, foi possível calcular a taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).

A taxa de progresso da doença (r) foi calculada com base no modelo logístico que descreve a epidemia com mais propriedade (CAMPBELL; MADDEN, 1990):

$$r = (1/t) \ln (X/X_0) \quad (2)$$

Sendo:

r = taxa de progresso;

t = tempo decorrente entre a primeira e a última avaliação (dias);

ln = logaritmo natural;

X = severidade da doença na última avaliação (%);

X₀ = severidade da doença na primeira avaliação (%).

A Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), que permite uma avaliação mais estável, e menos afetada pelo tempo de análise e variações ambientais, foi usada como descritor de uma epidemia (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

$$AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i) \times 0,5] \times (T_{i+1} - T_i) \quad (3)$$

Sendo:

Y_i: severidade da doença na época de avaliação i (i= 1, ..., n)

Y_{i+1}: severidade da doença na época de avaliação i + 1

T_i: época da avaliação i, que geralmente se considera o número de dias após a emergência das plantas.

T_{i+1}: época da avaliação i + 1

n = nº de observações

3.6.2 Componentes da produtividade

Na fase de maturidade fisiológica (R8), foram coletadas 10 plantas por subsubparcela (RAMBO et al. (2003); LAMEGO et al. (2004); PASSOS et al., (2008)), identificadas e acondicionadas em sacos de papel para evitar a retenção de umidade no material. Logo após foram levadas a uma sala onde se deu a avaliação dos componentes estudados.

Cada planta foi fragmentada por dois planos paralelos ao solo nos terços inferior, mediano e superior, de onde foram extraídos os componentes que fazem parte da produção de grãos (Figura 03).

O número total de legumes foi determinado através da contagem direta de todos os legumes com grãos formados pela planta e por terço;

O número de legumes com um, dois e três grãos foram obtidos pela contagem direta dos mesmos, retirados dos legumes previamente separados pela quantidade de grãos na planta e por terço;

A determinação da massa de 1000 grãos foi realizada através de um contador eletrônico digital com erro de 0,1%. Posteriormente realizada a pesagem e uma balança com precisão de centésimos de grama.

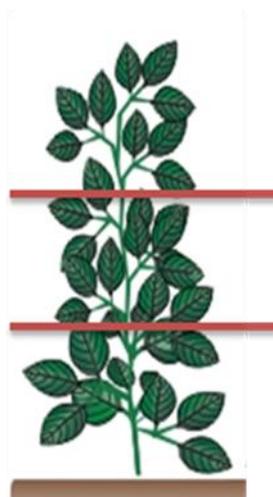


Figura 03 - Esquema de divisão das plantas de soja em três estratos (terço superior, terço médio e terço inferior) por dois planos paralelos ao solo, em relação à estatura da planta.

3.6.3 Produtividade final

O rendimento de grãos foi obtido a partir da colheita das unidades experimentais, cortando-se todas as plantas da área útil da parcela experimental, descartando uma linha de cada lateral da parcela e 0,5m das extremidades, totalizando 4 linhas de 2 metros. Após a trilhagem das plantas em trilhadora estacionária, foi mensurada a umidade no momento da colheita sendo ajustada a 13% para o cálculo do rendimento final em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. A conversão dos valores em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ foi levado em consideração a área colhida, diferente nos três espaçamentos, e posteriormente extrapolado para $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.7 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos (Tabela 02) forma constituídos pela combinação de três espaçamentos entre linhas, duas cultivares e quatro programas de controle mais testemunha.

Cada unidade experimental foi constituída de seis linhas de plantio e com largura variável conforme os espaçamentos. No espaçamento de 40 cm, as parcelas possuíam a área de 12 m², no espaçamento de 50 cm, 15 m², e, por conseguinte, no espaçamento de 60 cm, largura de 18 m².

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F foram discriminados pelo teste de Tukey para a comparação múltipla de médias com 1 e 5% de probabilidade. As análises foram realizadas através do software Assistat, versão 7.5 para ambiente de Windows e a análise conjunta dos dados dos dois anos foi realizada através do software SOC (Versão 2.1).

Tabela 02 – Esquema de distribuição dos tratamentos no campo, obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Itaara, RS/2010.

Espaçamento entre linhas (cm)	Cultivares	Programas de Controle
40	Asgrow 8000 RG	I-Fechamento > 25 DAA
		II-R1 > 25 DAA
		III-Fechamento > 20 DAA
		IV-R1 > 20 DAA
Testemunha	Asgrow 6001 RG	I-Fechamento > 25 DAA
II-R1 > 25 DAA		
III-Fechamento > 20 DAA		
IV-R1 > 20 DAA		
Testemunha	Asgrow 8000 RG	I-Fechamento > 25 DAA
II-R1 > 25 DAA		
III-Fechamento > 20 DAA		
IV-R1 > 20 DAA		
Testemunha	Asgrow 6001 RG	I-Fechamento > 25 DAA
II-R1 > 25 DAA		
III-Fechamento > 20 DAA		
IV-R1 > 20 DAA		
Testemunha	Asgrow 8000 RG	I-Fechamento > 25 DAA
II-R1 > 25 DAA		
III-Fechamento > 20 DAA		
IV-R1 > 20 DAA		
Testemunha	Asgrow 6001 RG	I-Fechamento > 25 DAA
II-R1 > 25 DAA		
III-Fechamento > 20 DAA		
IV-R1 > 20 DAA		
Testemunha		

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos dados apresentou efeito significativo para interação do ambiente, representado pelas safras 07/08 e 08/09, com os tratamentos, compostos pela interação dos fatores espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC) perfazendo 30 tratamentos na análise (Apêndice C). Com isso, os dados de cada safra serão discutidos separadamente, visto que houve efeito de cada safra sobre os tratamentos desempenhados.

SAFRA AGRÍCOLA 2007/2008

Com base nas análises das variâncias para safra 07/08, foi possível observar o efeito do manejo cultural sobre a pressão de *Phakopsora pachyrhizi* na cultura da soja. Esta por sua vez, pode ser comprovada pela área foliar atacada pelo patógeno no tratamento testemunha, fato que indicou a distribuição homogênea do patógeno no trabalho, dando a liberdade de discriminação nos demais tratamentos quanto a eficiência dos controles sobre o patógeno.

Duas cultivares com características de ciclo, resistência parcial, comportamento e arquitetura distintos foram trabalhadas em função do espaçamento entre linhas diferenciado, bem como submetidas a diferentes programas de controle da doença. Estes três fatores foram submetidos a análise da variância encontrando valores significativos ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) para severidade da doença, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), taxa de progresso (r), número de legumes com 1, 2 e 3 grãos por planta e por terço da planta, número de legumes total, massa de mil grãos e produtividade final. O efeito do fator isolado bem como em interação, será discutido no decorrer do trabalho. Além disso, os parâmetros não significativos (ns) referente a interação dos fatores estão apresentados nos Apêndices D e E.

O fator espaçamento entre linhas correspondeu a parcela principal do trabalho. Para tanto, foi alocada uma testemunha sem fungicida dentro de cada cultivar para cada espaçamento, de forma a servir como padrão de referência

do efeito isolado do espaçamento. Neste contexto, metodologias de leitura e análise da doença como severidade (%), taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), serviram como parâmetros avaliativos para mensurar o efeito do manejo cultural, representado pelo espaçamento entre linhas, atuando diretamente sobre a interação Patógeno X Hospedeiro X Ambiente. Tais resultados foram contundentes quanto a esse efeito sobre o estabelecimento, infecção, colonização e reprodução do patógeno finalizando em uma quantidade de doença distinta entre os espaçamentos testados (Tabela 03).

A medida em que se aproximavam a distância entre linhas da soja, tanto a severidade, r e AACPD, tiveram seus valores aumentados significativamente (Tabela 03). Estes fatores foram reflexo direto da condição adequada ao estabelecimento e evolução do patógeno no interior do dossel da cultura. Madalosso (2007), encontrou resultados semelhantes com três espaçamentos distintos em soja, justificando o espaçamento de 30 cm como a condição mais adequada à progressão da doença quando comparado aos espaçamentos de 45 e 60 cm. Diversos parâmetros epidemiológicos dão suporte a afirmação de que a formação de um microclima no interior do dossel das plantas é decisivo para patossistema (ALVES et al. 2006). Costa et al. (2002), relata que a rápida cobertura do solo pela folhagem, apesar de ter efeito benéfico sobre as plantas daninhas, proporciona maior umidade no interior do dossel resultando em aumento da doença.

Para Vida et al (2004), um longo período com água livre na superfície da folha é suficiente para a germinação e penetração de muitas espécies de fungos, como também para multiplicação e penetração de fitobactérias. Especificamente para *Phakopsora pachyrhizi*, o molhamento foliar mínimo de 6 horas já é suficiente para germinação do patógeno, aumentando a eficiência da infecção quanto maior o período de molhamento (ALVES et al. 2006). O autor ainda relata que a temperatura ótima para o patógeno situa-se entre 15 a 25⁰C, temperaturas superiores a 30⁰C ou inferiores a 15⁰C limitam a evolução da doença, bem como baixa frequência pluviométrica (BALARDIN, 2005). Todos esses fatores condicionantes ao patógeno são contemplados com a formação do microclima, como a evaporação retardada do molhamento e uma condição de temperatura sem grandes oscilações.

Outro ponto prejudicado com o fechamento precoce das entre linhas estabelecendo o microclima, é a penetração de radiação principalmente no terço inferior da planta. Benincasa (1988) relata que o auto-sombreamento das folhas inferiores devido ao crescimento da planta, acaba por induzir uma senescência precoce das mesmas pelo novo arranjo hormonal vegetal.

Taiz e Zeiger (2004) mencionam que as folhas baixas sombreadas diminuem sua atividade fotossintética não produzindo energia necessária para absorção de nutrientes. Além disso, o déficit de luz permite uma predisposição ao ataque de doenças (VIDA et al., 2004). Cañizares (1998) já havia observado que oidios são favorecidos pela redução na luminosidade. A maior vulnerabilidade proporcionada pela deficiência de radiação passa pela alteração nas barreiras mecânicas protetoras das plantas como a cerosidade da cutícula e o índice estomático (MARTINS et al., 1999; VIDA et al., 2001). Sob menor luminosidade, a cutícula tende a ser menos espessa e também ocorre menor deposição de ceras, podendo facilitar a penetração de patógenos.

Tabela 03 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)	Severidade final		r		AACPD	
	Tratamentos					
40	22	a*	0,46	a*	316,9	a*
50	14,5	b	0,24	b	213,6	b
60	11,4	c	0,18	c	172,9	c
	Testemunhas					
40	78,6	a*	0,52	a*	1506,3	a*
50	67,4	b	0,35	b	1208,9	b
60	59,6	c	0,21	c	1027,1	c

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Para as duas cultivares trabalhadas, a ausência de controle nas testemunhas apresentou a resposta da interação do patossistema *Phakopsora pachyrhizi* X *Glycine Max* (Tabela 04). A cultivar Asgrow 8000 RG apresentou severidade significativamente inferior à cultivar Asgrow 6001 RG, bem como parâmetros de taxa de progresso (r) e AACPD. Alguns fatores atrelados podem

ser responsáveis por essa variação de pressão da doença nos diferentes materiais, como ciclo e rusticidade frente a interação com o patógeno. Navarini (2008) encontrou resultados semelhantes trabalhando com cultivares de soja, justificando que as precoces de alto potencial produtivo como a Asgrow 6001 RG são mais sensíveis aos danos causados pela ferrugem. Por outro lado, cultivares de ciclo mais longo como a Asgrow 8000 RG, possuem maior rusticidade, apresentando menor sensibilidade à ferrugem asiática.

Desta forma, o posicionamento do controle químico torna-se ainda mais importante e decisivo. Como observado na Tabela 04, os valores se invertem quando analisados os parâmetros com controle (tratamentos) e sem controle (testemunhas). Devido à maior sensibilidade, a cultivar Asgrow 6001 RG necessita de um proteção externa (fungicida) para expressar todo seu potencial produtivo, dita portanto ser mais responsiva ao controle químico que a cultivar Asgrow 8000 RG. Além disso, a taxa de progresso da doença (r) foi menor resultando em uma Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) também menor quando utilizado controle químico para cultivar precoce. Resultado semelhante foi observado por Tschanz (1985) onde a evolução da ferrugem foi mais lenta em cultivares de ciclo longo que em cultivares precoces, mesmo que a severidade em um mesmo estágio possa ser a mesma em um mesmo ambiente.

Tabela 04 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de duas cultivares de soja, safra 07/08. Itaara, 2010.

Cultivares	Severidade		R		AACPD	
	Tratamentos					
Asgrow 8000 RG	17,5	a*	0,23	a*	242,3	a*
Asgrow 6001 RG	14,3	b	0,18	b	226,7	b
	Testemunhas					
Asgrow 8000 RG	64,3	a*	0,36	a*	1149,2	a*
Asgrow 6001 RG	72,7	b	0,42	b	1345,6	b

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Segundo Hartman et al. (1991), a maior sensibilidade da cultura da soja à ferrugem asiática ocorre durante os estádios reprodutivos. Essa afirmação

vem ao encontro das médias dos Programas de Controle (PC) analisados na Tabela 05. Para a safra 07/08, os PC iniciados no fechamento entre linhas da cultura, mostraram ser um posicionamento precipitado frente à entrada da doença ocorrida tardiamente. Fato este que pode ser observado nos PC I e III, partindo de uma mesma entrada (fechamento entre linhas) diferenciando no momento da segunda aplicação. No PC III, a segunda aplicação antecipado cinco dias do PC I proporcionou proteção à cultura significativamente superior. Desta forma, tanto a severidade, a taxa de progresso da doença (r), bem como a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) foram maiores no PC I comparado aos demais PC, somente superior ao tratamento testemunha.

Para esta safra, o estabelecimento da doença não ocorreu no período vegetativo, o que propiciou melhores resultados de eficácia para os PC iniciados no estágio R1. Dentre eles, se destaca o PC II, com menores valores de severidade e conseqüentemente taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Baseado na Figura 05 pode-se entender que o momento de entrada do inoculo deu-se após o início do estágio reprodutivo da cultura ganhando progressão geométrica. Neste contexto, o PC IV também foi eficaz, entretanto, o momento de entrada da segunda aplicação foi decisivo para o sucesso do PC. A segunda aplicação retardada cinco dias em relação ao PC IV representou maior poder residual ao PC II, estendendo-se até o final do ciclo da cultura, caso não ocorrido no último programa, deixando descoberto boa parte da fase de enchimento e maturação de grãos.

Tabela 05 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função dos Programas de Controle, safra 07/08. Itaara, 2010.

Programas de Controle	Severidade		r		AACPD	
I-fechamento >> 25 DAA	21,2	b*	0,33	b*	288,0	b*
II-R1 >> 25 DAA	9,8	e	0,24	c	145,0	e
III-fechamento >> 20 DAA	17,7	c	0,34	b	243,3	d
IV-R1 >> 20 DAA	14,5	d	0,26	c	261,5	c
Testemunha	68,5	a	0,43	a	1247,4	a

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

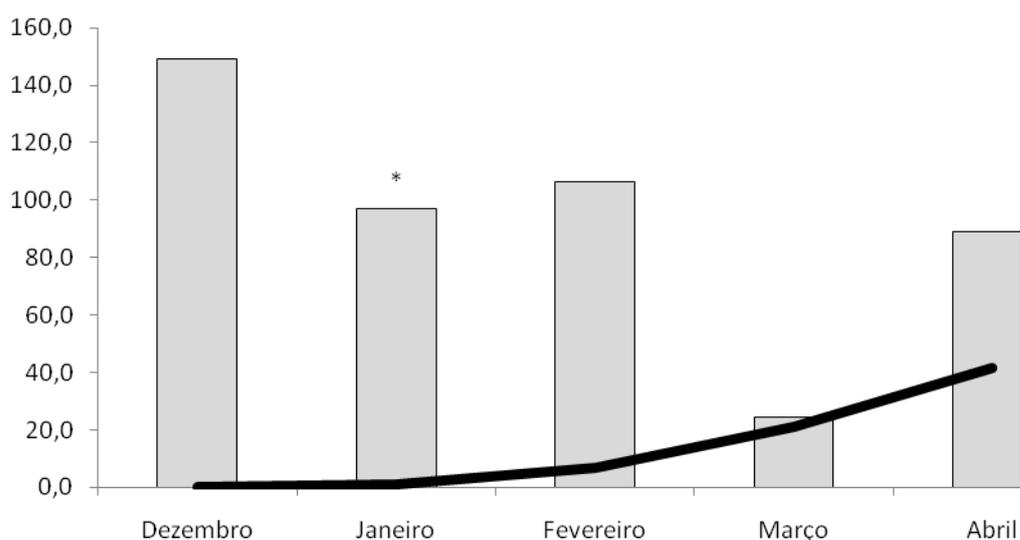


Figura 05 – Gráfico representativo da evolução da ferrugem asiática na cultura da soja na safra 07/08. Itaara, 2010. * Início do estágio R1 de ambas cultivares.

Com relação à interação das cultivares com os diferentes espaçamentos entre linhas, a mesma foi significativa para estes fatores (Tabela 06). Para a cultivar Asgrow 8000 RG, pode ser observada uma redução significativa na severidade final da doença, devido ao aumento do espaçamento entre linhas, refletindo também na Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), culminando em uma quantidade menor de doença. Já as taxas de progresso da doença (r) foram menores nos espaçamentos de 50 e 60 cm, diferindo significativamente do espaçamento de 40 cm. Situação possivelmente estabelecida pelas condições deficitárias do ponto de vista epidemiológico do patossistema discutidas anteriormente.

Quando comparada as duas cultivares em um mesmo espaçamento entre linhas, a severidade final da cultivar Asgrow 8000 RG foi superior estatisticamente à Asgrow 6001 RG para o espaçamento de 40 cm. Entretanto, a taxa de progresso da doença (r) não alcançou distinção estatística para estes valores, ficando muito próximos. No caso da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para este espaçamento entre linhas, o acúmulo de ferrugem foi significativamente maior na cultivar Asgrow 6001 RG, apesar de ter apresentado uma severidade inferior à Asgrow 8000 RG.

Para o espaçamento de 50 cm, as duas cultivares em estudo apresentaram valores de severidade semelhantes estatisticamente, entretanto, a taxa de progresso foi maior para Asgrow 6001 RG. Segundo Tschanz (1985), a evolução da doença é mais lenta em cultivares mais tardias do que em cultivares precoces podendo resultar em uma menor AACPD. Esta afirmação do autor corrobora com os dados deste trabalho, visto que a AACPD foi superior estatisticamente na cultivar Asgrow 6001 RG.

Da mesma forma, no espaçamento de 60 cm a AACPD foi significativamente maior na cultivar mais precoce, porém, ainda inferior ao ajustamento das entre linhas. Os parâmetros de severidade e taxa de progresso (r) não atingiram valores suficientes para diferenciação estatística, provando que para este último, mesmo cultivares precoces podem ter a evolução da doença retardada pelo manejo adequado.

Analisando a mesma tabela em função da responsividade dos parâmetros quanto à interação das cultivares ao manejo do espaçamento entre linhas, pode-se observar que a severidade final da doença foi significativamente menor com o afastamento das entre linhas para as duas cultivares de soja. Esta resposta também foi encontrada para a AACPD em ambas cultivares, apresentando um gradiente crescente de acúmulo final de doença com o estreitamento das entre linhas. Madalosso (2007) trabalhando com espaçamentos de 30, 45 e 60 cm entre linhas, encontrou resultados semelhantes relacionados ao comportamento da ferrugem asiática na cultivar Asgrow 8000 RG.

No caso da r , a velocidade com que o patógeno completa o seu ciclo foi maior no espaçamento de 40 cm devido as condições proporcionadas, permitindo a evolução da doença mais rapidamente que os espaçamentos maiores. Para a cultivar Asgrow 8000 RG, a diferenciação estatística deu-se em função dos dois maiores espaçamentos para o menor. Já para a cultivar Asgrow 6001 RG, todos os valores da r foram significativamente distintos para os três espaçamentos, reduzindo a evolução da doença com o aumento do espaçamento entre linhas.

Tabela 06 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 07/08. Itaara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)	Cultivares											
	A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG	
	Severidade final				<i>r</i>				AACPD			
40	35,1	aA*	31,4	aB	0,42	aA**	0,45	aA	546,7	aB**	562,8	aA*
50	24,7	bA	24,8	bA	0,24	bB	0,33	bA	394,9	BB	430,4	bA
60	20,8	cA	21,1	cA	0,20	bA	0,22	cA	329,2	cB	358,1	cA

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

** Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

A análise da interação dos fatores espaçamento entre linhas e Programas de Controle (PC) sobre os parâmetros de leitura da doença são apresentados na Tabela 07. Partindo da leitura das medias das testemunhas, comprova-se novamente o efeito do espaçamento entre linhas sobre a severidade e acúmulo de doença representado pela AACPD. No tocante a taxa de progresso da doença, todos os PC atingiram os maiores valores significativos de *r* no espaçamento de 40 cm, exceto o PC I, estatisticamente semelhante ao espaçamento intermediário. No caso dos demais PC, a evolução da doença não obteve diferenciação estatística entre os espaçamentos de 50 e 60 cm.

A leitura do efeito combinado do espaçamento entre linhas e os PC, permite ainda discorrer sobre o PC mais adequado a cada espaçamento. Mesmo no espaçamento de 40 cm, com fechamento das entre linhas precoce, uma possível aplicação no fechamento entre linhas seria uma hipótese de melhor controle pela maior penetração e cobertura de produto. No entanto não foi o observado no trabalho, os melhores PC foram o II e o IV, ambos iniciados em R1. O fato da aplicação no fechamento das entre linhas não ter obtido êxito esperado, se deu em função do adiantamento do PC resultando em falta de proteção no final do ciclo da cultura, momento onde a doença estava plenamente estabelecida na área (Figura 05). Da mesma forma, os parâmetros de *r* e AACPD seguiram mesma tendência do abordado acima, doença

desacelerada nos PC II e IV resultando em menor Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença.

O início do PC em R1 seguido da segunda aplicação 25 dias após apresentou o melhor resultado para o espaçamento de 50 cm, com *r* e AACPD significativamente inferiores aos demais. O PC significativamente menos eficiente foi com entrada no fechamento das entre linhas seguido da aplicação 25 dias após a primeira.

Da mesma forma, no espaçamento entre linhas de 60 cm foi encontrado o PC II como sendo o mais eficiente no controle da ferrugem da soja, resultando em uma quantidade final de doença (AACPD) significativamente inferior aos demais. Apesar disso, a velocidade de avanço da doença não obteve a mesma diferenciação estatística para os PC, mostrando que o menor acúmulo final de doença foi fruto do controle inicial no momento correto, já que a evolução foi estatisticamente semelhante.

Tabela 07 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Espaçamento entre linhas (cm)					
	40		50		60	
	Severidade (%)					
I-fechamento>> 25 DAA	27,4	aB*	23,8	bB	12,3	cC
II-R1 >> 25 DAA	21,1	aC	10,6	cD	6,7	bE
III-fechamento>> 20 DAA	27,8	aB	15,8	bC	9,4	cD
IV-R1 >> 20 DAA	16,8	aC	15,3	bC	11,3	cC
Testemunha	78,6	aA	67,3	bA	59,5	cA
	<i>r</i>					
I-fechamento>> 25 DAA	0,35	aBC*	0,39	aB	0,19	bC
II-R1 >> 25 DAA	0,30	aC	0,18	bD	0,17	bC
III-fechamento>> 20 DAA	0,45	aB	0,25	bC	0,23	bB
IV-R1 >> 20 DAA	0,27	aC	0,23	bC	0,20	bC
Testemunha	0,50	aA	0,45	bA	0,41	cA
	AACPD					
I-fechamento>> 25 DAA	398,4	aB*	273,8	bBC	191,7	cC
II-R1 >> 25 DAA	308,1	aD	206,9	bD	100,1	cE
III-fechamento>> 20 DAA	351,6	aC	257,6	bC	120,7	cD
IV-R1 >> 20 DAA	296,1	aD	278,7	bB	209,6	cB
Testemunha	1506,2	aA	1208,9	bA	1027,0	cA

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A apresentação da interação significativa entre as cultivares e os PC estão apresentadas na Tabela 08. Analisando o comportamento das duas cultivares sem controle químico, é confirmado o fato de que cultivares precoces apresentam maior sensibilidade à doença, e por sua vez, maior velocidade de evolução, culminando em grande acúmulo final da mesma (TSCHANZ, 1985). Essa perda de rusticidade é efeito direto da busca pela característica de alta capacidade produtiva da cultivar, perdendo genes que desempenham o caráter de defesa da planta.

Para cultivar Asgrow 8000 RG, o PC mais bem sucedido foi o iniciado em R1 seguido da segunda aplicação 25 dias após (PC II). O atraso de cinco dias na entrada da segunda aplicação garantiu ao PC IV quase o dobro de severidade de ferrugem em relação ao citado anteriormente. Desta forma, a AACPD foi significativamente inferior no PC II seguido do PC IV, apesar da r não ter atingido a mesma magnitude estatística. Ambos os PC iniciados no fechamento entre linhas deixaram a desejar devido aos maiores valores relacionados às avaliações de doença.

Embora com o ciclo mais curto, o PC II também atingiu maior eficiência para cultivar Asgrow 6001 RG, indicando que a pressão de ferrugem mesmo que tardia nesta safra demanda proteção até o final do ciclo da cultura. A despeito de todos os demais PC apresentarem valores de r estatisticamente semelhantes, o acúmulo de ferrugem (AACPD) foi significativamente inferior no PC II, justificado pelos menores valores de severidade alcançados. Os outros PC ficaram aquém do anterior, somente superando estatisticamente a testemunha.

Sob a análise de cada PC individualmente frente as duas cultivares, apesar dos PC iniciados no fechamento das entre linhas não terem atingido grande sucesso, algumas considerações podem ser atribuídas. A entrada no fechamento das entre linhas é mais eficiente na cultivar precoce Asgrow 6001 RG que na cultivar mais longa Asgrow 8000 RG. O ciclo mais curto demanda proteção química mais cedo, e no caso de pressão de ferrugem asiática no reprodutivo, uma terceira aplicação é condicional para o sucesso.

Tabela 08 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Cultivares			
	A 8000 RG		A 6001 RG	
	Severidade (%)			
I-fechamento>> 25 DAA	25,5	aB*	16,8	bB
II-R1 >> 25 DAA	8,9	bE	10,7	aD
III-fechamento>> 20 DAA	21,2	aC	14,2	bC
IV-R1 >> 20 DAA	14,3	aD	14,7	aC
Testemunha	64,3	bA	72,7	aA
	<i>r</i>			
I-fechamento>> 25 DAA	0,23	aB*	0,19	bB
II-R1 >> 25 DAA	0,15	aC	0,18	aB
III-fechamento>> 20 DAA	0,26	aB	0,20	bB
IV-R1 >> 20 DAA	0,14	aC	0,17	aB
Testemunha	0,42	bA	0,51	aA
	AACPD			
I-fechamento>> 25 DAA	317,5	aB*	258,5	bC
II-R1 >> 25 DAA	138,9	aE	151,2	aE
III-fechamento>> 20 DAA	271,0	aC	281,4	aB
IV-R1 >> 20 DAA	241,5	aD	215,6	bD
Testemunha	1149,2	bA	1345,6	aA

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A respeito da interação tripla dos fatores espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), a Tabela 09 apresenta os dados para a decisão tomada do espaçamento entre linhas e cultivar, que PC obteve maior êxito frente aos parâmetros da doença.

Considerando a interação dos dados, a tomada de decisão para o espaçamento entre linhas de 40 cm utilizando a cultivar Asgrow 8000 RG, o programa com maior eficiência de controle da ferrugem foi o PC IV. Embora a *r* ter sido estatisticamente semelhante ao PC II, a quantidade final de doença representada pela AACPD foi significativamente menor no PC IV, apresentando este como melhor opção de manejo para estas condições, para esta safra.

Para o mesmo espaçamento entre linhas, se tratando da cultivar Asgrow 6001 RG, a melhor opção é a entrada com a proteção fungicida no início do florescimento da cultura (R1). A interação dos dados não indicou quanto ao momento mais adequado para a segunda aplicação, PC II ou PC IV, o intervalo

de cinco dias entre elas não foi suficiente para resultar em dados discrepantes estatisticamente.

Em se tratando do espaçamento entre linhas de 50 cm, a magnitude da resposta é diferenciada comparada ao espaçamento anterior. As médias das testemunhas já apresentaram valores inferiores ao espaçamento de 40 cm. No caso dos tratamentos, na cultivar Asgrow 8000 RG o PC iniciado em R1 seguido da segunda aplicação 25 dias após (PC II) apresentou maior eficiência de controle comparado aos demais. A despeito da r não ter diferenciado da maioria dos tratamentos, a AACPD obedeceu a mesma tendência dos dados de severidade, destacando o PC II.

No tocante a cultivar Asgrow 6001 RG, embora com ciclo menor, a interação dos dados classificou também o PC II como o melhor desempenho para o espaçamento de 50 cm. Neste caso, a evolução da doença foi mais lenta que nos demais tratamentos, fato refletido em um acúmulo final de doença (AACPD) menor, comparado aos demais tratamentos.

O espaçamento entre linhas de 60 cm proporcionou os menores valores de severidade, taxa de progresso da doença (r) bem como Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para as duas cultivares. Assim como no espaçamento intermediário, o PC II obteve maior eficiência sobre os demais tratamentos, analisadas as duas cultivares trabalhadas. Da mesma forma, a menor pressão de doença lida pela severidade neste PC, culminou em um acúmulo de doença final menor, apresentado pela AACPD.

Tabela 09 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.

PC**	Espaçamento entre linhas (cm) / Cultivares											
	40				50				60			
	A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG	
	Severidade (%)											
I	25,4	C*	32,3	B	35,3	B	31,3	D	11,0	C	13,7	C
II	17,6	D	21,7	C	13,8	E	22,0	E	7,4	D	6,0	D
III	31,2	B	34,4	B	19,9	D	42,6	B	11,4	C	7,5	D
IV	10,8	E	19,9	C	25,0	C	37,5	C	17,1	B	16,5	B
Teste	75,4	A	81,8	A	60,3	A	74,4	A	57,2	A	61,8	A
	<i>r</i>											
I	0,48	B*	0,50	BC	0,45	B	0,43	BC	0,35	B	0,36	B
II	0,42	C	0,53	B	0,41	C	0,36	C	0,34	B	0,33	B
III	0,46	B	0,48	C	0,42	C	0,46	B	0,35	B	0,33	B
IV	0,43	C	0,45	C	0,41	C	0,42	BC	0,36	B	0,37	B
Teste	0,56	A	0,62	A	0,51	A	0,56	A	0,46	A	0,50	A
	AACPD											
I	353,0	C*	443,8	B	431,7	B	345,9	D	167,8	C	215,7	C
II	308,4	D	307,7	C	144,9	E	193,9	E	113,3	D	186,9	D
III	537,6	B	165,4	D	196,1	D	489,1	B	149,2	C	192,2	D
IV	142,6	E	276,6	C	296,4	C	405,9	C	285,6	B	271,8	B
Teste	1391,8	A	1620,7	A	1105,6	A	1312,2	A	950,1	A	1103,9	A

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

** Programa de Controle (PC) I-fechamento >> 25 DAA; II-R1 >> 25 DAA; III-fechamento >> 20 DAA; IV-R1 >> 20 DAA e Teste = Testemunha.

Na Tabela 10 são apresentados os resultados de produtividade da soja mediante o efeito significativo do espaçamento entre linhas. Fica claro, através da leitura dos valores das testemunhas e tratamentos, que o efeito do dano referente à interação do hospedeiro com o patógeno, é influenciado diretamente e indiretamente por um arranjo de plantas diferenciado na área.

Como efeito direto, podemos citar as condições epidemiológicas adversas encontradas pelo patógeno, em um ambiente de maior afastamento das entre linhas, menor umidade relativa do ar, maior incidência de radiação, temperaturas altas e conseqüentemente baixo molhamento foliar, retardando significativamente a taxa de progresso da doença (REIS, 2004; VILLAR et al., 2004). Além disso, proporciona uma condição fisiológica privilegiada à planta,

com maior número de folhas fotossinteticamente ativas, garantindo aporte nutricional, compostos de defesa estruturados (VIDA et al, 2004), bem como maior fixação de flores e por conseguinte, legumes (PARCIANELLO et al. , 2004).

A maior eficiência do controle da doença pode ser considerada um efeito indireto do arranjo de plantas adequado. Esta afirmação tem respaldo nos princípios de penetração e cobertura de fungicida no interior do dossel da cultura, principalmente no tocante ao terço inferior (BALARDIN e MADALOSSO, 2006). Com a maior exposição das folhas à aplicação, pelo afastamento das entre linhas, a chegada da gota carregando o ativo fungicida é maximizada, proporcionando maior eficiência na colocação do produto no alvo.

Desta forma, todas as diferenças apresentadas na Tabela 10 foram significativas, condicionando o espaçamento de 60 cm como o mais adequado neste caso, tanto com, como sem emprego de controle químico. A magnitude da diferença dos extremos no manejo do espaçamento superou os 1000 kg.ha⁻¹, encontrados entre a produtividade do espaçamento de 40 cm e o de 60 cm.

Tabela 10 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja em função de três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)		
40	50	60
Tratamentos		
2240,0 c*	2961,6 b	3369,0 a
Testemunhas		
1499,1 c	1848,7 b	2100,1 a

* Médias não seguidas pela mesma letra na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Segundo Navarini (2008), cultivares de ciclo curto como a Asgrow 6001 RG, mostram-se mais sensíveis aos danos da ferrugem no início da infecção que as demais, com isso, podem sofrer maiores perdas se o tratamento químico for mal implementado. Situação apresentada na Tabela 11, onde as

testemunhas, sem controle, tiveram queda na produtividade superior à cultivar Asgrow 8000 RG, de ciclo e características distintas. O autor ainda pondera que cultivares de ciclo maior e de maior rusticidade, sofrem menos interferência a possíveis erros de manejo no tocante ao momento da aplicação.

Quando o controle químico é posicionado corretamente, a cultivar com maior sensibilidade à doença, e, portanto maior necessidade de proteção química, tem condições de expressar todo seu potencial genético produtivo (Tabela 11).

Tabela 11 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja em função de duas cultivares, safra 07/08. Itaara, 2010.

Cultivares	
A 8000 RG	A 6001 RG
Tratamentos	
2917,6 a*	2629,4 b
Testemunhas	
1905,0 a	1526,9 b

* Médias não seguidas pela mesma letra na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

A ponderação isolada dos PC permite algumas considerações tanto sobre o melhor posicionamento de entrada do programa, como o momento da segunda aplicação, decisiva para diferenciar os PC com a mesma entrada, por exemplo (Tabela 12).

O início do PC no fechamento das entre linhas mostrou ser uma condição precipitada, também mostrada pelas leituras dos parâmetros da doença (Tabela 09). O PC I mostrou um descompasso entre a entrada precoce do programa e uma segunda aplicação pós início da infecção, ficando aquém do controle desejado. Já o PC III, a entrada foi a mesma, entretanto, o momento da segunda aplicação ficou mais adequado à condição. Neste caso, ficou claro a necessidade de uma terceira aplicação de fungicida, pois o residual do mesmo se extinguiu antes do término do ciclo da cultura, ficando desprotegida na fase de enchimento e maturação fisiológica, comprometendo parte da produção.

O momento mais adequado para entrada do PC foi no início do florescimento (R1) seguido da segunda aplicação 25 dias após (PC II), garantindo uma proteção durante boa parte do ciclo da cultura, permitindo atingir as maiores produtividades do trabalho nesta safra.

Tabela 12 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de soja em função dos Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.

Testemunha	Programas de Controle (PC)			
	I-fechamento>> 25 DAA	II-R1 >> 25 DAA	III-fechamento>> 20 DAA	IV-R1 >> 20 DAA
1815,9 d*	2571,9 c	3054,4 a	2806,6 b	2860,9 b

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Baseado na análise da interação das cultivares nos diferentes espaçamentos entre linhas, a Tabela 13 apresenta o comportamento comparativo entre as cultivares para o mesmo espaçamento, bem como qual espaçamento entre linhas é mais adequado a cada cultivar.

Tanto para cultivar Asgrow 8000 RG como para Asgrow 6001 RG, pode-se dizer que as duas foram responsivas ao aumento do espaçamento entre linhas, aumentando a produtividade com o aumento do espaçamento. Em trabalho semelhante realizado por Zabot (2009), o autor não encontrou a mesma resposta, concluindo que as duas cultivares não respondem ao aumento do espaçamento. No entanto, como o objetivo não era a avaliação dos efeitos da doença, o autor executou todas as práticas recomendadas para tal, isentando a interação do patógeno, foco principal deste trabalho. Esta informação prova que quando há fatores externos interagindo negativamente com a cultura, há necessidade de serem tomadas medidas particulares de manejo, ou estar sujeito aos danos.

Tomando-se por base a apreciação dentro de cada espaçamento, as duas cultivares responderam de forma semelhante estatisticamente trabalhadas três espaçamentos entre linhas.

Tabela 13 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 07/08. Itaara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)	Cultivares			
	A 8000 RG		A 6001 RG	
40	1968,3	cA*	2055,2	cA
50	2609,9	bB	2868,1	bAB
60	3128,3	aA	3101,9	aA

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Na Tabela 14 são apresentados os resultados da interação dos espaçamentos entre linhas e os PC. Fazendo a leitura da tabela pelas colunas, pode-se observar que no espaçamento de 40 cm, os PC II e IV alcançaram valores superiores, entretanto, não suficientes para diferenciação estatística entre os demais. Isso mostra que outros fatores, que não somente a doença, foram limitantes à produtividade para este espaçamento, já que o controle da ferrugem foi significativo para esses mesmos dois programas citados (Tabela 09).

Para o espaçamento de 50 cm, o efeito do controle da doença foi refletido diretamente na expressão do potencial produtivo da cultura. Assim como nas avaliações do comportamento da doença, a produtividade foi significativamente maior nos PC II e IV. Desta forma, é justificada a diferença entre o início dos PC, mostrando que a entrada no fechamento entre linhas, para um pressão de doença elevada no final do ciclo da cultura (Figura 05), ocorreu de forma precipitada ficando descoberto pela proteção.

Da mesma forma, o espaçamento entre linhas de 60 cm obteve comportamento semelhante, com maior produtividade alcançada pelo PC II seguido do PC IV, série repetida na leitura da doença (Tabela 09). Em todos os espaçamentos estudados, o PC I obteve o pior comportamento, ficando somente com valores superiores à testemunha, resposta conseqüente à análise da doença.

A leitura da Tabela 14 pelas linhas, mostra o PC que alcançou melhor resposta nos três espaçamentos entre linhas trabalhados. A exceção do PC II, todos os demais proporcionaram valores estatisticamente semelhantes de produtividade entre os espaçamentos de 50 e 60 cm, superiores ao de 40 cm.

O PC II obteve um gradiente ascendente de produtividade com o aumento do espaçamento, apresentando a melhor opção de momento de aplicação para uma tomada de decisão pelo espaçamento maior. A diferença de cinco dias na segunda aplicação entre o PC II e o IV foi suficiente para promover diferenças estatísticas tanto no comportamento da doença como na produtividade (Tabelas 07 e 14).

Tabela 14 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Espaçamento entre linhas (cm)					
	40		50		60	
I-fechamento >> 25 DAA	1893,2	bB*	2818,9	aB	3003,5	aBC
II-R1 >> 25 DAA	2279,1	cA	3156,7	bA	3499,5	aA
III-fechamento >> 20 DAA	2103,5	bAB	2816,6	aB	2816,9	aC
IV-R1 >> 20 DAA	2283,8	bA	3052,8	aA	3205,2	aB
Testemunha	1499,0	cC	1848,7	bC	2100,0	aD

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A interação significativa entre as cultivares e os PC, estão apresentadas na Tabela 15. Para cultivar Asgrow 8000 RG, a interação dos valores mostrou somente diferença estatística do PC I, ficando somente superior ao valor da testemunha. No caso da cultivar Asgrow 6001 RG a diferenciação estatística foi mais pronunciada, destacando o PC II como sendo o mais produtivo. Essa resposta difere em parte dos dados alcançados por Navarini (2008), onde constatou que a melhor entrada para a Asgrow 6001 RG foi no fechamento das entre linhas seguido de 25 dias após. Certamente essa resposta foi em função do momento da entrada da doença na área ter ocorrido mais cedo, mostrando que o comportamento da doença é diferenciado a cada ano e que recomendações preestabelecidas são de grande risco.

Tabela 15 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Cultivares			
	A 8000 RG		A 6001 RG	
I-fechamento>> 25 DAA	2479,7	bB*	2664,0	aC
II-R1 >> 25 DAA	2930,7	bA	3178,0	aA
III-fechamento>> 20 DAA	2757,4	aA	2855,9	aB
IV-R1 >> 20 DAA	2749,5	bA	2972,4	aB
Testemunha	1926,8	bC	1705,0	aD

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A interação tripla significativa dos fatores espaçamento entre linhas, cultivares e PC são apresentadas na Tabela 16. Cabe destacar a diferença entre os valores de produtividade das testemunhas sem controle químico para as duas cultivares, respondendo positivamente ao efeito combinado do maior afastamento das entre linhas.

Nos valores dos tratamentos, partindo da situação de manejo para o espaçamento de 40 cm, a análise da interação para cultivar Asgrow 8000 RG apresentou a distinção estatística somente para os PC II e III, sendo o primeiro com o maior valor de produtividade do ensaio. Os demais PC obtiveram valores intermediários, não sendo possível estabelecer diferenças significativas a 1 % de probabilidade. Em se tratando da cultivar Asgrow 6001 RG para o mesmo espaçamento entre linhas, o PC que não poderia ser recomendado seria com início no fechamento entre linhas seguido de uma segunda aplicação 25 dias após (PC I). Os demais PC obtiveram valores próximos não permitindo diferenciação estatística.

No ambiente do espaçamento entre linhas de 50 cm, o comportamento das cultivares frente aos PC foi alterado. Para cultivar Asgrow 8000 RG, o PC II se confirma como a melhor opção em se tratando de momento de aplicação perante o comportamento do patógeno nestas condições, seguido pelo PC IV. Para cultivar Asgrow 6001 RG, a despeito dos valores maiores de produtividade dos PC II e IV, os mesmos não atingiram distinção significativa dos menores valores dos PC I e III, conseqüentemente semelhantes do ponto de vista estatístico.

Com relação ao espaçamento de 60 cm, as duas cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, seguiram a mesma tendência do espaçamento intermediário, com a melhor opção de recomendação posicionada no R1 seguido de uma segunda aplicação 25 dias após (PC II), perfazendo uma proteção química até o fim do ciclo da cultura. Não obstante, o PC IV também é apontado estatisticamente como uma opção de programa eficiente de manejo deste patossistema. A entrada no fechamento entre linhas mostrou ser uma boa estratégia de construção de um PC sólido, entretanto, fica claro a necessidade de uma terceira aplicação, estendendo a proteção até o final do ciclo da cultura.

Tabela 16 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 07/08. Itaara, 2010.

PC**	Espaçamento entre linhas (cm) / Cultivares					
	40		50		60	
	A 8000 RG	A 6001 RG	A 8000 RG	A 6001 RG	A 8000 RG	A 6001 RG
I	2120,6 AB*	1765,7 B	2884,4 C	2753,4 A	2986,9 C	3020,1 C
II	2462,7 A	2195,5 A	3410,5 A	2902,8 A	3760,0 A	3693,9 A
III	2067,5 B	2139,5 A	2990,4 BC	2643,4 A	3212,0 BC	3278,3 BC
IV	2311,6 AB	2156,1 A	3293,6 AB	2814,0 A	3509,8 AB	3489,3 AB
Teste	1313,3 C	1584,8 C	1761,5 D	1935,8 B	2040,1 D	2159,9 D

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

** Programa de Controle (PC) I-fechamento>> 25 DAA; II-R1 >> 25 DAA; III-fechamento>> 20 DAA; IV-R1 >> 20 DAA e Teste = Testemunha.

Após a apreciação dos dados brutos de produtividade, há necessidade de uma análise mais específica dos seus componentes, objetivando diagnosticar mais precisamente a interferência do efeito da doença na produção final. Com base na análise de alguns dos componentes da produtividade, é apresentado na Figura 06 o número total de legumes para as duas cultivares, bem como a diferenciação dos mesmos em legumes possuindo um, dois e três grãos.

As duas cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG apresentaram o mesmo comportamento de resposta frente aos diferentes espaçamentos entre linhas. A medida que foram afastadas as entre linhas da soja, proporcionou

aumentos significativos no número total de legumes em 10 plantas de soja encontrados no trabalho, justificando dados de produção apresentados da Tabela 13. Estes resultados são ratificados por Tourino et al. (2002), que observaram maior no número de legumes por planta no espaçamento entre linhas de 60 cm frente à 45 cm, provavelmente devido à maior emissão de ramos laterais pelas plantas, o que está de acordo com Marcos Filho (1986).

Quando analisados o número de legumes com um, dois e três grãos foi observado a mesma tendência citado anteriormente frente ao aumento do espaçamento entre linhas. Para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, foi observado que a grande parte contribuinte para produtividade foram os legumes que apresentam dois grãos, com 70,2% e 62,9%, respectivamente. O restante da contribuição na cultivar Asgrow 6001 RG, ficou por parte dos legumes com um grão (17,7%) e três grãos (19,6), mais homogênea que a cultivar Asgrow 8000 RG, com 8,3% e 20,4%, respectivamente. Para todos estes parâmetros, o efeito da mudança do espaçamento de 40 cm para 50 cm não foi da mesma magnitude que dos mesmos para 60 cm, apresentando este último os maiores valores encontrados.

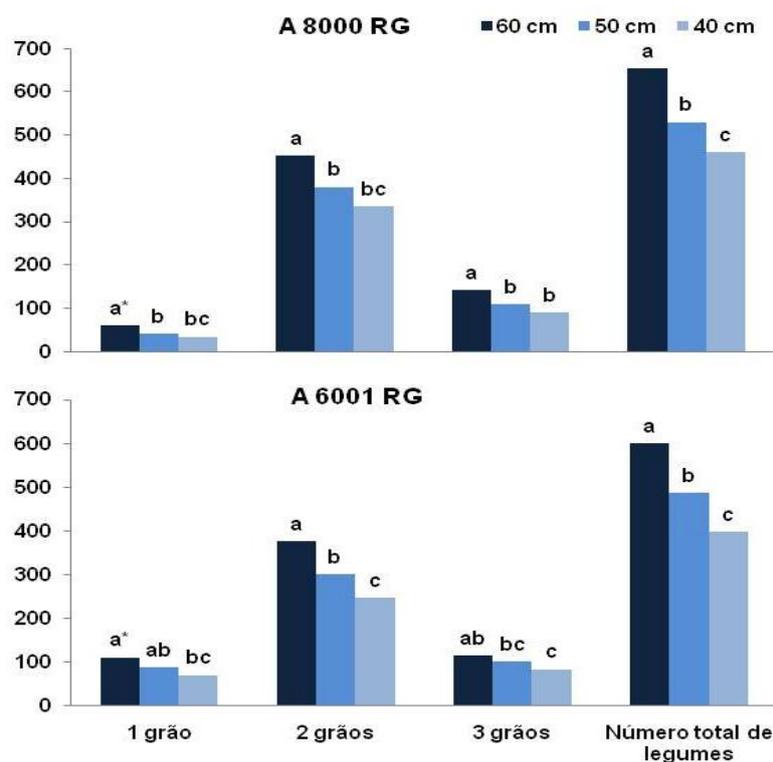


Figura 06 – Número de total de legumes, legumes com um, dois e três grãos em 10 plantas de soja para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Partindo do número de legumes discutidos anteriormente, a Figura 07 apresenta a contribuição para produtividade do número total de legumes por terço da testemunha nas duas cultivares. É notado que os acréscimos de produtividade observados nas tabelas anteriores exaltando o espaçamento entre linhas de 60 cm, é fruto da contribuição somatória de cada terço produtivo da planta. Da mesma forma, as menores produtividades do trabalho foram frutos do decréscimo pontual de cada terço da planta, não somente por problemas fitossanitários, mas também devido à limitação da expressão fisiológica da planta.

Mesmo com a pressão de ferrugem sem controle na testemunha, a distribuição da produtividade no perfil da planta de soja foi elevada no terço médio, seguido pelo terço superior e por fim o terço inferior. Cabe ressaltar que há variação dentro das cultivares como observado por Zabot (2009). Desta

forma, a cultivar Asgrow 6001 RG apresentou melhor distribuição da produtividade nos terços inferior, médio e superior da planta de soja com 15%, 48,9% e 36,8% respectivamente. Na cultivar Asgrow 8000 RG, a produtividade ficou bastante concentrada nos terços médio com 52,8%, seguido do superior com 37% e inferior com 10,2%.

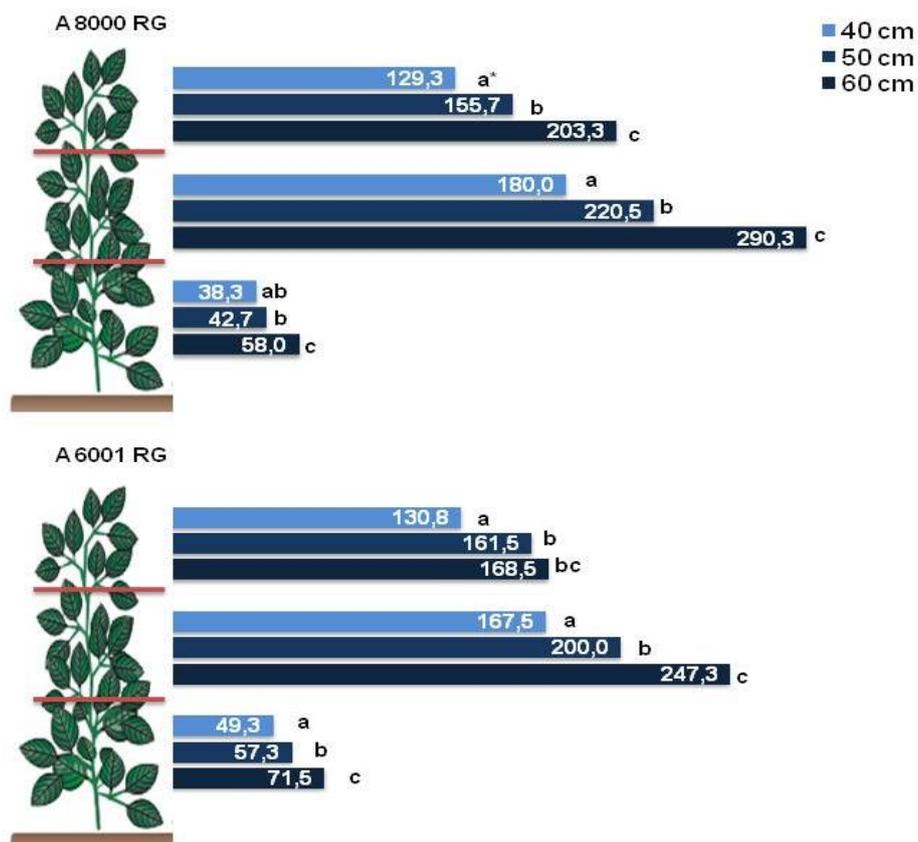


Figura 07 – Número de total de legumes por terço em 10 plantas de soja nas testemunhas para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Quando utilizado o controle químico nos tratamentos, o número total de legumes por terço da planta nos três espaçamentos foi substancialmente elevado com relação às testemunhas (Figura 08). No entanto, a distribuição da produtividade no perfil da planta de soja não se alterou para cada cultivar, como discutidas anteriormente. Desta forma, os acréscimos significativos de produtividade apresentados nas tabelas anteriores foram resultados dos

incrementos dos componentes da produção em cada terço da planta, e não exclusivamente de um.

Para cultivar Asgrow 8000 RG, o terço médio da planta foi o maior contribuinte para a produtividade final da cultura com 49,5% do total de legumes encontrados, o terço superior representou 38,8% e o inferior com 11,5%. Com base nos dados da Figura 07, pode-se constatar que o controle químico proporcionou um deslocamento de parte da concentração produtiva do terço médio para o inferior e superior do perfil da planta.

Comportamento semelhante não ocorreu com a cultivar Asgrow 6001 RG, onde a contribuição da produtividade dos terços inferior, médio e superior permaneceu próximo ao percentual da testemunha com 14,8%, 47,5% e 37,7%, respectivamente.

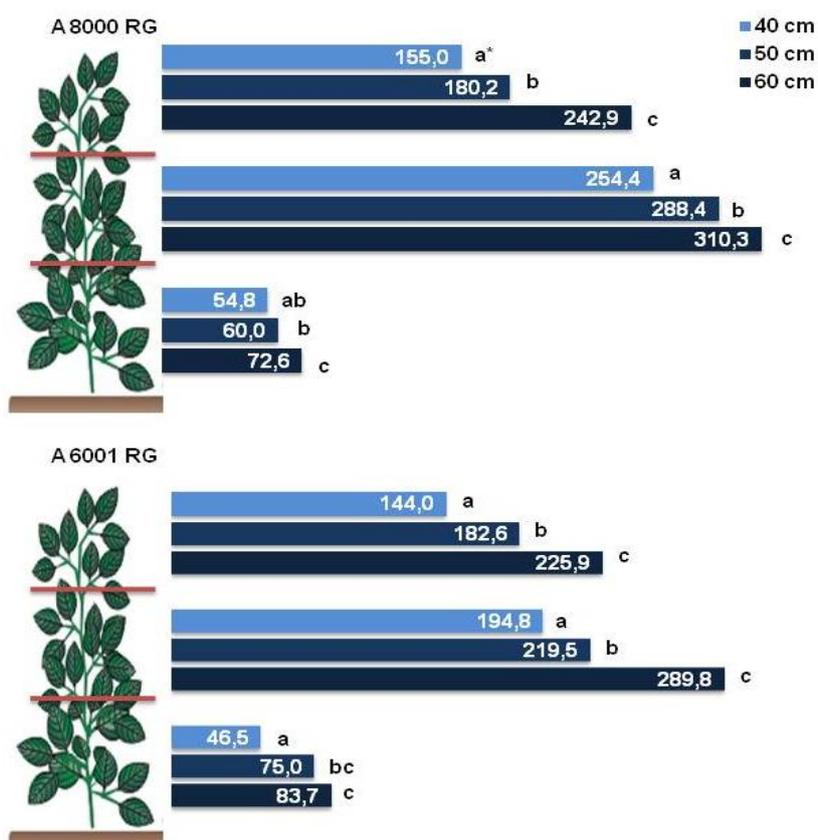


Figura 08 – Número de total de legumes por terço de 10 plantas de soja nos tratamentos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Como visto anteriormente, o terço inferior foi o responsável pela menor contribuição na capacidade produtiva da planta. Este resultado é fato da evolução do melhoramento genético buscando uma determinada característica produtiva, bem como efeito direto da doença sobre a área foliar resultando em desfolha precoce e queda nos componentes da produtividade próximos à região acometida (YORINORI et al., 2003).

Na Figura 09 é apresentada uma analogia da leitura final de severidade no terço inferior das plantas de soja com o total de legumes produzidos por este terço nas duas cultivares estudadas e nos três espaçamentos. Tanto na cultivar Asgrow 8000 RG como na Asgrow 6001 RG, os valores de severidade final foram decrescendo à medida que era aumentado o espaçamento entre linhas, relação inversa ao número total de legumes produzidos.

Para cultivar Asgrow 8000 RG, a redução significativa da severidade se deu no espaçamento de 60 cm, apresentando o maior acúmulo de legumes. Contudo, na cultivar Asgrow 6001 RG a redução na severidade foi distinta estatisticamente entre o espaçamento de 40 cm e os demais, observado claramente a elevação abrupta do número de legumes totais nos dois espaçamentos de 50 e 60 cm. Outra característica para esta cultivar é a contribuição do terço inferior na produtividade final da cultura, de magnitude superior à Asgrow 8000 RG que condensa grande parte de sua produção no terço médio.

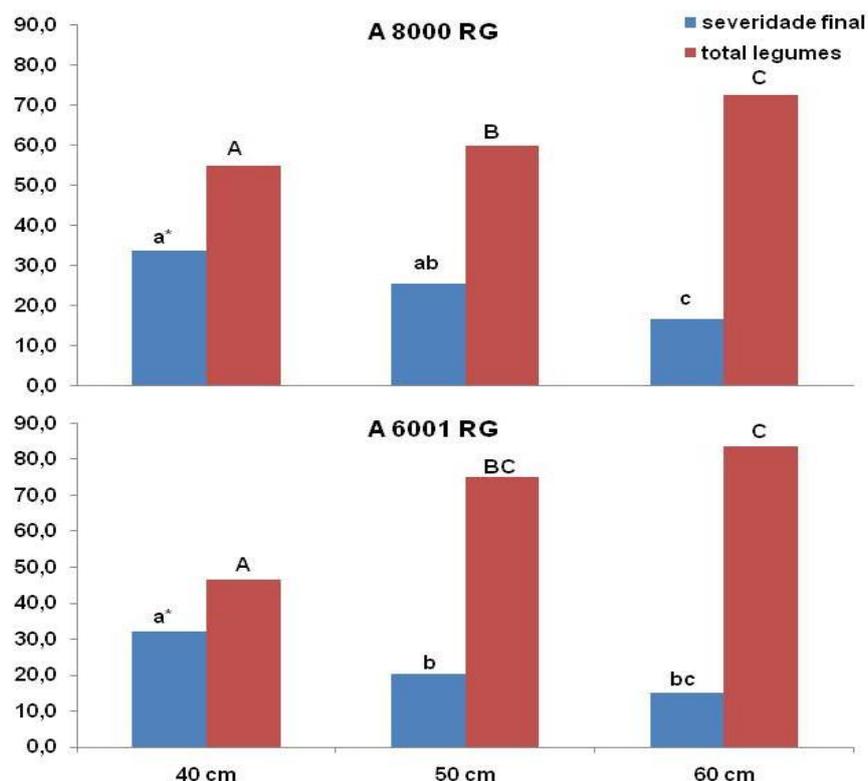


Figura 09 – Severidade final da doença no terço inferior (%) e número total de legumes no terço inferior para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG em três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A Figura 10 apresenta as variações no tocante à influência dos três espaçamentos entre linhas nas duas cultivares quando à massa de 1000 grãos. A cultivar Asgrow 6001 RG apresentou significativo acréscimo na massa de 1000 grãos com o aumento do espaçamento entre linhas. Zobot (2009) encontrou resultados semelhantes, observando a menor massa de grãos no espaçamento de 30 cm para mesma cultivar. Apesar da massa de grãos possuir um grande domínio genético (BOARD et al., 1990), o efeito do ambiente e competição de plantas tem sido observado como influente na avaliação do mesmo. Para cultivar Asgrow 8000 RG, a resposta não teve a mesma magnitude da cultivar anterior, todavia, o espaçamento de 60 cm incrementou significativamente a massa de grãos desta cultivar.

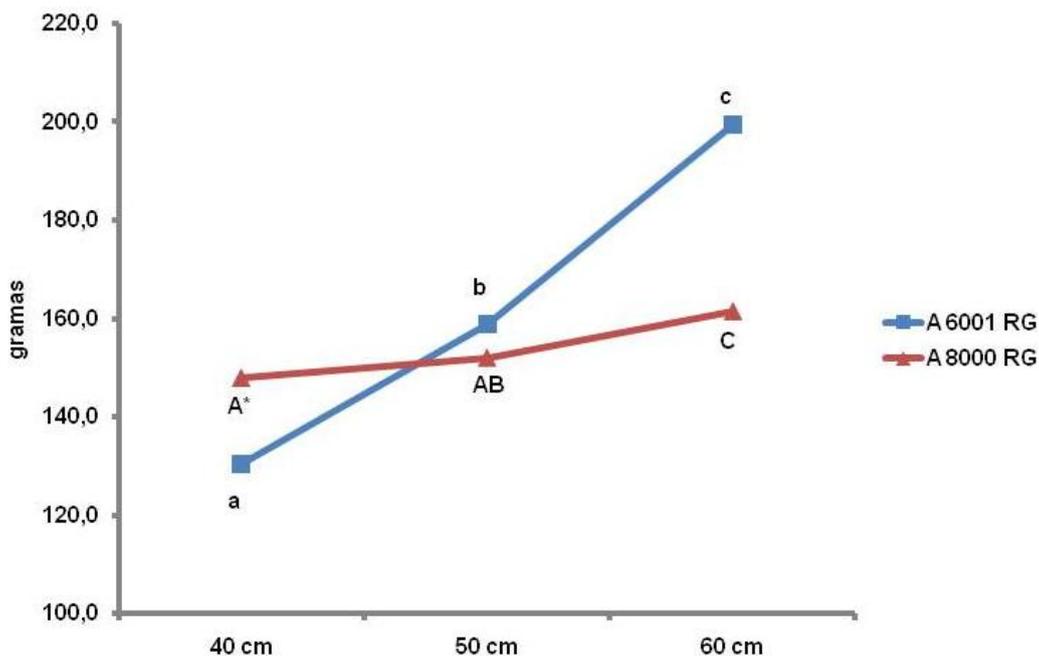


Figura 10 – Massa de 1000 grãos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A Figura 11 apresenta uma relação bastante específica entre o número de legumes com um, dois e três grãos, por terço da planta, para as duas cultivares trabalhadas nos três espaçamentos entre linhas. Como abordado anteriormente e sumarizado nesta figura, grande responsabilidade da produtividade das culturas, independente do espaçamento entre linhas, está representado no terço médio da planta com legumes possuindo dois grãos.

A cultivar Asgrow 6001 RG apresentou superioridade no número de legumes com três grãos em relação à cultivar Asgrow 8000 RG em todos os terços da planta. A maioria das cultivares de ciclo precoce tem por característica acumularem maior número de legumes com essa carga. Caso semelhante ocorreu com os legumes com um grão, que apesar de estarem em menores valores que a cultivar Asgrow 8000 RG, estão mais bem distribuídos nos três terços da planta, o que justifica a contribuição mais homogênea dos três terços. Esta afirmação explica o efeito do dano da ferrugem asiática na produtividade da cultivar Asgrow 6001 RG, pois em uma severidade alta iniciada no terço inferior, a redução na produtividade desta cultivar supera a de ciclo médio (Figura 09).

O espaçamento entre linhas de 60 cm apresentou os maiores valores dos componentes da produtividade para as duas cultivares, em decorrência disso, as mesmas podem ser tratadas como responsivas ao aumento do espaçamento entre linhas. Ainda de acordo com a Figura 11, a cultivar Asgrow 8000 RG apresentou efeito significativo do espaçamento nos legumes com três grãos no terço médio da planta. Já a cultivar Asgrow 6001 RG, esse mesmo efeito foi observado nos terços inferior e médio, estando de acordo com o aporte dos mesmos para compor a produtividade final desta cultivar.

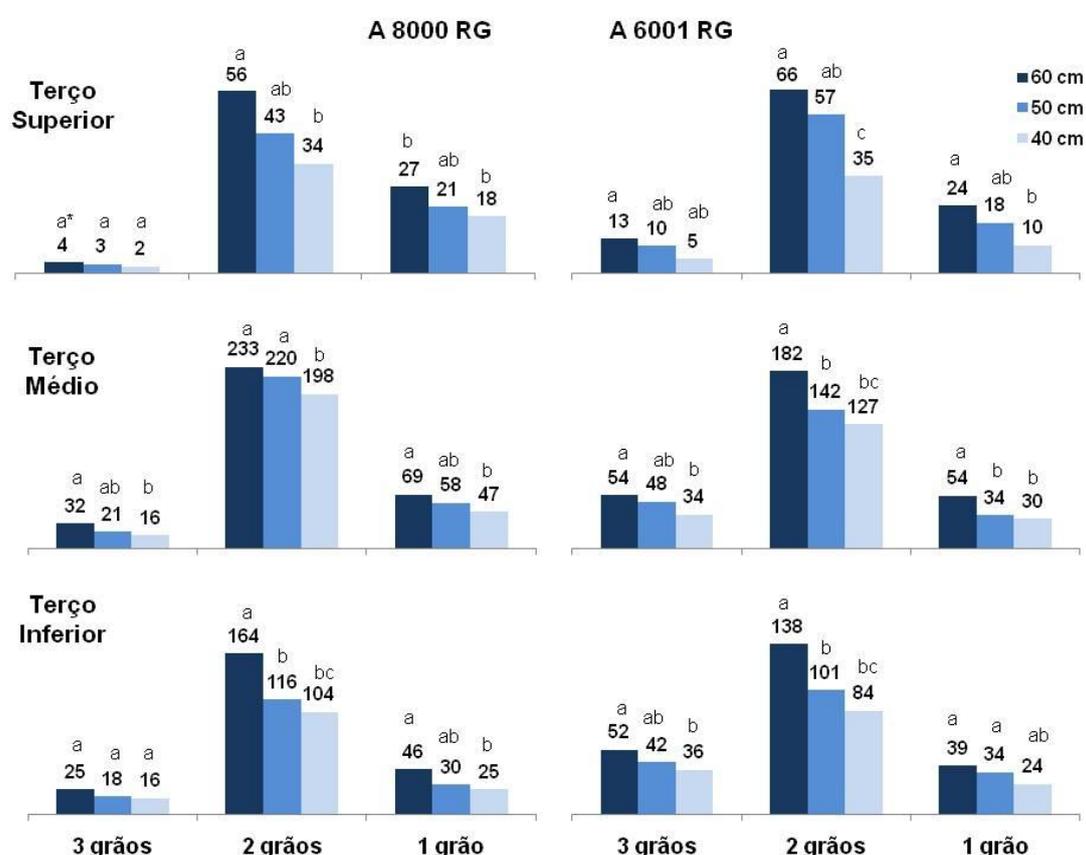


Figura 11 – Número de total de legumes com um, dois e três grãos por terço de 10 plantas de soja, para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 07/08. Itaara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

SAFRA AGRÍCOLA 2008/2009

Na mesma tônica do trabalho conduzido na safra 07/08 discutido anteriormente, na safra 08/09 todos os parâmetros severidade da doença, taxa de progresso (r), Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), número de legumes com 1, 2 e 3 grãos por planta e por terço da planta, número de legumes total, massa de mil grãos e produtividade final foram avaliados. Da mesma forma apresentados anteriormente, os efeitos isolados bem como em interação serão discutidos levando em consideração as significâncias ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) apresentados no Apêndice F e G. O delineamento, bem como o arranjo dos tratamentos no campo seguiu a mesma nas duas safras, com o objetivo de variar somente a pressão de ferrugem asiática, distinta em cada safra.

Na presente safra, o estabelecimento da doença não ocorreu no período vegetativo como tradicionalmente vem se apresentando as infecções em grande parte da metade sul do país (Figura 12). Condições de clima, entre safra e pressão de inoculo são alguns fatores que contribuem para esta constatação. Desta forma, muitas estratégias de manejo integrado podem ajudar a reduzir os danos provocados pela doença somente com o conhecimento do seu comportamento em uma macro região.

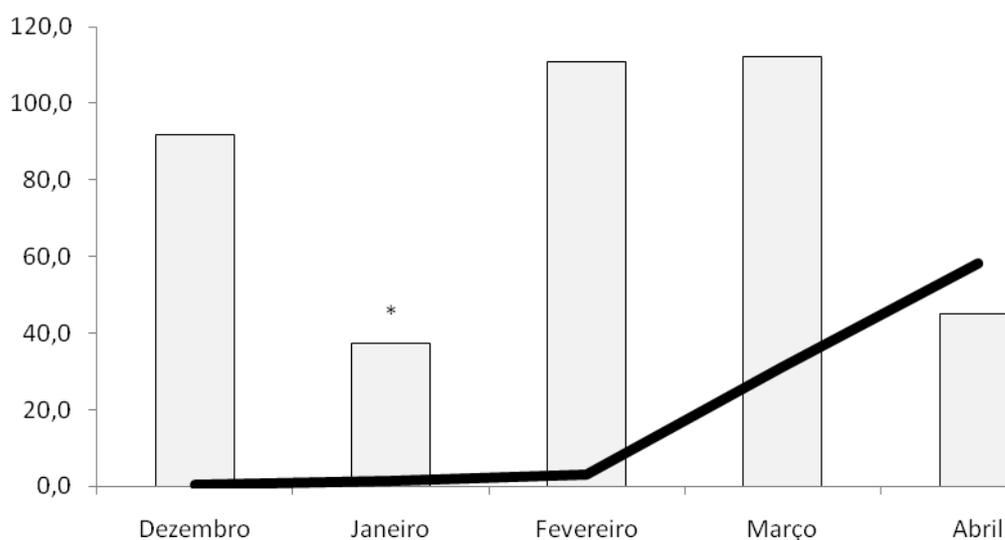


Figura 12 – Gráfico representativo da evolução da ferrugem asiática na cultura da soja na safra 08/09. Itaara, 2010. * Início do estágio R1 de ambas cultivares.

O manejo do espaçamento entre linhas tem se mostrado uma alternativa a essa condição de estabelecimento e avanço da doença. A Tabela 17 apresenta as leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para os espaçamentos de 40, 50 e 60 cm. Baseado nas testemunhas, o menor afastamento das entre linhas, promoveu uma severidade, velocidade de progressão da doença, bem como AACPD superiores aos demais espaçamentos estudados. Segundo Forcelini (2003), a partir de uma infecção inicial, e sob condições favoráveis, a ferrugem tem condições de progredir rapidamente, atingindo severidade elevada em menos de 20 dias.

Os espaçamentos de 50 e 60 cm diferiram estatisticamente somente com relação à taxa de progresso, conferindo a este último uma evolução mais lenta da doença. Por outro lado, as leituras de severidade e AACPD não atingiram distinção estatística entre os maiores espaçamentos nas testemunhas, resultando em um acúmulo de doença significativamente análogo.

Comportamento semelhante apresentado nas leituras dos tratamentos, onde somente a evolução da doença foi significativamente distinta, relação inversa ao aumento espaçamento. Os demais parâmetros de severidade e AACPD foram estatisticamente similares. Apesar da velocidade do avanço da ferrugem asiática ter sido estatisticamente diferente, favorecida pela condição de microclima no espaçamento de 40 cm, o acúmulo final de doença foi semelhante para os demais, comportamento que pode ter origem no período tardio de infecção da doença e área foliar verde limitada pelo avanço do ciclo da planta. Tschanz (1985) ratifica que a evolução da ferrugem foi mais acelerada em cultivares precoces que nas de ciclo mais longo, apesar de que a severidade possa ser a mesma em um mesmo estádio.

Assim como observado na safra 07/08, a literatura suporta a informação que o fechamento precoce das entre linhas acelera o processo de senescência da folha (TAIZ; ZEIGER, 2004). Neste sentido, diversos componentes de defesa da planta tem sua atividade debilitada como, por exemplo, a manutenção da cerosidade da cutícula, facilitando a penetração de patógenos (MARTINS et al., 1999; VIDA et al., 2001).

Tabela 17 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)	Severidade		<i>r</i>		AACPD	
	Tratamentos					
40	55,9	a*	0,60	a*	487,5	a*
50	38,6	b	0,33	b	363,3	bc
60	33,2	bc	0,23	c	323,1	c
	Testemunhas					
40	81,4	a*	0,66	a*	1175,3	a*
50	62,0	b	0,54	b	858,9	bc
60	56,5	bc	0,45	c	774,3	c

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A análise dos parâmetros avaliativos da doença para as duas cultivares trabalhadas são apresentadas na Tabela 18. A cultivar Asgrow 8000 RG de ciclo médio apresentou todas as avaliações relativas à doença menores que a cultivar precoce Asgrow 6001 RG.

Apesar do trabalho ter sido realizado em duas safras com pressão de inóculo distintas (Figura 05 e 12), o comportamento de suscetibilidade do germoplasma se manteve o mesmo. A cultivar Asgrow 6001 RG de alto potencial produtivo em um curto período de ciclo, tem maior vulnerabilidade sendo menos rústica que cultivares de ciclo mais longo como a Asgrow 8000 RG (NAVARINI, 2008).

Mesmo com uma pressão de inóculo mais tardia nesta safra, não é menos importante o incremento do controle químico no manejo integrado de doença. As duas cultivares estudadas mostraram ser resposivas à proteção química oferecida pelo fungicida, otimizando a expressão do potencial produtivo das mesmas.

Tabela 18 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função de duas cultivares de soja, safra 08/09. Itaara, 2010.

Cultivares	Severidade		<i>r</i>		AACPD	
	Tratamentos					
Asgrow 8000 RG	38,6	a*	0,28	a*	346,5	a*
Asgrow 6001 RG	49,8	b	0,39	b	431,4	b
	Testemunhas					
Asgrow 8000 RG	59,9	a*	0,44	a*	860,6	a*
Asgrow 6001 RG	80,3	b	0,56	b	1171,7	b

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A avaliação isolada dos Programas de Controle (PC) em relação aos parâmetros severidade, *r* e AACPD, apresentados na Tabela 19, mostram variações significativas do ponto de vista de controle da doença. Novamente, o início dos PC no fechamento das entrelinhas não indicou ser a melhor opção. Com a pressão de inóculo iniciando após o R1 (Figura 12), a entrada dos PC no fechamento entre linhas foi precoce, comprometendo a seqüência dos PC.

Para esta safra, mesmo com a variação no momento da segunda aplicação dos PC iniciados no fechamento, o posicionamento da segunda aplicação 25 dias após o fechamento das entre linhas (PC I) apresentou melhor eficiência que o PC III. O posicionamento da segunda aplicação é tão importante quanto iniciar corretamente um PC, visto que trabalhamos com um patógeno policíclico e com *r* elevada, a pressão de inóculo torna-se constante a partir da repetição sistemática do segundo ciclo da doença.

Assim como nos PC iniciados no fechamento entre linhas, os iniciados em R1 também distinguiram estatisticamente a partir do posicionamento diferenciado da segunda aplicação. Assim como na safra 07/08, o PC com maior índice de sucesso nesta safra (08/09) foi iniciado em R1 seguido de uma segunda aplicação 25 dias após, estendendo a proteção residual por todo o ciclo da cultura. Os demais PC, principalmente iniciados no fechamento das entre linhas, podem ter uma resposta diferenciada em uma pressão de inóculo antes do R1. No entanto, fica claro que o momento da entrada adiantada do PC do ponto de vista fenológico, demanda uma terceira aplicação de fungicida para completar a proteção até o final do ciclo da cultura.

Tabela 19 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em função dos Programas de Controle, safra 08/09. Itaara, 2010.

Programas de Controle	Severidade	<i>r</i>	AACPD
I-fechamento>> 25 DAA	42,1 c*	0,40 b*	375,6 c*
II-R1 >> 25 DAA	31,9 d	0,32 c	326,5 d
III-fechamento>> 20 DAA	51,2 b	0,40 b	487,7 b
IV-R1 >> 20 DAA	40,9 c	0,33 c	365,2 c
Testemunha	66,6 a	0,55 a	936,1 a

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A Tabela 20 apresenta a interação significativa dos dados de severidade, *r* e AACPD para os espaçamentos entre linhas e as duas cultivares trabalhadas. A responsividade individual das cultivares ao aumento do espaçamento entre linha foi significativa para estes parâmetros de avaliação da doença, favorecida pelo adensamento de plantas. Madalosso (2007) havia encontrado comportamento semelhante com relação ao aumento do espaçamento entre linhas para a cultivar Asgrow 8000 RG.

Em se tratando da análise das duas cultivares submetidas ao espaçamento entre linhas de 40 cm, a cultivar Asgrow 8000 RG foi significativamente menos sensível a pressão de doença comparado à cultivar Asgrow 6001 RG. Esta afirmação ocorre bom base nos parâmetros avaliados da doença, onde os mesmos foram estatisticamente favoráveis à primeira cultivar.

Na análise do comportamento das cultivares no espaçamento de 50 cm, a severidade da doença foi estatisticamente semelhante, entretanto a *r* e a AACPD não seguiram a mesma tendência. Assim como no trabalho conduzido na safra de 07/08 sob pressão de inóculo diferente, a cultivar Asgrow 6001 RG foi mais sensível à presença da ferrugem asiática, apresentando maior evolução e acúmulo de doença em relação à Asgrow 8000 RG. Resultado semelhante encontrado na leitura do espaçamento entre linhas de 60 cm, onde além da *r* e a AACPD, a severidade foi superior na cultivar Asgrow 6001 RG em relação à Asgrow 8000 RG.

A Tabela 20 sumariza a informação de que mesmo a cultivar de ciclo precoce acumular menos doença, beneficiado pelas condições particulares do maior afastamento das entre linhas, a sensibilidade do germoplasma também tem contribuição significativa devendo ser levado em conta na organização de um manejo integrado de doença.

Tabela 20 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 08/09. Itaara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)	Cultivares											
	A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG	
	Severidade				r				AACPD			
40	57,0	aB*	64,8	aA	0,59	aB*	0,62	aA	595,0	aB*	655,0	aA
50	43,0	bA	49,5	bA	0,37	bB	0,46	bA	403,1	bB	521,6	bA
60	33,2	cB	38,6	cA	0,21	cB	0,28	cA	375,5	cB	451,1	cA

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

O comportamento estatístico da interação significativa dos dados entre os três espaçamentos entre linhas e os quatro PC mais a testemunha, são apresentados na Tabela 21. Não contempladas com proteção química, as testemunhas refletem fielmente a conduta da doença para cada safra, servindo de padrão de referência da infecção. Apesar da ocasião de entrada da doença e o seu desempenho ser particular a cada momento, foi observado um comportamento decrescente linear dos parâmetros avaliativos da doença com o maior afastamento das entre linhas, tanto para a safra 07/08 como para 08/09. Observação recorrente devido às condições epidemiológicas desfavorecidas no patossistema (BALARDIN, 2004) discutidas anteriormente.

A mesma Tabela 21 permite as leituras de qual PC se adapta melhor a um espaçamento entre linhas específico, e se os diferentes espaçamentos entre linhas alteram a eficiência do PC pré estabelecido.

Na realidade do espaçamento entre linhas de 40 cm, o PC que apresentou maior eficiência estatística de controle da ferrugem asiática iniciou aplicando em R1 seguido de uma segunda aplicação 25 dias após (PC II). Como o estabelecimento e evolução da doença nesta safra foi tardia (Figura

12), este PC obteve residual suficiente para garantir a menor severidade no menor espaçamento. Da mesma forma, a r foi menor nos PC iniciados no estágio R1, não alcançando a mesma distinção estatística no acúmulo final de doença (AACPD). Nas duas safras trabalhadas a pressão da doença foi após o início do estágio reprodutivo da cultura (Figura 05 e 12), fato que vem a justificar o insucesso dos PC iniciados no fechamento das entre linhas (PC I e III) carecidos de uma terceira aplicação para manter o residual.

Com o afastamento das entre linhas para 50 cm, o PC II seguiu a tendência do espaçamento anterior de melhor posicionamento de controle para esta safra. No entanto, no espaçamento de 50 cm as diferenças se repetiram para r e AACPD, com o PC II atingindo menores valores para esses dois parâmetros. O PC com menor eficiência teve início no fechamento entre linhas seguido de outra aplicação 20 dias após (PC III), acumulando maior doença entre os PC, somente superando a testemunha.

Para o espaçamento entre linhas de 60 cm, os dois PC iniciados em R1 foram mais bem sucedidos nos parâmetros severidade e AACPD àqueles iniciados no fechamento das entre linhas. O efeito deste espaçamento não foi significativo para diferenciar a r dos PC, reduzindo-a de forma estatisticamente semelhante para todos. O fato do aumento do espaçamento entre linhas otimizar a eficiência dos PC, podem ser inferidas pelas características de tecnologia de aplicação maximizadas, pela maior exposição das folhas do terço médio e inferior à penetração e cobertura de gotas.

Tabela 21 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Espaçamento entre linhas (cm)					
	40		50		60	
	Severidade (%)					
I-fechamento>> 25 DAA	51,7	aC*	42,5	bC	34,3	cB
II-R1 >> 25 DAA	39,7	aD	32,6	bD	26,7	cC
III-fechamento>> 20 DAA	59,8	aB	49,6	bB	37,8	cB
IV-R1 >> 20 DAA	49,2	aC	40,5	bC	24,2	cC
Testemunha	77,3	aA	66,8	bA	56,5	cA
	<i>r</i>					
I-fechamento>> 25 DAA	0,62	aB**	0,33	bBC	0,24	cB
II-R1 >> 25 DAA	0,60	aBC	0,30	bD	0,23	cB
III-fechamento>> 20 DAA	0,61	aB	0,34	bB	0,24	cB
IV-R1 >> 20 DAA	0,58	aC	0,31	bCD	0,22	cB
Testemunha	0,65	aA	0,54	bA	0,5	cA
	AACPD					
I-fechamento>> 25 DAA	484,4	aC**	374,7	bBC	327,8	cB
II-R1 >> 25 DAA	459,2	aC	318,0	bD	292,4	bC
III-fechamento>> 20 DAA	526,3	aB	408,0	bB	348,8	cB
IV-R1 >> 20 DAA	479,8	aC	352,4	bC	303,4	cBC
Testemunha	1175,2	aA	858,8	bA	774,3	cA

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

** Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Na Tabela 22 são apresentados as análises de *r* e AACPD da interação significativa entre as duas cultivares e os PC estudados. O parâmetro severidade da doença não está apresentado, visto que não atingiu valores minimamente significativos ($p \geq 0,05$). Como apresentado por diversos autores, cultivares com alta capacidade produtiva em um ciclo curto, são mais vulneráveis às condições adversas como a doença (TSCHANZ, 1985 e NAVARINI, 2008).

Analisando as testemunhas, a cultivar Asgrow 8000 RG apresentou condições fisiológicas que permitiram a redução na velocidade da ferrugem asiática comparadas à Asgrow 6001 RG. Resultado semelhante foi encontrado na safra 07/08, que mesmo com pressão de inóculo diferenciada, a resposta do germoplasma no patossistema com a ferrugem asiática foi similar. No tocante aos tratamentos, o início do PC no estágio R1 vem se confirmando como melhor posicionamento frente a esta característica de pressão de ferrugem.

Na leitura do acúmulo final de doença (AACPD), novamente os tratamentos iniciados em R1 atingiram melhores resultados para as duas cultivares. A diferença estatisticamente imperceptível entre os PC II e IV na *r*, ganhou outra magnitude na análise da AACPD para cultivar Asgrow 8000 RG de ciclo mais longo, onde cinco dias a menos na segunda entrada representaram queda no residual no final do ciclo da cultura, acumulando mais doença.

Analisando cada PC separado, comparando as duas cultivares a partir da entrada da aplicação, independente do momento (fechamento entre linhas ou R1), o intervalo entre aplicações maior de 20 dias mostrou aumentar a *r*, prejudicando ainda mais a cultivar precoce Asgrow 6001 RG. Diferença que se fez presente para cada PC nas avaliações do acúmulo final de doença (AACPD).

Tabela 22 – Leituras de taxa de progresso da doença (*r*) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Cultivares			
	A 8000 RG		A 6001 RG	
	<i>r</i>			
I-fechamento>> 25 DAA	0,39	bBC*	0,44	aB
II-R1 >> 25 DAA	0,36	bC	0,40	aC
III-fechamento>> 20 DAA	0,43	aB	0,45	aB
IV-R1 >> 20 DAA	0,37	aC	0,39	aC
Testemunha	0,54	BB	0,60	aA
	AACPD			
I-fechamento>> 25 DAA	377,8	bC**	413,9	aC
II-R1 >> 25 DAA	320,7	bD	372,4	aD
III-fechamento>> 20 DAA	412,2	BB	443,2	aB
IV-R1 >> 20 DAA	374,9	bC	395,5	aCD
Testemunha	900,5	BA	971,7	aA

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

** Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A interação tripla significativa se deu somente para a leitura da taxa de progresso da doença (*r*) apresentada na Tabela 23. Os parâmetros severidade da doença e AACPD não estão apresentados, visto que não atingiram valores

de interação minimamente significativos ($p \geq 0,05$). Embora a severidade não varie em um determinado estágio da planta, a evolução da doença pode não obedecer a essa tendência necessariamente (TSCHANZ, 1985)

Para o ambiente de 40 cm utilizando a cultivar Asgrow 8000 RG, os melhores PC são os iniciados em R1 (PC II e IV) independente do intervalo da segunda aplicação. No caso de utilização do mesmo espaçamento entre linhas, porém com a cultivar Asgrow 6001 RG, o sucesso na redução do avanço da doença foi desempenhado significativamente pelo PC II.

No espaçamento de 50 cm com a cultivar Asgrow 8000 RG, apesar da diferença nos valores da r , os mesmos não foram suficientes para atingir diferenciação estatística. Já na utilização da cultivar Asgrow 6001 RG para o mesmo espaçamento, os PC iniciados em R1 (PC II e IV) novamente foram mais eficientes que os iniciados no fechamento das entre linhas.

Os menores valores de r encontrados foram no espaçamento de 60 cm, contudo, tanto para a cultivar Asgrow 8000 RG como para Asgrow 6001 RG, nenhum dos PC alcançou distância suficiente para o isolamento estatístico.

Tabela 23 – Leituras de severidade (%), taxa de progresso da doença (r) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.

PC**	Espaçamento entre linhas (cm) / Cultivares											
	40				50				60			
	A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG		A 8000 RG		A 6001 RG	
r												
I	0,61	B*	0,60	B	0,32	BC	0,33	B	0,23	B	0,23	B
II	0,54	C	0,56	D	0,31	C	0,30	C	0,22	B	0,23	B
III	0,61	B	0,62	BC	0,35	BC	0,34	B	0,23	B	0,24	B
IV	0,56	C	0,60	C	0,33	BC	0,30	C	0,22	B	0,22	B
Teste	0,64	A	0,67	A	0,55	A	0,52	A	0,41	A	0,48	A

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

** Programa de Controle (PC) I-fechamento >> 25 DAA; II-R1 >> 25 DAA; III-fechamento >> 20 DAA; IV-R1 >> 20 DAA e Teste = Testemunha.

No tocante à produtividade de grãos, a Tabela 24 apresenta os resultados significativos em decorrência dos três espaçamentos entre linhas. Baseado primeiramente na análise do tratamento sem controle químico, foi

possível observar a distância estatística entre o menor espaçamento entre linhas e os dois superiores. Diferentemente da safra 07/08 onde o espaçamento de 60 cm alcançou os maiores índices produtivos também para as testemunhas, nesta safra (08/09) as variações nos valores de produção não atingiram diferenças estatísticas, permanecendo as produtividades das testemunhas dos espaçamentos de 50 e 60 cm como indistinguíveis.

A partir do momento de entrada com o controle químico, parâmetros de penetração e cobertura de produto se beneficiam do maior afastamento entre linhas, maximizando seu desempenho. Com isso, características fisiológicas das plantas anteriormente prejudicadas pelo dano da ferrugem asiática, foram mantidas o que refletiu em incrementos de produtividade aos tratamentos com controle químico.

Tabela 24 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de soja em função de três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)		
40	50	60
Tratamentos		
2486,5 c*	2960,1 b	3417,3 a
Testemunhas		
1550,4 c	2156,9 ab	2365,8 a

* Médias não seguidas pela mesma letra na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A leitura estatística das médias significativas das duas cultivares trabalhadas são apresentadas na Tabela 25. Interpretando as parcelas sem controle químico para as duas cultivares, o dano referente ao efeito direto da presença do patógeno, é expresso pela redução abrupta na produção da cultivar Asgrow 6001 RG em relação à Asgrow 8000 RG. Este mesmo comportamento foi observado na safra 07/08 onde a distância estatística se manteve referente nas duas cultivares.

A partir da entrada da proteção química, os incrementos produtivos na cultivar Asgrow 8000 RG foram estatisticamente superiores à Asgrow 6001 RG,

provavelmente garantido pelo controle dos parâmetros representativos da ferrugem asiática, apresentados na Tabela 18.

Tabela 25 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de soja em função de duas cultivares, safra 08/09. Itaara, 2010.

Cultivares	
A 8000 RG	A 6001 RG
Tratamentos	
3127,6 a*	2781,7 b
Testemunhas	
2155,3 a	1893,5 b

* Médias não seguidas pela mesma letra na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

O sucesso de um PC bem estruturado é condicional ao momento de entrada do patógeno na área, situação que é variável a cada ano, dependente das condições climáticas, de inóculo e hospedeiro (Tabela 26). Como o comportamento da doença é incerto até o início da safra, a importância de um PC bem estruturado não depende somente da primeira aplicação preventiva, mas também do posicionamento correto da segunda aplicação. Devido à facilidade de dispersão de inóculo e elevada r da ferrugem asiática, o mesmo PC estruturado para uma determinada safra, pode vir a colapsar quando o estabelecimento e avanço da doença ocorrem fora do intervalo de proteção química.

Em macro regiões onde a pressão de inóculo se dá já no período vegetativo, o início do posicionamento do PC no R1 pode ser tardio. Não é o caso das duas safra estudadas, onde o estabelecimento e avanço da doença se deu após o início do estágio reprodutivo (Figura 05 e 12). Nestes casos, os PC que iniciaram em R1 foram mais bem sucedidos, diferenciando somente no intervalo entre aplicações. Assim como na safra anterior (07/08), nesta safra (08/09) o intervalo de aplicação de 25 dias mostrou melhor resposta de residual de controle no decorrer do ciclo vegetativo.

Tabela 26 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja em função dos Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.

Testemunha	Programas de Controle (PC)			
	fechamento>> 25 DAA	R1 >> 25 DAA	fechamento>> 20 DAA	R1 >> 20 DAA
2024,3 d*	2781,8 c	3173,8 a	2854,5 c	3008,2 b

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

As cultivares estudadas possuem características fisiológicas e de ciclo completamente distintas. Zobot (2009) estudou estas duas cultivares classificando as mesmas como cultivares do tipo plásticas, ou seja, cultivares que tiveram a capacidade de se adaptar ao espaçamento entre linhas estabelecido, não variando sua produtividade. Como já dito anteriormente, essa expressão da produtividade foi alcançada através da exclusão de todos os fatores bióticos negativos à cultura, objetivo deste trabalho.

Da mesma forma que na safra 07/08, nesta safra (08/09) com pressão de inóculo de ferrugem asiática, o acréscimo de produção respondeu diretamente ao aumento do espaçamento entre linhas, para as duas cultivares trabalhadas (Tabela 27). Todavia, o desempenho da cultivar Asgrow 8000 RG foi superior estatisticamente em todos os espaçamentos entre linhas, em relação à Asgrow 6001 RG.

Tabela 27 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, safra 08/09. Itaara, 2010.

Espaçamento entre linhas (cm)	Cultivares	
	A 8000 RG	A 6001 RG
40	2471,7 cA*	2126,8 cB
50	2867,8 bA	2731,0 bB
60	3302,6 aA	3111,2 aB

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

De acordo com a Tabela 28 foi possível analisar a interação significativa entre os espaçamentos entre linhas estudados, com os PC estruturados para o

trabalho. Para esta safra (08/09), os incrementos de produtividade obedeceram linearmente ao aumento do espaçamento entre linhas, independente do PC aplicado e nas testemunhas. Comportamento diferente à condição particular da safra 07/08, onde somente o PC II e as testemunhas seguiram esta mesma tendência, os demais somente diferenciaram no menor espaçamento.

Analisando cada espaçamento em particular com os quatro PC mais a testemunha, tanto na condição de 40 como 60 cm entre linhas, os PC iniciados em R1 atingiram os melhores valores de produtividade, independente do intervalo da segunda aplicação. Informação corroborada pela Tabela 21, onde o controle da doença foi estabelecido por estes dois PC. Novamente a terceira aplicação foi condicional para o sucesso dos PC I e III, observados não somente com os dados carência no controle da doença (Tabela 21), mas também com a confirmação nos dados de produtividade para estes dois espaçamentos.

Para uma realidade de 50 cm entre linhas, o intervalo da segunda aplicação foi decisivo para uma resposta positiva de acréscimo de produção no PC II. Da mesma forma observada com o controle da ferrugem asiática (Tabela 21), o PC iniciado em R1 seguido da segunda aplicação 25 dias após, foi responsável pelos maiores valores significativos de produtividade para este espaçamento.

Tabela 28 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de soja para interação entre espaçamentos entre linhas e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Espaçamento entre linhas (cm)					
	40		50		60	
I-fechamento>> 25 DAA	2371,4	cB*	2831,6	bB	3142,2	aC
II-R1 >> 25 DAA	2666,3	cA	3237,0	bA	3618,1	aA
III-fechamento>> 20 DAA	2311,0	cB	2877,7	bB	3374,7	aB
IV-R1 >> 20 DAA	2597,3	cA	2893,7	bB	3533,8	aA
Testemunha	1550,4	cC	2156,9	bC	2365,8	aD

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A interação significativa dos PC e as duas cultivares (Tabela 29) mostra que para esta safra (08/09), todos os PC estudados garantiram proteção à cultivar Asgrow 8000 RG (Tabela 22) de sorte a expressar sua capacidade produtiva, significativamente superior à Asgrow 6001 RG. Condição adversa à safra 07/08 onde a cultivar Asgrow 6001 RG garantiu maiores valores de produtividade. Mais uma vez mostrando a característica particular e individual de cada safra agindo diretamente sobre as respostas fisiológicas.

Analisando cada cultivar individualmente, os PC iniciados em R1 (PC II e IV) garantiram os maiores incrementos produtivos à cultivar Asgrow 8000 RG, independentes do momento da segunda aplicação. Enquanto que para a Asgrow 6001 RG, este intervalo foi suficiente para discriminar os PC iniciados em R1, selecionando o PC II como responsável pela resposta mais produtiva para esta cultivar.

Tabela 29 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de soja para interação entre cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)	Cultivares			
	A 8000 RG		A 6001 RG	
I-fechamento>> 25 DAA	2829,4	aC*	2734,1	bB
II-R1 >> 25 DAA	3374,1	aA	2974,5	bA
III-fechamento>> 20 DAA	3045,9	aB	2663,0	bB
IV-R1 >> 20 DAA	3261,5	aA	2754,9	bB
Testemunha	1893,5	bD	2155,2	aC

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

Baseado na análise significativa da interação tripla entre os fatores espaçamento entre linhas, cultivares e os PC, a Tabela 30 apresenta os resultados dos PC mais produtivos para uma determinada cultivar em um espaçamento entre linhas pré estabelecido.

No ambiente de 40 cm entre linhas, procedendo a leitura para cultivar Asgrow 8000 RG, as parcelas tratadas com os PC iniciados em R1 atingiram os maiores valores significativos de produtividade. No caso da cultivar Asgrow 6001 RG, os mesmos dois PC citados anteriormente obtiveram respostas

significativamente positivas frente aos dados de produtividade. Ainda para esta cultivar, o PC iniciado no fechamento entre linhas com intervalo maior para entrada da segunda aplicação (PC I), conseguiu proporcionar uma proteção que garantisse valores de produtividade estatisticamente semelhante aos PC mais produtivos.

No tocante à cultivar Asgrow 8000 RG no espaçamento de 50 cm, a interação dos dados permitiu concluir que os PC iniciados no fechamento entre linhas, deixaram a desejar do ponto de vista da análise de produtividade. Apesar do ciclo menor, a mesma resposta foi encontrada para cultivar Asgrow 6001 RG para este mesmo espaçamento entre linhas, com uma ressalva que somente o PC II garantiu maior expressão da produtividade para estas condições.

Os resultados da interação tripla garantiram os maiores valores de produtividade para o espaçamento entre linhas de 60 cm. Para esta situação, a cultivar Asgrow 8000 RG, seguiu a mesma tendência dos espaçamentos anteriores, com as produtividades significativamente garantidas pelos PC iniciados em R1, independentes do intervalo da segunda aplicação. Resposta semelhante foi encontrada para cultivar Asgrow 6001 RG para este espaçamento entre linhas. Não somente os dados desta safra (08/09) como também da safra anterior (07/08), apresentam uma regularidade maior das respostas positivas atribuídas ao PC II.

Tabela 30 – Produtividade (kg.ha⁻¹) de soja para interação entre espaçamento entre linhas, cultivares e Programas de Controle (PC), safra 08/09. Itaara, 2010.

Programas de Controle (PC)**	Espaçamento entre linhas (cm) / Cultivares					
	40		50		60	
	A 8000 RG	A 6001 RG	A 8000 RG	A 6001 RG	A 8000 RG	A 6001 RG
I	2473,3 B*	2269,5 AB	2838,4 C	2824,9 B	3248,6 B	3107,9 BC
II	3014,4 A	2318,2 A	3327,6 A	3146,3 A	3777,4 A	3458,8 A
III	2507,4 B	2114,6 B	2981,8 BC	2773,7 B	3176,6 B	3100,8 C
IV	2874,3 A	2320,6 A	3147,4 AB	2640,0 B	3762,8 A	3304,7 AB
Teste	1489,1 C	1611,6 C	2043,6 D	2270,1 C	2147,6 C	2584,0 D

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

** Programa de Controle (PC) I-fechamento>> 25 DAA; II-R1 >> 25 DAA; III-fechamento>> 20 DAA; IV-R1 >> 20 DAA e Teste = Testemunha.

A expressão dos resultados nos dados de produtividade (Tabela 30) deixaram de representar o ponto final para a elaboração de conclusões sólidas e com maior nível de precisão. Desta forma, o desmembramento da produtividade bruta nos seus respectivos componentes (número total de legumes, massa de 100 grãos, número de legumes com um, dois e três grãos por planta e por terço da planta), confere uma maior segurança no desfecho das informações.

Seguindo a mesma tendência da safra 07/08, o maior afastamento das entre linhas de soja representou incrementos significativos no número de legumes totais fixados, para as duas cultivares nesta safra (08/09) (Figura 13), também observados por Tourino et al. (2002). Dados que corroboram com a Tabela 30 que apresentou a interação tripla dos fatores espaçamento entre linhas, cultivares e PC.

Do total de legumes da capacidade produtiva da planta de soja, o número de legumes contendo dois grãos representam a porção mais contributiva para as duas cultivares de soja, aumentando com o maior afastamento das entre linhas. Foi observada uma alternância na contribuição dos legumes com um e três grãos na produção final em função das duas cultivares trabalhadas. Para cultivar Asgrow 8000 RG, seguido do número de legumes com dois grãos (72,2%), o aporte à produção é conferido pelos número de legumes com um grão (22,1%) e três grãos (5,7%), respectivamente. Já para Asgrow 6001 RG, a maior contribuição advêm do número de legumes com dois grãos (59,8%), o segundo maior valor de legumes é atribuído à três grãos (25,5%) e um grãos (14,5%), respectivamente.

Para esta cultivar, é considerável a contribuição dos legumes com três grãos, para tanto, o estreitamento das entre linhas restringiu significativamente esse parâmetro. Comportamento semelhante foi observado na cultivar Asgrow 8000 RG, onde o número de legumes com um grão conseguiu maior expressão no espaçamento entre linhas de 60 cm.

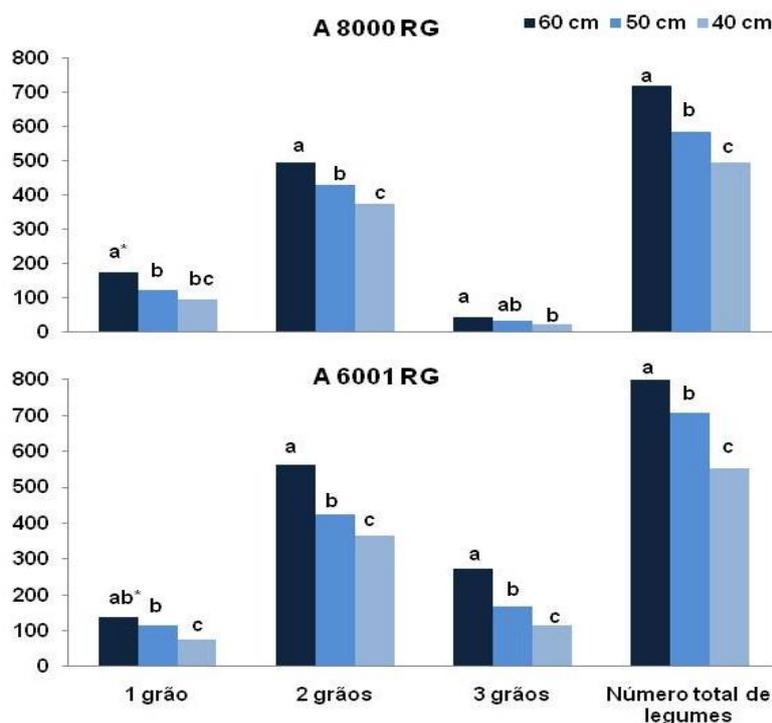


Figura 13 – Número de total de legumes, legumes com um, dois e três grãos em 10 plantas de soja para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

O número total de legumes estratificado em três camadas da planta de soja tem como objetivo apontar a contribuição dos mesmos para produtividade, bem como elucidar possíveis efeitos deletérios da patogênese e do sombreamento precoce (Figura 14). Efeitos que reduzem a contribuição de cada terço da planta na composição produtiva final (Tabela 30).

A Figura 14 traz a informação para esta safra (08/09) de que as duas cultivares obtiveram distribuição semelhante no perfil da planta de soja. O terço inferior representou a menor capacidade produtiva, com menos de 15%, passando pelo terço superior com aproximadamente 38%, e o terço médio com o maior aporte (aproximadamente 48%). Resposta diferenciada àquela observada na safra 07/08 (Figura 07), onde a contribuição do terço inferior na Asgrow 8000 RG era de apenas 10%, certamente influenciados por condições edafoclimáticas particulares a safra. Vale lembrar que esses valores são para as plantas de soja que não receberam proteção química, portanto o terço inferior foi intensamente afetado pela ferrugem asiática, causando

desfolhamento precoce e deficiência na formação e enchimento de grãos (YORINORI, 2003).

Para as duas cultivares trabalhadas, o aumento do espaçamento entre linhas, foi responsável pelo incremento significativo de legumes em cada terço da cultura. Como a pressão da doença estava sem controle, grande parte dessa resposta pode ser atribuída à condição fisiológica privilegiada de atividade fotossintética ativa e conseqüente fixação de flores e legumes (TAIZ; ZEIGER, 2004), a qual foi exposto todo perfil da planta nos espaçamentos mais avantajados.

A testemunha da cultivar Asgrow 8000 RG mostrou resposta semelhante estatisticamente para o terço inferior e superior nos dois espaçamentos maiores, fato que não ocorreu na Asgrow 6001 RG.

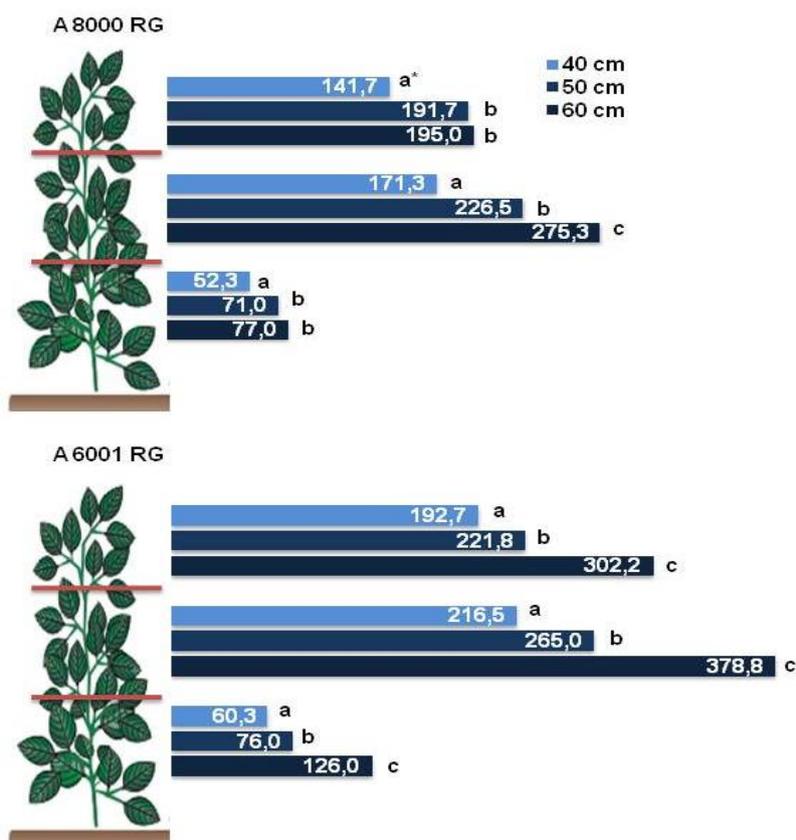


Figura 14 – Número de total de legumes por terço em 10 plantas de soja nas testemunhas para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A Figura 15 apresenta as consideráveis alterações nos componentes da produtividade da soja com a adoção da proteção química. Nas duas cultivares estudadas, o acréscimo no número de legumes por terço da planta foi diretamente proporcional ao aumento do espaçamento entre linhas. A exceção ficou por parte do terço superior nas duas cultivares, diferenciando somente o espaçamento entre linhas de 60 cm com maior fixação de legumes.

Assim como na safra 07/08, a distribuição percentual da produtividade no perfil da planta, inferior (15,2%), médio (47,1%) e superior (37,6%), não se alterou para cultivar Asgrow 6001 RG nesta safra (08/09), em relação à testemunha. Baseado nesta análise é possível observar que o incremento na produção apresentado na Tabela 30, é oriundo da contribuição de todos os perfis da planta, como também observado na safra 07/08.

A cultivar Asgrow 8000 RG não seguiu a mesma tendência, variando a contribuição percentual de cada terço no perfil da planta tratada quimicamente. Para esta cultivar, a proteção química promoveu uma maior contribuição do terço inferior (18,9%) na produtividade, reduzindo o terço superior (33,5%) e permanecendo o aporte produtivo máximo oriundo do terço médio (47,7%). Fato este observado na safra 07/08, ambos favorecidos pela condição de área foliar protegida pelo fungicida.

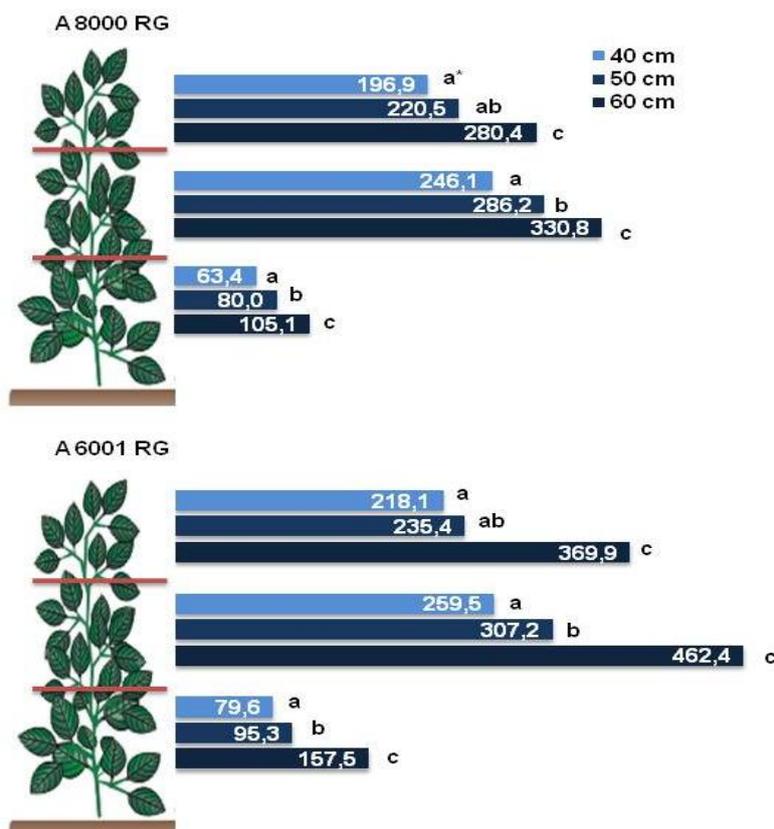


Figura 15 – Número de total de legumes por terço de 10 plantas de soja nos tratamentos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A Figura 16 tem por objetivo apresentar o efeito da avaliação estratificada de severidade do terço inferior com o número de legumes fixados por este terço da planta. Como visto nas tabelas anteriores, o espaçamento entre linhas de 40 cm favorece as condições epidemiológicas para o estabelecimento e avanço acelerado da doença, apresentando os maiores valores de severidade (FORCELINI, 2003). Para os espaçamentos de 50 e 60 cm, a variação no terço inferior não foi significativa nesta safra (08/09), para as duas cultivares trabalhadas.

A despeito disso, a variação no número total de legumes foi diretamente proporcional ao aumento do espaçamento entre linhas, conferindo ao 60 cm o maior número de legumes definidos. A avaliação pontual de severidade não diferenciada nos maiores espaçamentos apresentada na Figura 14, não é suficiente para explicar o número total de legumes, visto que a r no

espaçamento de 60 cm (Tabelas 17 e 20) foi significativamente inferior aos demais e afetou o acúmulo de legumes.

Além da consequência direta da patogênese (REIS, 2004; VILLAR et al., 2004), o decréscimo da produção total de legumes com o estreitamento das entre linhas tem relação direta com o sombreamento e desfolha precoce do terço inferior, resultando em queda na atividade fotossintética, súbita suspensão da fixação de flores, formação e enchimento de grãos (TAIZ; ZEIGER 2004; PARCIANELLO et al. ,2004). A decorrência deste dano para cultivar Asgrow 6001 RG foi mais expressiva comparada à Asgrow 8000 RG, visto que o número total de legumes para a primeira cultivar chegou aos 157, superiores aos 105 da segunda cultivar.

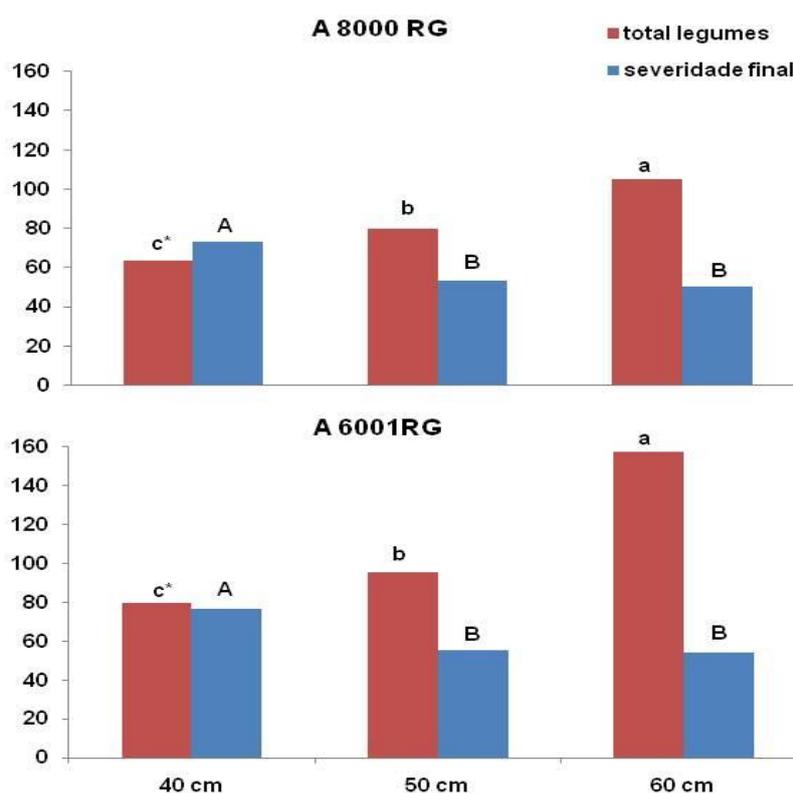


Figura 16 – Severidade final da doença no terço inferior (%) e número total de legumes no terço inferior para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG em três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A massa de 1000 grãos de cada cultivar é apresentada na Figura 17, em função dos três espaçamentos entre linhas. Da mesma forma que na safra 07/08, esta safra (08/09) o aumento do espaçamento entre linhas promoveu incrementos significativos na massa de grãos para as duas cultivares. Apesar da cultivar Asgrow 6001 RG não diferir entre os espaçamentos de 40 e 50 cm, houve uma elevação significativa da massa de grãos com o maior afastamento das entre linhas. Característica semelhante à safra anterior (07/08), mostrando a responsividade significativa desta cultivar ao espaçamento entre linhas, também observados por Zabot (2009). A cultivar Asgrow 8000 RG foi capaz de diferir o acréscimo na massa de grãos conforme aumento do espaçamento entre linhas.

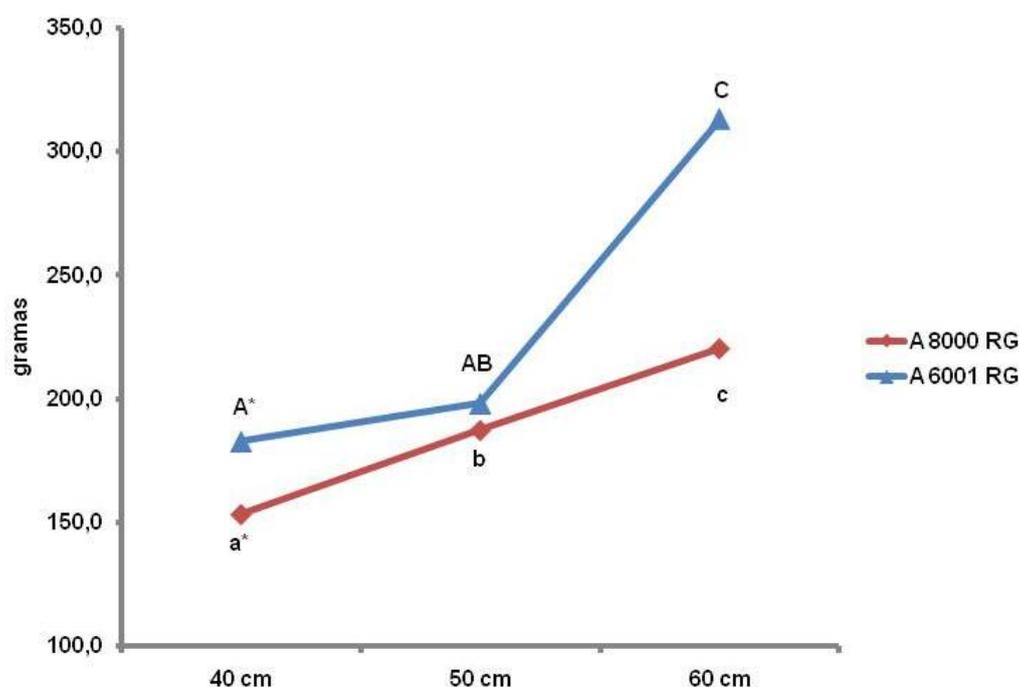


Figura 17 – Massa de 1000 grãos para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itaara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade de erro.

A Figura 18 apresenta o acúmulo total de legumes com um, dois e três grãos, por terço de cada uma das duas cultivares, nos três espaçamentos entre linhas. Como já constatado na Figura 13, o número de legumes com dois grãos correspondem a maior parte contribuinte à produção, e sua posição no perfil da

planta está no terço superior e principalmente no terço médio para as duas cultivares de soja. Para os três terços do perfil da planta, o maior afastamento das entre linhas contribuiu para o aumento no número de legumes no trabalho.

No terço inferior do perfil da planta, o número total de legumes com um e três grãos na cultivar Asgrow 8000 RG, esteve mais prejudicado estatisticamente no menor espaçamento, não diferindo nos demais. Relação não observada com o número de legumes com dois grãos, com crescimento linear ao afastamento das entre linhas. Situação diferente à observada na cultivar Asgrow 6001 RG, onde o maior espaçamento entre linhas diferiu estatisticamente no acúmulo de legumes com três e um grãos, permanecendo significativamente semelhantes os valores nos menores espaçamentos.

Na posição mais produtiva da planta, o terço médio da cultivar Asgrow 8000 RG foi responsivo ao aumento do espaçamento entre linhas no que diz respeito o número de legumes com um e dois grãos. O efeito sobre o número de legumes com três grãos somente foi observado entre o menor e o maior espaçamento entre linhas. A realidade da cultivar Asgrow 6001 RG apresentou resultados semelhantes nos legumes acumulados com três e dois grãos, ficando os legumes com um grãos com diferenciação entre os extremos dos espaçamentos entre linhas.

O terço superior apresentou respostas distintas significativamente para o número de legumes com dois grãos entre os três espaçamentos entre linhas, para as duas cultivares. O acúmulo de legumes com três grãos somente foi distinto entre os dois espaçamentos limítrofes.

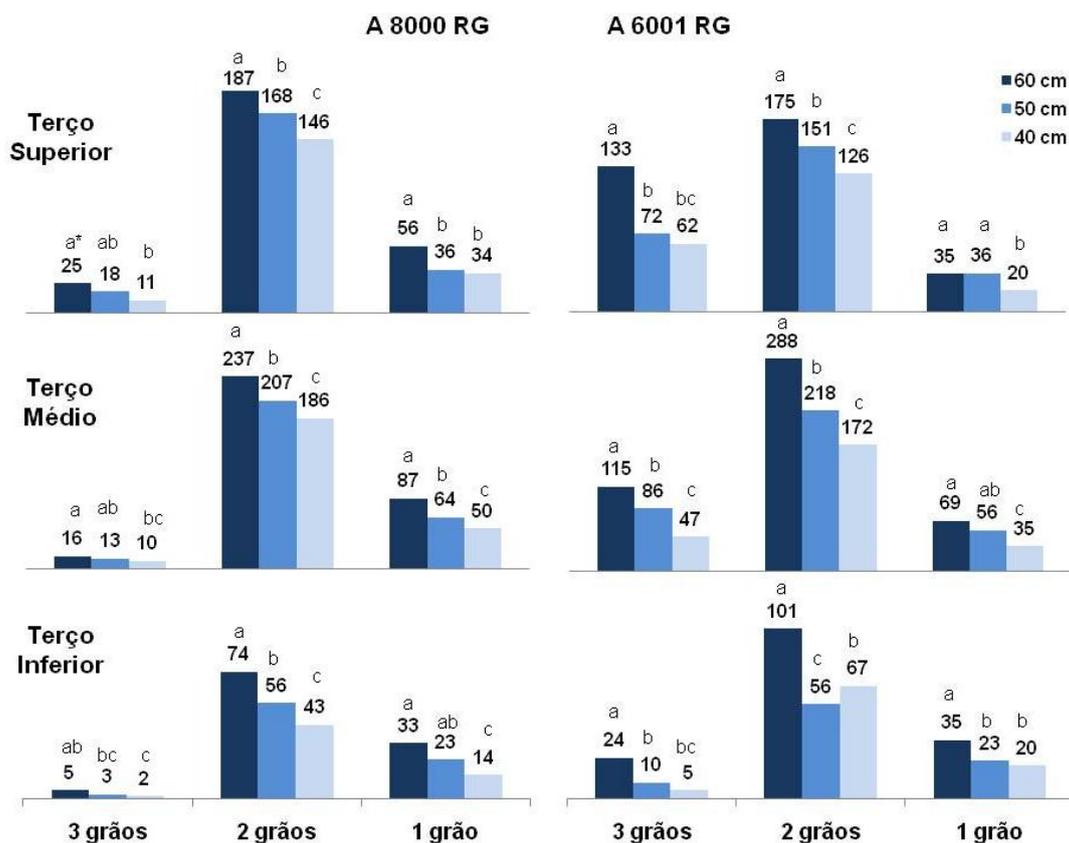


Figura 18 – Número de total de legumes com um, dois e três grãos por terço de 10 plantas de soja, para as cultivares Asgrow 8000 RG e Asgrow 6001 RG, nos três espaçamentos entre linhas, safra 08/09. Itara, 2010. * Médias não seguidas pela mesma letra nos três espaçamentos entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados alcançados no trabalho conduzido nas safras 07/08 e 08/09, foi possível concluir:

- O espaçamento entre linhas de 60 cm permitiu uma condição fisiológica privilegiada em todo perfil da planta, aumentando a fixação de legumes;
- A contribuição dos componentes à produtividade do terço inferior foi maior na cultivar Asgrow 6001 RG se comparada à cultivar Asgrow 8000 RG;
- O número de legumes com dois grãos correspondeu a maior parte contribuinte à produção e esteve posicionado no terço médio da planta de soja, seguido do terço superior e inferior, respectivamente.
- O acréscimo de produtividade proporcionado pela proteção fungicida foi conseqüência do incremento nos componentes em cada terço da planta.
- Os espaçamentos entre linhas de soja de 50 e 60 cm, permitiram maior intervalo entre aplicações;
- Cultivares que possibilitam elevada taxa de progresso da ferrugem asiática, dependem de programas de controle que iniciados no fechamento das entre linhas, exigem uma terceira aplicação de fungicida.
- A redução do espaçamento entre linhas permitiu maiores condições para o estabelecimento e progresso da epidemia;

6 REFERÊNCIAS

ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; BERGAMIM FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem Asiática da Soja**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2006. p. 37-59.

ANDRADE P. J. M.; ANDRADE D. F. A. A. **Ferrugem asiática**: uma ameaça à sojicultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa Agropecuária Oeste , 2002. 11 p. Circular Técnica No.11

AZEVEDO L. A. S.; **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. São Paulo; Ed do Autor, 2001. 230 p.

_____.; **Fungicidas protetores**: fundamentos para o uso racional. São Paulo, 319 p. EdXXX, 2003.

BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria: Ed. do Autor, 2002. 100 p.

BALARDIN R. S. **Caderno didático da disciplina de fitopatologia agrícola** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Disponível em <http://www.balardin.com.br>. Acesso em 22 de março de 2005.

BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, M. G. Fatores que afetam a eficiência na aplicação de fungicidas. In: BORGES, L. D. **Tecnologias de aplicação de defensivos agrícolas**. Passo Fundo, Aldeia Norte, 2006. p. 63-67.

BARTLETT, D.W. et al. Review: The strobilurin fungicide. **Pest Management Science**; Sussex, v. 58, n. 7, p. 649-662, July, 2002.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BLAD, B. L.; STEADMAN, J. R.; WEISS, A. Canopy structure and irrigation influence white mold disease and microclimate of dry edible beans. **Phytopathology**, Saint. Paul, v. 68, p. 1431-1437, Oct. 1978.

BRAZ, B. A. **Efeitos de reduções de distâncias entrelinhas e de dosagens de latifolicidas no controle de plantas daninhas na cultura de soja (*Glycine***

max (L.) Merrill). 1996. 143 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G.; SAXTON, A. M. Narrow-row seed-yield enhancement indeterminate soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, n. 1, p. 64-68, Jan./Feb. 1990.

BONINI, J. V. et al. Efeito da variação no volume de calda, adjuvantes e tipos de bicos sobre o controle das doenças de final de ciclo da soja e oídio na cultivar RS-10. In: XXVIII REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. 28. 2000, Santa Maria. **Atas e Resumos**, Santa Maria: UFSM, 2000. p. 127.

BUTZEN, S. et al. 2005. Asian Soybean Rust: Fungicide Application Technology. **Crop Insights**, v. 5, n. 1, 2005.
http://www.pioneer.com/usa/agronomy/soybeans/soybean_rust/asian_soybean_fung_app.htm. Acessado em 08/02/2010.

CALDWELL P. M.; MCLAREN N.W. Soybean rust research in South Africa. In: **Proceedings of the VII World Soybean Research Conference**, eds F. Moscardi, C.B Hoffmann-Campo, O.F. Saraiva, P.R. Galerani, F.C. Krzyzanowski and M.C. Carrão-Panizzi, pp. 354–360. Embrapa, Londrina. 2004.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Monitoring epidemics: diseases**. In: _____ Introduction to plant disease epidemiology. New York: J. Wiley, 1990. cap.6, p.107-128.

CAÑIZARES, K.A.L. A cultura do pepino. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Eds.) **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. Botucatu. UNESP. 1998. p.195-224.

CAPENTER, A. C.; BOARD, J. E. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant population. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 5, p. 1520-1526, Sept./Oct. 1997.

COSTA, J. A.; et al. Redução no espaçamento entre linhas e potencial de rendimento da soja. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 68, n. 2, p. 22-28, mar./abr. 2002.

COOPER, R. L. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 1, p. 89-92, Jan./Feb. 1977.

DEBORTOLI, M. P.; et al. Efeito do arranjo de plantas sobre o progresso de ferrugem asiática na soja. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, Salvador, v. 31, n. 1, p. 129, 2006.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 337-339. 1979.

DUTRA, L. M. C.; et al. População de plantas em soja. In. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 35., 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, p. 95.

ELMORE, R. W. **Soybean seeding rates**. Lincoln: Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2004. 4 p.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1997/98**. Londrina, 1997. 171 p. (EMBRAPA. CNPSo. Documentos, 106).

EMBRAPA. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

FIOMARI, B. R.; et al. Relações entre a Nutrição mineral e doenças de plantas. **Informações agronômicas**. Campinas, n. 109, p. 28. 2005.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology. 1977. 11 p.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Ed. Universitária/UPF. 2004. 528 p.

FONTOURA, T. B. **Influência do desfolhamento e do espaçamento sobre o rendimento de grãos e características agrônômicas da soja.** 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

FORCELINI, C. A. A ferrugem pode ser manejada. **Atualidades Agrícolas.** São Paulo, n.3, p.8-11, 2003.

GODOY, C. V., KOGA, L. J., CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 063-068. 2006.

HARTMAN, G. L., WANG, T.C.; TCHANZ, A. T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**, v.75, p.596-600, 1991.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. **Compendium of Soybean diseases.** Saint Paul: APS, 1999. 100 p.

HEIFFIG, L. S. et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, abr./jun. 2006.

KANTOLIC, A. G.; CARMONA, M. **Bases Fisiológicas de la Generación de Rendimiento:** Relación com el Efecto de las Enfermedades Foliares y el Uso de Fungicidas em el Cultivo de Soja. 1. ed. Buenos Aires, 2006.

KLINGELFUSS, L. H.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 158-164, 2001.

KRATOCHVIL, R. J. et al. Row-spacing and seeding rate effects on glyphosate-resistant soybean for Mid-Atlantic Production Systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 4, p. 1029-1038, July/Aug. 2004.

KUSS, R. C. R. **Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja.** 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.

LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; SCHAEGLER, C. E. tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II. Resposta de variáveis de produtividade 15. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 491-498, out./dez. 2004.

LEE, C. D. et al. Glyphosate-Resistant Soybean Management System Effect on Sclerotinia Stem Rot. **BIOONE Online Journals** Access Control, 2003. Disponível em: <http://www.bioone.org/perlserv/?request=get-document&issn=0890-037X&volume=019&issue=03&page=0580#N1>. Acessado em 08/01/2010.

LIM, S. M. Brown spot. In: SINCLAIR JB, BACKMAN PA (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 3rd. Saint Paul: APS Press. p.15-16. 1989.

MADALOSSO M. G. **Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

MADALOSSO, M. G.; et al. **Tecnologia de Aplicação & Manejo Cultural: Binômio da Produção**. UFSM. Santa Maria, 2006. (Informativo Técnico, n. 24).

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MARQUES, J. B. B. **Efeito do espaçamento entre fileiras, população de plantas e irrigação sobre o rendimento da planta, rendimento e qualidade da semente da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1981. 93f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1981.

MARTINS, S. R. et al. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência Brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n.196, p. 15-23, jan./fev. 1999.

MANANDHAR, J. B., HARTMAN, G. L. Anthracnose In: HARTMAN, G. L., SINCLAIR, J. B, RUPE, J. C. **Compendium of Soybean Disease**. 4th Saint Paul, American Phytopathological Society, 1999. 100 p.

MAYSE, M. A. Effects of spacing between rows on soybean arthropod populations. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 15, n. 2, p. 439-450, Mar./June. 1978.

McBLAIN, B. A.; HUME, D. J. Reproductive abortion, yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 61, n. 3, p. 499-505, July 1981.

MENZIES, J. D. Plant diseases related to irrigation. In: HAGAN, R. M.; HAIZE, H.R.; EDMINSTER, T.W., (Eds). **Irrigation of agricultural lands**. Madison, American Society of Agronomy, 1967. p.1058-1064. (Agronomy series, 11)

MONTEIRO, J. E. B. A. **Microclima e ocorrência de ramuloase no algodoeiro em diferentes densidades populacionais**. 2002. 116 f. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2002.

MOREL, W, PLOPER, D., TENUTA, A. Diseases effects on soybean yields in the top eight soybean-producing countries in 2006. **Plant Health Progress** doi:10.1094/PHP-2009. *No prelo*

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

NAVARRO JÚNIOR, H. M., COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, mar. 2002.

NONOKAWA, K. et al. Roles of auxin and cytokinin in soybean pod setting. **Plant Production Science**, v.10, n. 2, p.199-206, 2007.

NORSWORTHY, J. K.; SHIPE, E. R. Effect of row spacing and soybean genotype on mainstem and branch yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, n. 3, p. 919–923, May/June. 2005.

OGLE, H. J.; BYTH, D. E.; McLEAN, R. Effect of rust (*Phakopsora pachyrhizi*) on soybean yield and quality in South-eastern Queensland. **Australian Journal of Agricultural Research**. n. 30, p. 883-893. 1979.

PANDEY, J. P.; TORRIE, J. H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 13, n. 5, p. 505-507, Sept/Oct. 1973.

PARCIANELLO, G. et al. Tolerância da Soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 357-364, mar./abr. 2004.

PASSOS, A. M. A. et al. Cinetina e nitrato de potássio em características agronômicas de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 925-928, jul. 2008

PEDRO JÚNIOR, M. J. **Aspectos microclimáticos e epidemiologia**. In: CURSO PRÁTICO INTERNACIONAL DE AGROMETEOROLOGIA PARA OTIMIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO, 3., 1989, Campinas: Instituto Agrônomo, 1989. 13p.

PIRES, J. L. F. et al. Efeitos 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, ago. 2000.

RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 405-411, maio/jun. 2003.

REIS, E. M. **Doenças na Cultura da Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte. 2004. 178p.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 35. 2007, Santa Maria. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2007/2008**. Santa Maria: UFSM, 2007. 168 p.

RODRIGUES, O. et al. **Avaliação de cultivares de soja transgênica (BRS-RR) em sistema precoce de semeadura**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 30 p.

RODRIGUES, O. et al. Redução de espaçamento em semeadura tardia de soja. Embrapa Trigo, Outubro, 2002, Passo Fundo, RS. Acessado 12/01/2010. (Documentos Online, n. 12)
http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do12_22.htm#endereco

RUPE, J. C. Cercospora blight and leaf spot. In: HARTMAN, G. L., SINCLAIR, J. B., RUPE, J. C. **Compendium of Soybean Disease**. 4th Saint Paul, American Phytopathological Society, 1999. 100 p.

SENTELHAS, P. C.; JÚNIOR, M. J. P.; FELICIO, J. C. Efeitos de diferentes condições de irrigação e densidade de semeadura no microclima e na ocorrência de helmintosporiose e de oídio em trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 1, p. 45-52, jan./mar. 1993.

SINCLAIR, J. B. Powdery mildew. In: HARTMAN, G. L., SINCLAIR, J. B., RUPE, J. C. **Compendium of Soybean Disease**. 4th Saint Paul, American Phytopathological Society, 1999. 100 p.

SOARES, R. M., RUBIN, S. A. L., WIELEWICKI, A. P. Ferrugem asiática da soja: histórico, identificação e controle. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Porto Alegre, FEPAGRO, 2004, 21 p. (**Circular Técnica**, n° 25).

SUSUKI, H. S. et. al. Signals for local and systemic responses of plants to pathogen attack. **Journal of Experimental Botany**, Saint Louis, v. 55, n. 395, p. 169-179, jan. 2004.

SUTTON, J. C.; GILLESPIE, T. J.; HILDEBRAND, P. D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, n. 1, p. 78-84, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 543-546, out./dez. 1998.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, ago. 2002.

TSCHANZ, A. T.; WANG, T. C.; TSAI, B. Y. Recent advances in soybean rust research. In: SHANMUGASUNDARAM, S., SULZBERGER, E. W., McLEAN, B.

T. (Eds.) **Soybean in Tropical and Sub-Tropical Cropping Systems**. Shanhua, Taiwan, AVRDC, p. 237-245. 1985.

UDOGUCHI, A.; McCLOUD, D. E. Relationship between vegetative dry matter and yield of three soybean cultivars. **Soil and Crop Science Society of Florida**, Gainesville, v. 46, n. 10, p. 75-79, Oct. 1987.

UGALDE, M. G. **Controle de Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na Cultura da Soja**. 2005. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.

VIDA, J. B.; et. al. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia brasileira**. [online]. Brasília, v. 29, n. 4, p. 355-372, jul./ago. 2004.

VAKILI, N. G., BROMFIELD, K. R. *Phakopsora* rust on soybean and other legumes in Puerto Rico. **Plant Disease Reporter**, v.60, p. 955-9, 1976.

VILLAR, J.; CENCIG, G.; FRANA, J. **Ocorrência de condições favoráveis para o desenvolvimento da roya da soja em el área de influencia de rafaela a partir del estudio de variables climáticas**. Rafaela., 2004. (Información técnica de cultivos de verano. Campaña, 2004. Publicación Miscelánea, n. 102).

WRATHER, J. A., et al. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. **Plant Health Progress**, jan. 2010.

WIEBOLD, W. J. Rescue of soybean flowers destined to abscise. **Agronomy Journal**, v. 82, p. 85-88, 1990.

WILLES, J. A. **Análise da adaptação de semeadoras adubadoras às novas indicações técnicas para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2001. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2001.

YORINORI, J. T. **Controle integrado das principais doenças da soja**. In: CÂMARA GMS. Soja: tecnologia da produção. Piracicaba: O autor, 1998. cap.11, p.139-192.

YORINORI, J. T., et al. Evolução da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil, de 2001 a 2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Suplemento...** 2003.

ZABOT, L. **Caracterização agrônômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul.** 2009. 280 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

7 APÊNDICES

APÊNDICE A - Síntese da Escala Fenológica da Soja elaborada por Walter R. Fehr e Charles Caviness (1977).

Vegetative stages

Stage	Description
VE	Emergence – Cotyledons above the soil surface
VC	Cotyledon – Unifoliolate leaves unrolled sufficiently so that the leaf edges are not touching
V1	First-node – Fully developed leaves at unifoliolate node
V(n)	nth-node – Here, the "n" represents the number of nodes on the main stem with fully developed leaves beginning with the unifoliolate leaves.

Reproductive stages

Stage	Description
R1	Beginning bloom – One open flower at any node on the main stem
R2	Full bloom – Open flower at one of the two uppermost nodes on the main stem with a fully developed flower
R3	Beginning pod – Pod 3/16" long at one of the four uppermost nodes on the main stem with a fully developed leaf
R4	Full pod – Pod 3/4" long at one of the four uppermost nodes on the main stem with a fully developed leaf
R5	Beginning seed – Seed 1/8" long in a pod at one of the four uppermost nodes on the main stem with a fully developed leaf
R6	Full seed – Pod containing a green seed that fills the pod cavity at one of the four uppermost nodes on the main stem with a fully developed leaf
R7	Beginning maturity – One normal pod on the main stem that has reached its mature pod color
R8	Full maturity – Ninety-five percent of the pods have reached their mature pod color. Five to ten days of drying weather are required after R8 for the soybean moisture levels to be reduced to less than 15 percent

APÊNDICE B - Características técnicas das pontas de pulverização utilizadas no trabalho, reproduzidas do catálogo da Teejet®.

PONTA DE PULVERIZAÇÃO – Teejet®

Características

**Ponta de Pulverização de Jato Plano de Uso Ampliado
XR 11002**

- Cobertura uniforme em baixas pressões.
 - Gotas menores para pressões altas para uma melhor cobertura.
 - Pressão de pulverização: 1-4 bar.
 - Ideal para equipamentos com controladores de pulverização.
 - Reduz a deriva nas pressões mais baixas.
-

APÊNDICE C – Quadro da análise da variância para a análise conjunta dos ensaios da safra 07/08 e 08/09. Itaara, 2010

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
bloco(amb)	6	18.938.036.391.667	3.156.339.398.611	24.469	0.028
amb	1	132.398.158.537.497	132.398.158.537.497	1.026.392	0.000
trat	29	8.377.704.570.270.820	288.886.364.492.098	172.888	0.000
amb*trat	29	484.574.589.337.500	16.709.468.597.845	129.537	0.000

Media : 2694.29791667
 Raiz Quad. QMres. : 113.57539203
 Coef. Variação : 4.21539843

APÊNDICE D - Valores dos quadrados médios para as características fitopatológicas analisadas na safra 07/08. Itaara, 2010.

Causas da Variação	GL ¹	Severidade	r ²	AACPD ³
Blocos	3	148.051	0.00013	20.543.060
Espaçamento (a)	2	158406909**	0.25900**	46352185755**
Resíduo	6	0.88365	0.00198	28.869.550
Parcelas	11			
Cultivares (b)	1	3412800**	0.03510**	2160000151**
aXb	2	5049188**	0.00767*	95986348*
Resíduo	9	130.840	0.00107	12.821.418
Subparcelas	23			
Programas de Controle (c)	4	1375287427**	0.32471**	499499782813**
aXc	8	30786955**	0.08371**	9652652766**
bXc	4	29028623**	0.06124**	6494039278**
aXbXc	8	26674316**	0.14969**	7931107798**
Resíduo	72	175.825	0.00180	29.808.941
Total	119			
C.V. (%)				
Espaçamento (a)		3.57	11.89	3.89
Cultivares (b)		4.34	19.08	2.59
Programas de Controle (c)		5.03	16.68	3.95

¹ Graus de Liberdade

² Taxa de progresso da doença

³ Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença

APÊNDICE E - Valores dos quadrados médios para as características agrônômicas analisadas na safra 07/08. Itaraá, 2010.

Causas da Variação	GL ¹	Número total de legumes	Número de Legumes com			MMG ²	Produtividade
			1 grão	2 grãos	3 grãos		
Blocos	3	387.205.278	94.540.615	456.153.948	98.992.593	6.733.716	3.398.629.753
Espaçamento (a)	2	35518210833**	1601357489**	11420001120**	521788592**	1407822433**	125856458370**
Resíduo	6	383.846.018	74.389.336	219.985.978	31.202.684	23.357.932	3.497.603.990
Parcelas	11						
Cultivares (b)	1	4467640833**	1408297345**	9970567500**	9366978167**	271641357**	33852707173*
aXb	2	149600833**	2.216.613	1007663522**	202903984*	644266697**	20527058260**
Resíduo	9	436.067.249	29.595.620	88.099.976	29.091.668	4.978.794	4.637.170.803
Subparcelas	23						
Programas de Controle (c)	4	6146111280**	254667223**	1928108833**	82790184**	1783444292**	558276623911**
aXc	8	1009469529**	16.991.807	553977155**	29.229.699	134514289**	30069341169**
bXc	4	1888927950**	66.659.470	1190407353**	14.611.482	30.766.712	22099710870**
aXbXc	8	1543059165**	51.473.713	628092011**	29.348.773	199093534**	7684698767**
Resíduo	72	133.652.004	32.748.459	148.613.395	21.392.793	17.254.918	2.628.251.923
Total	119						
C.V. (%)							
Espaçamento (a)		12.56	28.09	14.10	26.09	10.45	7.13
Cultivares (b)		9.85	17.72	8.92	25.19	4.82	8.21
Programas de Controle (c)		7.41	18.64	11.59	21.60	8.98	6.18

¹ Graus de Liberdade

² Massa de Mil Grãos

APÊNDICE F - Valores dos quadrados médios para as características fitopatológicas analisadas na safra 08/09. Itaara, 2010.

Causas da Variação	GL ¹	Severidade	r ²	AACPD ³
Blocos	3	1.826.323	0.00048	90.560.335
Espaçamento (a)	2	583097412**	117435**	49107145062**
Resíduo	6	733.710	0.00035	29.322.721
Parcelas	11			
Cultivares (b)	1	47608800**	0.00355**	4333881204**
aXb	2	13466385**	0.00419**	434787032**
Resíduo	9	541.724	0.00023	27.295.152
Subparcelas	23			
Programas de Controle (c)	4	303414417**	0.13517**	144043786141**
aXc	8	2304755*	0.01384**	2583983507**
bXc	4	641.861	0.00065*	224467650**
aXbXc	8	617.074	0.00104**	79.534.953
Resíduo	72	858.282	0.00021	58.693.836
Total	119			
		C.V.(%)		
Espaçamento (a)		5.72	4.83	3.42
Cultivares (b)		4.91	5.85	3.30
Programas de Controle (c)		6.10	4.26	4.84

¹ Graus de Liberdade

² Taxa de progresso da doença

³ Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença

APÊNDICE G - Valores dos quadrados médios para as características agrônômicas analisadas na safra 07/08. Itaara, 2010.

Causas da Variação	GL ¹	Número total de legumes	Número de Legumes com			MMG ²	Produtividade
			1 grão	2 grãos	3 grãos		
Blocos	3	224.889.630	228.242.222	133.487.407	335.938.519	116.958	668.519.094
Espaçamento (a)	2	101985401028**	4037852879**	25643583847**	12791685455**	1.680.858	826700957479**
Resíduo	6	907.802.963	133.982.222	350.388.519	127.425.185	225.176	1.170.368.160
Parcelas	11						
Cultivares (b)	1	48726263507**	1583934754**	394.453.219	45616887945**	6561140**	150990892918**
aXb	2	15527070874**	241.708.143	1.492.564.768	9503898838**	4200724**	11643014213**
Resíduo	9	731.523.704	70.156.296	555.470.370	133.683.704	148.990	886.858.692
Subparcelas	23						
Programas de Controle (c)	4	11610932162**	389520659*	1337224501**	663279267**	4587711**	469841672523**
aXc	8	2534272061**	87.610.735	1706524559**	118.413.745	366.559	7658893812**
bXc	4	1.570.766.715	53.227.409	1164101672**	521316299**	120.829	58221723204**
aXbXc	8	765.731.260	186.884.045	610.745.889	220708546*	187.697	3961762773**
Resíduo	72	712.051.852	116.734.815	307.903.333	103.281.667	230.141	1030319289*
Total	119						
C.V. (%)							
Espaçamento (a)		14.87	20.55	13.49	17.85	7.76	3.91
Cultivares (b)		13.35	22.11	16.99	18.76	6.31	3.40
Programas de Controle (c)		13.17	28.52	12.65	24.07	7.84	3.67

¹ Graus de Liberdade

² Massa de Mil Grãos

