

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

**ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS E
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO
NO CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marcelo Grippa Madalosso

**Santa Maria, RS, Brasil
2007**

**ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS E
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO
NO CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**

por

Marcelo Grippa Madalosso

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin

Santa Maria, RS, Brasil
2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO
NO CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**

Elaborada por
Marcelo Gripa Madalosso

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ricardo Silveiro Balardin, PhD.
(Presidente/Orientador)

Jerson Vanderlei Carus Guedes, Dr. (UFSM)

Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2007

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria, especialmente ao Departamento de Defesa Fitossanitária, pela magnífica oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Professor Ricardo Silveiro Balardin e família, pela orientação, ensinamentos, amizade, compreensão e confiança depositada na execução deste trabalho, contribuindo substancialmente para minha formação profissional.

A minha família, em especial ao meu pai José Lir Viero Madalosso, minha mãe Cleusa Grippa Madalosso e meu irmão Rodrigo Grippa Madalosso e a minha segunda família, especial Maria da Conceição Pereira Coimbra, Aline Coimbra Sudati e minha namorada Fabrine Coimbra Sudati, pelo constante incentivo, amor, esforço e compreensão recebidos.

Aos colegas e amigos Alisson (Bondo) Gosenheimer, Lucas Navarini, Mônica Paula Debortoli, Rosana C. Meneghetti, Alisson Santos, Andrezza Zimmermann, Marcelo T. Moreira, Leandro Dallagnol, Anderson Maffini, pelo apoio e amizade.

A CAPES pelo auxílio financeiro concedido na realização deste trabalho.

Aos amigos Isaac, Karina, Eduardo e Luciano pelo apoio e amizade.

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

...Hei de ter uma tabuada e o meu livro "Queres Ler"
Vou aprender a fazer contas e algum bilhete escrever...
(Guri – João Batista Machado e Júlio Machado da Silva Filho)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* Sidow

Autor: Marcelo Grippa Madalosso

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2007

A associação da tecnologia de aplicação com o manejo fitotécnico pode proporcionar maior adequação no manejo fitossanitário assim como aumentar a exposição das folhas à radiação. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da interação de espaçamentos entre linhas da soja com diferentes pontas de pulverização visando controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) da soja. Para isso foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. O trabalho foi conduzido em Itaara – RS onde a cultivar de soja M-SOY 8000 RR foi semeada com espaçamentos de 30, 45 e 60 cm entre linhas, mantendo a mesma população de plantas de 33 pl.m². Foram utilizadas pontas de pulverização de jato leque plano de uso ampliado (XR 11001), jato plano duplo comum (TJ-60 11002), cone vazio (TXA 8002) e Turbo TeeJet® Duo (TT 11002 + XR 11002), trabalhadas com pulverizador costal propelido à CO₂. As aplicações foram escalonadas nas subsubparcelas com uma, duas e três aplicações. Os resultados obtidos mostraram que a redução do espaçamento entre linhas favoreceu a ação da doença. O espaçamento de 60 cm apresentou os menores valores de severidade, taxa de progresso (*r*) da doença e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). À medida que o espaçamento foi reduzido, os valores citados foram aumentando gradativamente. Por consequência, a desfolha foi maior nos espaçamentos de 30 e 45 cm e a Área Foliar Verde (AFV) obteve melhores níveis no espaçamento de 60 cm. A cobertura do fungicida foi superior no espaçamento de 60 cm, tanto no dossel mediano como no inferior para todas as pontas analisadas. Com relação à produtividade, seus componentes, como número de vagens e número de grãos por vagem foram significativamente superiores no espaçamento de 60 cm, principalmente no dossel inferior, favorecido pela maior cobertura foliar e atividade fotossintética dos dosséis inferior e mediano, resultando em uma produtividade final superior aos espaçamentos de 45 e de 30 cm,.

Palavras-chave: espaçamento entre linhas; ponta de pulverização; tecnologia de aplicação; penetração de gotas; cobertura de gotas; soja; ferrugem asiática.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agricultural Engineer
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

ROW SPACINGS AND SPRAY NOZZLES IN THE *Phakopsora pachyrhizi* Sidow CONTROL

Author: Marcelo Gripa Madalosso

Adviser: Ricardo Silveiro Balardin

Date e Place: Santa Maria, february, 26 of 2007

The association of application technology with the crop handling can provide larger adaptation in the phytosanitary handling as well as increasing the exhibition of the leaves to the radiation. This work had for objective to assess the effect of row spacings and spray nozzles interaction in asian rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) control. The experimental design was a randomized blocks with four replications, in bands with split split-plots. The research was carried out in Itaara – RS wher the cultivar M-SOY 8000 RR was sowed in row spacings of 30, 45 and 60 cm, keeping the same plants population of 33 pl.m⁻². The spray nozzles used were extended range flat (XR 11001), twinjet flat spray (TJ60-11002), hollow cone spray (TXA 8002) and Turbo Teejet® Duo (TT 11002 + XR 11002). The applications were designed in split split-plots with one, two and three applications. The results showed that the reduction of the row spacing benefited the disease action. The row spacing of 60 cm presented the smallest severity values, rate of disease progress (r) and Area Under Disease Progress Curve (AUDPC). When the row spacing was reduced, the previous values were increasing gradually. Thus, the defoliate was larger in row spacings of 30 and 45 cm and the Green Foliate Area (GFA) was obtained better levels in the row spacing of 60 cm. The fungicide covering was larger in the row spacing of 60 cm as in medium as in inferior stratum for all analyzed spray nozzles. The number of pods and number of grains per pods were significantly larger in the row spacing of 60 cm mainly in the inferior stratum, resulting in a superior final productivity than row spacing of 30 and 45 cm, benefited for the largest foliate covering and photosynthetic activity of the inferior and medium stratum.

Key-words: row spacing; spray nozzle; application technology; drops penetration; drops coverage; soybean; asian rust.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Espaçamento entre linhas da soja.....	16
2.2 Tecnologia de aplicação.....	21
2.2.1 Alvo.....	21
2.2.2 Espectro de gotas.....	22
2.2.3 Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e Diâmetro Mediano Numérico (DMN).....	22
2.2.4 Cobertura e penetração.....	23
2.2.5 Pontas de pulverização.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Local	29
3.2 Cultivo e manejo de plantas	29
3.3 Espaçamento e densidade de plantas	30
3.4 Equipamentos e volume de calda.....	31
3.5 Aplicação dos tratamentos.....	32
3.6 Avaliações.....	34
3.6.1 Componentes da produtividade.....	35
3.6.2 Produtividade final.....	36

3.7 Delineamento experimental e análise estatística.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
5 CONCLUSÕES.....	76
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tratamentos utilizados no experimento obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, Santa Maria, RS.....	37
TABELA 2 - Severidade e taxa de progresso (<i>r</i>) da ferrugem asiática da soja sob três espaçamentos e três aplicações. Santa Maria, 2007.....	43
TABELA 3 - Severidade e desfolha na planta de soja sob três espaçamentos e três aplicações. Santa Maria, 2007.....	47
TABELA 4 - Cobertura (número de gotas.cm ⁻²) produzidos por pontas de pulverização apresentadas por espaçamento entre linhas. Santa Maria, 2007.....	56
TABELA 5 - Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) de gotas produzidas por pontas de pulverização apresentados por espaçamentos entre linhas. Santa Maria, 2007.....	57
TABELA 6 - Cobertura (número de gotas.cm ⁻²) nos espaçamentos entre linhas apresentadas por pontas de pulverização. Santa Maria, 2007.....	60
TABELA 7 - Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) entre espaçamentos entre linhas apresentados por pontas de pulverização. Santa Maria, 2007.....	61
TABELA 8 - Cobertura de gotas produzida pelas pontas de pulverização nos espaçamentos e a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Santa Maria, 2007.....	62
TABELA 9 - Produtividade e diferença de produtividade entre tratamentos e testemunhas de cada espaçamento, ponta de pulverização e aplicação. Santa Maria, 2007.....	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Espaçamentos entre linhas de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	30
FIGURA 2 - Pontas de jato leque plano de uso ampliado (XR 11001), jato duplo leque (TJ-60 11002), cone vazio (TXA 8002) e o Turbo TeeJet® Duo (leque turbo (TT 11002) + leque planto ampliado (XR 1002)).....	31
FIGURA 3 - Papéis hidrosensíveis colocados no dossel inferior e mediano da cultura da soja. Santa Maria, 2007.....	32
FIGURA 4 - Esquema demonstrativo das subsubparcelas de cada tratamento, nos três espaçamentos.....	33
FIGURA 5 - Severidade (%) nos tratamentos testemunhas dos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	40
FIGURA 6 - Taxa de progresso (r) da ferrugem asiática, nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	40
FIGURA 7 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), estabelecida por quatro observações, para os espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	44
FIGURA 8 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), estabelecida por quatro observações, considerando o número de aplicações para os espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	45
FIGURA 9 - Área Foliar Verde (AFV) de soja nos espaçamentos de 30,45 e 60 cm, nos estádios fenológicos de R5.5, R6, R6.5 e R7. Santa Maria, 2007.....	49
FIGURA 10 - Aspecto visual da desfolha em soja ocorrida em relação aos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm, avaliados no estágio R6-R7. Santa Maria, 2007.....	50
FIGURA 11 - Estatura final da planta e do dossel inferior avaliados nos espaçamentos	

de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	52
FIGURA 12 – Cartões hidrosensíveis submetidos à pulverização nos dosséis mediano e inferior pelas pontas de pulverização nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	63
FIGURA 13 - Diferença de produtividade entre os tratamentos e as testemunhas de cada espaçamento com os níveis de desfolha. Santa Maria, 2007.....	64
Figura 14 - Diferença de produtividade entre tratamentos e testemunhas e a desfolha com três, duas e uma aplicações nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	66
FIGURA 15 - Níveis de desfolha nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm, nos estádios fenológicos de R5.5, R6, R6.5 e R7. Santa Maria, 2007.....	67
FIGURA 16 - Número de vagens produzidas por dossel (inferior, mediano e superior) por 10 plantas de soja nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	72
FIGURA 17 - Número de vagens com um dois e três grãos produzidas por 10 plantas de soja nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	72
FIGURA 18 - Número de grãos por dossel (inferior, mediano e superior) produzidos por 10 plantas nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	73
FIGURA 19 - Altura do dossel inferior de cada espaçamento com a produção de vagens com um grão. Santa Maria, 2007.....	73
FIGURA 20 - Altura do dossel inferior de cada espaçamento com a produção de vagens com dois grãos. Santa Maria, 2007.....	74
FIGURA 21 - Altura do dossel inferior de cada espaçamento com a produção de vagens com três grãos. Santa Maria, 2007.....	74
FIGURA 22 - Número de grãos produzidos e peso de mil grãos (PMG) nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.....	75

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Características fenológicas e recomendações da cultivar M-SOY 8000 RR, grupo de maturação semi-precoce. Santa Maria, 2007.....	84
ANEXO 2 - Síntese da Escala Fenológica da Soja elaborada por Walter R. Fehr e Charles Caviness (1977).....	85
ANEXO 3 - Características técnicas das pontas de pulverização utilizadas no trabalho, reproduzidas do catálogo da Teejet®.....	86
ANEXO 4 - Valores dos quadrados médios para as características agronômicas analisadas. Santa Maria, 2007.....	87
ANEXO 5 - Valores dos quadrados médios para as demais variáveis analisadas. Santa Maria, 2007.....	88
ANEXO 6 - Classificação das gotas de acordo com o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV).....	89

1 INTRODUÇÃO

A expressão do máximo potencial produtivo da cultura da soja, principalmente na América Latina, pode estar relacionado a investimentos em aplicações de fungicidas cada vez maiores. A evolução do melhoramento genético teve por objetivo maximizar acima de tudo a produção de grãos, isso fez com que o genótipo da soja perdesse sua variabilidade genética deixando para traz características relacionadas à rusticidade da cultura. Desta forma, características importantes como tolerância a certos patógenos podem ter sua expressão reduzida no genoma das novas cultivares.

Com a suscetibilidade dos materiais às doenças, os fungicidas tem sido uma estratégia utilizada na produção comercial. Entretanto, MATTHEWS (1983) ressalta que a aplicação de agrotóxicos, tal como se pratica hoje, apesar de diferir daquela praticada há 100 anos, se caracteriza por um considerável desperdício de energia e de produto químico. A preocupação com o excesso de resíduos nos alimentos e o desperdício de energia bem como a degradação do meio ambiente, vem aumentando por parte da sociedade. Desta forma a redução nos desperdícios e equívocos na aplicação, faz parte de um processo que demanda um período longo, como por exemplo, o desenvolvimento de novas técnicas como a resistência de plantas a fungos (MATUO, 2005), bem como o acesso e correta utilização da informação aumentando a eficiência da aplicação.

De acordo com o conceito de tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas proposto por (MATUO, 1998), a tecnologia de aplicação trata-se da aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo e que proporcionem a correta colocação de um produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com mínimo de contaminação de outras áreas.

A otimização da aplicação dá-se por diversos fatores como a escolha de fungicidas eficientes, momento ideal para aplicação, frequência suficiente de aplicações, volume de calda, tecnologia de aplicação ajustada ao alvo e cultura, como fatores relacionados à penetração e cobertura do dossel da planta. GARCIA et al. (2004) considera que o volume de calda sendo calculado em função do índice de área foliar (IAF), possibilita a diminuição da contaminação

ambiental, economia dos recursos monetários e de tempo, redução da pressão de seleção e desgaste de máquinas e implementos agrícolas.

Desta forma, a tecnologia de aplicação passa a fazer parte do contexto de manejo integrado, complementado pelo manejo adequado da cultura. DEBORTOLI et al. (2006) ressaltam que a distribuição mais adequada de plantas na área proporciona maior retenção e eficiência foliar principalmente no dossel inferior devido à constante interceptação de radiação bem como penetração e cobertura do fungicida refletindo em incremento de produtividade. Além disso, maior arejamento das entre linhas impede a formação do microclima, desfavorecendo a aderência e germinação do esporo, aliado ao fato da folha fotossinteticamente ativa, manter suas defesas retardando a infecção por parte do patógeno.

KANTOLIC & CARMONA (2006) relacionaram a importância da área foliar de todos os estratos do dossel da cultura com a interceptação da radiação e produção de grãos. Desde a baixa expansão e duração da área foliar causada por estresses nutricionais e hídricos, a incidência de doenças acelera o processo de senescência da folha modificando a área de interceptação da radiação. As conseqüências desse distúrbio refletem diretamente na fotossíntese líquida e conseqüentemente, na produção da cultura. Por isso a importância da qualidade da aplicação na ótica de proteger todo o aparelho fotossintético da planta possibilitando o máximo efeito fisiológico da cultura.

A penetração e cobertura do produto no dossel inferior da planta podem ser obtidas através de um rearranjo da população de plantas, observado com mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) por ELMORE (2004) e LEE et al. (2003), antracnose (EMBRAPA, 2006) e com a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) por MADALOSSO et al. (2006).

A qualidade da aplicação está relacionada ao conhecimento básico da biologia do alvo. No caso do controle da ferrugem da soja, existe a necessidade de ser atingido todos os estratos do dossel da planta. Por isso a importância do arranjo adequado de plantas juntamente com o ajuste do pulverizador à operação através do redirecionamento das pontas de pulverização.

As pontas de pulverização são componentes fundamentais em um pulverizador estando diretamente relacionadas com a vazão, tamanho de gotas produzidas e a distribuição das mesmas, pressão de trabalho e velocidade de aplicação. Cada modelo de ponta de pulverização apresenta características peculiares que os diferencia. No entanto, todos eles apresentam uma faixa ideal de pressão de trabalho e estão disponíveis com aberturas de diferentes tamanhos (MATUO, 1998).

O tipo e o tamanho mais adequados são selecionados em função do produto fitossanitário que se deseja aplicar, da superfície a ser tratada e do volume de calda necessária. As pontas de jato cone vazio (TX Teejet) foram largamente utilizadas na aplicação de fungicidas devido a sua característica de produzir gotas menores em pressões mais elevadas e assim apresentar uma boa penetração nas folhagens (BONINI, 2003). Atualmente, as pontas de pulverização com jato do tipo leque tem sido mais utilizadas em pulverizações, pois proporcionam boa cobertura e uniformidade de deposição (CHRISTOFOLETTI, 1992).

A eficiência da tecnologia de aplicação é determinada pela adequada colocação e distribuição do produto no alvo, onde ele estiver. Para tanto, a escolha da ponta de pulverização é fundamental para que se obtenha uma gota de tamanho ideal, somada ao momento de aplicação e espaçamento entre linhas, compondo um conjunto de fatores que devem ser considerados na tomada de decisão para o controle da doença. A interação entre tecnologia de aplicação de fungicidas e manejo fitotécnico proporciona maior exposição da área foliar da plantas à pulverização e interceptação de radiação. Portanto, essa associação pode fazer parte de um manejo integrado para a cultura, otimizando as práticas fitossanitárias.

Deste modo, o trabalho teve como objetivo geral a adequação na tecnologia de aplicação e no manejo cultural para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. Como objetivos específicos, foi realizado um teste de pontas, avaliando qual(is) a(s) ponta(s) que apresentará (ão) uma melhor penetração e cobertura da gota no dossel, considerando diferentes espaçamentos entre linhas na cultura da soja; e verificar qual arranjo de plantas propiciará um controle mais satisfatório da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Espaçamento entre linhas da soja

A cultura da soja (*Glycine max.* (L) Merrill) rica em proteína e além de servir como base para alimentação humana e animal, desempenha um papel importante na reciclagem de nutrientes do solo, especialmente o nitrogênio. No Brasil, os maiores Estados produtores desta leguminosa são Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná, com uma produção estimada de 61,7% na safra 2005/06 (CONAB, 2006).

Segundo a EMBRAPA (2006) entre as recomendações para o manejo da cultura da soja no Brasil, está o espaçamento entre linhas de cultivo, que pode variar de 20 até 50 cm. Inicialmente, o espaçamento entre linhas de soja era estabelecido com o objetivo de adequar a população de plantas na área, proporcionando mais rapidamente o fechamento da entre linha de cultivo, visando o controle de invasoras.

ELMORE (2004) ratifica essa afirmação mostrando que a cobertura do solo pela folhagem da soja foi mais rápida em espaçamentos entre linhas de 20 cm do que em 75 cm. Com isso, quanto mais acelerado era a cobertura do solo pelas folhas da cultura, mais intenso era o sombreamento sobre as plantas daninhas, prejudicando sua taxa fotossintética e reduzindo o porte e a infestação na área (FIOMARI et al., 2005).

Em condições ideais de cultivo, foi verificado incremento na produtividade de cultivares indeterminadas de soja para a maioria dos estados do norte dos Estados Unidos, quando houve redução no espaçamento entre linhas (25 cm) do que com aumento do espaçamento (50 cm) (ELMORE, 2004). Entretanto, o autor adverte que em condições de estresse hídrico, o adensamento de plantas pelo menor espaçamento entre linhas tem reduzido a produtividade. Além disso, tanto a ausência de doenças quanto diferentes densidades de plantas, colaboram para a maior produtividade em espaçamentos menores.

Para FIOMARI et al. (2005) o aumento na produtividade em cultivares de ciclo precoce, devido à redução do espaçamento entre linhas, é atribuído ao adensamento de plantas auxiliando no controle de plantas daninhas. Entretanto, o adensamento estabelece outras características,

como formação de microclima favorável a patógenos, bem como condições de alimentação para inúmeros insetos, principalmente desfolhadores, tendo seu controle prejudicado pelo abrigo proporcionado pelo estreitamento das entre linhas (MAYSE, 1978).

Existem fatores que contribuem significativamente para a redução no potencial produtivo da cultura, como adversidades climáticas e principalmente a ocorrência de doenças na cultura (BONINI, 2003). O controle químico tem sido um procedimento largamente utilizado, sobretudo no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow). O controle mais eficaz, equilibrado e econômico de doenças é aquele obtido pela utilização de todo um conjunto de medidas de controle disponíveis (AZEVEDO, 2001).

A eficácia dessas medidas não depende somente da escolha de fungicidas eficientes, momento ideal para aplicação e volume de calda, mas também de fatores relacionados à penetração e cobertura de todo dossel da planta. Para MADALOSSO et al. (2006) esses fatores podem estar relacionados com o arranjo de plantas adequado na área, maximizando a eficácia do fungicida através da maior penetração e cobertura no combate à ferrugem asiática, elevando a duração da área foliar verde culminando em incrementos de produtividade.

Porém, antes do surgimento da ferrugem asiática da soja, o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) representava a doença que mais se beneficiava com o adensamento de plantas. Em áreas de grande infestação de mofo branco, os cultivos adensados devem ser evitados, justamente pelo fato da redução do espaçamento entre linhas propiciar adensamento de plantas provocando a formação e manutenção de um microclima quente e úmido por mais tempo, proporcionando condições adequadas para estabelecimento e difícil controle do patógeno (ELMORE, 2004).

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 e comprometendo a eficácia de controle químico. Além da *Sclerotinia sclerotiorum*, a *Phakopsora pachyrhizi* é favorecida pelo adensamento da cultura, já que se instala primeiramente nas folhas baixas como foi verificado por BALARDIN & MADALOSSO (2006).

O maior tempo de molhamento foliar provocado pelo adensamento de plantas, favorece o aumento da taxa de progresso e disseminação do patógeno da ferrugem asiática para as demais plantas. DEBORTOLI et al. (2006) verificaram diferenças de produtividade superior a 1 ton.ha⁻¹ quando a pressão da doença foi maior no espaçamento de 30 cm em relação ao de 45 cm.

O fato do aumento 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. A associação com o manejo fitotécnico pode proporcionar maior adequação no manejo fitossanitário bem como favorecer o desenvolvimento fenológico da planta pela maior exposição de suas folhas à luminosidade.

A luz exerce efeito sobre diversos mecanismos vegetais inclusive a nutrição de plantas, desencadeando o processo de produção de energia química necessária para raiz absorver os nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2004). No caso das folhas baixas que sofrem sombreamento, tanto pelas folhas da mesma planta com plantas vizinhas, há menor atividade fotossintética e, portanto, menor produção de fotoassimilados (sacarose) que circulam até a raiz. Assim a respiração celular também será baixa, não produzindo energia necessária para a absorção de nutrientes. No caso 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).

Dessa forma, a redução no espaçamento entre linhas acelera o processo de sombreamento das folhas inferiores diminuindo a atividade fotossintética da planta, induzindo a redução de absorção de CO₂, podendo levar ao abortamento de flores na fase reprodutiva (TAIZ & ZEIGER, 2004). Esse conceito é corroborado por ELMORE (2004), ressaltando que a interceptação de radiação solar é maximizada em espaçamentos equidistantes entre plantas, resultando em maiores produtividades na cultura da soja pelo melhor aproveitamento da luz.

Como acontece nos dias mais curtos e noites mais longas, o sombreamento da folha também promove a inativação do fitocromo, que é responsável pela percepção da luz. Assim, a velocidade de envelhecimento das células passa a ser influenciada pela redução na incidência de luz (FLOSS, 2004), desencadeando uma seqüência de processos fisiológicos que irão culminar na abscisão da folha. A alta concentração de fitocromo inativo promove a expressão de genes que conduzem à síntese de ácido abscísico, responsável pela abscisão de folhas, ocorrendo aumento na concentração de etileno, segundo hormônio inibidor de crescimento (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Esse novo balanço hormonal induz a formação de enzimas responsáveis pela degradação dos componentes da folha. A primeira é a clorofilase, que promove a degradação da clorofila causando o amarelecimento das folhas. Segunda é a celulase, que degrada a celulose da parede celular das células da camada de separação do pecíolo, e a terceira é a poligiaractulonase 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).

Conforme MOHR & SCHOPFER (1995), a partir do momento em que a fotossíntese diminui, a respiração se mantém constante mantendo as células vivas. Quando o processo de degradação da clorofila é total e a fotossíntese é nula, a respiração também diminui até se anular, ocorrendo a abscisão.

Quando a área foliar fotossinteticamente ativa é mantida, a planta apresenta mais meios de produção de fotoassimilados para serem armazenados nos grãos, garantindo aumento de produtividade por área. Segundo PETR et al. (1988), em cevada e trigo foi verificado aumento na produtividade de grãos devido à permanência da área foliar das plantas.

Tanto na cultura da soja como em outras, a manutenção da área foliar é prejudicada pela incidência de doenças. A maioria delas provoca alterações das características originais dos tecidos foliares como clorose e necrose, afetando diretamente a fotossíntese e diminuindo a eficácia da interceptação da radiação através da redução do IAF e sua duração (KANTOLIC & CARMONA, 2006).

No caso de um controle fitossanitário adequado e condições fisiológicas apropriadas da planta, esta pode produzir folhas novas como resposta ao estresse causado pelas doenças. Entretanto, em estádios reprodutivos, as cultivares determinadas já possuem sua área foliar estabelecida direcionando-se totalmente à reprodução. Já em cultivares de hábito indeterminado há geração de novas folhas através da partição dos fotoassimilados com a reprodução, demandando um alto custo energético para planta. O desbalanço na energia produzida pela planta reduz a eficácia de suas defesas, favorecendo a infecção pelos patógenos e reduzindo a eficiência e vida útil da folha.

Cada cultivar de soja possui distinção nas suas características, como índice de área foliar (IAF) e arquitetura de planta, entretanto, cada uma delas requer uma quantidade mínima de área foliar (número e tamanho) que garanta a interceptação plena de radiação e desempenho de suas funções fisiológicas chamado de IAF crítico, normalmente superado quando a planta entra no estágio reprodutivo. Entretanto, existem casos em que o IAF crítico não é alcançado ou é atingido tardiamente podendo variar em função da intensidade da desfolhamento, variedade e momento do ciclo, comprometendo a produção de grãos, sobretudo em variedades precoces. (KANTOLIC & CARMONA, 2006)

Com o aumento dos níveis de desfolha ocorre uma maior redução na produtividade de grãos (PARCIANELLO et al., 2004). Desta forma, a influência do IAF deficiente tem relação direta com o número de nós na haste principal da planta e conseqüentemente nos componentes da produtividade. Primeiramente o número de nós na haste principal da planta depende do fotoperíodo e da forma em que as variedades respondem a ele. Para uma mesma condição fotoperiódica, época de semeadura e latitude, os grupos de maturação mais tardios possuem mais nós na haste principal que os grupos precoces (KANTOLIC & CARMONA, 2006). Dentro do mesmo grupo de maturação, as variedades de tipo de crescimento indeterminado tendem a possuir mais nós na haste principal que as determinadas, apesar de responderem de maneira semelhante ao mesmo arranjo de plantas na área em condições ideais de cultivo (ELMORE, 2004).

O número de nós na haste principal é pouco influenciado pelas condições de estresses ambientais, onde plantas submetidas à seca mantêm o mesmo número de nós na haste reduzindo o número de ramificações ou hastes secundárias (KANTOLIC & CARMONA, 2006). Esta característica poderia ser compensada através de uma maior densidade de plantas, entretanto, um aumento na densidade normalmente é compensado por um menor número de nós por planta (RAMSEUR et al., 1984), pois cada cultivar possui arquitetura de planta diferente, devendo ser levado em consideração no manejo da densidade populacional de plantas.

Os componentes da produtividade, como número de vagens por nó, grãos por vagem e peso de grãos possuem uma informação genética predisposta, no entanto a relação é extremamente dependente da fotossíntese líquida compreendida durante o estágio reprodutivo da cultura (R1 a R8). O período crítico que define o número de vagens por nó se dá entre início da floração (R1) e a fase de grão verde ou vagem cheia (R6). Para o número de grãos por vagem, o mesmo consiste entre o início de formação de vagem (R3) e o início da maturação (R7). E por fim o peso de grãos onde o período crítico se estende desde as vagens completamente desenvolvidas (R4) até a maturação plena (R8). Modificações nos níveis de radiação, água e nutrientes durante este período crítico acabam por afetar o desenvolvimento dos componentes que formarão a produtividade. (BONATO, 2000)

O número de grãos por vagem possui um grande domínio genético, desta forma não são afetados diretamente por estresses climáticos (KANTOLIC & CARMONA, 2006). Já o número de vagens por nó não segue o mesmo padrão, podendo ser reduzido pelo abortamento de flores e

frutos jovens causado pela deficiência na distribuição de carboidratos, bem como por estresses climáticos em estádios críticos, como é o caso da redução da radiação incidente diminuindo, significativamente o número de vagens nos setores médios e nas ramificações (PARCIANELLO et al., 2004).

Existe uma relação positiva entre o número de grãos e a radiação interceptada e acumulada, principalmente durante os estádios R3-R6. Foi observado que a maior duração do fotoperíodo crítico nessa etapa permite à cultura capturar maior quantidade de radiação, ratificando a relação entre número de grãos e radiação (KANTOLIC & CARMONA, 2006). No que diz respeito ao peso de grãos, os mesmos autores mencionam que há uma forte relação genética, porém podem sofrer variação conforme as condições ambientais ou nutricionais. Variações como deficiência hídrica ou nitrogenada reduzem o período de enchimento de grãos e estão associadas diretamente à aceleração da senescência foliar.

2.2 Tecnologia de aplicação:

2.2.1 Alvo

É um determinado organismo biológico que se deseja controlar com um determinado produto fitossanitário seja ele uma planta daninha, inseto, fungo ou bactéria (MATUO, 1998). Esse conceito vai mais além, não basta somente estabelecer um objeto no qual se deseja atingir com a gota do produto, mas sim o conhecimento técnico-agronômico do alvo, como fisiologia, posição e seus hábitos, enfim o momento fisiológico mais vulnerável a ser atingido pelo produto. Além disso, o conhecimento da fenologia da planta e do ciclo do patógeno dá suporte ao entendimento da localização e forma de infecção, podendo direcionar corretamente o controle e em alguns casos evitar o início da infecção (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Algumas infecções via semente expressam sintomas na parte aérea da cultura como no caso da *Cercospora kikuchii*, desta forma, o controle adequado pode ser obtido de forma mais homogênea e de menor custo se for realizado o tratamento da semente reduzindo a quantidade de

inóculo na lavoura. Em se tratando de parte aérea, grande parte dos patógenos necessitam de um meio líquido para germinação de seus esporos, isso faz com que o local de infecção primordial para o patógeno sejam as folhas baixas que, entre outros fatores, mantêm o molhamento foliar por mais tempo. Da mesma forma, é nessa posição que a cobertura e penetração do fungicida ficam mais prejudicadas favorecendo o patógeno.

2.2.2 Espectro de gotas

O espectro de gotas produzido por um equipamento trata-se da caracterização da pulverização em função dos diferentes tamanhos gotas produzidas. Em uma pulverização com gotas de tamanho muito semelhantes o espectro é considerado homogêneo, já com gotas produzidas de tamanhos distintos ele é chamado de heterogêneo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

As aplicações através da tecnologia de Baixo Volume Oleoso tem a capacidade de produzir gotas finas de um espectro homogêneo, maximizando as condições de penetrar no dossel e cobrir todas as partes da planta, pois confere uma capacidade superior em número de gotas de mesmo tamanho, capazes de cobrir toda a folhagem da planta (MONTEIRO, 2006). Entretanto, o mesmo autor ressalta que devido ao tamanho reduzido dessas gotas, há um grande risco de deriva para outras áreas, através de aplicações acima da velocidade do vento recomendada para o equipamento.

Por outro lado, a aplicação com espectro heterogêneo pode ser uma alternativa para aplicações cujo alvo não é de tamanho diminuto e, portanto não necessita de gotas finas para atingi-los. Da mesma forma, em regiões onde as condições de aplicação não são muito adequadas devido ao alto potencial de deriva, o espectro heterogêneo de gotas tem desempenho favorável, pois proporciona um intervalo de aplicação nessas áreas maior que espectros homogêneos.

2.2.3 Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e Diâmetro Mediano Numérico (DMN)

Dentro de um espectro de gotas pulverizado por um equipamento há necessidade de se conhecer as características médias dessas gotas que compõem uma série pulverizada, pois refletem diretamente a cobertura e penetração do produto. Para tanto se utilizam os parâmetros estatísticos Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e o Diâmetro Mediano Numérico (DMN) que permitem expressar numericamente o tamanho e a uniformidade das gotas.

O DMV trata-se de um valor expresso em micrômetros (μm), que representa o diâmetro da gota e que divide o volume total em duas metades iguais, ou seja, metade do volume pulverizado é constituído de gotas menores que o DMV e a outra metade em gotas maiores que esse valor. Nota-se que o valor DMV está situado mais próximo do limite superior das classes de diâmetro, pois o volume de poucas gotas grandes equivale ao de muitas gotas pequenas (MATUO et al., 2005).

O DMN é um valor também expresso em micrômetros (μm) e corresponde ao diâmetro da gota e que divide o número total de gotas em duas porções iguais, onde metade do número de gotas da série são maiores que DMN e a outra metade são menores. Desta forma, o valor do DMN será necessariamente menor ou igual ao DMV, pois a medida independe de volume e as gotas pequenas são numeradas da mesma forma que as grandes.

2.2.4 Cobertura e penetração de gotas

A cobertura de gotas trata-se da quantidade de superfície visada (alvo) que é atingida pela pulverização e expressada em porcentagem (VELLOSO, 1984).

A cobertura é dada pela fórmula de COURSHÉE (1967), citado por MATUO et al. (2005):

$$C = 15 \frac{V R K^2}{A D}$$

Sendo:

C = cobertura (% da área)

V = Volume de aplicação ($\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$)

R = taxa de recuperação

K = fator de espalhamento de gotas

A = superfície vegetal existente no hectare

D = diâmetro de gotas

De acordo com os parâmetros adotados pela fórmula, para aumentar a cobertura basta elevar o volume de aplicação (V). A taxa de recuperação (R), correspondente à porcentagem do volume aplicado captado pelo alvo, é dependente de diversos fatores inerentes à tecnologia de aplicação como momento de aplicação, tamanho de gota e arranjo de plantas adequados. O fator de espalhamento de gotas (K) é uma função quadrática, por isso atua sensivelmente na cobertura. Entretanto, pode ser maximizado pela adição de componentes tensoativos à calda que reduzem a tensão superficial da gota diminuindo o ângulo de contato com a superfície foliar (KISSMANN, 1998).

Além de proporcionar uma maior de cobertura de área por gota, a redução na tensão superficial permite que o produto penetre em locais antes impossibilitados como, epidermes com alta densidade de tricomas e aberturas naturais de pragas. No que diz respeito ao denominador, a relação é matematicamente inversa, ou seja, a cobertura será prejudicada com o aumento da área foliar por hectare, mantida as demais condições.

No decorrer do ciclo vegetal ocorre um aumento no IAF e desta forma, devem ser efetuados ajustes necessários nos outros parâmetros da fórmula, caso contrário a eficácia da aplicação é extremamente afetada. BALARDIN et al., (2001), verificaram melhor controle de doenças de final de ciclo com aumento do volume da aplicação à medida que se aumenta o índice foliar. Além do ajuste do volume da aplicação (V), a mudança no tamanho da gota (D) e a adição de adjuvantes à calda beneficiando o espalhamento de gotas (K) são estratégias possíveis.

Outra forma que expressa a cobertura do alvo é através da medida gotas.cm⁻² (CHRISTOFOLETTI, 1999). Esse parâmetro é mais fácil de ser determinado tanto na forma de contagem manual como através de softwares, e estabelece a quantidade mínima de gotas suficiente para expressar o efeito do produto. Contudo, essa medida varia muito conforme as características dos produtos e a adição de adjuvantes, encontrando muitas divergências entre pesquisadores.

No caso específico de fungicidas, OZEKI & KUNZ (1998) defendem a tese de que é necessário um mínimo de 30 a 50 gotas.cm⁻² (sistêmicos) e mais de 70 (protetores). Já

CHRISTOFOLETTI (1999), aponta a necessidade de 30 a 40 gotas.cm⁻² (sistêmicos) e entre 50 a 70 (protetores). Dados obtidos por UGALDE (2005) com volumes de calda de 120 e 160 L.ha⁻¹ mostraram uma cobertura de gotas mínima eficiente para fungicida sistêmico de 45 e 60 gotas.cm⁻² respectivamente.

OZEKI & KUNZ (1998) ressaltam que a eficácia biológica da aplicação depende da qualidade da cobertura e penetração assim como redução das perdas por deriva e evaporação, proporcionados pelo diâmetro de gotas. O aumento no diâmetro de gotas reduz o arraste pela deriva apresentando menos problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo, porém promovem uma menor cobertura da superfície a ser tratada.

MATUO et al. (2005), todavia adverte que é possível conseguir um bom grau de cobertura e redução das perdas através do aumento do volume aplicado mesmo com gotas grandes, embora com menor rendimento operacional do equipamento. Já gotas menores têm pouco peso e inércia permanecendo por mais tempo em suspensão no ar ficando suscetíveis ao arraste pela deriva e evaporação durante a aplicação, porém em condições adequadas a penetração e cobertura do alvo é frequentemente maior (SANTOS, 1998).

Outra forma de maximizar a cobertura e penetração, bem como reduzir o risco de deriva, se dá através de gotas carregadas eletricamente (MATUO et al., 2005). Essa técnica atribui carga elétrica às gotas de forma a serem atraídas para as plantas pelas forças elétricas de atração.

2.2.5 Pontas de pulverização

As pontas de pulverização juntamente com as peneiras fazem parte dos componentes do bico. Nos bicos, o líquido sob pressão (fonte de energia potencial para a formação das gotas) passa pela peneira e por fim o orifício da ponta, produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas (MATUO et al., 2005). Basicamente, as pontas de pulverização possuem três funções importantes, como a determinação da vazão de acordo com o tamanho do orifício, características do líquido e pressão de trabalho, a distribuição e o tamanho de gotas em função do modelo da ponta, característica do líquido e pressão de trabalho.

Quanto à forma do jato e distribuição, as pontas se dividem em pontas de jato cônico, com orifício e deposição circular e de jato plano com orifício em forma de fenda originando jato em forma de leque e com deposição linear (MATUO et al., 2005). Além disso, os cônicos podem trabalhar com uma faixa de pressão muito mais elevada que as demais pontas (CHRISTOFOLETTI, 1992).

Nas pontas de jato cônico, o núcleo conhecido como difusor serve para proporcionar movimento helicoidal ao jato líquido que por ele passa e então se abre em um cone. É denominado cone cheio, quando o difusor tem um furo no centro e as gotas se distribuem por toda a extensão do cone. Já no cone vazio, o difusor só tem furos nas laterais fazendo com que as gotas se concentrem somente na periferia do cone.

De acordo com o projeto da ponta, elas podem ser divididas em ponta Tipo Disco, que opera a pressão elevada e é indicado para aplicação de suspensões, como é o caso da calda cúpica, e a Tipo Ponta, que opera a menor pressão e apresenta pulverização mais fina, sendo recomendado para aplicação de emulsões e soluções. Segundo CHRISTOFOLETTI (1992), essas pontas foram amplamente utilizadas devido a sua exclusividade na formação de gotas menores de maior penetração. Entretanto, a partir do surgimento das pontas de jato leque, esse conceito começou a ser alterado, visto que apresentam uniformidade de distribuição e cobertura do alvo superiores nos diversos estratos da planta (BALARDIN, 2002).

As pontas de jato leque produzem um jato em um só plano e podem ser de deposição contínua, quando a distribuição do líquido na faixa de deposição é uniforme e pode ser de deposição descontínua, quando a deposição é maior no centro da faixa decrescendo simetricamente para os bordos. O jato de deposição descontínua é recomendado para ser usado em série, montado em barra, sobrepondo-se o jato com os jatos vizinhos.

A sobreposição é considerada satisfatória quando o coeficiente de variação (CV) for inferior a 10% (MATUO et al., 2005). No caso de um CV superior a esse valor, a distribuição é considerada desuniforme e pode ser causado pelo uso de pontas desgastadas ou de baixa qualidade, pressões inadequadas ou mesmo condições de altura e espaçamentos entre bicos não recomendados visto que os ângulos mais comuns são de 80 e 110 graus.

Além do jato leque, as pontas de jato plano ainda podem ser discriminadas em pontas de jatos de impacto, também chamadas de leque defletor. Essas pontas são de alta vazão e grande angulação produzindo ângulos maiores que as do leque comum podendo chegar até a 130°.

Devido a sua angulação, pode trabalhar mais próximo ao solo e aliado a capacidade de produção de gotas maiores se operadas a baixas pressões (1 a 2 bar), reduz significativamente potencial de deriva (NETO, 2000). BONINI (2003) observou superioridade na produtividade de soja utilizando pontas de jato leque defletor e leque plano quando comparadas às pontas cone, duplo leque e indução de ar para uma determinada cultivar de soja.

A ponta de pulverização de jato plano duplo leque, possui dois orifícios idênticos produzindo um leque voltado 30° para frente e outro 30° para trás em relação à vertical. Sua produção de gotas é de tamanho menor quando comparado a uma ponta de jato leque de vazão equivalente. CHRISTOFOLETTI (1992) ressalta que a angulação do jato tende a ser mais incisivo na penetração e cobertura do produto no dossel inferior da cultura, condição indispensável para aplicação de fungicidas.

No entanto, BONINI (2003) encontrou desempenho inferior do jato plano duplo leque quando comparadas com pontas cone, leque comum e indução de ar, atribuindo a afirmação às condições climáticas no momento da aplicação que proporcionaram perdas comprometendo a eficácia da ponta. O autor relata ainda que observou acréscimo na eficácia do controle devido a redução da vazão de trabalho, proporcionado pelo aumento no tamanho da gota, minimizando suas perdas.

O Turbo TeeJet® Duo trata-se de um corpo de bico colocado na saída da mangueira e dotado dois orifícios, um voltado 30° para frente e outro 30° para trás em relação à vertical onde devem ser acopladas as pontas de pulverização (TEEJET, 2006). Geralmente, é acoplada uma ponta que produza gotas médias a finas no orifício da parte de traz e a segunda ponta acoplada no orifício na parte da frente, que produza gotas de médias a grossas. O objetivo desta combinação é melhorar a penetração e cobertura proporcionada pelas duas angulações bem como reduzir o efeito da deriva com gotas mais grossas na parte frontal, evitando perdas das gotas menores.

As pontas são componentes essenciais para atingir o sucesso na aplicação. Todo o esforço na defesa fitossanitária não passa de um desperdício se as pontas não são apropriadamente selecionadas, instaladas e conservadas. MATUO et al. (2005) faz uma ressalva com relação à pressão de trabalho estabelecida pelos fabricantes, dizendo que o aumento da pressão acima da pressão recomendada, não leva necessariamente as gotas a uma distância maior, podendo acontecer o inverso, ou seja, aumentando a pressão, haverá a diminuição do tamanho das gotas,

as quais terão pouco peso e a distância percorrida pelas mesmas diminuirá, não importando a força com que sejam lançadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido em área experimental no município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul, localizado em latitude 29°35', longitude 53°48' e altitude de 444m. A instalação do mesmo se deu em 11 de dezembro de 2005, estendendo-se até a conclusão em 31 de maio de 2006.

3.2 Cultivo e manejo das plantas

A cultivar de soja utilizada no trabalho foi M-SOY 8000 RR (Anexo 1).

As sementes foram previamente tratadas com Fipronil (250 g.L⁻¹) e Carbendazin + Thiram (15% + 35%), na dose de 200 ml.100 kg⁻¹ de semente e homogeneizadas utilizando um tambor rotativo com eixo excêntrico.

As sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (225ml.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 3 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) (Anexo 2).

3.3 Espaçamentos e densidade de plantas

As linhas de semeadura foram espaçadas em 30, 45 e 60 cm. A densidade de plantas, de 33 pl.m^{-2} , foi mantida homogênea em todos os espaçamentos, para isso foi realizado o desbaste manual no número de plantas na linha, restando 10 pl.m^{-1} , 15 pl.m^{-1} e 20 pl.m^{-1} respectivamente (Figura 1).



FIGURA 1 - Espaçamentos entre linhas de soja de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.

3.4 Equipamentos e volume de calda

As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido à CO₂, com barra de aplicação dotada de cinco pontas de pulverização. Foram utilizadas pontas de jato leque plano de uso ampliado (XR 11001) a uma pressão de 172 kPa, jato plano duplo comum (TJ-60 11002) a uma pressão de 206 kPa, cone vazio (TXA 8002) a uma pressão de 241 kPa e o Turbo TeeJet® Duo (leque turbo (TT 11002)+ leque plano ampliado (XR 11002)) a uma pressão de 206 kPa (Figura 2). As pressões seguiram a recomendação da Spraying Systems Co. para cada ponta, com o objetivo de distribuir uma vazão de 200 L.ha⁻¹. As características técnicas das mesmas são apresentadas no Anexo 3.



FIGURA 2 - Pontas de jato leque plano de uso ampliado (XR 11001), jato duplo leque (TJ-60 11002), cone vazio (TXA 8002) e o Turbo TeeJet® Duo (leque turbo (TT 11002) + leque plano ampliado (XR 11002)).

3.5 Aplicação dos tratamentos

As parcelas principais apresentavam três espaçamentos, subdivididas onde foram pulverizadas com cada ponta e novamente subdivididas para receberem três momentos de aplicação. O fungicida utilizado a mistura fungicida Cyproconazole + Azoxystrobin, aplicado em toda área do experimento de acordo com cada tratamento, exceto nas testemunhas.

Os momentos de aplicação foram desenvolvidos através do ajustamento do número de aplicações com os estádios fisiológicos da cultura. Cada subparcela recebeu estratégias diferenciadas de aplicação: três aplicações (estádios V9, R1 e R3), duas aplicações (estádios V9 e R1) e uma aplicação (estádio V9).

A deposição de gotas foi avaliada com papéis hidrosensíveis dispostos no dossel inferior e mediano da planta (Figura 3), perpendicularmente às linhas da cultura. Logo após a aplicação da cada tratamento foram coletados e acondicionados em papel adesivo e copiados para um microcomputador por um Scanner com resolução de 600 dpi. A análise da deposição de gotas foi possibilitada pelo software e-Sprinkle® desenvolvido pela Ablevision.



FIGURA 3 - Papéis hidrosensíveis colocados no dossel inferior e mediano da cultura da soja. Santa Maria, 2007.

As parcelas mediram 16,5 m de comprimento, com larguras diferentes no que tange cada espaçamento, pois seis linhas de plantio compunham cada subsubparcela. No espaçamento de 30 cm a largura foi de 1,8 m, no espaçamento de 45 cm foi de 2,7 m e no espaçamento de 60 cm de 3,6 m (Figura 4). A área útil colhida nas subsubparcelas correspondeu a quatro linhas de plantio do interior das mesmas, descartando as bordaduras.

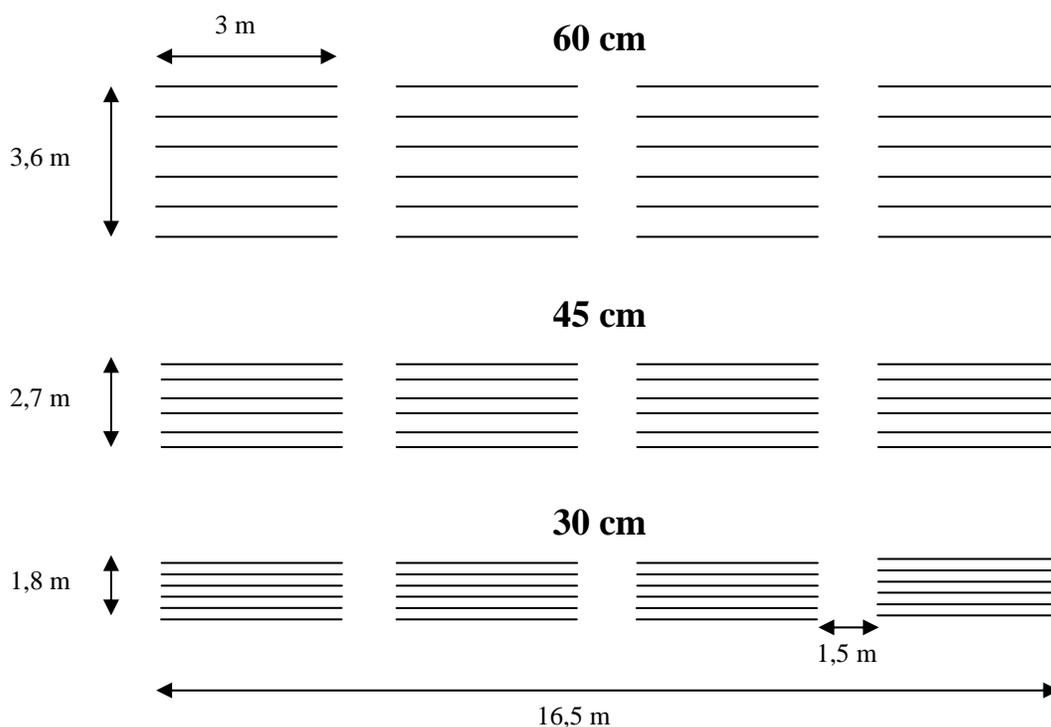


FIGURA 4 - Esquema demonstrativo das subsubparcelas de cada tratamento, nos três espaçamentos.

3.6 Avaliações

O estabelecimento da doença se deu naturalmente.

Avaliou-se a severidade de ferrugem em cada subparcela através de notas visuais dadas pela leitura de área foliar com sintomas típicos da doença nos estádios R3, R5, R5,5 e R6, que possibilitou a elaboração da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Esse modelo permite uma avaliação mais estável, sendo menos afetado pelo tempo de análise e variações ambientais. A AACPD pode ser usada como descritor de uma epidemia, quando o objetivo é resumir uma curva de progresso de doença em dados que possam ser analisados e comparados (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

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

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

As avaliações de cobertura, penetração e Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) iniciaram pela leitura dos papéis hidrosensíveis dispostos nas alturas do dossel inferior e mediano da planta, perpendiculares às linhas da cultura. Logo após a aplicação de cada tratamento os papéis hidrosensíveis foram coletados e protegidos com papel adesivo. Em seguida foram copiados para um microcomputador por um Scanner com resolução de 600 dpi. As avaliações possibilitaram a determinação da cobertura (número de gotas.cm⁻²) e penetração bem como o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV).

A altura do dossel inferior e estatura final da planta foram determinadas através da observação de uma régua posicionada ao lado da planta de soja, nos intervalos entre os estádios R3 e R6, e R7 e R8.

A Área Foliar Verde (AFV) e desfolha foram avaliados através de notas visuais atribuídas a cada subsubparcela, atribuídas nos estádios R5,5, R6, R6,6 e R7.

3.6.1 Componentes da produtividade

Ao final do ciclo da cultura, foram coletadas 10 plantas por subsubparcela, 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.

A planta foi fragmentada nos terços inferior, mediano e superior, de onde foram extraídos os componentes que fazem parte da produção de grãos.

- O número total de vagens foi determinado através da contagem direta de todas as vagens com grãos formadas pela planta.
- O número de vagens com um, dois e três grãos foram obtidos pela contagem direta dos mesmos retirados das vagens previamente separadas pela quantidade de grãos.
- Avaliou-se o número de grãos por dossel.
- A determinação do número de grãos por 10 plantas deu-se através da contagem direta de todos os grãos encontrados nas plantas.
- 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.

3.6.2 Produtividade final

Após a trilha das sementes foi determinada a umidade e o valor ajustado para 13% e finalmente expresso em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Após a determinação da produtividade final do tratamento foi obtida a diferença de produtividade, resultante da subtração da produtividade do tratamento com a produtividade da testemunha de cada espaçamento, para determinar o efeito de cada tratamento.

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 1) forma constituídos pela combinação de três espaçamentos entre linhas, quatro pontas de pulverização e três momentos de aplicação. As parcelas foram compostas dos espaçamentos entre linhas de 30, 45 e 60 cm, as subparcelas das pontas XR 11001, TJ-60 11002, TXA 8002 e o Turbo TeeJet® Duo (TT 11002 + XR 11002) e as subsubparcelas dos momentos de aplicação com três aplicações (estádios V9, R1 e R3), duas aplicações (estádios V9 e R1) e uma aplicação (estádio V9).

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F foram discriminados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação múltipla de médias (“PlotIT” versão 3.2 para ambiente Windows).

TABELA 1 - Tratamentos utilizados no experimento obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, Santa Maria, RS.

Espaçamento (cm)	Pontas de pulverização ⁽¹⁾	Aplicações ⁽²⁾
30	XR 11001	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	TJ-60 11002	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	Cone TXA 8002	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	Turbo TeeJet® Duo (TT+XR)	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
Testemunha		
45	XR 11001	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	TJ-60 11002	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	Cone TXA 8002	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	Turbo TeeJet® Duo (TT+XR)	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
Testemunha		
60	XR 11001	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	TJ-60 11002	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	Cone TXA 8002	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
	Turbo TeeJet® Duo (TT+XR)	V9>>R1>>R3
		V9>>R1
		V9
Testemunha		

⁽¹⁾ XR 11001 - ponta de jato leque plano de uso ampliado (172 kPa), TJ-60 11002 – ponta de jato plano duplo comum (206 kPa), TXA 8002 – ponta de cone vazio (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 (leque turbo)+ XR 11002 (leque plano ampliado) (206 kPa). ⁽²⁾ Três aplicações (estádios V9, R1 e R3), duas aplicações (estádios V9 e R1) e uma aplicação (estádio V9).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados possibilitou verificar um comportamento diferenciado das plantas nos espaçamentos testados, com relação à tecnologia de aplicação de fungicidas na parte aérea das plantas, bem como no manejo da cultura da soja. Os valores dos quadrados médios residuais e as respectivas significâncias estatísticas relativas às variáveis analisadas são apresentados nos Anexos 4 e 5.

Para os fatores espaçamento entre linhas e pontas de pulverização analisados separadamente bem como em interação, a análise da variância revelou valores do teste F significativos ($P < 0,05$) relativos à cobertura de gotas, Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), severidade da doença, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), taxa de progresso da doença (r), área foliar verde (AFV), desfolha, altura do dossel inferior, estatura final de planta, número total de vagens, número total de grãos, vagens com um, dois e três grãos, peso de mil grãos (PMG) e produtividade agrícola.

A análise da variância para o fator momento de aplicação apresentou valores do teste F significativos ($P < 0,05$) para severidade da doença, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), área foliar verde (AFV), desfolha, número total de vagens, número total de grãos, vagens com um, dois e três grãos, peso de mil grãos (PMG) e produtividade agrícola.

Para a interação dos fatores espaçamento entre linhas e momento de aplicação, os valores do teste F revelaram valores significativos para severidade da doença, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), área foliar verde (AFV), desfolha, altura do dossel inferior, estatura final de planta, número total de vagens, número total de grãos, vagens com dois e três grãos, peso de mil grãos (PMG) e produtividade agrícola. Para a interação entre os fatores pontas de pulverização e momento de aplicação, os valores do teste F revelaram valores significativos para severidade da doença, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), área foliar verde (AFV), desfolha, número total de vagens, número total de grãos, vagens com um, dois e três grãos. Para interação tripla os valores do teste F revelaram valores significativos para severidade da doença, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), área foliar verde (AFV), desfolha, número total de vagens, número total de grãos, vagens com um, dois e três grãos.

A severidade da ferrugem asiática representada pela área foliar da planta atacada pelo patógeno, observada na parcela do tratamento testemunha indicou uma quantidade de inóculo no experimento capaz de discriminar os diferentes tratamentos quanto à sua eficácia. A presença da doença no experimento se deu de forma natural.

A severidade dos tratamentos testemunhas dos espaçamentos 30, 45 e 60 cm, foi mensurada no decorrer de quatro avaliações nos estádios de R3, R5, R5,5 e R6, sendo que a severidade final presente no experimento atingiu 75,00%, 65,11% e 52,50% respectivamente (Figura 5). A variação na severidade da doença na cultura da soja sem controle químico, mostrou que somente o arranjo diferenciado de plantas na área foi suficiente para atrasar o desenvolvimento da doença.

A taxa de progresso da doença foi significativamente afetada pelos diferentes espaçamentos entre linhas (Figura 6). O espaçamento de 30 cm apresentou maior taxa de progresso da doença, passando pelo espaçamento de 45 cm e por último, com menor velocidade de progresso da doença está o espaçamento de 60 cm. Esses resultados podem ser explicados pelo conceito de que quando a temperatura não está entre os 18 a 28⁰C e o ambiente está seco, ou seja, baixa umidade relativa do ar e conseqüentemente baixo molhamento foliar, a taxa de progresso da doença é retardada (REIS, 2004; VILLAR et al., 2004).

Os adensamentos de plantas provocados pelos espaçamentos menores propiciaram condições para que o sombreamento foliar provocado pelas folhas das plantas vizinhas e da própria planta seja mais intenso. Com isso, ocorre a formação de um microclima favorável ao patógeno, onde a temperatura sofre menores alterações, permanecendo abaixo de 28⁰C e o orvalho tem sua evaporação retardada, determinando um tempo de molhamento foliar em torno de 10 horas por dia, ideal para a germinação e infecção de seu esporo (BALARDIN, 2002).

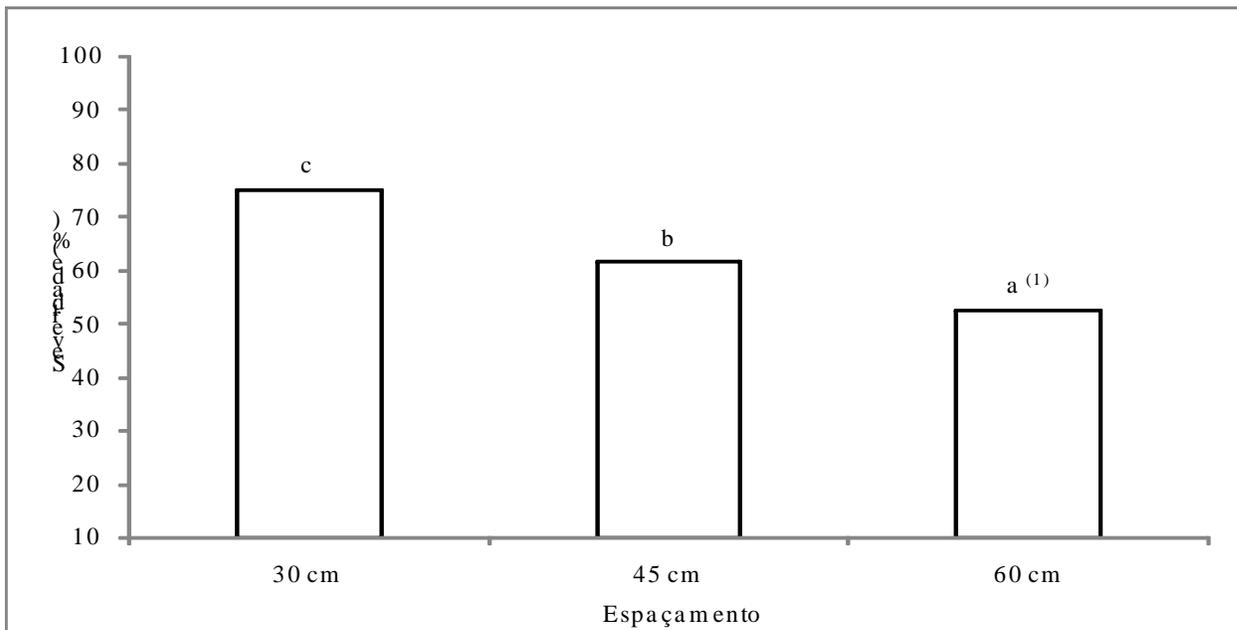


FIGURA 5 - Severidade (%) nos tratamentos testemunhas dos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). C.V. (%) 17,51.

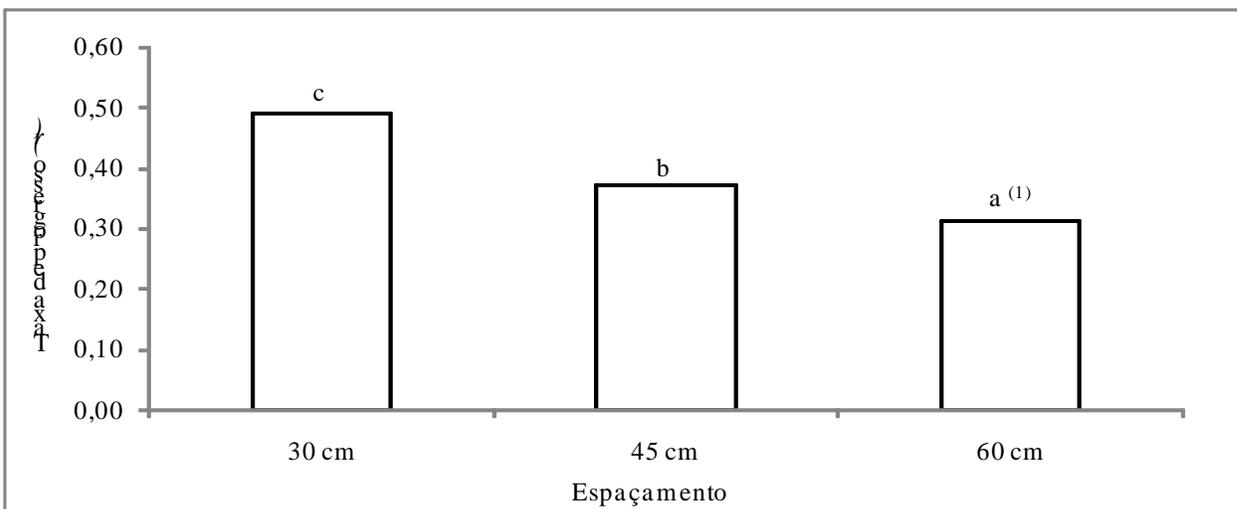


FIGURA 6 - Taxa de progresso (r) da ferrugem asiática da soja, nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). C.V. (%) 11,37.

Analisando os momentos das aplicações constituídas de pulverizações em estádios pré-determinados (V9, V9-R1 e V9-R1-R3) pelas pontas em cada espaçamento, foi constatada diferença significativa tanto para taxa de progresso da doença (r) quanto para severidade dentro de cada espaçamento (Tabela 2).

No espaçamento de 30 cm (Tabela 2) ocorre a redução significativa da severidade somente foi possível graças à realização de três aplicações de fungicida (V9-R1-R3), não diferenciando-se estatisticamente entre nenhuma das pontas testadas. Com relação à taxa de progresso (r) para o mesmo número de aplicações, as pontas que apresentaram menor r foram as de jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002) seguida do leque plano (XR 11001) e do Turbo TeeJet® Duo (XR+TT). O objetivo da combinação das duas pontas no último equipamento, foi melhorar a penetração e cobertura proporcionada pelas duas angulações e reduzir o efeito da deriva. Devido a utilização de gotas mais grossas na parte frontal produzidas pela ponta de jato plano defletor (TT 11002), evitando perdas das gotas menores produzidas pela ponta de leque plano (XR 11002).

Quando o número de aplicações passa para duas (V9-R1) neste espaçamento, começou a haver distinção estatística entre as pontas utilizadas, a maior severidade ficou por parte da ponta de leque plano (XR 11001) seguida do Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) e por fim as pontas de jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002). A r não apresentou diferenciação estatística entre as pontas testadas quando foram realizadas duas aplicações. Resultado semelhante foi observado com relação à severidade e r utilizando-se somente uma aplicação (V9), novamente as pontas não diferenciaram significativamente com exceção do Turbo TeeJet® Duo (XR+TT), apesar dos valores maiores da severidade e r , o mesmo não foi suficiente para ocorrer a diferenciação estatística das demais pontas trabalhadas.

Já para o espaçamento de 45 cm, os tratamentos onde foram utilizadas três aplicações (V9-R1-R3) provocaram redução na severidade da doença, entretanto, nas pontas de jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002) foram as que apresentaram significância com relação a esse parâmetro diferenciando das demais. Por outro lado, a r não distinguiu estatisticamente entre as pontas testadas, mostrando comportamento significativamente mais tênue com um número maior de aplicações.

Na utilização de duas aplicações (V9-R1) a variação na severidade não mostrou significância entre os tratamentos com as pontas trabalhadas. Já a r apresentou menor valor para

o tratamento com a ponta cone (TXA 8002) seguido da ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002), do Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) e por fim a ponta de leque plano (XR 11001) com o maior valor da r para duas aplicações. No mesmo sentido, com a utilização de uma aplicação (V9) não houve plena diferenciação estatística entre as pontas no que diz respeito a severidade e a r .

A dinâmica da doença bem como do hospedeiro apresentaram um desempenho diferenciado no espaçamento de 60 cm, até mesmo o desempenho das pontas de pulverização sofreu alteração. Pontas que produzem um espectro de gotas muito finas como a ponta cone (TXA 8002) mostrou não ter bom desempenho em espaçamentos avantajados, provavelmente pela maior exposição das gotas às intempéries reduzindo a eficácia biológica do produto.

Com a utilização de três aplicações (V9-R1-R3), os tratamentos onde forma utilizadas a ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002) juntamente com a ponta de leque plano (XR 11001) e o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) apresentaram os menores valores de severidade para este espaçamento, diferenciando-se estatisticamente do tratamento com a ponta cone (TXA 8002) com o maior índice. A r seguiu a mesma tendência, onde os tratamentos com as pontas de jato duplo leque (TJ-60 11002) e Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) obtiveram menor valor, seguido do tratamento com a ponta de leque plano (XR 11001) e com a ponta cone (TXA 8002) apresentando o maior valor de r .

Com duas aplicações (V9-R1) neste espaçamento, a variação na severidade não foi significativa para os tratamentos, com menor tendência para a utilização da ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002) e de maior para o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT). No caso da r , o menor valor significativo ficou por parte do tratamento com a ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002), seguido das pontas de leque plano (XR 11001) e cone (TXA 8002) e por fim o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) com a maior evolução da doença. Quando foi aplicado somente uma vez, novamente o tratamento com a ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002) obteve diferenciação estatística com a menor severidade, seguido do tratamento com a ponta de leque plano (XR 11001). Os tratamentos com a ponta cone (TXA 8002) e o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) mostraram os maiores valores da r .

TABELA 2 - Severidade e taxa de progresso (*r*) da ferrugem asiática da soja sob três espaçamentos e três aplicações. Santa Maria, 2007.

Tratamentos		Espaçamento (cm)							
		30		45		60			
Ponta ⁽¹⁾	Aplicação ⁽²⁾	Severidade (%) ⁽³⁾	<i>r</i> ⁽⁴⁾	Severidade (%)	<i>r</i>	Severidade (%)	<i>r</i>		
XR 11001	3	4,67 ⁽⁵⁾ a	0,175ab	2,50b	0,092a	2,00ab	0,073b		
	2	15,00bcd	0,630bcd	13,00bcd	0,534cde	8,50cde	0,332de		
	1	18,67cd	0,805d	15,50d	0,641de	13,50ef	0,544fg		
TJ - 60 11002	3	2,67a	0,098a	0,50a	0,018a	0,00a	0,000a		
	2	12,33b	0,502abcd	9,50bcd	0,375bc	7,00bcd	0,269d		
	1	16,00cd	0,666bcd	14,00cd	0,581cde	12,50de	0,483f		
Cone TXA 8002	3	3,33a	0,123a	1,50a	0,054a	4,00bc	0,149c		
	2	12,67b	0,518abcd	8,50bcd	0,332b	8,00cde	0,311de		
	1	17,00cd	0,717cd	14,50d	0,606de	14,50f	0,592g		
Duo® (XR+TT)	3	5,67a	0,215abc	2,50bc	0,092a	1,00a	0,036ab		
	2	14,33bc	0,598abcd	11,00bcd	0,441bcd	9,00cdef	0,353e		
	1	19,33de	0,841de	16,50de	0,706ef	14,50fg	0,606gh		
Testemunha		75,00f	10,381f	62,11f	5,396g	52,50h	3,647i		
C.V. (%)		13,45	15,88	15,35	17,76	18,77	18,54		

⁽¹⁾ Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. ⁽²⁾ Momentos de aplicação: 3 aplicações (estádios V9, R1 e R3), 2 aplicações (estádios V9 e R1) e 1 aplicação (estádio V9). ⁽³⁾ Severidade (%): porcentagem de área foliar atacada pela doença. ⁽⁴⁾ Taxa de progresso da doença (*r*). ⁽⁵⁾ Médias seguidas pela mesma letra, dentro da variável severidade e *r* para cada espaçamento não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Os dados de severidade da doença obtidos nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e foram utilizados para estimar a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Desta forma, o cálculo da AACPD, mostrou resposta semelhante apresentada na figura anterior. A variação foi significativa (Figura 7), principalmente no que diz respeito ao espaçamento de 30 cm onde apresentou a AACPD de 99,00, muito superior aos 74,17 do espaçamento de 45 cm e de 66,25 do espaçamento de 60 cm.

Pelo fato da infecção da doença ter sido de forma natural e apresentar uma AACPD diferenciada, demonstrou que o efeito dos espaçamentos proporcionou condições diferenciadas ao estabelecimento e na quantidade final de doença na área. HEIFFIG et al. (2006) trabalhou com diversas populações e espaçamentos entre plantas de soja e ressalta 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.

Quando se analisa o efeito de três aplicações de fungicida, no espaçamento de 30 cm, não foi suficiente para reduzir a AACPD em relação aos espaçamentos maiores (Figura 8). Os espaçamentos de 45 e 60 cm não diferiram estatisticamente entre si com relação ao número de aplicações, com exceção da realização de uma única aplicação de fungicida. Quando foi realizada somente uma aplicação, houve diferença estatística em favor do espaçamento de 60 cm que apresentou menor AACPD. Essa menor quantidade de doença teve influência de fatores com relação à proteção propiciada pelo fungicida em todo o dossel da planta e no que diz respeito ao curto período de molhamento foliar que prejudicou a aderência e infecção do esporo reduzindo a severidade da doença (BALARDIN, 2002).

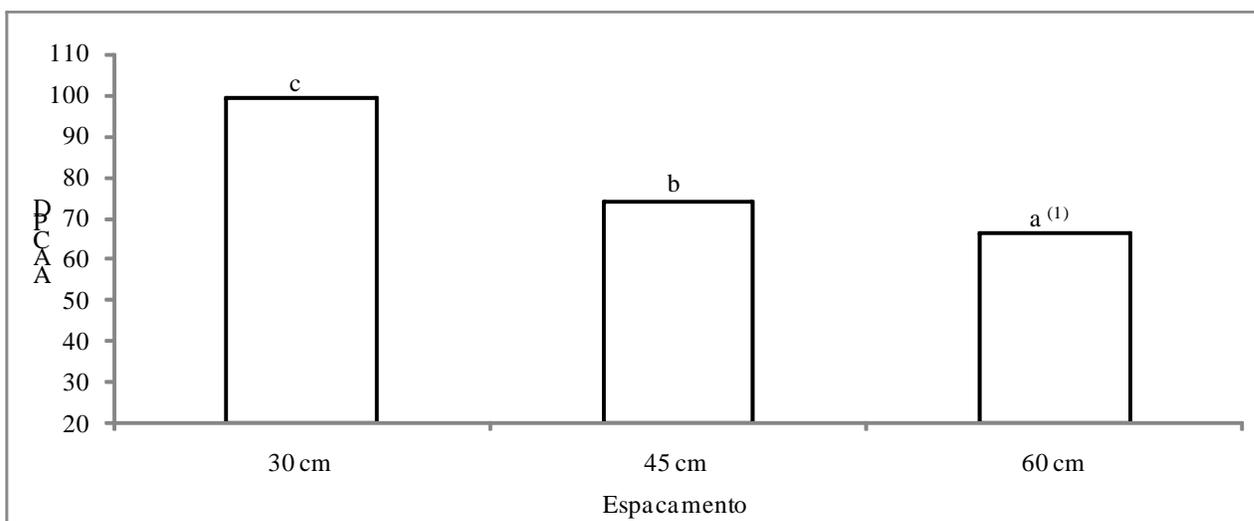


FIGURA 7 – Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), estabelecida por quatro observações, para os espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). C.V. (%) 9,63.

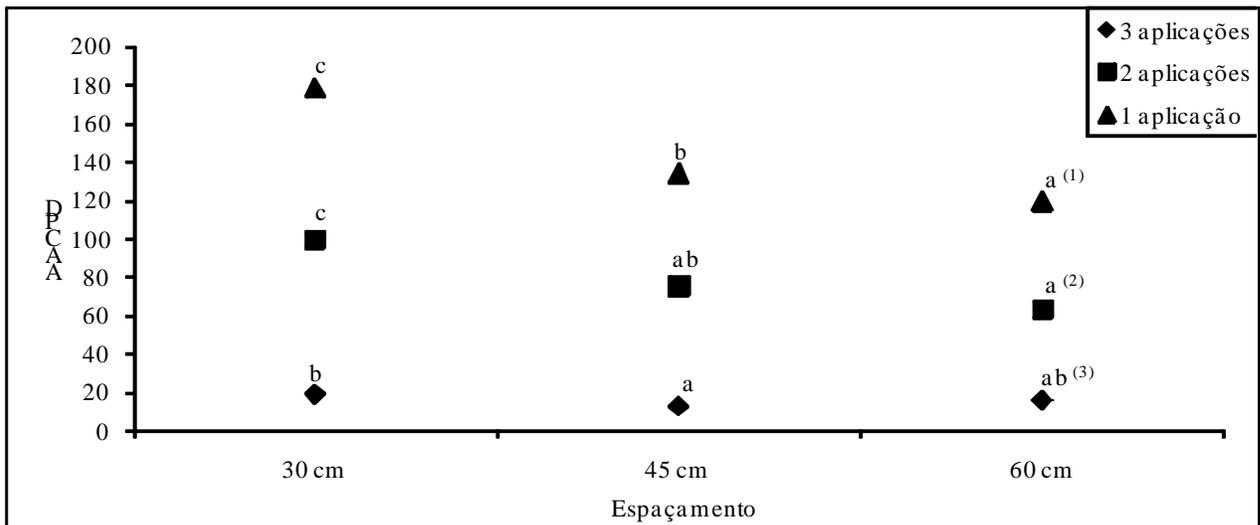


FIGURA 8 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), estabelecida por quatro observações, considerando o número de aplicações para os espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 7,94. ⁽²⁾ C.V. (%) 11,69. ⁽³⁾ C.V. (%) 5,84.

A severidade da ferrugem asiática nos diferentes tratamentos demonstrou estar relacionado com os níveis de desfolha provocada nas plantas (Tabela 3). Isso pode ser confirmado pela presença da severidade e desfolha elevadas nas testemunhas de cada espaçamento. Conforme relatado por INGRAM et al. (1981), o efeito do desfolhamento sobre a produtividade de grãos demonstrou ter sido causado pela redução da interceptação da luz e fotossíntese do dossel.

Iniciado o desfolhamento, a planta de soja mantém até certa densidade de folhas sua taxa de expansão foliar como antes, porém, a taxa fotossintética de cada folha remanescente é maximizada para compensar as folhas que senesceram (LI et al., 2006). Desta forma, a tolerância ao desfolhamento sem causar prejuízos à produção de grãos é uma condição delicada e inócua a cada cultivar.

O espaçamento de 30 cm apresentou um nível de desfolha mais severa e intensa com relação aos demais, provocado diretamente pela presença intensa da ferrugem neste espaçamento (Figura 7) danificando o sistema foliar da planta. O incremento no número de aplicações garantiu

a redução significativa na severidade da doença bem como a redução nos níveis de desfolha em todos os tratamentos com as pontas testadas, atingindo valores médios em torno de 4,08 e 42% respectivamente. Destaque para os tratamentos com as pontas de jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002), que apresentaram menores níveis de desfolha, estatisticamente semelhante para os três números de aplicações.

No espaçamento de 45 cm a severidade foi intermediária, entretanto, os níveis de desfolhas se comportaram de forma mais dinâmica que nos demais, variando de 30,0 a 50,0% (Tabela 3). O número de aplicações diferenciado do fungicida mostrou ter influência sobre os níveis de desfolha da planta, mostrando ter relação direta com a intensidade de dano provocado pela doença.

Quando realizada somente uma aplicação no estágio V9 não foi suficiente para manter a área foliar protegida no tratamento com o Turbo Teejet® Duo (XR+TT) chegando a 50,0% de desfolha, valor semelhante ao espaçamento de 30 cm. Assim que o número aumentou para duas aplicações, a proteção da área foliar proporcionada pelo fungicida se fez presente reduzindo a desfolha em todas as pontas trabalhadas. Seguindo essa mesma tendência para a terceira aplicação, à exceção do tratamento com o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) que obteve os maiores níveis de desfolhas em todas as aplicações.

À medida que os níveis de desfolha aumentam, resulta em maior redução na produtividade, havendo decréscimos acentuados com desfolhas superiores a 67% (PARCIANELLO, 2004). Esses dados corroboram com o presente trabalho mostrando que a variação de 5% entre os níveis de desfolha obtidos entre as testemunhas dos espaçamentos de 30 cm (75%) e 60 cm (70%) proporcionou diferenças de produtividade de 1913 kg.ha⁻¹.

No espaçamento de 60 cm os valores de severidade foram menores que os anteriores e os níveis de desfolha obedeceram esta mesma magnitude de resposta (Tabela 3). Pode-se afirmar que a proteção da folhagem da soja propiciada pelo fungicida foi mais adequada neste espaçamento que nos menores, pelo fato de que com o mesmo número de aplicações dos anteriores, a severidade foi inferior assim como a desfolha. Apesar disso, o tratamento com a ponta cone (TXA 8002) apresentou níveis de desfolha acima do esperado juntamente com o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT), sendo superiores estatisticamente aos tratamentos com as pontas de jatos duplo leque (TJ-60 11002) e leque plano (XR 11001), principalmente com uma e com três aplicações.

O maior número de gotas finas produzidas pela ponta cone (TXA 8002) obteve o mesmo efeito de poucas gotas grossas produzidas pelo Turbo TeeJet® Duo Duo® (XR+TT) devido ao número elevado das perdas, como foi mencionado anteriormente. Contudo, no espaçamento de 60 cm as folhas do dossel inferior mantiveram sua produção de fotoassimilados devido à constante proteção e interceptação de radiação solar proporcionada pelo maior afastamento entre linhas. Essa condição permite à planta um estado fisiológico privilegiado, pois todo seu aparato fotossintético está ativo não só absorvendo CO₂, mas também com suas defesas mais estruturadas.

TABELA 3 - Severidade e desfolha na planta de soja sob três espaçamentos e três aplicações. Santa Maria, 2007.

Tratamentos		Espaçamento (cm)											
		30				45				60			
Ponta (1)	Aplicação (2)	Severidade (3)		Desfolha (4)		Severidade		Desfolha		Severidade		Desfolha	
		%		%		%		%		%		%	
XR 11001	3	4,66 ⁽⁵⁾	a	43	ab	2,50	a	30	a	2,00	ab	25	b
	2	15,00	cd	47	d	13,00	bcde	40	c	8,50	cde	30	c
	1	18,67	d	47	d	15,50	de	50	e	13,50	ef	35	d
TJ-60 11002	3	2,67	a	42	a	0,50	a	30	a	0,00	a	20	a
	2	12,33	bc	45	c	9,50	bc	35	b	7,00	bc	25	b
	1	16,00	cd	47	d	14,00	bcde	50	e	12,50	def	35	d
Cone TXA 8002	3	3,33	a	40	a	1,50	a	30	a	4,00	abc	25	b
	2	12,67	cd	45	c	8,50	b	35	b	8,00	cd	25	b
	1	17,00	cd	47	d	14,50	bcde	40	c	14,50	f	40	e
Duo® XR+TT	3	5,67	ab	40	a	2,50	a	35	b	1,00	a	25	b
	2	14,33	cd	43	b	11,00	bcd	45	d	9,00	cde	40	e
	1	19,33	de	53	e	16,50	ef	50	e	14,50	fg	43	ef
Testemunha		75,00	f	75	f	62,11	g	73	f	52,50	h	70	g
C.V. (%)		16,78		14,95		17,00		13,68		18,43		15,63	

(1) Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. (2) Momentos de aplicação: 3 aplicações (estádios V9, R1 e R3), 2 aplicações (estádios V9 e R1) e 1 aplicação (estádio V9). (3) Severidade (%): porcentagem de área foliar atacada pela doença. (4) Desfolha: porcentagem de folhas que caíram. (5) Médias seguidas pela mesma letra, dentro da variável severidade e desfolha, para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Os mesmos tratamentos responsáveis pela redução no nível de desfolha, também foram responsáveis pela manutenção da área foliar verde (AFV) (Figura 9) por um período maior o que propiciou chegar a valores maiores de produtividade.

A soja no espaçamento de 30 cm apresentou os menores valores de AFV desde o princípio da avaliação (estádio R5.5), possivelmente porque a doença estava avançando sobre o restante da folhagem sadia assim como a desfolha a já discutida. O espaçamento de 45 cm obteve valores intermediários, se assemelhando estatisticamente com o espaçamento de 30 e 60 cm nos estádios R5.5 e R7. O espaçamento de 60 cm se diferenciou dos demais estatisticamente nos estádios R6 e R6.5, este período com maior AFV foi fundamental para garantir benefícios fisiológicos à planta principalmente no enchimento de grãos, oferecendo condições às folhas baixas se manterem verdes e fotossinteticamente ativas por mais tempo.

Neste sentido, há relação direta com a fisiologia da planta, pois a partir do começo das avaliações (estádio R5.5) o sombreamento das plantas era intenso, impedindo com que as folhas baixas interceptassem a radiação luminosa fazendo com que ocorra a inativação do fitocromo responsável pela absorção da luz. Com isso, inicia-se o processo de abscisão da folha pela alta concentração de ácido abscísico e de etileno culminando na queda da mesma (FLOSS, 2004). Consequentemente, o espaçamento que propiciar menores condições de luminosidade para o dossel inferior das plantas fica fadado a uma desfolha cada vez mais precoce, como o ocorrido com o espaçamento de 30 e 45 cm, díspar do espaçamento de 60 cm (Figura 10).

MADALOSSO et al. (2006) trabalhou com uma mesma população de plantas de soja em diferentes espaçamentos sob presença da ferrugem asiática, confirmando que espaçamentos maiores além de criar condições de maior arejamento das entre linhas retardando infecções, favorece a fisiologia da planta, principalmente com relação à manutenção e atividade fotossintética do dossel inferior pela contínua absorção de radiação. No entanto, HAILE et al. (1998) justifica que a interceptação de radiação solar ocorre mais rapidamente em espaçamentos menores, pela maior velocidade de fechamento entre linhas interceptando a radiação solar incidente no solo.

RAMBO et al. (2004) trabalhou com irrigação, espaçamento e diferentes populações de plantas de soja sem pressão significativa de doença, e verificaram que para conseguir uma maior e mais rápida interceptação da radiação solar pelas folhas é necessária uma associação entre espaçamento e uma correta população de plantas. Os autores encontraram resultados favoráveis ao espaçamento de 20 cm, proporcionados pela redução na população para 20 plantas.m⁻², afirmando que o potencial da produtividade aumenta linearmente, dentro do espaçamento de 20 cm com a diminuição da população de plantas.

TOURINO et al. (2002), alcançaram resultados semelhantes reafirmando que só é possível aumentar a produtividade da soja com a redução do espaçamento entre linhas aliado à redução da densidade de plantas nas linhas. Desta forma, a competição intraespecífica é reduzida, pela maior aproximação da equidistância entre as plantas dentro da mesma linha e com as plantas de outras linhas.

No presente trabalho, o espaçamento de 30 cm não apresentou as mesmas características citadas devido à alta densidade de plantas ($33 \text{ plantas.m}^{-2}$), somente alcançando resultados satisfatórios quando o espaçamento entre linhas foi aumentado para uma mesma população de plantas, reduzindo a competição intraespecífica. O adensamento de plantas além de favorecer a incidência de doenças (HEIFFIG et al., 2006), prejudica o potencial produtivo das plantas (RAMBO et al., 2004; TOURINO et al., 2002). Desta forma, pode-se afirmar que a doença vem se beneficiando do adensamento de plantas, pelos fatores de microclima discutidos anteriormente, mostrando que a redução do espaçamento entre linhas é uma estratégia de manejo arriscada do ponto de vista fitopatológico.

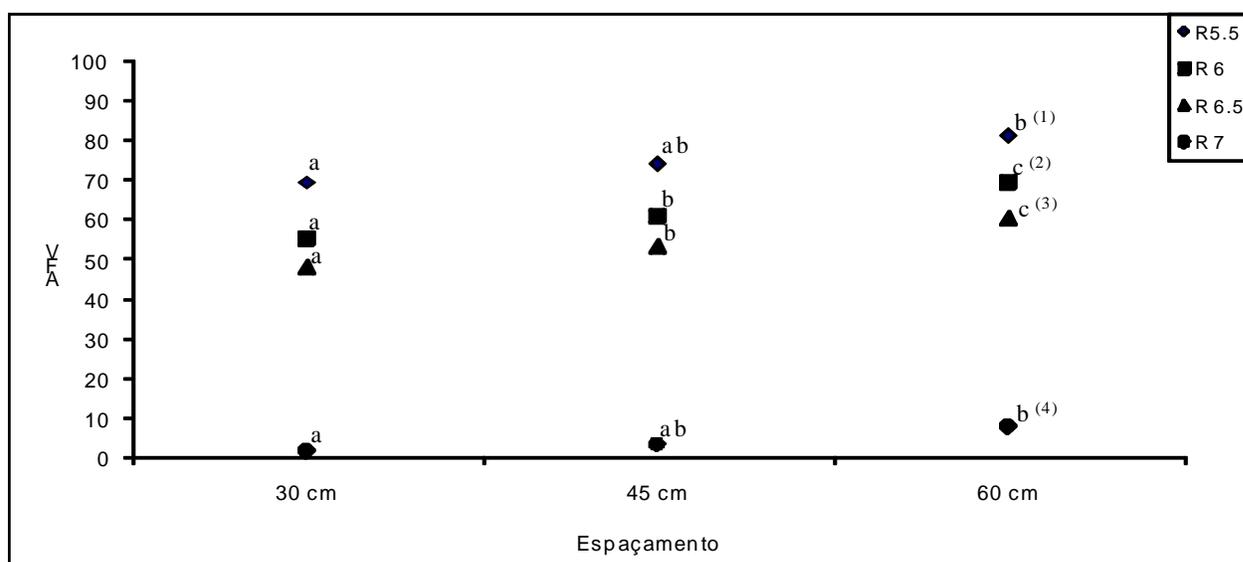


FIGURA 9 - Área Foliar Verde (AFV) de soja nos espaçamentos de 30,45 e 60 cm, nos estádios fenológicos de R5.5, R6, R6.5 e R7. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 13,28. ⁽²⁾ C.V. (%) 6,94. ⁽³⁾ C.V. (%) 10,37. ⁽⁴⁾ 5,68.



30 cm



45 cm



60 cm

FIGURA 10 - Aspecto visual da desfolha em soja ocorrida nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm, no estágio R6-R7. Santa Maria, 2007.

A Figura 11 mostra o efeito do espaçamento entre linhas, tanto na estatura final da planta como principalmente na altura do dossel inferior. Nos espaçamentos de 45 e 60 cm as estaturas das plantas foram de 86 e 88 cm respectivamente coerentes com TOURINO et al. (2002). Significativamente maior que 73 cm no espaçamento de 30 cm, que pode ser explicado pela competição intraespecífica, ou seja, competição por água e nutrientes entre linhas, sendo suficiente para reduzir o porte da cultura no adensamento de plantas. RAMBO et al. (2004), explicam que para minimizar a competição entre plantas e evitar maiores perdas no potencial de produtividade, a redução do espaçamento entre linhas deve ser conjugado com a redução na população de plantas.

No entanto a redução na população pode acarretar alterações no porte da planta. HEIFFIG (2002) verificou que em populações de 21 e 28 plantas. m⁻² o menor porte foi observado no espaçamento de 20 cm e o maior porte no espaçamento de 50 cm. Neste mesmo sentido, REZENDE et al. (2004) trabalhou com diversas populações no espaçamento de 50 cm e verificou que a estaturas das plantas foi menor na população de 20 plantas.m⁻² que na população de 30 plantas.m⁻², aumentando a estatura a medida que aumenta a população de plantas. Esses dados mostram a mesma tendência deste trabalho onde a estatura final de planta é significativamente semelhante para os espaçamentos de 45 e 60 cm com a população de planta de 33 plantas.m⁻² (Figura 11).

A elevação na altura do dossel inferior das plantas, verificado no espaçamento de 30 e 45 cm significa que as folhas inferiores senesceram precocemente não só pela presença da ferrugem asiática, mas também pela limitação na incidência de luz (FLOSS, 2004). Com isso, há um desequilíbrio fisiológico na planta prejudicando desde a formação de botões florais, legumes, número e enchimento de grãos (KANTOLIC & CARMONA, 2006). A menor estatura da planta combinada com a maior altura do dossel inferior, observada principalmente no espaçamento de 30 cm, fornece condições reduzidas de área foliar fotossinteticamente ativa à planta, limitando a expressão do potencial produtivo da cultura, ficando mais vulnerável a estresses bióticos e abióticos.

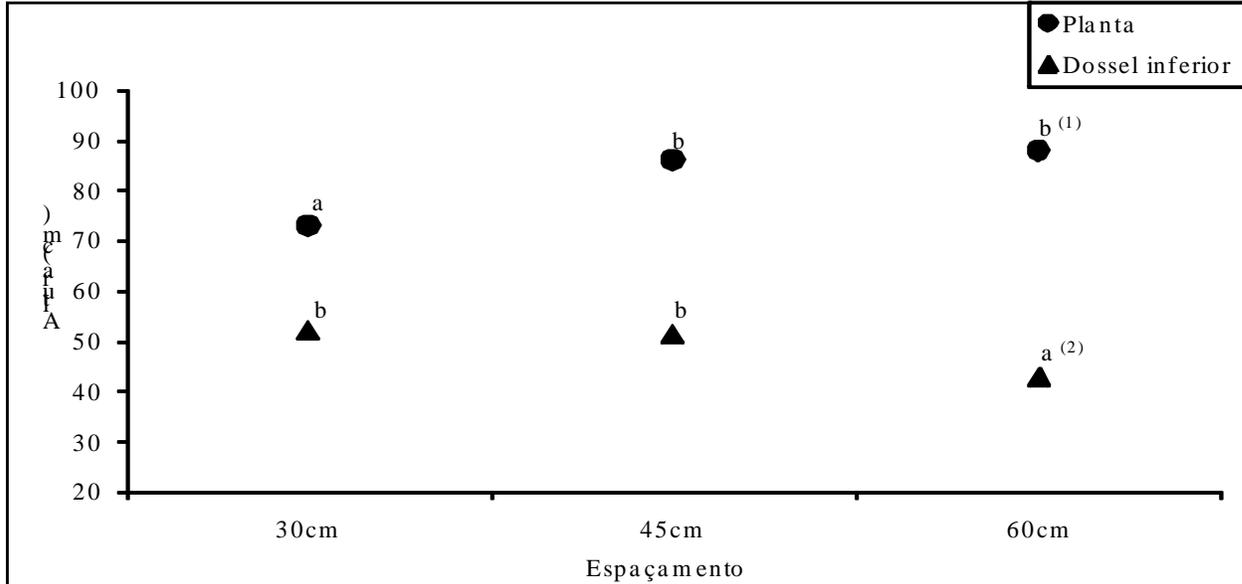


FIGURA 11 - Estatura final da planta e do dossel inferior avaliados nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 14,51. ⁽²⁾ C.V.(%) 11,27.

A eficácia das pontas de pulverização na aplicação do fungicida em toda folhagem da planta foi avaliada conforme a cobertura, penetração e Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) que estabelece o diâmetro da gota que divide o volume total em duas partes iguais. Uma das formas de determinar a cobertura de uma pulverização é através da estimativa do número de gotas.cm⁻² (CHRISTOFOLETTI, 1999). Para tanto, existem fatores que influenciam uma melhor ou pior penetração e cobertura foliar como estágio fenológico da cultura (efeito guarda-chuva), pontas de pulverização e o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV).

Além disso, para apurar o estudo, o dossel da planta de soja foi estratificado (inferior, mediano e superior), para avaliação mais criteriosa foram utilizadas somente as estimativas de cobertura e DMV dos dosséis inferiores e medianos, visto que são os mais prejudicados com relação à penetração e cobertura de um fungicida. Isso acontece porque a maior parte da calda fica retida nas folhas da parte superior da planta, podendo chegar a uma cobertura 10 vezes maior que nas folhas da parte baixa do dossel (ANTUNIASSI et al., 2004).

Nas Tabela 4 e 5 são mostrados os resultados fixando o fator espaçamento entre linhas com as três pontas de pulverização e o Turbo TeeJet® Duo, com o objetivo de determinar qual delas é mais adequada a cada espaçamento. Os resultados obtidos indicam que houve variação estatística na cobertura e no DMV proporcionadas pelas diferentes pontas de pulverização utilizadas dentro de cada espaçamento, assim como variação na mesma ponta pela alteração dos espaçamentos.

No espaçamento de 30 cm não houve diferença estatística com relação à cobertura das pontas de leque plano (XR 11001), duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002) nos dois dosséis, nem mesmo com a evolução dos estádios fenológicos da cultura onde foram avaliadas (V9, R1 e R3). A exceção ficou com o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) que apresentou baixo número de gotas.cm⁻² durante todas as aplicações, reduzindo a medida em que o estádio fenológico progride e o obstáculo de folhas se intensifica do dossel mediano para o inferior.

Na observação do DMV de acordo com a ASAE (Anexo 6) para o mesmo espaçamento, verifica-se que há diferença significativa em relação ao tamanho de gotas produzidas pelas pontas de pulverização nos diferentes extratos do dossel da cultura à medida que o estádio evolui. No entanto, na análise conjunta com o número de gotas.cm⁻², é observado que a variação no tamanho de gotas não é suficiente para alterar a cobertura do produto foliar das três pontas testadas. Ressalva feita ao Turbo TeeJet® Duo (XR+TT), onde o tamanho das gotas produzidas sobressaiu estatisticamente às demais, justificando a deficiência de penetração e cobertura desse tipo de gota, principalmente quando se aumenta a densidade foliar pela profundidade do dossel. BATEMAN (1999) afirma que um alto nível de depósito mal distribuído é menos eficiente que um baixo nível bem distribuído, portanto uma alta concentração de gotas pequenas tem mais chance de cobrir o alvo.

No espaçamento de 45 cm houve influência tanto dos estádios fenológicos como dos extratos do dossel da cultura. À medida que os estádios evoluem apresentam variação significativa entre as pontas tanto no dossel inferior como no mediano. Para esta situação, as pontas de jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002) obtiveram a melhor cobertura de gotas para ambos os dosséis se comportando de forma muito semelhante até a última avaliação.

Esses resultados diferem de ANTUNIASSI et al. (2004), que encontraram significância estatística para cobertura somente para a ponta cone (TX VK8) aplicando 150 L.ha⁻¹. Os mesmos autores, testando volume de calda de 100 L.ha⁻¹, vieram a coincidir com os resultados deste

trabalho, relatando que a cobertura, com esse volume de calda, não apresentou diferenciação estatística entre as pontas de jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TX VK8).

A ponta de leque plano (XR 11001) apresentou uma cobertura de gotas estatisticamente semelhante ao Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) durante todos os estádios fenológicos. Antes do começo do estágio reprodutivo, propriamente dito, houve tendência de semelhança estatística entre as pontas leque plano (XR 11001), jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002) principalmente no dossel inferior dos estádios V9 e R1, e entre as duas primeiras pontas no dossel mediano do estágio R1. A partir do aplicação em que aumentou a sobreposição de folhas ocorreu a diferenciação da ponta leque plano (XR 11001) da de jato duplo leque (TJ-60 11002) e cone (TXA 8002).

Com relação ao DMV, novamente o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) se destacou por produzir as maiores gotas neste espaçamento. Apesar disso, não foi verificado interferência na cobertura quando comparada com a ponta leque plano (XR 11001) discutidas anteriormente. Como no espaçamento anterior, a ponta cone (TXA 8002) produziu as menores gotas principalmente na última avaliação. As pontas de jato cone apresentam gotas de menor tamanho em relação às pontas de jato plano, com isso o potencial de deriva é alto necessitando de estratégias para sua redução (CUNHA et al., 2004).

Apesar disso, não houve diferença significativa na cobertura do fungicida comparada à ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002) que no estágio R3 obteve o segundo maior tamanho de gota. A semelhança no número de gotas.cm⁻² entre as pontas mesmo com DMVs tão diferentes deve-se às boas condições de aplicação, como temperatura e umidade relativa, que não provocaram perdas que podem variar até 100% entre horário de maior e menor deposição (BALAN et al., 2004).

No espaçamento de 60 cm, as três pontas de pulverização apresentaram semelhança estatística até o estágio R1, tanto no dossel inferior como no mediano, diferindo estatisticamente do Turbo TeeJet® Duo (XR+TT), que manteve a menor cobertura produzida em todos os estádios bem como nos dosséis. Já no estágio R3, existiu diferenciação significativa entre as pontas de pulverização assim como no dossel inferior e mediano.

A ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002) foi a que produziu melhor cobertura no dossel inferior seguido da ponta cone (TXA 8002). Da mesma forma ocorreu no dossel mediano onde novamente as duas pontas se sobressaíram, distanciando estatisticamente da ponta leque plano

(XR 11001) e do Turbo TeeJet® Duo (XR+TT). GÁLVEZ et al. (2005), trabalhando com diversas pontas de pulverização no estádio R5, em um espaçamento de 52 cm, verificou que somente as pontas de cone vazio atingiram cobertura acima de 50 gotas.cm⁻² no dossel inferior. Neste sentido, estes resultados corroboram com os apresentados anteriormente, justificando que o aumento do espaçamento entre linhas proporciona uma melhora considerável na cobertura e penetração da calda.

Nos espaçamentos de 30 e 45 cm a cobertura foliar de gotas produzida pelas pontas ficou aquém das 50 gotas.cm⁻², somente ultrapassado no espaçamento de 60 cm por três diferentes pontas de pulverização. O aumento do espaçamento para 60 cm proporcionou condições favoráveis à penetração e cobertura de gotas, para as pontas leque plano (XR 11001) e duplo leque (TJ-60 11002), além da ponta de cone vazio observado por GÁLVEZ et al. (2005).

Na análise do DMV para o espaçamento de 60 cm, foi observada variação entre o dossel inferior e mediano, para cada estádio fenológico. Relacionando o DMV com a cobertura, verificou-se que nos estádios V9 e R1 não ocorreu diferença significativa proporcionada pelas pontas nos dosséis, novamente a exceção foi o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) com os maiores valores.

Quando a avaliação é realizada no estádio R3 da soja, os resultados são semelhantes, ressalva feita para ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002) que distingue estatisticamente da ponta cone (TXA 8002) no dossel inferior com maior DMV. GÁLVEZ et al. (2005) encontraram para o mesmo dossel valores menores de DMV que no presente trabalho, entretanto, os mesmos não foram suficientes para diferenciação estatística entre cones vazio e cheio bem como no duplo leque. Desta forma, é justificada a semelhança estatística nas duas tabelas Tabela 4 e 5, visto que o DMV está diretamente relacionado com a penetração e cobertura das gotas discutidas anteriormente.

TABELA 4 - Cobertura (número de gotas.cm⁻²) produzidos por pontas de pulverização apresentadas por espaçamento entre linhas. Santa Maria, 2007.

Tratamentos		Nº gotas/cm ² (2)											
		V9 (3)				R1				R3			
Espaçamento (cm)	Ponta (1)	INF (4)		MED (5)		INF		MED		INF		MED	
30	XR 11001	13 (6)	ab	23	ab	11	ab	16	ab	10	b	15	b
	TJ - 60 11002	22	b	25	ab	18	b	26	b	17	b	25	b
	Cone TXA 8002	21	b	28	b	18	b	27	b	19	b	30	bc
	Duo® (XR+TT)	8	a	17	a	6	a	14	a	4	a	6	a
C.V. (%)		6,46		8,34		7,93		9,67		10,34		7,75	
45	XR 11001	14	ab	25	a	11	a	20	a	10	a	20	a
	TJ - 60 11002	17	b	30	ab	13	ab	34	b	15	b	33	b
	Cone TXA 8002	23	b	35	b	15	ab	37	b	17	b	35	b
	Duo® (XR+TT)	7	a	25	a	7	a	21	a	5	a	20	a
C.V. (%)		11,16		9,73		6,37		5,82		13,63		9,35	
60	XR 11001	64	b	70	b	47	b	67	b	43	b	57	b
	TJ - 60 11002	67	b	78	b	52	b	75	bc	54	c	73	cd
	Cone TXA 8002	65	b	78	b	50	b	67	b	48	bc	68	c
	Duo® (XR+TT)	14	a	29	a	13	a	23	a	14	a	23	a
C.V. (%)		13,52		14,67		11,52		10,62		14,73		9,62	

(1) Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. (2) Cobertura foliar do fungicida representada pelo número de gotas. cm⁻². (3) Estádios fisiológicos da planta de soja no momento da avaliação. (4) Avaliação no dossel inferior da planta de soja. (5) Avaliação no dossel mediano da planta de soja. (6) Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada espaçamento, estágio fisiológico e porção do dossel, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

TABELA 5 - Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) de gotas produzidas por pontas de pulverização apresentados por espaçamentos entre linhas. Santa Maria, 2007.

Tratamentos		DMV (μm) ⁽²⁾											
		V9 ⁽³⁾				R1				R3			
Espaçamento (cm)	Ponta ⁽¹⁾	INF ⁽⁴⁾		MED ⁽⁵⁾		INF		MED		INF		MED	
30	XR 11001	159 ⁽⁶⁾	a	202	b	142	b	175	b	143	b	170	a
	TJ-60 11002	163	a	198	b	121	a	163	ab	139	b	229	c
	Cone TXA 8002	151	a	171	a	138	b	154	a	103	a	196	b
	Duo® (XR+TT)	158	a	213	c	158	c	228	c	182	c	285	d
C.V. (%)		6,96		8,37		9,85		13,64		10,23		15,24	
45	XR 11001	157	a	199	ab	182	b	217	b	143	b	217	b
	TJ-60 11002	183	b	190	a	156	a	167	a	173	c	225	b
	Cone TXA 8002	154	a	185	a	152	a	172	a	127	a	147	a
	Duo® (XR+TT)	199	bc	236	c	191	bc	259	c	244	d	275	c
C.V. (%)		14,67		17,46		13,86		11,77		9,63		7,54	
60	XR 11001	194	b	232	ab	170	a	196	a	165	a	206	a
	TJ-60 11002	181	ab	214	a	175	a	200	a	224	b	233	b
	Cone TXA 8002	199	b	224	a	180	a	192	a	149	a	220	b
	Duo® (XR+TT)	260	c	350	c	229	b	252	b	248	c	260	c
C.V. (%)		16,87		13,67		17,12		8,54		7,85		14,46	

⁽¹⁾ Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. ⁽²⁾ Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV). ⁽³⁾ Estádios fisiológicos da planta de soja no momento da avaliação. ⁽⁴⁾ Avaliação no dossel inferior da planta de soja. ⁽⁵⁾ Avaliação no dossel mediano da planta de soja. ⁽⁶⁾ Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada espaçamento, estágio fisiológico e porção do dossel, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P \leq 0,05).

Seguindo o mesmo raciocínio, nas Tabela 6 e 7 são apresentados os resultados fixando as três pontas de pulverização e o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT), avaliadas dentro dos três espaçamentos, com o objetivo de determinar qual arranjo de plantas foi mais adequado a cada ponta. Os resultados alcançados indicam que houve variação significativa na cobertura e no DMV entre os espaçamentos testados em cada ponta de pulverização, mostrando que há interação do manejo cultural na qualidade da aplicação.

A cobertura foliar proporcionada pela ponta leque plano (XR 11001) mostrou ser significativamente influenciada pelos diferentes espaçamentos entre linhas, onde o aumento do espaçamento para 60 cm propiciou uma maior exposição das folhas à pulverização, maximizando a cobertura das mesmas nos três estádios assim como no dossel mediano e principalmente no inferior das plantas.

No mesmo sentido, o DMV também foi ampliado significativamente no espaçamento de 60 cm, com exceção do estágio R1, onde o aumento do espaçamento não provocou alterações

significativas no dossel inferior. Por outro lado, no dossel mediano, foi observado diferenças expressivas nos três espaçamentos testados, com destaque para o maior DMV encontrado no espaçamento de 45 cm seguido de 60 cm e 30 cm.

Apesar do DMV mais elevado produzido pela ponta leque plano (XR 11001), o espaçamento de 45 cm não apresentou distinção significativa no número de gotas.cm⁻² comparado ao de 30 cm, possivelmente devido ao fechamento rápido das entrelinhas sobrepondo as folhas superiores às medianas e inferiores, o que não ocorreu no espaçamento de 60 cm. A sobreposição das folhas age como barreiras físicas á passagem das gotas interceptando-as mais facilmente pelo seu diâmetro avantajado. Por fim, no dossel mediano do estádio R3 a fonte de variação ficou por conta do espaçamento de 30 cm com o DMV estatisticamente inferior aos espaçamentos de 45 e 60 cm.

Para a ponta de jato duplo leque (TJ-60 11002) o espaçamentos de 60 cm mostrou proporcionar o maior número de gotas.cm⁻² tanto para o dossel inferior como para o mediano quando comparado com os espaçamentos menores nos três estádios. Já o DMV não teve o mesmo comportamento, com a evolução do estádio fenológico, o espaçamento de 60 cm apresentou estatisticamente o maior DMV no dossel inferior do estádio R3. Esse dado ratifica que o aumento do espaçamento pode favorecer a penetração de gotas médias no interior do dossel. Os demais dosséis variaram estatisticamente seguindo a mesma tendência observada na cobertura de gotas.

No mesmo sentido das anteriores, a ponta cone (TXA 8002) apresentou um maior número de gotas.cm⁻² no espaçamento de 60 cm propiciado pela maior penetração de fungicida no dossel da cultura comparado aos espaçamentos de 30 e 45 cm. GÁLVEZ et al. (2005) corrobora com a idéia justificando que apesar de considerar gotas de 200 µm como sendo ideais para pulverização, os valores menores de DMV produzidos pelo cone vazio não prejudicou a cobertura e penetração no dossel. O DMV obtido nos três espaçamentos somente não seguiu essa mesma tendência no dossel mediano do estádio R1 e no dossel inferior do estádio R3. Nos demais períodos o espaçamento de 60 cm ofereceu mais condições para que as gotas atingissem o interior do dossel da cultura com tamanho avantajado em relação aos espaçamentos menores.

Por outro lado, o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) apresentou menores variações conforme a alteração no arranjo de plantas, sobretudo entre os espaçamentos de 45 e 60 cm. No dossel mediano, ocorreu variação significativa notadamente entre os espaçamentos de 30 e 60 cm ficando o espaçamento de 45 cm com valores próximos aos espaçamentos anteriores. A exceção

ficou por parte do dossel mediano do estádio R3 onde os espaçamentos de 45 e 60 cm proporcionaram um maior número de gotas.cm⁻² comparado ao espaçamento de 30 cm. Já o dossel inferior dos três estádios, apesar do aumento do número de gotas.cm⁻² no espaçamento maior, não foi suficiente para diferenciação estatística.

Com relação ao DMV, o Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) teve uma produção estatisticamente diferente até o dossel inferior do estádio R1 nos três espaçamentos. A partir do avanço dos estádios fisiológicos, a diferenciação estatística ficou por parte dos espaçamentos de 45 e 60 cm com o de 30 cm.

O número de gotas.cm⁻² é um parâmetro ainda em debate pelos pesquisadores. A penetração e cobertura das gotas obtidas neste trabalho foram significativamente maiores no espaçamento de 60 cm, onde a ponta duplo leque (TJ-60 11002) atingiu a média entre o dossel inferior e o mediano de 64 gotas.cm⁻² (Figura 12). Estes valores estão coerentes com UGALDE (2005) que encontrou eficácia para um produto sistêmico com dependência mínima de 60 gotas.cm⁻² para 160 L.ha⁻¹ de calda. Já as pontas leque plano (XR 11001) e cone (TXA 8002) produziram em torno de 56 e 53 gotas.cm⁻² respectivamente, apresentando maior AACPD que a ponta com maior cobertura (Tabela 8).

O espaçamento de 60 cm favoreceu a penetração e cobertura do fungicida bem como reduziu a AACPD na maioria das pontas testadas. Apesar da diferença entre o número de gotas.cm⁻² (Tabela 8), a AACPD não se alterou estatisticamente na comparação de médias entre os espaçamentos de 45 e 60 cm para a ponta cone (TXA 8002). Isso possivelmente aconteceu devido à grande quantidade de gotas pequenas produzidas por essa ponta de pulverização que resultou em uma grande quantidade de fungicida perdida.

Da mesma forma, OZEKI & KUNZ (1998) e CHRISTOFOLETTI (1999) suportam essa tese, reafirmando que a necessidade de cobertura para melhor eficácia de fungicidas sistêmicos não ultrapasse as 50 gotas.cm⁻². Contudo o arranjo mais adequado de plantas se faz válido pois reduziu significativamente a taxa de progresso da doença (*r*) (Figura 6), evitando as desfolhas precoces e intensas e minimizando os prejuízos causados pela doença.

TABELA 6 - Cobertura (número de gotas.cm⁻²) nos espaçamentos entre linhas apresentadas por pontas de pulverização. Santa Maria, 2007.

Tratamentos		Nº gotas/cm ² (2)											
		V9 (3)				R1				R3			
Espaçamento (cm)	Ponta (1)	INF (4)		MED (5)		INF		MED		INF		MED	
30cm	XR 11001	13 (6)	a	23	a	11	a	16	a	11	a	15	a
45cm		15	a	25	a	11	a	20	a	13	a	20	a
60cm		64	b	70	b	47	b	67	b	43	b	68	b
C.V. (%)		14,76		18,42		14,73		17,84		13,73		17,26	
30cm	TJ - 60 11002	22	a	25	a	18	a	26	a	17	a	25	a
45cm		17	a	30	a	13	a	34	a	14	a	33	a
60cm		67	b	78	b	52	b	75	b	54	b	73	b
C.V. (%)		17,05		14,93		16,42		10,62		19,76		18,37	
30cm	Cone TXA 8002	21	a	28	a	18	a	27	a	19	a	30	a
45cm		23	a	35	a	15	a	37	ab	17	a	35	a
60cm		65	b	78	b	50	b	67	c	48	b	57	b
C.V. (%)		20,85		18,69		9,59		12,28		11,95		18,34	
30cm	Duo® (XR+TT)	8	a	17	a	6	a	14	a	4	a	6	a
45cm		7	a	25	ab	7	a	21	ab	5	a	20	b
60cm		14	ab	29	b	13	ab	23	b	14	ab	23	b
C.V. (%)		16,82		19,38		18,94		12,85		11,83		15,52	

(1) Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. (2) Cobertura foliar do fungicida representada pelo número de gotas. cm⁻². (3) Estádios fisiológicos da planta de soja no momento da avaliação. (4) Avaliação no dossel inferior da planta de soja. (5) Avaliação no dossel mediano da planta de soja. (6) Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada ponta de pulverização, estágio fisiológico e porção do dossel, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

TABELA 7 - Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) entre espaçamentos entre linhas apresentados por pontas de pulverização. Santa Maria, 2007.

Tratamentos		DMV (μm) ⁽²⁾											
		V9 ⁽³⁾				R1				R3			
Espaçamento (cm)	Ponta ⁽¹⁾	INF ⁽⁴⁾		MED ⁽⁵⁾		INF		MED		INF		MED	
30	XR 11001	159 ⁽⁶⁾	a	202	a	142	a	175	a	143	a	170	a
45		157	a	199	a	182	ab	217	c	143	a	217	b
60		194	b	232	b	170	ab	196	b	165	b	206	b
C.V. (%)		13,89		11,45		9,76		5,78		15,76		9,76	
30	TJ-60 11002	163	a	198	a	121	a	163	a	139	a	229	a
45		183	b	190	a	156	b	167	a	173	b	225	a
60		181	b	214	b	175	bc	200	b	224	c	233	a
C.V. (%)		7,43		9,45		11,97		14,43		9,76		13,86	
30	Cone TXA 8002	151	a	171	a	138	a	154	a	103	a	196	b
45		154	a	185	a	152	a	172	ab	127	b	147	a
60		199	b	224	b	180	b	192	b	149	bc	220	c
C.V. (%)		18,65		15,76		11,87		10,34		16,34		8,34	
30	Duo® (XR+TT)	158	a	213	a	158	a	228	a	182	a	285	a
45		199	b	236	b	191	b	259	b	244	b	275	a
60		260	c	350	c	229	c	252	ab	248	b	260	a
C.V. (%)		15,74		9,34		11,97		17,95		15,83		10,23	

⁽¹⁾ Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. ⁽²⁾ Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV). ⁽³⁾ Estádios fisiológicos da planta de soja no momento da avaliação. ⁽⁴⁾ Avaliação no dossel inferior da planta de soja. ⁽⁵⁾ Avaliação no dossel mediano da planta de soja. ⁽⁶⁾ Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada ponta de pulverização, estágio fisiológico e porção do dossel, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P \leq 0,05).

TABELA 8 - Cobertura de gotas produzida pelas pontas de pulverização nos espaçamentos e a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Santa Maria, 2007.

Tratamentos		N ^o /cm ² ⁽²⁾		A A C P D ⁽³⁾	
Espaçamento (cm)	Ponta ⁽¹⁾	Média		Média	
30	X R 11001	13 ⁽⁴⁾	a	101,33	c
45		17	b	88,89	b
60		56	c	71,56	a
C.V. (%)		8,48		11,53	
30	T J - 60 11002	21	a	85,33	c
45		24	a	62,22	b
60		64	b	53,56	a
C.V. (%)		5,26		7,35	
30	C o n e T X A 8002	25	a	89,78	b
45		26	a	65,56	a
60		53	b	61,89	a
C.V. (%)		7,62		9,64	
30	D u o® (X R + T T)	5	a	119,56	c
45		13	b	80,00	b
60		19	c	65,56	a
C.V. (%)		8,74		13,63	

⁽¹⁾ Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. ⁽²⁾ Cobertura foliar do fungicida representada pelo número de gotas.cm⁻². ⁽³⁾ Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). ⁽⁴⁾ Médias seguidas pela mesma letra, dentro da variável número de gotas.cm⁻² e AACPD para cada ponta de pulverização, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

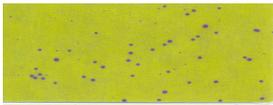
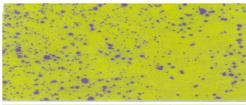
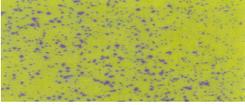
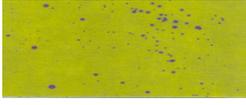
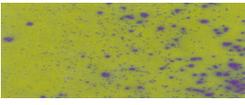
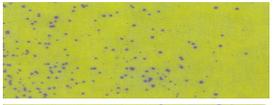
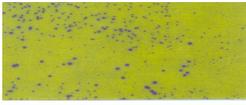
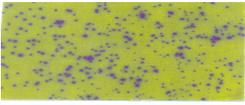
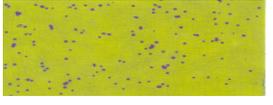
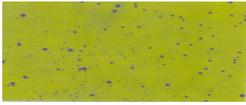
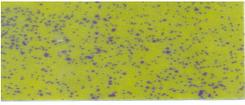
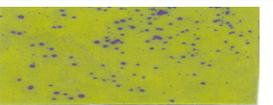
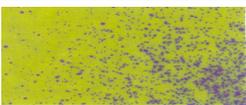
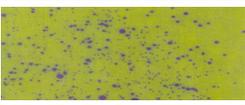
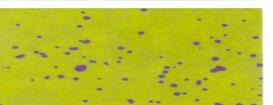
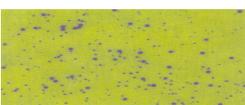
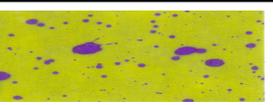
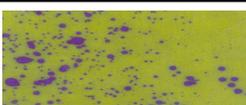
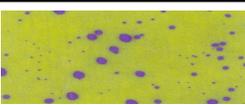
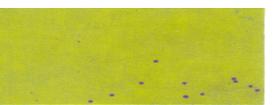
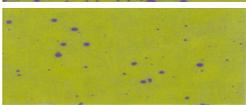
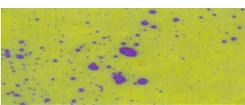
	30 cm	45 cm	60 cm	Dossel
XR 11001				Mediano
				Inferio
TJ-60 11002				Mediano
				Inferio
Cone TXA 8002				Mediano
				Inferio
Turbo Teejet Duo® (XR+TT)				Mediano
				Inferior

FIGURA 12 – Cartões hidrosensíveis submetidas à pulverização nos dosséis mediano e inferior pelas pontas de pulverização nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.

As diferenças de produtividade entre os tratamentos e as testemunhas podem estar relacionadas com os níveis de desfolha em cada espaçamento (Figura 13). O espaçamento de 30 cm proporcionou a produtividade mais próxima da testemunha que os demais espaçamentos com uma diferença em média de 12,99%. Nos outros espaçamentos a diferença entre as produtividades dos tratamentos e testemunhas, obteve índices maiores chegando a valores de 37,16% para o de 45 cm e 62,22% no espaçamento de 60 cm.

Relacionando esses valores com os níveis de desfolha, pode-se inferir que o espaçamento mais prejudicado pela queda prematura de folhas foi o de 30 cm com os maiores níveis de

desfolha chegando a 47,0%. O espaçamento de 45 cm apresentou níveis de desfolha que contemplam os espaçamentos de 30 e 60 cm, entretanto a diferença de produtividade se mostrou estatisticamente superior aos 30 cm e inferior aos 60 cm.

O espaçamento de 60 cm proporcionou os menores níveis de desfolha em relação aos espaçamentos inferiores com média de 30,67%. A diferença de produtividade maior nesse espaçamento pode ser explicada pela maior emissão de ramos laterais, compensando o pouco espaço dentro das linhas e maior entre elas (TOURINO et al. 2002). A ramificação mais expressiva favorece maior incidência de radiação em todo dossel e, por conseguinte, atividade fotossintética por mais tempo garantindo a plena expressão fisiológica da planta.

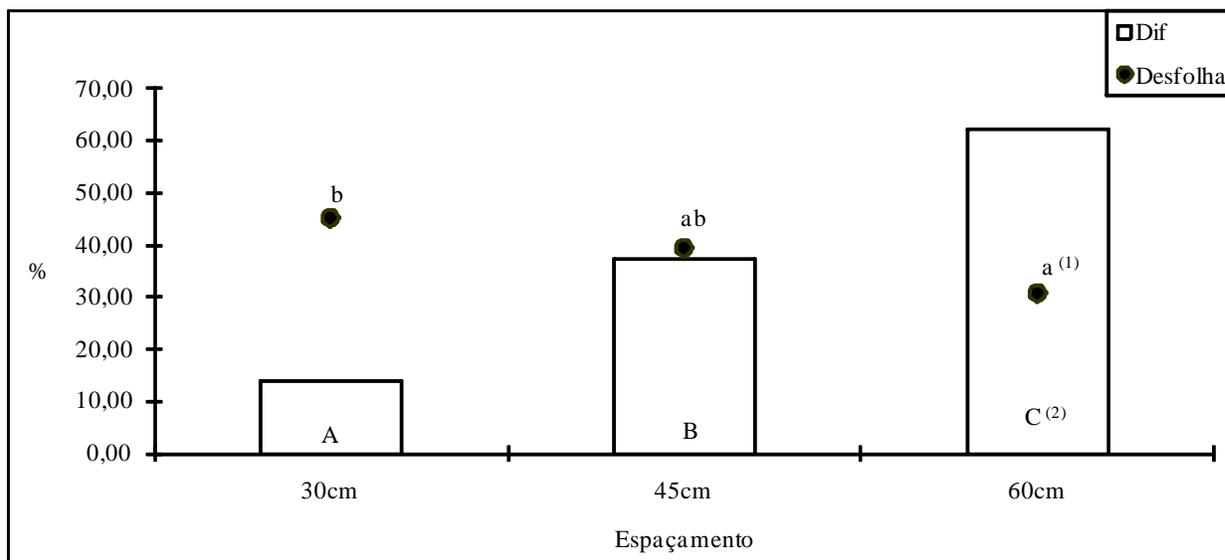


FIGURA 13 - Diferença de produtividade entre os tratamentos e as testemunhas de cada espaçamento com os níveis de desfolha. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 6,84. ⁽²⁾ C.V. (%) 11,37.

Neste sentido, após a análise entre espaçamentos, foi possível estreitar a avaliação ponderando o efeito do número de aplicações de fungicida em cada espaçamento, através da significância estatística observada nas diferentes aplicações (Figura 14). As diferenças de produtividade em relação à testemunha bem como os níveis de desfolha obtiveram um acréscimo significativo em todos os espaçamentos, entretanto, a direção do aumento foi distinta entre os

fatores. A diferença de produtividade aumentou com o acréscimo de aplicações, diferentemente dos níveis de desfolha que cresceram com a redução do número de aplicações, principalmente entre a primeira e a terceira aplicação em todos os espaçamentos.

A utilização da segunda aplicação não foi suficiente para reduzir a desfolha no espaçamento de 30 cm, bem como para aumentar a diferença de produtividade em relação a uma única aplicação (Figura 14). No entanto, com o emprego da terceira aplicação houve diferença estatística em relação às demais, provocando incrementos de produtividade bem como redução da desfolha, proporcionada pela proteção do fungicida. Desta forma, foi minimizado o dano causado pela doença, evitando o rápido amarelecimento ou bronzeamento e queda prematura de folhas (YORINORI, 2004), principalmente em um espaçamento onde os níveis de desfolha foram os mais elevados (Figura 15).

No espaçamento de 45 cm o aumento no número de aplicações de fungicida respondeu estatisticamente, tanto para redução na desfolha como no incremento de produtividade (Figura 14). Diferentemente do espaçamento anterior, a desfolha obteve redução estatística inversamente proporcional ao aumento das aplicações, mostrando que a proteção fungicida foi mais adequada. No caso da diferença de produtividade, houve significância entre a primeira e a terceira aplicação, com destaque para a última, entretanto, o mesmo não ocorreu com duas aplicações, cuja diferença de produtividade ficou estatisticamente semelhante às primeira e última aplicações.

O emprego de duas ou três aplicações de fungicidas não obteve significância no caso das diferenças de produtividade para o espaçamento de 60 cm (Figura 14), entretanto, a utilização de uma única aplicação, mostrou ser estatisticamente inferior. Da mesma forma ocorreu com os níveis de desfolha, tanto duas como três aplicações foram suficientes para reduzi-la, diferente de somente uma que apresentou nível mais elevado. Apesar disso, quando se deseja utilizar somente uma aplicação, os dados mostraram que os espaçamentos maiores são mais favoráveis, principalmente o de 60 cm que apresentou o menor nível de desfolha bem como a maior diferença de produtividade que os demais espaçamentos. Provando que a proteção do fungicida e o potencial fisiológico da planta são maximizados.

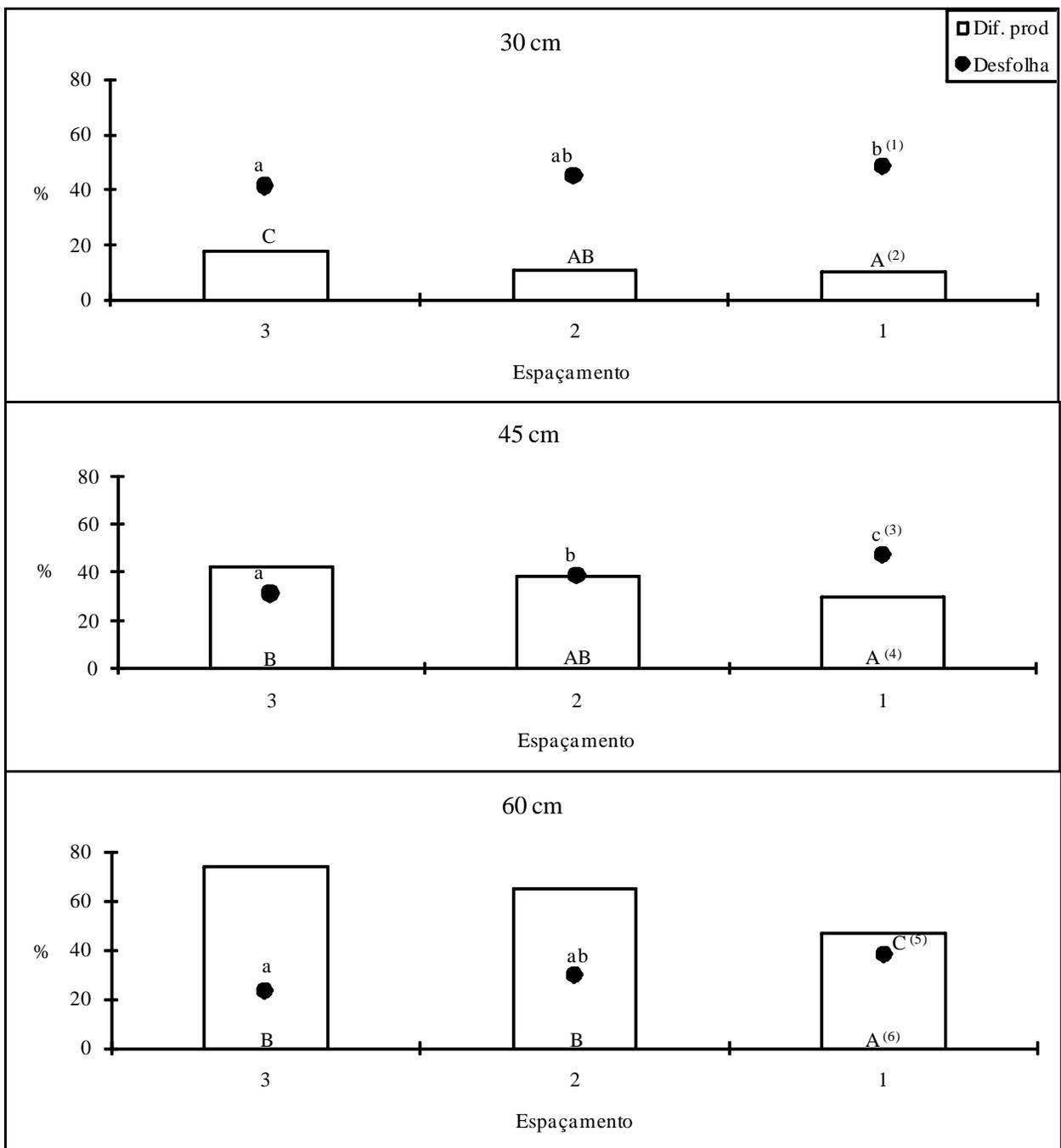


FIGURA 14 - Diferença de produtividade entre tratamentos e testemunhas e a desfolha com três, duas e uma aplicações nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007.

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 8,37. ⁽²⁾ C.V. (%) 5,74. ⁽³⁾ C.V. (%) 12,69. ⁽⁴⁾ C.V. (%) 10,94. ⁽⁵⁾ C.V. (%) 8,28. ⁽⁶⁾ C.V. (%) 10,39.

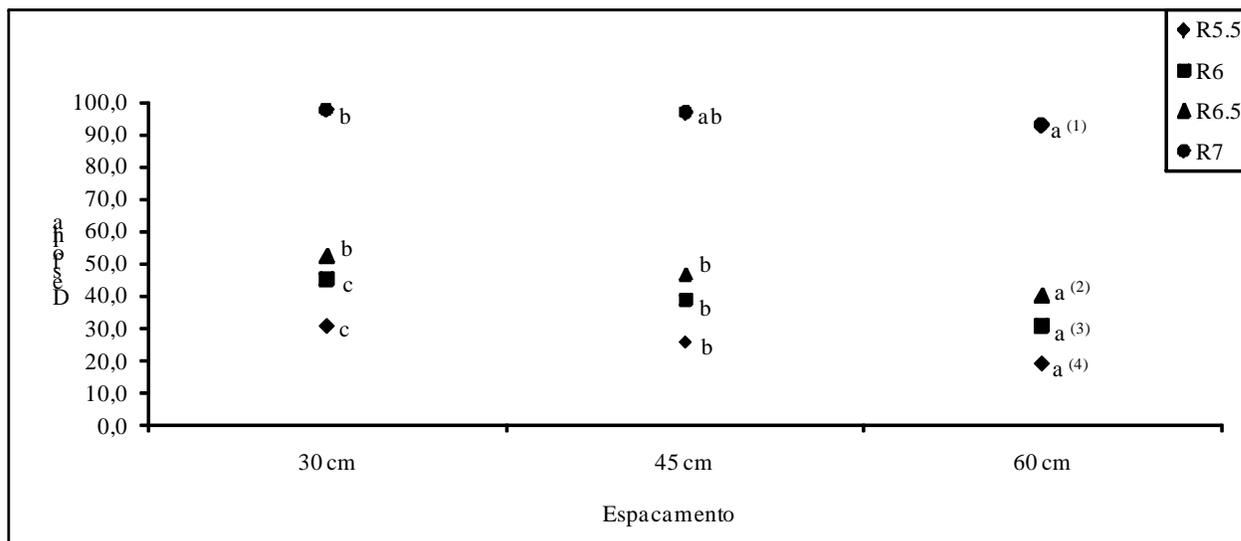


FIGURA 15 - Níveis de desfolha da soja nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm, nos estádios fenológicos de R5.5, R6, R6.5 e R7. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V.(%) 6,83. ⁽²⁾ C.V. (%) 9,38. ⁽³⁾ C.V. (%) 8,29. ⁽⁴⁾ C.V. (%) 11,52.

A produção de grãos de uma cultura é a expressão final de uma série de eventos consecutivos e cumulativos decorrentes do manejo bem como do ambiente. A produtividade da soja expressa em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ obteve distinção estatística entre as pontas testadas e as aplicações (Tabela 9).

Dentre as pontas de pulverização testadas no espaçamento de 30 cm, não houve diferenciação estatística entre elas, quando foi utilizada uma (V9) ou duas aplicações (V9-R1). Entretanto, na realização da terceira aplicação no estádio R3 para todas as pontas, somente a ponta cone (TXA 8002) se diferenciou estatisticamente entre as demais, alcançando uma diferença de 27,4% em relação à testemunha. Este fato está relacionado diretamente com a cobertura e penetração das gotas no dossel da cultura (Tabela 4), obtendo uma das maiores coberturas tanto no dossel inferior como no mediano minimizando os danos causados pela doença. Com base nestes resultados pode-se dizer que em cultivos adensados com espaçamentos reduzidos a utilização de gotas menores e com maior poder de penetração e coberturas são as mais adequadas.

No espaçamento de 45 cm a produção foi estatisticamente semelhante entre todas as pontas com uma (V9) e duas aplicações (V9-R1). Quando utilizada três aplicações de fungicidas (V9-R1-R3) a produção alcançou significância na diferenciação com a ponta (TJ-60 11002) seguida do Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) com 55,8 e 49,5% de diferença em relação à testemunha. BALARDIN & MADALOSSO (2006) já tinham encontrados resultados semelhantes de produtividade favoráveis ao Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) utilizando espaçamentos de 45 cm em relação à 22,5 cm.

A produtividade da cultura não obteve diferenciação significativa somente com uma aplicação (V9) no espaçamento de 60 cm. No caso de duas aplicações (V9-R1), o destaque é dado ao Turbo TeeJet® Duo (XR+TT) que apesar da baixa cobertura e penetração proporcionada pelo equipamento (Tabela 4), alcançou a maior diferença de produtividade em relação à testemunha com 76,0%, valor estatisticamente semelhante àqueles encontrados com as pontas duplo leque (TJ-60 11002), cone (TXA 8002) com três aplicações (V9-R1-R3).

Esses resultados mostram que o aumento do espaçamento entre linhas adequou o arranjo de plantas proporcionando maximização da tecnologia de aplicação empregada, utilização de diferentes pontas de pulverização bem como na expressão fisiológica da planta permitindo um maior volume foliar fotossinteticamente ativo.

Como já mostrados em trabalhos de PETR et al. (1988), o aumento na produtividade de grãos de cevada e trigo deu-se através da maior duração da área foliar. Na cultura da soja a manutenção da AFV (Figura 9) e redução na desfolha (Figura 15) mostrou ser um importante diferencial nos incrementos de produtividade neste trabalho, interferindo significativamente na produtividade, apresentando diferenças nos melhores tratamentos de 78,4% da produção de grãos em relação à testemunha no espaçamento de 60 cm, de 55,8% no espaçamento de 45 cm e de 27,4% no espaçamento de 30 cm Tabela 9.

TABELA 9 - Produtividade e diferença de produtividade entre tratamentos e testemunhas de cada espaçamento, ponta de pulverização e aplicação. Santa Maria, 2007.

Tratamentos		Espaçamento (cm)					
		30		45		60	
Ponta ⁽¹⁾	Aplicação ⁽²⁾	Produtividade ⁽³⁾	Diferença ⁽⁴⁾	Produtividade	Diferença	Produtividade	Diferença
		kg.ha-1	%	kg.ha-1	%	kg.ha-1	%
XR 11001	3	980,1 ⁽⁵⁾ ab	11,3	2324,5 bcd	30,0	4563,6 bcd	63,4
	2	934,6 ab	6,2	2373,2 bcd	32,7	4232,4 bcd	51,5
	1	933,2 ab	6,0	2218,2 abc	24,0	3775,2 b	35,2
TJ-60 11002	3	1021,2 ab	16,0	2786,3 e	55,8	4982,8 d	78,4
	2	964,0 ab	9,5	2562,2 bcd	43,2	4645,7 bcd	66,3
	1	1021,5 ab	14,9	2458,2 bcd	37,4	4126,9 bcd	47,7
Cone TXA 8002	3	1121,9 c	27,4	2423,2 bcd	35,5	4976,9 d	78,2
	2	986,0 ab	12,0	2574,2 bcd	43,9	4717,2 c	68,9
	1	1013,3 ab	15,1	2469,7 bcd	38,1	3946,9 bc	41,3
Duo® XR+TT	3	1019,0 ab	15,8	2674,3 de	49,5	4916,5 d	76,0
	2	1015,2 ab	15,3	2432,1 bcd	36,0	4889,0 d	75,0
	1	936,1 ab	6,3	2146,1 ab	20,0	4603,5 bcd	64,8
Testemunha		880,3 a	0,0	1788,7 a	0,0	2793,3 a	0,0
C.V. (%)		7,73		8,53		8,43	

⁽¹⁾ Pontas de pulverização trabalhadas com diferentes pressões: XR 11001 (172 kPa), TJ-60 11002 (206 kPa), TXA 8002 (241 kPa) e o Turbo TeeJet® Duo - TT 11002 + XR 11002 (206 kPa) para alcançar a taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. ⁽²⁾ Momentos de aplicação: 3 aplicações (estádios V9, R1 e R3), 2 aplicações (estádios V9 e R1) e 1 aplicação (estádio V9). ⁽³⁾ Produtividade de grãos de soja (kg.ha⁻¹). ⁽⁴⁾ Diferença de produtividade entre os tratamentos testados e a testemunha de cada espaçamento. ⁽⁵⁾ Médias seguidas pela mesma letra, dentro da variável produtividade para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Além disso, a quantidade de doença (AACPD) presente nos espaçamentos afetou diretamente os níveis de desfolha e AFV e conseqüentemente os componentes da produtividade. De acordo com YORINORI (2004) em casos severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação de vagens ou no início da granação pode causar aborto e queda de vagens.

Essa afirmação suporta os dados encontrados neste trabalho, onde o espaçamento de 60 cm apresentou menor AACPD (Figura 7) e mostrou maior número de vagens produzidas por 10 plantas em todos os dosséis avaliados, inclusive no inferior onde os espaçamentos de 30 e 45 cm não diferiram estatisticamente Figura 16. Esses dados estão de acordo com TOURINO et al. (2002) que verificou aumento no número de vagens no espaçamento de 60 cm, provavelmente

devido à maior emissão de ramos laterais pelas plantas, conferindo uma maior produção em gramas por planta.

Para KANTOLIC & CARMONA (2006) a diferença entre o número de vagens se deve à deficiência na distribuição de carboidratos pela redução da radiação solar incidente, assim como estresses climáticos em estágio críticos podem reduzir o número de vagens por nó através do abortamento de flores nas ramificações, setores medianos e inferiores do dossel. PARCIANELLO et al. (2004), corrobora desta afirmação concluindo que o aumento na incidência de luz no interior do dossel possibilitou a fixação das vagens em seu trabalho.

Na Figura 17, a avaliação passa a relacionar a o número de vagens produzidas por 10 plantas em cada espaçamento contendo um, dois ou três grãos de soja. No mesmo sentido da figura anterior, os espaçamentos de 30 e 45 cm foram inferiores estatisticamente ao espaçamento de 60 cm, que apresentou números expressivos de vagens com três e principalmente com dois grãos de soja conferindo superioridade produtiva. As diferenças na produção final ocorrem devido às variações no número de vagens que se estabelece na lavoura, pois o número de grãos por vagem tem um grande domínio genético, sendo pouco influenciado por variações de clima (KANTOLIC & CARMONA, 2006).

O maior número de vagens verificado no espaçamento de 60 cm resulta diretamente em um maior número de grãos por um conjunto de 10 plantas (Figura 18) justificando a superioridade deste espaçamento na produção de grãos, tendo uma produção por planta superior aos demais espaçamentos não só no dossel mediano e superior, mas também no dossel inferior. Os dados das Figuras 16 e 18 condizem com a afirmação de que os dosséis superior e mediano apresentam a maior contribuição para a produtividade de grãos da soja, pela maior presença de estruturas reprodutivas (RAMBO et al. (2004).

Outra relação que se faz importante diz respeito à altura do dossel inferior das plantas na lavoura (Figuras 19, 20 e 21), pois quanto menor a altura maior será a área foliar sadia disponível para produção de fotoassimilados para vagens e grãos localizados neste dossel. A altura foi significativamente menor no espaçamento de 60 cm como já discutido anteriormente. Em se tratando de número de vagens com um, dois e três grãos produzidos no dossel inferior, o espaçamento de 60 cm somente se assemelhou estatisticamente os espaçamento de 45 cm no número de vagens contendo um grão no seu interior.

O número de vagens contendo dois e três grãos foi significativamente superior no espaçamento maior, ratificando a importância da manutenção da área foliar produtiva aderida à planta, caso contrário a formação e enchimento do grão pode ser prejudicado. Essa possibilidade é defendida por YORINORI (2004) que quanto mais cedo ocorre a desfolha, menor será o tamanho de grãos e, conseqüentemente, maior o dano na produtividade e na qualidade de grãos.

Da mesma forma, (OGLE et al., 1979) menciona que os danos relativos à ferrugem asiática estão associados com a redução do número de vagens, número de grãos cheios e peso de grãos por planta. Contudo, esta afirmação é confirmada em partes com os valores encontrados neste trabalho como na Figura 22 onde é apresentado o peso de mil grãos (PMG) e número de grãos significativamente diferenciados entre os espaçamentos.

Apesar de uma quantidade de doença elevada Figura 7, o espaçamento de 30 cm proporcionou o maior PMG comparado aos espaçamentos maiores que apresentaram menores AACPD. Isto é possível, pois uma menor quantidade de grãos tem oportunidade de receber maior concentração de fotossimilados. RAMBO et al. (2004), encontrou resultado semelhante em uma população de 20 plantas.m⁻² espaçadas a 20 cm, obtendo maior PMG comparados com espaçamento de 40 cm. RODRIGUES et al. (2002), corrobora com os dados verificando que à medida que o número de grãos.m⁻² aumenta, há redução no peso de grãos.

Entretanto, no mesmo gráfico, é apresentado o número de grãos produzidos por 10 plantas em cada espaçamento e ratifica a superioridade produtiva do espaçamento de 60 cm, que mesmo com menor PMG, o número de grãos produzidos é superior estatisticamente aos espaçamentos menores, conferindo maior produtividade.

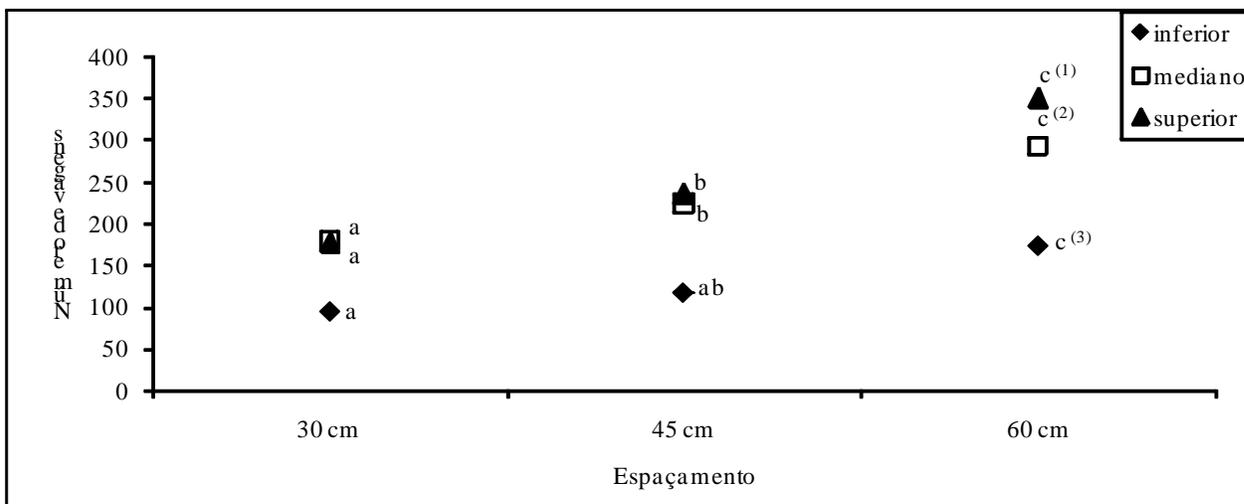


FIGURA 16 - Número de vagens produzidas por dossel (inferior, mediano e superior) por 10 plantas de soja nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 13,26. ⁽²⁾ C.V. (%) 10,94. ⁽³⁾ C.V. (%) 10,31.

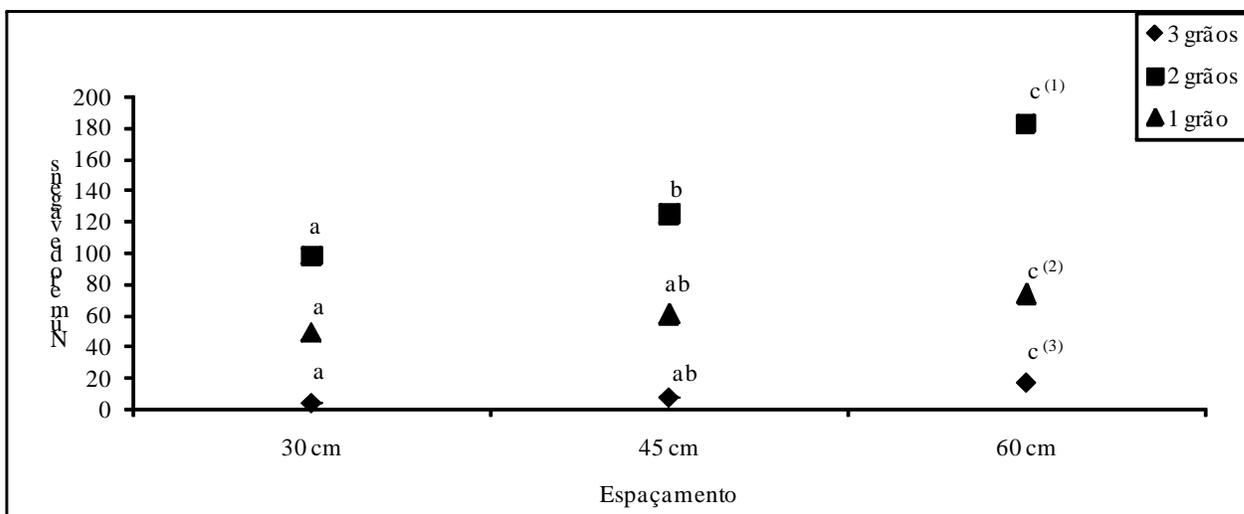


FIGURA 17 - Número de vagens com um, dois e três grãos produzidas por 10 plantas de soja nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 14,36. ⁽²⁾ C.V. (%) 11,57. ⁽³⁾ C.V. (%) 8,35.

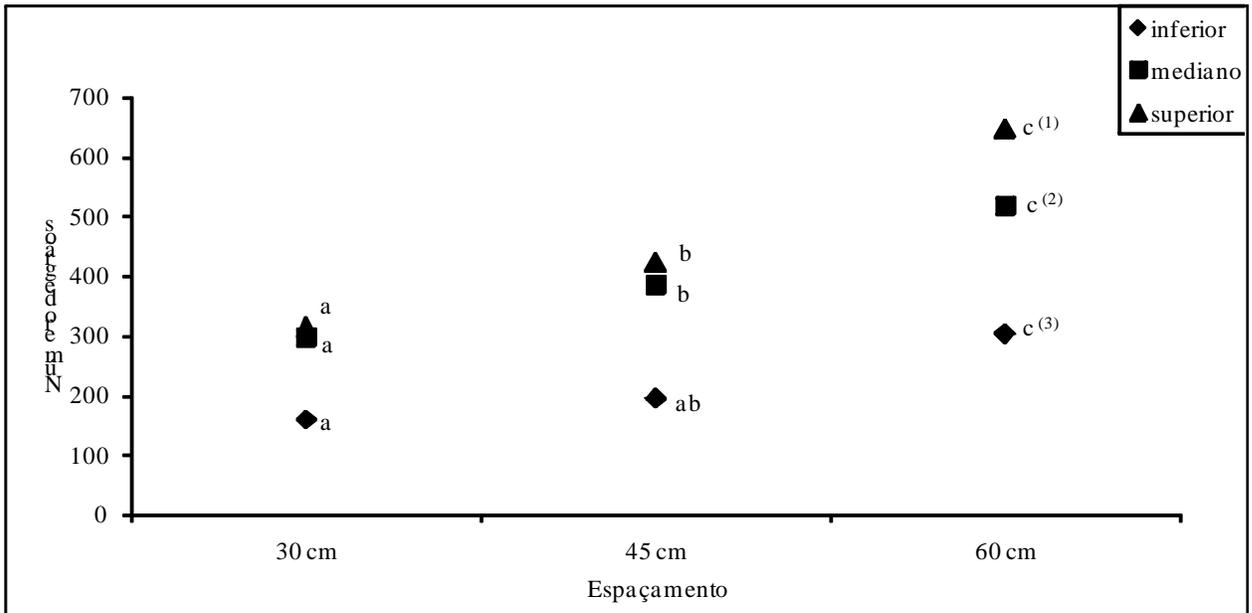


FIGURA 18 - Número de grãos por dossel (inferior, mediano e superior) produzidos por 10 plantas nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 13,64. ⁽²⁾ C.V. (%) 11,52. ⁽³⁾ C.V. (%) 9,41.

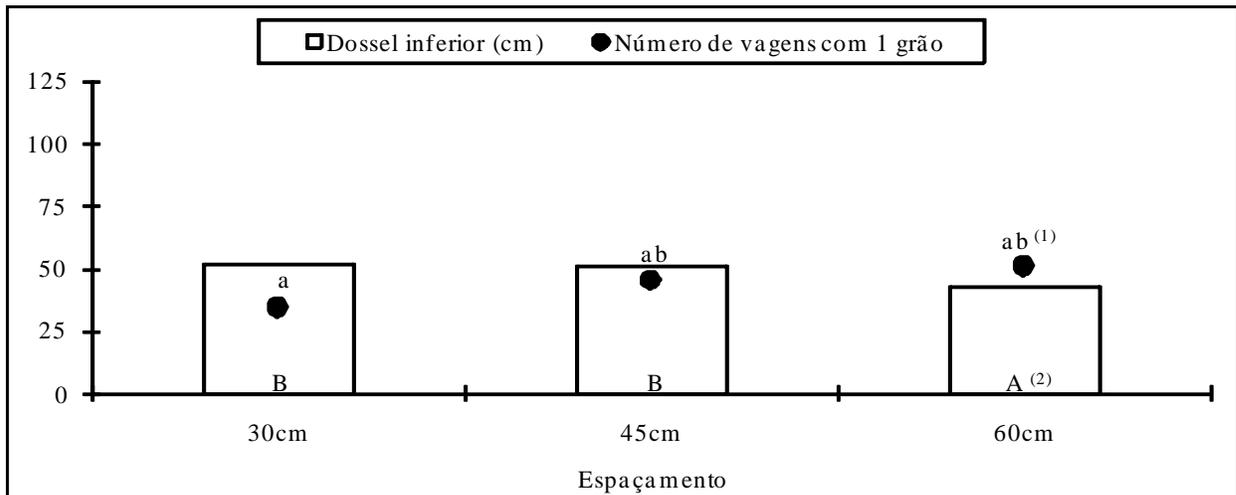


FIGURA 19 - Altura do dossel inferior de cada espaçamento com a produção de vagens com um grão. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 12,28. ⁽²⁾ C.V. (%) 15,74.

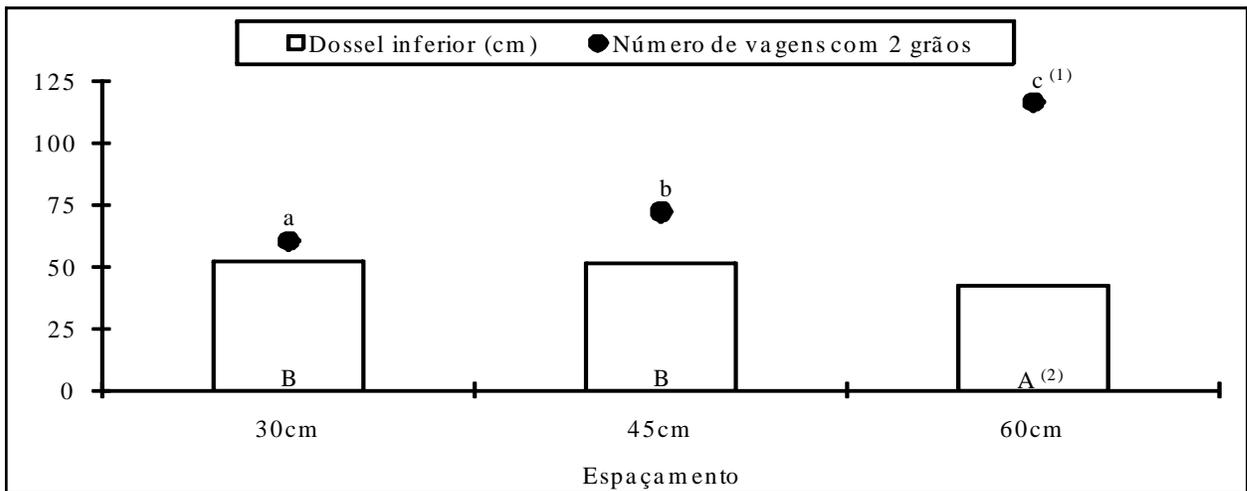


FIGURA 20 - Altura do dossel inferior de cada espaçamento com a produção de vagens com dois grãos. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 14,83. ⁽²⁾ C.V. (%) 12,31.

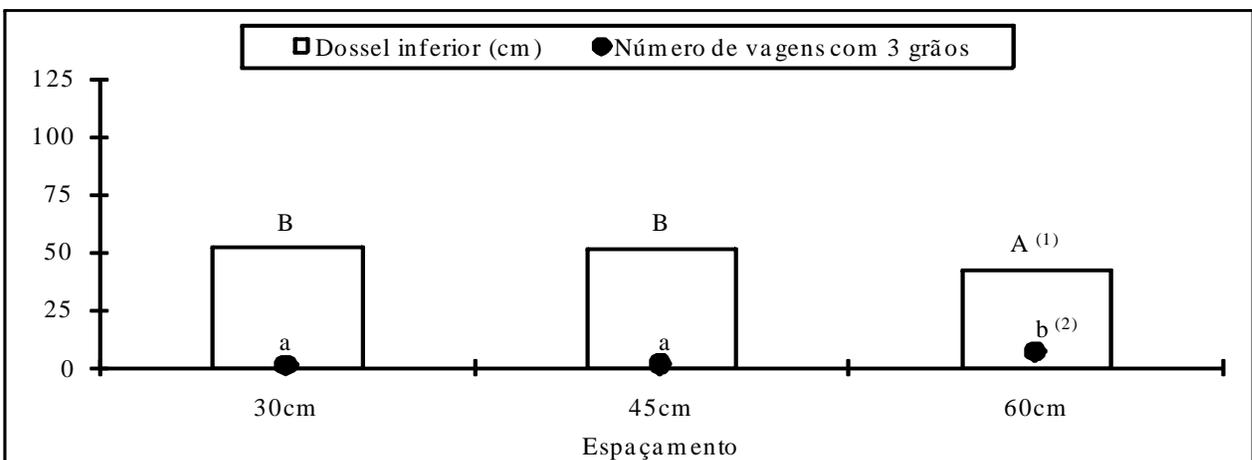


FIGURA 21 - Altura do dossel inferior de cada espaçamento com a produção de vagens com três grãos. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 13,66. ⁽²⁾ C.V. (%) 11,29.

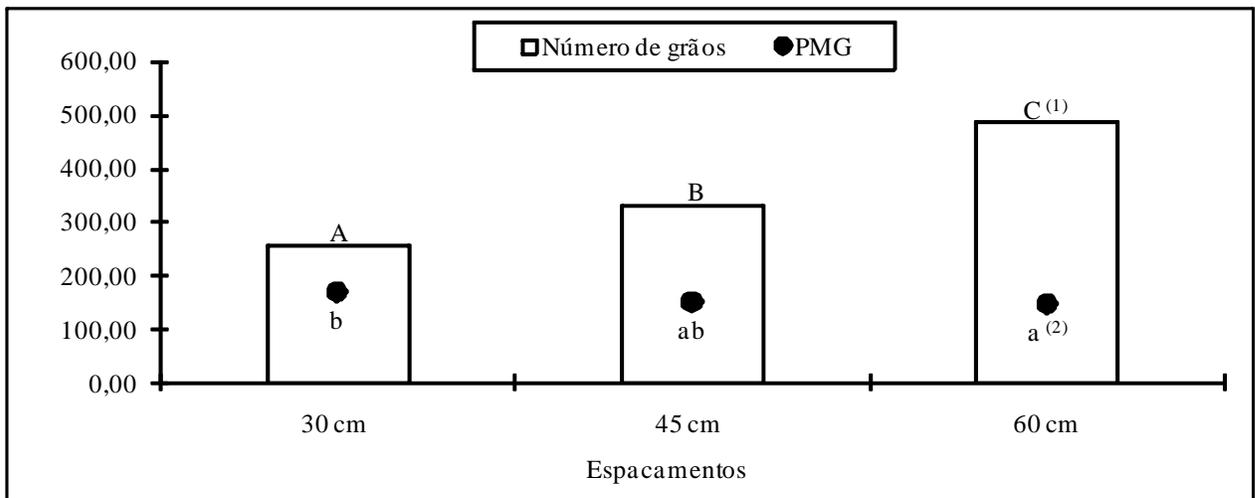


FIGURA 22 - Número de grãos produzidos e peso de mil grãos (PMG) nos espaçamentos de 30, 45 e 60 cm. Santa Maria, 2007. ⁽¹⁾⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁽¹⁾ C.V. (%) 15,74. ⁽²⁾ C.V. (%) 10,37.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos para esta cultivar, pode-se concluir que:

A redução do espaçamento entre linhas favoreceu as condições para o estabelecimento de *Phakopsora pachyrhizi* na soja.

A cobertura e penetração do fungicida foram maiores na medida em que o espaçamento entre linhas aumentou.

O menor nível de desfolha foi relacionado ao aumento no espaçamento, refletindo em uma menor desfolha no dossel inferior.

A maior Área Foliar Verde (AFV), resultante de uma proteção mais eficaz do fungicida, resultou em maior período de atividade fotossintética em todos os dosséis da planta.

Os componentes da produtividade foram favorecidos nas três camadas do dossel na medida em que o espaçamento entre linhas aumentou.

Apesar do peso de mil grãos (PMG) ter sido maior no espaçamento de 30 cm, o maior número de grãos foi encontrado no espaçamento de 60 cm, o que resultou em maior produtividade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R. et al. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: RAETANO. 2004. p 48-51.

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

BALAN, M. G.; SAAB, O. J. G. A.; SILVA, C. G. Deposição de três pontas de pulverização em diferentes horários. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: RAETANO. 2004. p 96-99.

BALARDIN, R.S. et al. Influencia do volume de calda e pontas de pulverização sobre o controle das doenças de final de ciclo em duas cultivares de soja. REUNIÃO de PESQUISA de SOJA da REGIÃO SUL, 29., 2001, Porto Alegre. **Atas e Resumos...** 2001.

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

BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, M. G. Fatores que Afetam a Eficiência na Aplicação de Fungicidas. In: BORGES, L. D. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Passo Fundo, 2006. p. 63-67.

BATEMAN, R. **The spray application of biopesticides to perennial crops**. Kluwer, 1999. 30 p. (Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology).

BONATO, E. R. **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 254 p.

BONINI, J. V. **Tecnologia de Aplicação de Fungicidas na Cultura da Soja**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2003.

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.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Pulverização ou Aplicação?** São Paulo. 1999. 71 p. (Boletim Técnico BT-01/99).

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Manual Shell de Máquinas Agrícolas e Técnicas de Aplicação de Defensivos**. São Paulo, 1992. 122 p

CONAB. **Levantamento de abril de 2006**.

http://www.cnpso.embrapa.br/download/sojaserie76_2006.xls. Acessado em 4 de janeiro de 2007.

CUNHA, J. P. A R. et al. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica de difração de raio laser. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: RAETANO. 2004. p 60-63.

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

ELMORE, R. **Crop Watch – News Service**. University of Nebraska Institute of Agriculture and Natural Resources Cooperative Extension. <http://cropwatch.unl.edu/archives/2004/crop04-5.htm>. Acessado em 10 de outubro de 2006.

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

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

FIOMARI, B. R. et al. **Informações Agronômicas**, n. 109. 2005. 28 p.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas**: o estudo que está por traz do que se vê. Passo Fundo: UPF, 2004. 528 p.

GARCIA, L. C. et al. Avaliação da Qualidade da Aplicação de um Fungicida em Função do Tipo de Ponta de Pulverização e do Estádio de Desenvolvimento da Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE, 2., 2004, Jundiaí. **Anais...** Jundiaí, 2004.

GÁLVEZ, R. M. et al. **Evaluación de la penetración del asperjado producido por diferentes boquillas em aplicaciones terrestres orientadas al control de la roya de la soja**. Tucumán. 2005. 11 p. (Publicación Especial n. 27)

HAILE, F.J. et al. Soybean leaf morphology and defoliation tolerance. **Agronomy Journal**, v.90, n.3, p.353-362, 1998b.

HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max(L)Merril*) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba 2002.

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

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para Caldas de Produtos Fitossanitários**. In: GUEDES, J. V. C. & DORNELLES S.H. B. Tecnologia e Segurança na Aplicação de Agrotóxicos: Novas Tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM. 1998. p 95-104.

INGRAM, K.T. et al. Effects of defoliating pests on soybean canopy CO₂ exchange and reproductive growth. **Crop Science**, v.21, n.2, p. 961-968, 1981.

LEE, C D. et al. Glyphosate-Resistant Soybean Management System Effect on Sclerotinia Stem Rot. BIONE 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 08/01/2007.

LI, X. A. et al. Salinity and Defoliation Effects on Soybean Growth. **Journal of Plant Nutrition**. v. 29, n. 8. p. 1499-1508. 2006.

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

MATTHEWS, G.A. Pesticide applications - at the crossroads? **EPPO Bulletin**, v. 13. n. 3. p. 351-355. 1983.

MATUO, T. **Fundamentos da Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos**. In: GUEDES, J. V. C. & DORNELLES S.H. B. Tecnologia e Segurança na Aplicação de Agrotóxicos: Novas Tecnologias. Santa Maria. UFSM. 1998. p 95-104.

MATUO, T. et al. **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. Brasília, ABEAS; Viçosa, UFV; 2005. (Curso Proteção de Plantas. Módulo 2 - 2.1;2.2, 86p)

MAYSE, M. A. Effects of Spacing Between Rows on Soybean Arthropod Populations. **Journal of Applied Ecology**, v. 15, n. 2, p. 439-450 doi:10.2307/2402603. 1978

MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant Physiology**. New York: Springer – Verlag, 1995. 629p.

MONTEIRO, M. V. de M. Eficiência na Aplicação de Defensivos com BVO Aéreo. In: _____. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Passo Fundo, 2006. 146 p.

NETO, J. C. V. **Curso Básico de Tecnologia de Aplicação de Herbicidas**. Lavras: UFLA, 2000. 37 p.

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.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. **Tecnologia de Aplicação Aérea** – Aspectos Práticos. In: GUEDES, J. V. C. & DORNELLES S.H. B. **Tecnologia e Segurança na Aplicação de Agrotóxicos: Novas Tecnologias**. UFSM, Santa Maria. 1998. p 65-78.

PETR, J. et al. Yield formation in cereals. In: _____. **Yield formation in the main field crops**. New York: Elsevier, 1988. p. 72-153.

PARCIANELLO, G. et al. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre filerias. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.357-364, 2004.

RAMBO, L. et al. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.33-40, 2004.

RAMSEUR, E. L.; WALLACE, S. U.; QUINSBERRY, V L. Distribution pattern of yield components in Braxton soybeans. **Agronomy Journal**. n.76. p. 493-497, 1984.

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

REZENDE, P. M. de. et al. Efeito da semeadura a lanço e da população de plantas no rendimento de grãos e outras características da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 28, n. 3, p. 499-504, 2004.

RODRIGUES, O. et al. Redução de espaçamento em semeadura tardia de soja. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30., 2002, Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta. Editora Embrapa Trigo, 2002. 132 p.

SANTOS, J. M. F. dos. Dinâmica de Deposição de Gotas. In: _____. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos**. AgrEvo. p. 10-12. 1998.

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

TEEJET. Agricultural Spray Products. **Spray Nozzels**.
http://www.teejet.de/ms/teejet/product_Detail.asp?ID=283&SUB=true. Acessado em 12 de dezembro de 2006.

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

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.

VILLAR, J.; CENCIG, G.; FRANA, J. **Ocurrencia de condiciones favorables para el desarrollo de la roya de la soja en el area de influencia de rafaela a partir del estudio de variables climáticas**. Rafaela., 2004. (Informacion tecnica de cultivos de verano. Campaña 2004. Publicación Miscelánea; n. 102).

VELLOSO, J.A.R. de O.; GASSEN, D.N.; JACOBSEN, L.A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1984. 52p.

YORINORI, J. T. Ferrugem da soja: ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: REIS, E. M. **Doenças na Cultura da Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 178 p.

ANEXOS

ANEXO 1 - Características fenológicas e recomendações da cultivar M-SOY 8000 RR, grupo de maturação semi-precoce. Santa Maria, 2007.

CARACTERÍSTICAS	Hábito de crescimento	Determinado
	Cor da flor	Roxa
	Cor da pubescência	Cinza
	Cor do Hilo	Preta (imperfeito)
	Estatura média das plantas	77 cm
	Altura média de inserção de vagens	14 cm
	Acamamento	Resistente
RECOMEN- DAÇÕES	Semeadura a partir de	20/10 a 15/12
	Exigência em fertilidade	Alta
	População de plantas/ha	330 a 370 mil

Fonte: MONSOY.

ANEXO 2 - 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

ANEXO 3 - 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 11001 e XR 11002
<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Ponta de Pulverização de Jato Plano Duplo Comum TJ-60 11002
<ul style="list-style-type: none"> • Penetração nos resíduos de cultivos ou em folhagem densa. • Gotas menores para uma melhor cobertura. • Pressão de pulverização: 2-4 bar. • Melhor distribuição de pulverização ao longo das barras do que com pontas de jato cone vazio.
Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio TXA 8002
<ul style="list-style-type: none"> • Pressão máxima de operação de 20 bar. O ângulo de pulverização é de 80° a 7 bar. • Padrão de pulverização finamente atomizada proporciona cobertura total. • Maior resistência ao desgaste. • Resistente à corrosão. • Aceita formulações mais abrasivas de pesticidas.
Ponta de Pulverização de Jato Plano de Ângulo Grande TT 11002
<ul style="list-style-type: none"> • Passagens livres, grandes, redondas, para evitar entupimento. • Excelente para usar em controles de pulverizadores. • Excelente qualidade de perfil de pulverização. • Inigualável controle da deriva com gotas maiores de 1-6 bar. • Excelente resistência às soluções corrosivas.
Turbo TeeJet® Duo
<ul style="list-style-type: none"> • Angulação dupla da pulverização ajuda a melhorar a penetração. • Promove cobertura completa da folha. • Ideal para uso em controles de pulverização automáticos. • Pressão ótima de operação: 1-6 bar. • Excelente para herbicidas de pós-emergência, inseticidas e fungicidas sistêmicos e de contato - 2,7 bar ou mais. • Melhor penetração e cobertura comparada aos jatos simples de igual capacidade.

ANEXO 4 - Valores dos quadrados médios para as características agronômicas analisadas. Santa Maria, 2007.

Causas da Variação	GL	Altura dossel inferior	Altura final Planta	Núm vagens	Núm grãos	Vagens			PMG	Produtividade
						1 grãos	2 grãos	3 grãos		
Bloco	3	44991	101.877	24.954	1.040.628	1.085.991	1.636.228	82.733	1.000.359	47.968.367
Espaçamento (E)	2	1288146*	3276021*	182059022*	694442017*	5128717*	91369117*	2352406*	9834786*	155413590385*
Resíduo	6	0.053	5.475	60.637	5.728	26.102	45.294	3.894	35.824	222.422.057
Ponta (P)	4	57231*	117637*	29341203*	107124486*	1563144*	14118269*	320597*	3287493*	5522955271*
EP	8	101016*	237706*	20611724*	74967128*	1813244*	10122311*	194947*	402382*	1780554985*
Resíduo	36	0.557	1.115	57.057	3.588	25.667	59.416	1.068	5.289	53.705.672
Aplicação (A)	2	0.333	0.271	7853089*	22020267*	1675467*	1757317*	48689*	3489565*	1216202992*
EA	4	0.260	0.104	2873089*	13883533*	71.258	2302058*	31914*	548387*	422074161*
PA	8	0.148	0.178	2549415*	8997753*	507807*	1628865*	16897*	34.894	85.306.461
EPA	16	0.089	0.123	4214092*	13961769*	887588*	2257326*	49341*	456.732	91.045.363
Resíduo	90	0.440	0.794	58.222	1.915	28.269	57.181	0.900	24950	53.939.482

* Significância no teste F (P<0,05)

ANEXO 5 - Valores dos quadrados médios para as demais variáveis analisadas. Santa Maria, 2007.

Causas da Variação	GL	Severidade	AACPD	<i>r</i>	AFV	Desfolha	Cobertura	DMV
Bloco	3	44.712	175.783	1.219	1.035.028	1.065.280	274.278	542.303
Espaçamento (E)	2	874145*	23919839*	41772*	2385117*	1495439*	15151924*	20700021*
Resíduo	6	1.744	16.772	0.996	7.450	8.624	3.090	14.984
Ponta (P)	4	21412754*	2403281658*	332658*	8832158*	8061325*	4281722*	30278933*
EP	8	255651*	4496887*	33663*	89262*	163883*	757118*	993919*
Resíduo	36	2.389	29.878	0.921	1.069	3.319	4.276	14.856
Aplicação (A)	2	1737265*	158569172*	2.665	1551217*	1542956*	0.194	5.250
EA	4	17729*	2588456*	0.093	81458*	67731*	0.590	5.833
PA	8	95657*	11539367*	0.348	113008*	157442*	3.278	8.620
EPA	16	4092*	493483*	0.129	37906*	46175*	1.174	5.398
Resíduo	90	0.818	51.680	1.138	0.917	2.380	3.391	7.421

* Significância no teste F (P<0,05)

ANEXO 6 - Classificação das gotas de acordo com o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV)

DMV (μm)	Classificação
<100	Muito fina
100-175	Fina
175-250	Média
250-375	Grossa
375-450	Muito grossa
>450	Extremamente grossa

Fonte: American Society of Agricultural Engineering