



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOPATOLOGIA

**Incidência da seca da haste da soja (*Diaporthe phaseolorum* var.
sojae) em função do espaçamento entre linhas, cultivar e aplicação
de fungicida**

Nédio Rodrigo Tormen

Brasília – DF

2014

Nélio Rodrigo Tormen

**Incidência da seca da haste da soja (*Diaporthe phaseolorum* var.
sojae) em função do espaçamento entre linhas, cultivar e
aplicação de fungicida**

Dissertação apresentada à
Universidade de Brasília
como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre
em Fitopatologia pelo
Programa de Pós Graduação
em Fitopatologia.

Orientador

Prof. Luiz Eduardo Bassay Blum, Ph.D.

**BRASÍLIA - DISTRITO FEDERAL
BRASIL
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA

Tormen, Nédio Rodrigo.

Incidência da seca da haste da soja (*Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*) em função do espaçamento entre linhas, cultivar e aplicação de fungicida. / Nédio Rodrigo Tormen.

Brasília, 2014.

69 p. il.

Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília.

1. *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* – controle de doenças em soja.

I. Universidade de Brasília. PPG/FIT.

II. Incidência da seca da haste da soja (*Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*) em função do espaçamento entre linhas, cultivar e aplicação de fungicida.

*“Se vais embora por favor não te detenhas
Sigas em frente não olhes para trás
Que assim não vais ver a lágrima existente
Que molha o rosto do teu velho meu rapaz.”*
(Nenito Sarturi, Neicy Vargas, Claudio Patias)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado a capacidade de superar mais esse desafio.

À Universidade de Brasília e ao programa de pós-graduação em fitopatologia, pela oportunidade de realização desse mestrado.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro através da bolsa.

Ao professor Luiz Eduardo Bassay Blum, pela orientação e ensinamentos indispensáveis para a condução dessa pesquisa.

Ao Instituto Phytus, por fornecer toda a estrutura necessária para a realização dos ensaios de campo.

À toda minha família, em especial minha mãe Claudete Aparecida Tormen, pelo apoio incondicional, sem o qual certamente não seria possível chegar até aqui.

À minha namorada Larissa, pela compreensão e apoio durante as avaliações e elaboração da dissertação.

Aos meus amigos Juliano Daniel Uebel, Eduardo Canova, Jonas Dahmer, Diogo Patias e Paulo Sérgio Menezes Xavier, pelo apoio na condução dos ensaios de campo e constante troca de ideias.

Às minhas amigas Caroline Almeida Gulart e Joane Cella Turcatto, pelo apoio fundamental nas análises de patologia de sementes e identificação dos patógenos.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse mestrado.

Trabalho realizado junto ao Departamento de Fitopatologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do **Professor Luiz Eduardo Bassay Blum**, com apoio do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento – CNPQ e do Instituto Phytus.

Incidência da seca da haste da soja (*Diaporthe phaseolorum var. sojae*) em função do espaçamento entre linhas, cultivar e aplicação de fungicida

Nélio Rodrigo Tormen

DISSERTAÇÃO APROVADA em ___/___/_____ por:

Ph.D. Luiz Eduardo Bassay Blum
Examinador

Ph.D. André Freire Cruz
Examinador (membro externo)

Dr. Marcelo Fagioli
Examinador (Membro externo)

BRASÍLIA – DISTRITO FEDERAL
BRASIL
2014

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Geral	3
2.2. Específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. A cultura da soja.....	4
3.1.1. Origem e importância	4
3.1.2. Espaçamento entre linhas e cultivares	5
3.1.3. Fungicidas	8
3.1.3.1. Boscalida.....	9
3.2. <i>Diaporthe/Phomopsis</i>	10
3.2.1. Introdução	10
3.2.2. Etiologia.....	10
3.2.3. Sintomatologia	11
3.2.4. Epidemiologia.....	13
3.2.5. Controle da seca da haste e da vagem.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1. Condições ambientais durante a condução do experimento	16
4.2. Delineamento Experimental	16
4.3. Semeadura, manejo da cultura e aplicação dos tratamentos	17
4.4. Avaliações	19
4.4.1. Incidência de <i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>sojae</i>	19
4.4.2. Arquitetura de planta	20
4.4.3. Produtividade	20
4.4.4. Patologia de sementes	20
4.4.5. Análise dos dados	21

5.	RESULTADOS.....	22
5.1.	1ª época.....	24
5.2.	2ª época.....	32
6.	DISCUSSÃO.....	39
7.	CONCLUSÕES.....	45
8.	LITERATURA CITADA.....	46
9.	ANEXOS.....	53
9.1.	Anexo 1	53
9.2.	Anexo 2	54
9.3.	Anexo 3	55
9.4.	Anexo 4	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Densidade de plantas por metro linear (pl.m^{-1}) e por metro quadrado (pl.m^{-2}) utilizadas na semeadura das cultivares "Syn1180RR" e "Syn1080RR", em diferentes espaçamentos. Planaltina, DF, 2013.....	17
Tabela 2. Datas, fenologia e condições meteorológicas no momento das aplicações de fungicida em soja. Planaltina, DF, 2013.....	19
Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis produtividade, peso de 100 grãos (PCG), incidência da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano, superior e em sementes de soja, estatura de plantas e número de ramos por planta. Planaltina, DF, 2013.....	23
Tabela 4. Densidade final de plantas na linha (plantas m^{-1}) e por área (plantas m^{-2}) de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. Planaltina, DF, 2013.....	24
Tabela 5. Estatura de plantas (cm) de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.....	25
Tabela 6. Número médio de ramos por planta de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.....	26
Tabela 7. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e submetidas a aplicação de fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.....	29
Tabela 8. Produtividade (kg ha^{-1}) em cultivares de soja conforme o espaçamento entre linhas e aplicação de fungicidas. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.....	31
Tabela 9. Peso de 100 grãos (g) em soja conforme o espaçamento entre linhas, cultivares e aplicação de fungicida. 1ª época. Planaltina/DF, 2013.....	31
Tabela 10. Estatura de planta (cm) de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013.....	32
Tabela 11. Número médio de ramos por planta de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013.....	33
Tabela 12. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e submetidas a aplicação de fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013.....	35

Tabela 13. Produtividade (kg ha^{-1}) em cultivares de soja conforme o espaçamento entre linhas e aplicação de fungicida. 2ª época. Planaltina/DF, 2013.	37
Tabela 14. Peso de 100 grãos (g) em soja conforme o espaçamento entre linhas, cultivares e aplicação de fungicida. 2ª época. Planaltina/DF, 2013.	38
Tabela 15. Coeficientes de variação obtidos na análise de variância dos dados de produtividade, peso de 100 grãos (PCG), incidência da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano, superior e em sementes de soja, estatura de plantas e número de ramos por planta. Planaltina, DF, 2014.	53
Tabela 16. Descrição da escala fenológica elaborada por Fehr & Caviness (1977) para a cultura da soja.	54
Tabela 17. Características das cultivares utilizadas no experimento de acordo com a empresa detentora. Fonte: Syngenta.	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sintomas e sinais da seca da haste e da vagem em hastes de soja.	13
Figura 2. Precipitação (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) durante a condução do experimento e indicação das duas épocas de semeadura. Fonte: INMET, 2014.	16
Figura 3. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de hastes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média dos fatores cultivar e fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013..	27
Figura 4. Incidência (%) da seca da haste e da vagem em sementes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, considerando a média do fator fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.	30
Figura 5. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de hastes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média dos fatores cultivar e fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013..	33
Figura 6. Incidência (%) da seca da haste e da vagem em sementes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, considerando a média de tratamentos com e sem fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013..	36
Figura 7. Incidência (%) da seca da haste e da vagem em sementes de soja em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos entre linhas, considerando a média dos fatores cultivar e fungicida..	36

RESUMO

TORMEN, Nédio Rodrigo. **Variação na incidência da seca da haste da soja (*Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*) devido ao espaçamento entre linhas, cultivar e aplicação de fungicida.** 2014. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

A soja (*Glycine max* L.) é atualmente o principal produto do agronegócio brasileiro e contribui de forma expressiva para o desenvolvimento do país. A ocorrência de doenças está entre os principais fatores que limitam as maiores produtividades e algumas doenças consideradas menos severas, como a seca da haste e da vagem, têm sido ignoradas. Este trabalho objetivou avaliar o efeito do espaçamento entre linhas, cultivares de soja e fungicida sobre a incidência da seca da haste da soja causada por *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* e sobre a produtividade da cultura. O ensaio foi instalado em campo em duas épocas de semeadura (15/11 e 15/12/2012) em Planaltina/DF. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram testados três espaçamentos entre linhas (42, 60 e 75 cm), duas cultivares de soja (“Syn1180RR” e “Syn1080RR”) e o fungicida boscalida (500 g i.a. ha⁻¹), aplicado nos estádios R1 e R3 da soja, além da testemunha sem controle. As variáveis mensuradas foram a estatura das plantas, número de ramos, incidência da doença em hastes e sementes de soja, peso de 100 grãos e produtividade. Os resultados obtidos permitem concluir que a ampliação do espaçamento entre linhas favoreceu a incidência da doença em hastes e sementes de soja, houve diferença de suscetibilidade entre as cultivares (“Syn1180RR” mais susceptível; “Syn1080RR” menos susceptível) e a aplicação de fungicida reduziu a incidência da doença. O terço superior foi mais afetado pela doença em comparação com o mediano e inferior. A seca da haste e da vagem reduziu a produtividade da soja.

Palavras-chave: arranjo de plantas, boscalida, *Glycine max*, manejo integrado de doenças, patógeno.

Orientador – Luiz Eduardo Bassay Blum (Ph.D.) – Universidade de Brasília.

ABSTRACT

TORMEN, Nédio Rodrigo. **Variations on the incidence of soybean stem blight (*Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*) due to row spacing, cultivar and fungicide application.** 2014. 70p. Dissertation (Master in Plant Pathology) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brazil

Currently, soybean (*Glycine max* L.) represents important role on Brazilian agribusiness and contribute significantly for the economical development of Brazil. The occurrence of diseases corresponds to an important factor limiting greater yield rates and some diseases considered to be less severe, as the stem blight, have been ignored. This work aims to assess the effect of row spacing, cultivar and fungicide on the incidence of soybean stem blight and yield. The experiment was carried out under field conditions, in two seedling times (11/15/2012 and 12/15/2012) in Planaltina/DF. The treatments were arranged on randomized blocks design, with a split-split plot arrangement and four replicates. The treatments evaluated were row spacing (42, 60 and 75 cm), soybean cultivars (“Syn1180RR” and “Syn1080RR”) and the fungicide boscalid (500 g a.i ha⁻¹), sprayed at R1 and R3 soybean growth stages, and a control plot without fungicide. The parameters evaluated were plant height, branch number per plant, disease incidence on stems and seeds, seed weight and yield. The data obtained suggests that broader row spacing induced greater disease incidence in stems and seeds, there was difference between cultivars in terms of susceptibility (“Syn1180RR” more susceptible; “Syn1080RR” less susceptible) and fungicide applications reduced the disease incidence. The stem blight incidence was higher at the top parts of the plants. The disease reduced the yield of soybean crop.

Keywords: boscalid, diseases, integrated management, *Glycine max*, plant arrangement.

Guidance Committee: Luiz Eduardo Bassay Blum (Ph.D.) – Universidade de Brasília (Advisor).

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. “Merrill”) é um dos principais produtos do agronegócio brasileiro, destacando-se pela grande área cultivada e valor monetário gerado anualmente. Para a safra 2013/14, a área plantada expandiu 7,4% em relação à anterior, ultrapassando os 29 milhões de hectares. A imensa área cultivada, aliada a uma expectativa de produtividade média em torno de 2,867 t ha⁻¹, devem resultar em produção de 85,44 milhões de toneladas (Conab, 2014), gerando divisas superiores a U\$\$20 bilhões (Brasil, 2013).

Esses números são expressivos, entretanto, o potencial máximo teórico de produtividade para soja foi estimado em 11 t ha⁻¹ (Yamada, 1982) e produtividades de até 6,6 t ha⁻¹ tem sido obtidas em concursos de produtividade (Cesb, 2013). Diversos fatores contribuem para que esse potencial não seja alcançado e certamente a incidência de doenças está entre os principais, seja pela frequência com que ocorrem ou pela agressividade e danos causados.

Atualmente, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) ainda é considerada a principal doença da soja e tem determinado as práticas de controle de doenças empregadas durante o ciclo da cultura, que pela ausência de cultivares resistentes, geralmente baseiam-se na aplicação de fungicidas (Cruz *et al.*, 2014). Como resultado, outras doenças que afetam a cultura acabam sendo ignoradas, assim como sua relação com as práticas de manejo empregadas e seu efeito sobre a produtividade da soja.

O complexo *Diaporthe/Phomopsis* está associado a doenças como a seca da haste e da vagem, o cancro da haste e a podridão da semente (Morgan-Jones, 1992). A seca da haste e da vagem é causada por *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* e tem sido relatada como menos agressiva que as formas causadoras de cancro, entretanto, sua ocorrência tem limitado a produtividade da cultura da soja (Pedersen & Grau, 2010).

Apesar da escassez de resultados sobre os danos ocasionados pela seca da haste e da vagem, plantas inoculadas morreram de sete a dez dias antes das plantas não inoculadas, indicando que a doença pode acelerar o processo de senescência (McGee, 1992). Além disso, a aplicação de fungicida para o controle da doença tem proporcionado incremento em produtividade como resultado da redução nas perdas ocasionadas pela doença (Wrather, 2004; Soto-Arias & Munkvold, 2011).

A incidência crescente em lavouras de soja, especialmente durante a fase de maturação, aliadas às incertezas sobre seus efeitos sobre a produtividade e qualidade de grãos tem aumentado a preocupação dos produtores com essa doença. Adicionalmente, as informações disponíveis sobre essa doença no Brasil são escassas, dificultando ainda mais seu manejo de forma sustentável na cultura da soja.

O presente trabalho contribui por apresentar informações novas e relevantes acerca da ocorrência da seca da haste e da vagem em soja e sua relação com práticas de manejo de doenças comumente utilizados na cultura da soja no Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o efeito do espaçamento entre linhas, cultivares de soja e aplicação de fungicida sobre a incidência da seca da haste e da vagem em hastes e sementes de soja.

2.2. Específicos

- ✓ Avaliar o efeito da época de semeadura sobre a incidência da seca da haste e da vagem em hastes e sementes de soja.
- ✓ Avaliar a distribuição da doença ao longo das hastes.
- ✓ Verificar o efeito do espaçamento entre linhas, cultivares e fungicida sobre a produtividade da soja.
- ✓ Avaliar se a seca da haste e da vagem reduz a produtividade da soja.
- ✓ Verificar se existe resposta das plantas em produtividade à utilização de boscalida.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura da soja

3.1.1. Origem e importância

A soja (*Glycine max* L. “Merrill”) tem origem na costa leste da Ásia, mais precisamente ao longo do Rio Amarelo na China, onde sua importância era tão grande que era considerada um alimento sagrado. Apesar de admitir-se que a soja é uma das mais antigas plantas cultivadas, sendo explorada no oriente há mais de cinco milênios, seu cultivo em escala comercial ganhou importância apenas a partir da terceira década do século XX nos EUA (Tecnologias, 2003).

O início do melhoramento da soja ocorreu através de cruzamentos naturais entre variedades selvagens, as quais foram domesticadas e melhoradas por cientistas da China antiga. No ocidente, começou a ser cultivada inicialmente nos EUA como planta forrageira, passando a partir da década de 40 para a produção de grãos e expandindo-se rapidamente (Tecnologias, 2003).

A entrada da soja no Brasil ocorreu em 1882, trazida dos EUA, através de pesquisas realizadas por Gustavo Dutra, então professor da Universidade da Bahia. O início da produção propriamente dita no Brasil ocorreu no Rio Grande do Sul, devido à semelhança nas condições climáticas com a região de origem das variedades, que foram melhoradas nos EUA (Tecnologias, 2003).

Apesar das dificuldades encontradas no início para adaptar as variedades importadas às condições climáticas brasileiras, a soja tornou-se uma das principais culturas agrícolas do país e o Brasil um dos maiores produtores do mundo. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo, sendo superado pelos EUA e seguido pela Argentina. Juntos, esses três países respondem por quase 50% de toda a produção mundial. A China e a Índia

completam a lista dos cinco maiores produtores (USDA, 2013).

A área cultivada com soja no Brasil alcançou 27,7 milhões de hectares na safra 2012/13 e ultrapassou os 29 milhões de hectares na safra 2013/14 (CONAB, 2014), impulsionada principalmente pela alta nos preços decorrente da estiagem e consequente queda na produção nos EUA na última safra. A grande área cultivada e o clima favorável ao desenvolvimento das plantas contribuíram para que o Brasil encerrasse a safra 2012/13 com a produção recorde de 81,4 milhões de toneladas, superando em 25% a produção da safra anterior.

Com o incremento de 7,4% na área plantada para a safra 2013/14, acredita-se que a safra atual alcance 85,44 milhões de toneladas (Conab, 2014). O Brasil qualifica-se como um tradicional exportador de grãos de soja, exportando anualmente mais de 50% do total produzido.

O sucesso da sojicultura brasileira é resultado de vários fatores, dentre os quais destacam-se os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, que possibilitaram ao Brasil aumentar a produção em mais de 50 vezes com aumento de área de apenas 18 vezes (Carvalho *et al.*, 2013). Esses números evidenciam a importância do complexo de produção de soja no Brasil, que anualmente movimenta valores que ultrapassam os US\$ 20 bilhões (Brasil, 2013), destacando-se como o principal produto do agronegócio nacional.

3.1.2. Espaçamento entre linhas e cultivares

O espaçamento entre linhas indicado atualmente para o cultivo de soja varia de 20 a 50 cm para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Indicações, 2012) e de 40 a 50 cm para a região Centro-Oeste (Tecnologias, 2011). Na prática, os produtores tem utilizado espaçamentos variando de 45 a 50 cm, que tradicionalmente também é empregado para as culturas do milho e do feijoeiro, facilitando as operações de semeadura dos diferentes cultivos

sem a necessidade de grandes modificações nas semeadoras. Em algumas áreas de produção de algodão, entretanto, produtores tem utilizado espaçamento de 76 cm entre linhas para soja, milho e algodão.

A soja caracteriza-se por apresentar grande plasticidade em resposta ao arranjo espacial de plantas, seja pela modificação do espaçamento entre linhas ou da densidade de plantas na linha (Tecnologias, 2011). Esses dois parâmetros podem ser manipulados de modo a estabelecer um arranjo de plantas adequado a obtenção de maiores produtividades (Tourino *et al.*, 2002) e melhora no manejo fitossanitário da cultura (Madalosso *et al.*, 2010).

O espaçamento interfere em vários processos no desenvolvimento fenológico das plantas, notadamente no índice de área foliar e velocidade de fechamento entre linhas (Heifig *et al.*, 2006) e na produtividade (Hanna *et al.*, 2008). O sombreamento precoce dos terços mediano e inferior das plantas pode acelerar o processo de senescência das folhas (Brouwer *et al.*, 2012) limitando o potencial produtivo da cultura. Segundo Taiz & Zeiger (2004), esse sombreamento reduz a fixação de flores e em consequência o número de legumes no perfil do dossel das plantas.

A utilização de espaçamento entre linhas e densidade de plantas adequados também é de extrema relevância do ponto de vista fitossanitário, uma vez que interfere no microclima estabelecido no interior do dossel vegetal e pode criar condições de arejamento e luminosidade ideais e evitar o acúmulo de umidade, desfavorecendo as doenças (Bedendo, 1995).

Pesquisas realizadas no norte dos Estados Unidos mostraram maiores produtividades com espaçamento entre linhas de 25 cm, quando comparado a 50 cm (Elmore, 2004). Resultados semelhantes foram encontrados por Buzzel *et al.* (1993), que avaliando três espaçamentos entre linhas (23, 45 e 69 cm) no Sudeste do Canadá, observaram maiores produtividades em resposta a redução no espaçamento. Joye *et al.* (1990) estudaram os

espaçamentos de 25, 50, 75 e 100 cm entre linhas, durante três safras nos Estados Unidos, observando maiores produtividades nos espaçamentos menores em duas das três safras. Esses autores atribuíram o resultado inverso observado em uma das safras à ocorrência de déficit hídrico. Resultados semelhantes foram encontrados por Hanna *et al.* (2008), que observou maior produtividade com espaçamentos entre linhas de 19 e 38 cm, quando comparado a 76 cm.

Em trabalhos realizados no Brasil, Madalosso *et al.* (2010), estudando os espaçamentos de 40, 50 e 60 cm entre linhas durante duas safras, concluíram que o espaçamento de 60 cm foi o melhor, pois possibilitou melhor controle da ferrugem asiática e resultou em maiores produtividades. Roese *et al.* (2012) observaram que, na ausência de controle químico da ferrugem asiática, espaçamentos maiores possibilitaram obtenção de maiores produtividades.

Trabalhos realizados nos Estados Unidos mostraram haver efeito da aplicação de fungicida sobre a incidência de *Phomopsis* sp. em hastes e sementes de soja (Soto-Arias & Munkvold, 2010) e também diferença entre cultivares de soja na suscetibilidade à doença (Wrather, 2004). Além disso, alguns trabalhos relatam que espaçamentos mais amplos podem favorecer algumas doenças que tem o solo como fonte de inóculo e dispersão dependente de respingos de chuva (Pataki & Lim, 1981).

Todos esses resultados evidenciam comportamento diferenciado das cultivares conforme o ano e local, como resultado de modificações exercidas por fatores bióticos e abióticos sobre as mesmas. É importante ressaltar que em situações de déficit hídrico ou ocorrência de estresse por doenças, pragas, plantas daninhas ou qualquer outro fator de origem biótica ou abiótica, espaçamentos maiores geralmente tem possibilitado a obtenção de maiores produtividades (Madalosso *et al.*, 2010; Roese *et al.*, 2012).

As informações disponíveis acerca do efeito varietal sobre o arranjo de plantas na lavoura e sua relação com o progresso de doenças ainda são escassas (Madalosso *et al.*, 2010).

Assim, a escolha da cultivar é fator decisivo para a definição do arranjo de plantas ideal, uma vez que existem cultivares que respondem ao adensamento e outras não (Dutra *et al.*, 2007). Cada cultivar de soja possui características próprias de arquitetura e índice de área foliar (IAF) e exige uma quantidade mínima de área foliar para garantir a interceptação plena de radiação. Esse valor mínimo é conhecido como IAF crítico e, quando não é atingido ou o faz tardiamente, tem reflexos negativos sobre a produtividade de grãos, especialmente em cultivares de ciclo precoce (Kantolic & Carmona, 2006). Essas características condicionam a produtividade e podem ser bons indicativos do sucesso ou fracasso na modificação do arranjo de plantas.

3.1.3. Fungicidas

Um dos métodos mais comuns de controle de doenças no campo é através da aplicação de compostos químicos que são tóxicos aos patógenos, podendo atuar sobre sua germinação, crescimento, multiplicação ou ainda ser letal aos mesmos (Agrios, 2004).

Os fungicidas foliares têm sido utilizados na cultura da soja há décadas (Backman *et al.*, 1979; Backman *et al.*, 1982; Doupnik, 1993; Koga *et al.*, 2011;), especialmente em regiões que possuem clima tropical ou subtropical, onde temperaturas e umidade elevadas proporcionam condições ideais para o desenvolvimento de patógenos que podem limitar a produtividade (Dorrance *et al.*, 2010). Em alguns casos, os fungicidas tem sido a única forma de controle de doenças, como quando ocorreu o surgimento da ferrugem asiática (Schneider, 2005).

A quantidade de fungicida interceptada por cada órgão da planta durante uma pulverização não é igual e a interceptação das gotas durante sua jornada através do dossel da cultura, faz com que as partes baixas sejam as menos expostas (Taylor & Andersen, 1987;

Permim *et al.*, 1992). A penetração de gotas no dossel de uma cultura é aspecto fundamental no controle químico de doenças, especialmente naquelas em que o patógeno inicia o processo infeccioso no baixeiro das plantas (Raetano, 2007). Com o adensamento de plantas, a penetração de fungicida no dossel é prejudicada, reduzindo a eficiência e residual de controle, o que pode resultar em maior número de pulverizações (Navarini, 2008).

3.1.3.1. Boscalida

Boscalida é o nome comum do único fungicida existente no grupo químico *pyridine-carboxamides*, pertencente ao grupo conhecido como “succinate dehydrogenase inhibitors” (SDHI). Chamado inicialmente de nicobifen, foi desenvolvido para o controle de oídios (*Erysiphe* spp.), *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Sclerotinia* spp. e *Monilia* spp., em uma grande variedade de fruteiras e olerícolas (Ehr & Kemmitt, 2002; Tomlin, 2003).

Os fungicidas desse grupo atuam no complexo II da cadeia respiratória, inibindo a enzima succinato-desidrogenase (FRAC, 2013). Esse complexo possui diversas funções chave no metabolismo dos fungos, notadamente na produção de energia e na regulação da construção de blocos de aminoácidos e lipídios.

Os fungicidas SDHI possuem propriedades preventivas contra diversos patógenos em diferentes classes de fungos, atuando principalmente sobre a germinação dos esporos, apresentando também propriedades curativas sobre o crescimento do tubo germinativo e formação do apressório. Possuem efeito ainda sobre o crescimento micelial e produção de esporos em alguns fungos. É um fungicida sistêmico com ação translaminar, apresentando na planta movimento acropetal em direção ao topo e margens das folhas (Rodrigues, 2006).

Apesar de não ser registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para utilização na cultura da soja, a boscalida possui registro

temporário para a realização de ensaios nessa cultura para tal finalidade. Atualmente, não existe nenhum fungicida do grupo SDHI registrado junto ao MAPA para controle de *Phomopsis sojae* (Agrofit, 2013).

3.2. *Diaporthe/Phomopsis*

3.2.1. Introdução

A seca da haste e da vagem e a infecção de sementes por membros do complexo *Diaporthe/Phomopsis* são muito comuns nas áreas de cultivo de soja na América do Norte, causando perdas em produtividade e na qualidade dos grãos (Kulik & Sinclair, 1999; Wrather *et al.*, 2010). Apesar de ser considerado um patógeno fraco por alguns autores (Athow & Caldwell, 1954), perdas significativas em produtividade tem sido observadas em lavouras nos últimos anos (Wrather *et al.*, 2010).

3.2.2. Etiologia

O complexo *Diaporthe/Phomopsis* está associado a várias doenças na cultura da soja, como a seca da haste e da vagem, o cancro da haste e a podridão da semente (Morgan-Jones, 1992). Até o momento foram descritas três formas nominais de *Diaporthe phaseolorum* (anamorfo=*Phomopsis phaseoli*) e uma espécie anamórfica, *Phomopsis longicolla*. *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*, Athow & Caldwell e *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis* Fernandez são agentes causais do cancro da haste (Fernandez *et al.*, 1999), enquanto *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* (Lehman) Wehmeyer é o agente causal da seca da haste e da vagem (Athow & Caldwell, 1954; Kulik & Sinclair, 1999).

Morfologia, patogenicidade e marcadores moleculares têm sido utilizados para caracterizar as formas subespecíficas de *Diaporthe phaseolorum* (Pioli *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 1997; Fernandez & Hanlin, 1996). Contudo, a taxonomia desse complexo é bastante instável e tem passado por diversas modificações ao longo dos anos.

De acordo com Lutrell (1947), a “seca das hastes e das vagens” foi a primeira doença do complexo a ser descrita, por Wolf & Lehman, em 1920. Esses autores atribuíram os sintomas observados a uma espécie de *Phoma*. Em 1922, Lehman identificou o patógeno como *Phomopsis sojæ* Lehman. Esse mesmo autor mais tarde descreveu em detalhes o fungo, observando também o teleomorfo, ao qual denominou *Diaporthe sojæ* Lehman. Wehmeyer reduziu esse táxon a *Diaporthe phaseolorum* var. *sojæ* (Dps).

As colônias de Dps são brancas, flocosas, tem crescimento rápido e há a tendência das hifas aéreas tornarem-se frouxamente unidas. Picnídios se formam abundantemente em grupos de estromas negros, com 1-9 mm de diâmetro (Lutrell, 1947). Os picnídios podem ser encontrados em hastes, vagens, pecíolos e raramente em folhas (Lehman, 1923). Apresenta alfa-conídios unicelulares, hialinos, retos e fusiformes, comumente arredondados nas extremidades ou em uma delas, gutulados. As dimensões variam de acordo com o substrato. Os beta-conídios são longos, filiformes, usualmente curvados e não possuem gútula. Quando há formação de peritécio, as ascas são clavadas, possuindo oito ascósporos hialinos, que são liberados pela desintegração das ascas (Lutrell, 1947).

3.2.3. Sintomatologia

Em campo, os sintomas da doença causada por Dps geralmente se manifestam sob a forma de lesões escuras restritas a um dos lados das hastes de soja. Em cortes longitudinais é possível observar escurecimento interno da medula. Após a maturação das plantas, os

picnídios formados sobre as lesões podem ser observados com facilidade (Athow & Caldwell, 1954). Alguns trabalhos apontam que plantas inoculadas com Dps morreram de sete a dez dias antes das plantas não inoculadas, indicando que a doença pode acelerar o processo de senescência.

A senescência prematura de plantas de soja ocasiona redução na produtividade quando ocorre antes do completo enchimento de grãos, podendo ainda aumentar a infecção de hastes e sementes por *Phomopsis* spp., já que a senescência geralmente ocorre sob condições ambientais ótimas ao desenvolvimento da doença (McGee, 1992; Meriles *et al.*, 2004).

Segundo Lucena *et al.* (1983), a doença aparece inicialmente em pecíolos e ramos quebrados das partes inferiores das plantas, em hastes, vagens, sementes em menor grau das folhas, sendo facilmente identificada pela formação de frutificações negras (picnídios), dispostas de forma linear e que são formadas nas hastes, nos pecíolos e nas vagens secas.

Os sintomas da seca da haste e das vagens por Dps são bastante semelhantes aos causados por *Phomopsis longicolla*, podendo as duas doenças ser confundidas (Almeida *et al.*, 2005). Apesar de *Phomopsis longicolla* ser mais comumente recuperada de sementes do que as demais (Sinclair, 1999; Lu *et al.*, 2010), todas as espécies desse complexo podem atacar e afetar a qualidade das sementes. As sementes infectadas podem não apresentar sintomas, mas geralmente são enrugadas e esbranquiçadas e acabam não germinando ou o fazem de forma mais lenta, resultando em tombamento pré ou pós-emergência.



Figura 1. Sintomas e sinais da seca da haste e da vagem em hastes de soja.

3.2.4. Epidemiologia

Os fungos do complexo *Diaporthe/Phomopsis* estão associados à semente, sendo essa a principal forma de dispersão do patógeno a longas distâncias. Mesmo assim, a taxa de transmissão dos fungos pela semente é baixa. A disseminação dentro de uma lavoura ocorre principalmente por restos de cultura infectados (Garzonio & McGee, 1983; Hildebrand, 1956).

A multiplicação acontece nas primeiras plantas infectadas e posteriormente na entressafra, nos restos de cultura da soja ou outros hospedeiros, ocorrendo a formação de picnídios e peritécios que liberam, respectivamente, conídios e ascósporos dos fungos. Estes são os responsáveis por infectar as plantas nos estádios vegetativos.

Os conídios e ascósporos são envoltos por matriz mucilaginosa, sendo necessária a ocorrência de chuva para a liberação, dispersão e deposição dos esporos nas plantas em desenvolvimento. Assim, precipitações mais frequentes no início do ciclo favorecem a dispersão do patógeno, uma vez que as gotas atingem o solo e transportam os esporos até as plantas. Com o desenvolvimento das plantas, ocorre o fechamento das entrelinhas e a dispersão é dificultada, já que a parte aérea das plantas protege o solo da ação das gotas de chuva (Yorinori, 1996).

As vagens podem ser infectadas nos estádios iniciais de desenvolvimento, permanecendo a infecção latente na parede desta sem apresentar efeito adverso até que a planta aproxime-se da maturação (Ploper, 1989). O fungo Dps geralmente não consegue penetrar em tecidos sadios da planta, necessitando de aberturas feitas por insetos, abrasão, rachaduras ou injúrias (Lucena, 1983).

A infecção das sementes ocorre com o crescimento do fungo dos legumes para os grãos em formação no interior das mesmas, por ocasião do enchimento de grãos, senescência e maturação das plantas. A infecção de sementes tende a ser mais severa quando ocorrem atrasos na colheita, especialmente sob condições ambientais quentes e úmidas (Kulic & Sinclair, 1999). O principal reflexo da alta taxa de infecção das sementes ocorre na germinação e emergência das mesmas, que originam plântulas fracas e atrofiadas, apresentando lesões nos cotilédones.

3.2.5. Controle da seca da haste e da vagem

A forma mais eficiente de controle da doença é, sem dúvidas, a utilização de cultivares resistentes. Um ótimo exemplo disso é o do cancro da haste, que chegou a causar perdas de até 100% na produtividade da soja em algumas regiões do Brasil (Yorinori, 1996) e foi

eficientemente controlado pelo lançamento de cultivares resistentes (Costamilan *et al.*, 2008). O tratamento das sementes com fungicidas do grupo dos benzimidazóis (carbendazin, tiofanato metílico e tiabendazol) pode reduzir a taxa de transmissão da doença e é recomendado para o controle de *Phomopsis* spp. (Tecnologias, 2010).

Como o fungo sobrevive em restos culturais, as práticas de cultivo e de manejo do solo, assim como a rotação de culturas, tem efeito sobre seu desenvolvimento. Nesse sentido, o enterro dos restos culturais no plantio convencional reduz a severidade da doença, ao passo que o plantio direto favorece a manutenção de inóculo sobre o solo de uma safra para outra (Almeida *et al.*, 2001).

A rotação de culturas com gramíneas e plantas não leguminosas pode reduzir o inóculo nos restos de cultura, mas deve-se atentar para a ampla gama de hospedeiros do patógeno. Evitar atrasos na colheita diminui a infecção das sementes. A aplicação de fungicidas em parte aérea durante o enchimento de grãos também reduz a infecção pelo patógeno (Ellis *et al.*, 1976).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em duas épocas em campo na área experimental do Instituto Phytus, localizada no município de Planaltina/DF, durante a safra agrícola 2012/13. O local de realização dos ensaios situa-se na latitude 15°39'57.70" S, longitude 47°20'4.66" O e altitude média de 875 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho, explorado pela atividade agrícola desde a década de 1980, e possui as seguintes características: pH (CaCl₂): 5,3; M.O.: 3,0%; V: 63,4%; K: 160 mg dm⁻³; S: 5,0 mg dm⁻³; P (Mehlich 1): 34,16 mg dm⁻³; Ca: 5,1 Cmolc dm⁻³; Mg: 2,1 Cmolc dm⁻³; Al: 0,02 Cmolc dm⁻³; H+Al: 4,4 Cmolc dm⁻³.

4.1. Condições ambientais durante a condução do experimento

As condições ambientais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima ocorridas durante a condução do experimento podem ser visualizadas na figura 2.

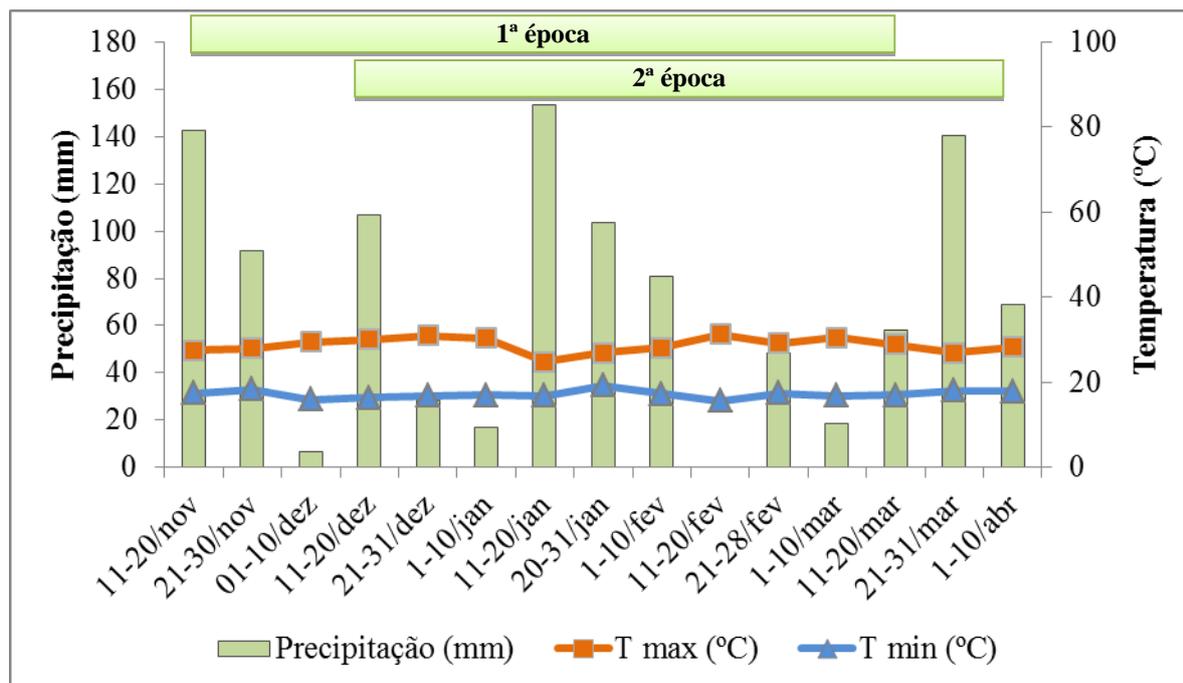


Figura 2. Precipitação (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) durante a condução do experimento e indicação das duas épocas de semeadura. Fonte: INMET, 2014.

4.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições, em arranjo fatorial (3x2x2), sendo os fatores representados por três espaçamentos entre linhas (42, 60 e 75 cm), duas cultivares de soja (“Syn1180RR” e “Syn1080RR”) e dois tratamentos de parte aérea (testemunha e fungicida).

Os espaçamentos entre linhas representaram as parcelas principais, as cultivares as subparcelas e os tratamentos de parte aérea as subsubparcelas.

As unidades experimentais mediram 5 m de comprimento e 3,36, 3,60 e 3,75 m de largura, para os espaçamentos de 42, 60 e 75 cm, respectivamente. Essa diferença na largura das parcelas é devida ao número de linhas em cada caso que foi diferente, buscando manter a área total da parcela semelhante para os diferentes espaçamentos. A área útil para a realização das avaliações e colheita foi de 4 m de comprimento por 8, 6 e 5 linhas de largura, para os espaçamentos de 42, 60 e 75 cm, respectivamente.

4.3. Semeadura, manejo da cultura e aplicação dos tratamentos

A área onde o experimento foi instalado estava em pousio e havia sido cultivada com soja na safra anterior. A semeadura das cultivares “Syn1180RR” e “Syn1080RR” foi realizada nos dias 15/11/12 (1ª época) e 15/12/12 (2ª época), utilizando semeadora Semeato SHM-1113 e no sistema de semeadura direta. A segunda época de semeadura (15/12) excede o período recomendado pela empresa detentora e foi utilizada com o objetivo de avaliar o comportamento da doença em tal situação. A densidade de plantas por área foi a mesma nos três espaçamentos estudados, ajustando-se para tal o número de plantas por metro linear (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade de plantas por metro linear (pl.m^{-1}) e por metro quadrado (pl.m^{-2}) utilizadas na semeadura das cultivares "Syn1180RR" e “Syn1080RR”, em diferentes espaçamentos. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento (cm)	1ª época		2ª época	
	pl.m^{-1}	pl.m^{-2}	pl.m^{-1}	pl.m^{-2}
42	12,6	30,0	12,6	30,0
60	18,0	30,0	18,0	30,0
75	22,5	30,0	22,5	30,0

*A densidade final desejada foi de 300 plantas por metro quadrado.

As sementes foram previamente tratadas com tiametoxam + metalaxil + fludioxinil (35+1,0+2,5 g i.a 100 kg⁻¹ de sementes) e, posteriormente, foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, buscando fornecer 600.000 células bacterianas por semente. O tratamento das sementes e a inoculação foram realizados utilizando tambor rotativo de eixo excêntrico.

O processo de semeadura foi mecanizado, utilizando semeadora Semeato (modelo SHM 1113), que permite modificação do espaçamento entre linhas. A adubação de base foi com NPK 11-52-00 na dose de 300 kg ha⁻¹, sendo o K semeado à lanço em pré semeadura na dose de 200 kg ha⁻¹. A dose de fertilizante por área foi a mesma nos três espaçamentos estudados, ajustando-se para tal a quantidade de adubo na linha de semeadura, da mesma forma como foi feito para a densidade de plantas.

Todas as práticas de manejo e condução da cultura empregadas a partir da semeadura, com exceção à aplicação de fungicidas, foram realizadas de acordo com as indicações técnicas para a cultura da soja da região Centro-Oeste (Tecnologias, 2011).

O fungicida utilizado foi boscalida (500 g i.a. ha⁻¹), aplicado sobre as plantas de soja nos estádios R1 e R3 (Fehr & Caviness, 1977) da cultura da soja. A aplicação do fungicida foi realizada com equipamento de pressão constante (CO₂), provido de barra de pulverização com quatro pontas do tipo Teejet XR 110 02 de jato plano de faixa ampliada, calibrado para vazão de 200 L ha⁻¹ e trabalhando com uma pressão de 270 kPa. No momento de cada aplicação foram coletadas as informações meteorológicas (Tabela 2).

Tabela 2. Datas, fenologia e condições meteorológicas no momento das aplicações de fungicida em soja. Planaltina, DF, 2013.

Variável	Época 1		Época 2	
	1ª aplicação	2ª aplicação	1ª aplicação	2ª aplicação
Data:	18/1/2013	28/1/2013	11/2/2013	21/2/2013
Hora Inicial:	18:00	18:15	17:25	17:40
Hora Final:	20:00	20:05	19:15	19:30
Temperatura Inicial (°C):	27,8	27,2	28,3	27,1
Temperatura Final (°C):	25,1	24,8	26,0	25,7
Fenologia ¹ :	R1	R3	R1	R3
U.R. (%):	74	81	70	74
Vel. Vento (km/h):	3,2	2,3	2,0	1,8
Molhamento (minutos):	11	12	9	10
Nebulosidade (%):	60	75	25	20

¹Estádio fenológico de acordo com a escala de Fehr & Caviness (1977).

4.4. Avaliações

4.4.1. Incidência de *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*

Para a avaliação da incidência da seca da haste e da vagem nas hastes de soja, foram coletadas todas as plantas em um metro linear da linha central de cada parcela. As plantas foram acondicionadas em sacos de polietileno e levadas até um galpão de apoio, onde foram armazenadas à temperatura ambiente.

Posteriormente, as plantas foram seccionadas em três terços (inferior, mediano e superior), dos quais foram retirados todos os legumes. As hastes então foram novamente seccionadas em pedaços de 10 cm de comprimento e acomodadas em sacos de papel, sendo cada terço armazenado separadamente.

Na sequência, esses sacos de papel foram levados ao laboratório e as hastes observadas individualmente para definir presença/ausência de sinais do patógeno, com auxílio de lupa digital com aumento de 200x (Digilab[®] 2.0). A incidência foi determinada pela proporção de hastes com sinais do patógeno em relação ao número total de hastes avaliadas.

4.4.2. Arquitetura de planta

As variáveis mensuradas para estudar a arquitetura das plantas foram a estatura e o número de ramos, sendo ambos determinados no estágio de maturação de colheita, através da coleta de um metro da linha central de cada parcela. Procedeu-se a medição da estatura e contagem dos ramos em todas as plantas coletadas, utilizando para as análises a média de todas as plantas avaliadas.

4.4.3. Produtividade

A data da colheita dos experimentos foi em 20/3/2013 para a primeira época e 15/4/2013 para a segunda época. A produtividade de grãos foi estimada através da colheita de 4 m lineares em cinco, três e três linhas centrais de cada parcela, para os espaçamentos de 42, 60 e 75 cm, respectivamente. As plantas foram cortadas com auxílio de roçadeira mecânica e trilhadas em bateadeira estacionária. A massa de grãos resultante foi acondicionada em sacos de papel e transportada até o laboratório, onde foi realizada a pesagem, determinação da umidade e peso de cem grãos (PCG) das amostras. Os dados de produtividade e PCG foram convertidos para 13% de umidade. Adicionalmente, retirou-se uma alíquota de 400g de sementes de cada amostra para a análise de patologia de sementes.

4.4.4. Patologia de sementes.

Para a análise da incidência da seca da haste e da vagem em sementes de soja foi utilizado o método do papel filtro ou “blotter test”, descrito no Manual de Análises Sanitárias de Sementes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009).

A partir da alíquota de 400g retirada após a colheita, foram selecionadas aleatoriamente e analisadas 400 sementes por parcela para a determinação da incidência de *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*. Para tal, as sementes foram dispostas individualmente sobre camada de papel filtro umedecido (duas folhas de papel) em caixas plásticas transparentes (gerbox), com cada gerbox recebendo 25 sementes.

Para reduzir a germinação das sementes, o substrato de papel foi umedecido com 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio) a 5ppm de concentração. As sementes foram então dispostas sob lâmpadas de luz fluorescente branca e incubadas por 7 dias. Após esse período, realizou-se a determinação de presença/ausência do fungo através da observação de estruturas de frutificação do fungo presentes nas sementes, com o auxílio de um estereomicroscópio. Os resultados foram expressos em percentual de sementes infectadas.

4.4.5. Análise dos dados

Os dados obtidos nos dois experimentos foram analisados separadamente. Inicialmente, os dados de cada variável foram submetidos aos teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, a partir dos resultados, optou-se por transformar os dados de incidência da doença em hastes e sementes de soja para " $x = \sqrt{x}$ ".

Posteriormente, todas as variáveis foram submetidas a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Todos os procedimentos estatísticos foram efetuados utilizando-se o programa estatístico Assistat v.7.6 beta (SILVA, 2011).

5. RESULTADOS

A análise de variância dos dados mostrou que o espaçamento entre linhas, cultivar e fungicida afetaram a incidência da seca da haste e da vagem (SHV) em hastes e sementes de soja, porém esse efeito é dependente da época de semeadura (Tabela 3). Para a primeira época, observaram-se valores de F significativos do espaçamento, cultivar e fungicida sobre todas as variáveis avaliadas, exceto para o efeito do espaçamento e cultivar no terço inferior e do fator fungicida sobre as sementes.

O maior número de variáveis com interação significativa ocorreu entre o espaçamento entre linhas e a aplicação de fungicida, observando-se comportamento mais estável do fator cultivar. Para a segunda época de semeadura, os resultados do efeito principal dos fatores são semelhantes, entretanto, a incidência da doença nas sementes não foi afetada pelos mesmos.

A produtividade da soja e o PCG também foram afetados pelo espaçamento entre linhas, cultivar e fungicida nas duas épocas avaliadas. Não houve interação entre os fatores para esses dois parâmetros, exceto para a interação entre espaçamento e fungicida na segunda época, que foi significativa.

Para os parâmetros relacionados à arquitetura de planta, houve efeito do fator cultivar sobre a estatura de planta nas duas épocas e sobre o número de ramos apenas na segunda época. O espaçamento entre linhas afetou o número de ramos na primeira época e a altura de planta na segunda época. A aplicação de fungicida não causou alteração na estatura das plantas e número de ramos, independente da época de semeadura.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis produtividade, peso de 100 grãos (PCG), incidência da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano, superior e em sementes de soja, estatura de plantas e número de ramos por planta. Planaltina, DF, 2013.

Fonte de variação	Produção	PCG	Incidência da seca da haste e da vagem				Estatura	Número Ramos
			Inferior	Mediano	Superior	Sementes		
----- 1ª época -----								
Espaçamento (E)	**	**	ns	**	**	**	ns	**
Cultivar (C)	**	**	ns	**	**	**	**	ns
Fungicida (F)	**	**	**	**	**	ns	ns	ns
(E) x (C)	ns	ns	ns	ns	*	ns	**	ns
(E) x (F)	ns	ns	*	**	**	*	ns	ns
(C) x (F)	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
(E) x (C) x (F)	ns	ns	*	ns	**	**	ns	ns
----- 2ª época -----								
Espaçamento (E)	**	**	*	**	**	ns	**	ns
Cultivar (C)	**	*	**	**	**	ns	**	*
Fungicida (F)	**	**	*	*	ns	ns	ns	ns
(E) x (C)	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
(E) x (F)	*	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
(C) x (F)	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
(E) x (C) x (F)	ns	ns	ns	ns	*	ns	**	ns

*Significativo a 5 % de probabilidade de erro. ** Significativo a 1 % de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. Coeficientes de variação das análises são apresentados no Anexo 1.

A densidade de plantas obtida para as cultivares “Syn1180RR” e “Syn1080RR” nas duas épocas de semeadura e nos três espaçamentos (Tabela 4) mostra que o objetivo de manter a densidade de plantas por área homogênea entre os diferentes espaçamentos foi alcançado pela adequação no número de plantas na linha. Esse pressuposto era necessário para assegurar que eventuais diferenças observadas entre os espaçamentos são devidas apenas a esse fator e não a possíveis efeitos da densidade de plantas por área.

Tabela 4. Densidade final de plantas na linha (plantas m⁻¹) e por área (plantas m⁻²) de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento (cm)	Plantas m ⁻¹		Plantas m ⁻²	
	“Syn1180RR”	“Syn1080RR”	“Syn1180RR”	“Syn1080RR”
Época 1				
42	13,25 cA	14,13 cA	31,55 aA	33,63 aA
60	17,38 bA	18,25 bA	28,96 aA	30,42 aA
75	23,88 aA	22,88 aA	31,83 aA	30,50 aA
Época 2				
42	10,00 cB	12,50 cA	23,81 aB	29,76 aA
60	15,88 bA	15,25 bA	26,46 aA	25,42 bA
75	18,50 aA	18,25 aA	24,67 aA	24,33 bA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Para a cultivar “Syn1080RR”, na segunda época de semeadura, os espaçamentos de 60 e 75 cm apresentaram densidade inferior ao espaçamento de 42 cm, mas ainda dentro da densidade recomendada para a cultivar, não afetando o objetivo do trabalho. Com exceção ao espaçamento de 42 cm na segunda época de semeadura, não houve diferença entre as cultivares na densidade de plantas por área e, em ambas as épocas, a densidade manteve-se dentro do recomendado pela empresa detentora.

5.1. 1ª época

A estatura de plantas de soja não foi afetada pela modificação no espaçamento entre linhas e pela aplicação de fungicida, considerando a média das cultivares (Tabela 5). Analisando as cultivares individualmente, estas apresentaram comportamento diferenciado: a “Syn1180RR” apresentou maior estatura de plantas no espaçamento de 75 cm, não havendo diferença entre 42 e 60 cm, ao passo que na “Syn1080RR” ocorreu o inverso, apresentando plantas mais altas nos espaçamentos de 42 e 60 cm, quando comparados a 75 cm. A cultivar

“Syn1180RR” apresentou plantas mais altas que a “Syn1080RR”, entretanto, essa diferença foi estatisticamente significativa apenas para o espaçamento de 75 cm.

Tabela 5. Estatura de plantas (cm) de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180RR”	“Syn1080RR”	Média
42	88,3 abA	83,2 aA	85,7 a
60	85,2 bA	84,7 aA	85,0 a
75	92,4 aA	77,3 bB	84,8 a
Média	88,6 A	81,7 A	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O número médio de ramos por planta não foi afetado pela aplicação de fungicida e não houve diferença entre as cultivares estudadas (Tabela 6), porém, observou-se efeito marcante do espaçamento entre linhas sobre essa variável, especialmente na cultivar “Syn1180RR”, onde a diferença entre os espaçamentos foi mais pronunciada.

O número de ramos por planta diminuiu com o aumento do espaçamento entre linhas. Na cultivar “Syn1180RR” essa redução foi de 39,8% quando comparamos o espaçamento de 42 cm com o de 75 cm e, para a “Syn1080RR”, a redução foi de 37,4%. Considerando a média das cultivares, a redução foi de 15,9 e 38,6% nos espaçamentos de 60 e 75 cm, respectivamente, quando comparados ao espaçamento de 42 cm. Mesmo com a clara tendência de redução no número de ramos com o aumento do espaçamento, estatisticamente apenas o espaçamento de 75 cm diferenciou-se dos demais.

Tabela 6. Número médio de ramos por planta de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180 RR”	“Syn1080RR”	Média
42	1,91 aA	1,94 aA	1,93 a
60	1,88 abA	1,36 aA	1,62 ab
75	1,15 bA	1,21 aA	1,18 b
Média	1,65 A	1,50 A	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A incidência da SHV deu-se de forma natural na área de condução do ensaio, variando de 12,5 a 85% nas parcelas avaliadas. Os três fatores em estudo afetaram de forma significativa esse parâmetro e apresentaram potencial distinto para redução da incidência de SHV. A magnitude do efeito de cada fator sobre a doença é dependente da interação com os demais fatores, mostrando que o espaçamento entre linhas, as cultivares e a aplicação de fungicida estão interrelacionados.

Para o fator espaçamento entre linhas, a incidência de SHV aumentou com a ampliação do espaçamento (Figura 3), observando-se valores sempre superiores no espaçamento de 75 cm quando comparado com 42 e 60 cm. Considerando a média dos fatores cultivar e fungicida nos três terços avaliados, a incidência foi de 24,8, 32,3 e 38,3% nos espaçamentos de 42, 60 e 75 cm, respectivamente.

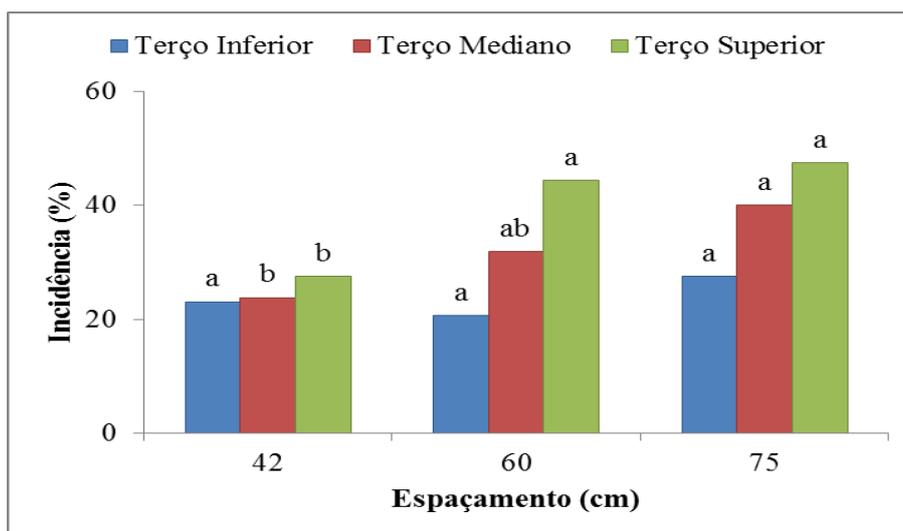


Figura 3. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de hastes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média dos fatores cultivar e fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013. *Análise estatística comparando espaçamentos dentro de cada terço da planta. Médias seguidas pela mesma letra minúscula (mesma cor) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Analisando cada terço individualmente, observou-se maior diferença na incidência entre os espaçamentos para o terço superior, seguido pelo terço mediano e inferior. No terço inferior, não houve efeito do espaçamento entre linhas sobre a incidência de SHV, com diferença média entre os espaçamentos de 42 e 75 cm de apenas 4,4%. Para os terços mediano e superior essa diferença alcançou 16,3 e 20%, respectivamente.

A variação na suscetibilidade entre as cultivares é bastante clara, especialmente para a incidência da doença nos terços mediano e superior das plantas, onde essa diferença foi significativa estatisticamente. A cultivar “Syn1180RR” é mais suscetível à SHV, apresentando incidência média de 39%, contra 24,6% da “Syn1080RR”. Também observou-se diferença entre as cultivares no que tange à distribuição da doença ao longo da haste. Para a cultivar “Syn1180RR”, percebeu-se claramente um gradiente crescente de doença do terço

inferior para o superior. Essa mesma tendência é observada para a “Syn1080RR”, porém em magnitude inferior.

A aplicação de fungicida reduziu a incidência de SHV (Tabela 7), no entanto, a eficácia do controle químico mostrou ser dependente da cultivar e do espaçamento. Em média, a redução na incidência da doença pela utilização do fungicida foi de 13,1% e 9,2% para as cultivares “Syn1180RR” e “Syn1080RR”, respectivamente.

Ao considerar o efeito do espaçamento sobre a eficácia do fungicida, observou-se que o controle químico sempre apresentou melhor desempenho no espaçamento de 75 cm, promovendo redução mais expressiva na incidência de SHV. Para esse espaçamento, com exceção ao terço superior da cultivar “Syn1080RR”, a incidência na testemunha foi estatisticamente superior à do fungicida em todas as combinações de tratamentos.

Tabela 7. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e submetidas a aplicação de fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento	----- “Syn1180RR” -----		----- “Syn1080RR” -----	
	Testemunha	Boscalida	Testemunha	Boscalida
-----Terço Inferior-----				
42	32,5 aA	22,5 aB	17,5 bA	20,0 aA
60	17,5 bA	20,0 aA	30,0 abA	15,0 aB
75	37,5 aA	20,0 aB	37,5 aA	15,0 aB
Média fungicida	29,2 A	20,8 B	28,3 A	16,7 B
Média cultivar	25,0 a		22,5 a	
-----Terço Mediano-----				
42	30,0 bA	25,0 bA	27,5 bA	12,5 bB
60	40,0 bB	47,5 aA	15,0 cA	25,0 aA
75	65,0 aA	30,0 abB	45,0 aA	20,0 abB
Média fungicida	45,0 A	34,2 B	29,2 A	19,2 B
Média cultivar	39,6 a		24,2 b	
-----Terço superior-----				
42	42,5 cA	30,0 bA	22,5 bA	15,0 bA
60	60,0 bA	65,0 aA	30,0 abA	22,5 abA
75	85,0 aA	32,5 bB	37,5 aA	35,0 aA
Média fungicida	62,5 A	42,5 B	30,0 A	24,2 B
Média cultivar	52,5 a		27,1 b	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os resultados obtidos de incidência de SHV em sementes de soja foram semelhantes aos observados para as hastes, exceto para o fator fungicida, que não mostrou efeito sobre a doença. Dessa forma, os resultados são apresentados na interação entre espaçamento e cultivar e considerando a média do fator fungicida (Figura 3).

Da mesma forma como ocorreu nas hastes, a incidência de SHV foi maior na cultivar “Syn1180RR”, onde 19% das sementes foram infectadas pelo fungo. Esse valor foi 26,8% superior ao apresentado pela “Syn1080RR”, onde 15% das sementes foram afetadas. A incidência da doença aumentou com a ampliação do espaçamento nas duas cultivares, observando-se maior diferença para a “Syn1080RR”, onde 27,7% das sementes foram infectadas pelo patógeno no espaçamento de 75 cm.

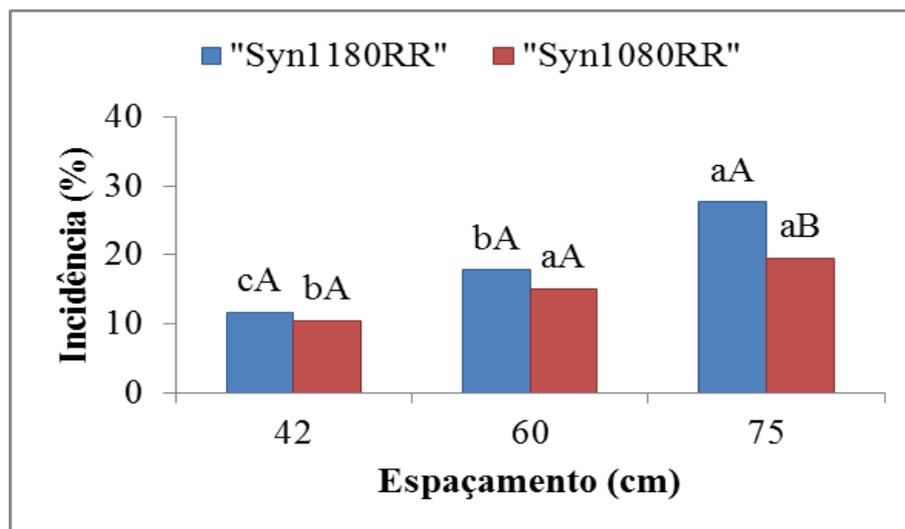


Figura 4. Incidência (%) da seca da haste e da vagem em sementes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, considerando a média do fator fungicida. 1ª época. Planaltina, DF, 2013. *Colunas com a mesma letra minúscula para espaçamento e maiúscula para cultivar não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A produtividade da soja na primeira época foi de 3275 kg ha^{-1} , considerando a média de todos os tratamentos (Tabela 8). Houve efeito dos três fatores estudados e não houve interação entre os mesmos, dessa forma, os resultados são comentados pela média dos fatores. A maior produtividade foi alcançada no espaçamento de 42 cm, superando 60 e 75 cm, que foram estatisticamente semelhantes. A redução na produtividade foi de 16,1% quando o espaçamento passou de 42 para 75 cm.

A cultivar “Syn1180RR” mostrou ser mais produtiva nas condições de realização desse experimento, apresentando produtividade média de 3494 kg ha^{-1} contra 3055 kg ha^{-1} da “Syn1080RR”. A aplicação de fungicida resultou em incremento de produtividade de 14% para a cultivar “Syn1180RR” e 13,4% para a “Syn1080RR”.

Tabela 8. Produtividade (kg ha⁻¹) em cultivares de soja conforme o espaçamento entre linhas e aplicação de fungicidas. 1ª época. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180RR”		“Syn1080RR”		Média espaçamento
	Testemunha	Boscalida	Testemunha	Boscalida	
42	3708,7 aB	4119,5 aA	3174,1 aB	3712,3 aA	3678,6 a
60	3095,7 bB	3530,6 bA	2650,7 bB	2968,5 bA	3061,4 b
75	2990,7 bB	3524,3 bA	2763,2 bB	3065,2 bA	3085,8 b
Média fungicida	3265,0 a	3724,8 b	2862,7 a	3248,7 b	
Média cultivar	3494,9 a		3055,7 b		

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Para o peso de cem grãos (PCG), observa-se efeito do espaçamento entre linhas apenas para a cultivar “Syn1180RR”, onde o espaçamento de 42 cm apresentou grãos mais pesados, porém, superior estatisticamente apenas ao espaçamento de 60 cm (Tabela 9). Essa cultivar apresentou PCG superior à “Syn1080RR”. A diferença mais expressiva para esse parâmetro foi observada no fator fungicida, onde a utilização do controle químico possibilitou a formação de grãos mais pesados em ambas as cultivares, com incremento de 2,5 e 3,8% para a “Syn1180RR” e “Syn1080RR”, respectivamente.

Tabela 9. Peso de 100 grãos (g) em soja conforme o espaçamento entre linhas, cultivares e aplicação de fungicida. 1ª época. Planaltina/DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180RR”		“Syn1080RR”		Média espaçamento
	Testemunha	Boscalida	Testemunha	Boscalida	
42	14,0 aB	14,7 aA	13,1 aA	13,7 aA	13,9 a
60	13,2 bA	13,3 cA	13,0 aA	13,3 aA	13,2 b
75	13,8 abA	14,0 bA	13,0 aB	13,6 aA	13,6 ab
Média fungicida	13,7 b	14,0 a	13,0 b	13,5 a	
Média cultivar	13,8 a		13,3 b		

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

5.2. 2ª época

O parâmetro estatura de plantas de soja na segunda época de semeadura não foi afetado pela aplicação de fungicida, a exemplo dos resultados observados na primeira época, apresentando-se assim os dados com a média do fator fungicida (Tabela 10). A cultivar “Syn1180RR” apresentou plantas mais altas que a “Syn1080RR” nos três espaçamentos estudados, mas houve significância estatística apenas nos espaçamentos de 42 e 60 cm e para a média dos espaçamentos. O fator espaçamento entre linhas afetou apenas a cultivar “Syn1180RR”, na qual 75 cm apresentou plantas mais baixas em comparação com 42 e 60 cm, que não diferiram entre si.

Tabela 10. Estatura de planta (cm) de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180 RR”	“Syn1080 RR”	Média
42	70,1 abA	56,8 aB	63,5 a
60	72,5 aA	61,6 aB	67,1 b
75	66,1 bA	60,5 aA	63,3 a
Média	69,6 A	59,6 B	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O número de ramos por planta não se alterou em resposta à modificação no espaçamento entre linhas ou pela aplicação de fungicida. Observou-se efeito apenas do fator cultivar sobre esse parâmetro, onde a cultivar “Syn1080RR” apresentou maior número de ramos na média do fator espaçamento. Considerando a interação entre espaçamento e cultivar, houve diferença significativa apenas para o espaçamento de 42 cm, no qual a “Syn1080RR” apresentou plantas com número inferior de ramos.

Tabela 11. Número médio de ramos por planta de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média do fator fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180RR”	“Syn1080RR”	Média
42	2,54 aB	3,44 aA	2,99 a
60	2,94 aA	3,35 aA	3,14 a
75	2,85 aA	3,16 aA	3,01 a
Média	2,78 B	3,32 A	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A incidência de SHV ocorreu naturalmente também para a segunda época de semeadura, variando de 20 a 85% nas parcelas avaliadas. Novamente, espaçamento entre linhas, cultivar e fungicida afetaram a incidência da doença, porém, a interação entre esses fatores não foi tão pronunciada como na primeira época. Considerando a média dos fatores, a incidência da doença foi maior com a ampliação no espaçamento entre linhas (Figura 5), a cultivar “Syn1180RR” mostrou-se novamente mais suscetível e houve resposta a aplicação de fungicida (Tabela 12).

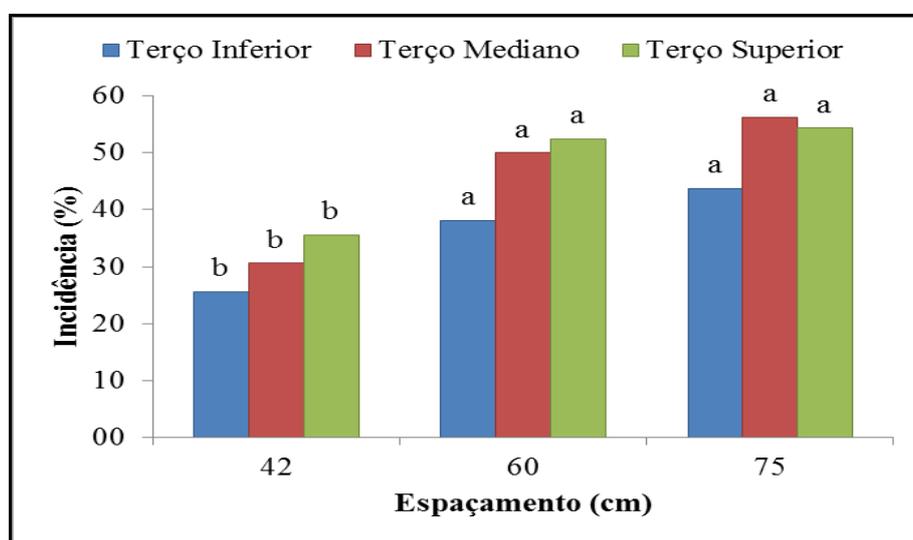


Figura 5. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de hastes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas, considerando a média dos fatores cultivar e fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013. *Análise estatística comparando espaçamentos dentro de cada terço da planta. Médias seguidas pela mesma letra minúscula no mesmo terço da planta não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Para o fator espaçamento entre linhas, a incidência da doença foi maior com 75 cm comparado com 60 e 42 cm, que na média dos fatores cultivar e fungicida não diferiram entre si. A incidência de SHV em cada terço seguiu a mesma tendência observada para a primeira época, no entanto, é possível observar efeito da alteração do espaçamento sobre a doença de forma expressiva também no terço inferior, o que não aconteceu para a primeira época.

A comparação entre as cultivares ratifica os dados da primeira época, mostrando maior suscetibilidade da cultivar “Syn1180RR”, com incidência média de 57,4%, em comparação com a “Syn1080RR”, que atingiu 31,7% na média dos três terços. Outra confirmação ocorreu em relação à distribuição da doença ao longo da haste, que pode ser observada para as duas cultivares, mas de forma mais evidente para a cultivar “Syn1180RR”. A tendência de concentração da doença nas partes superiores da planta manteve-se, com maior incidência nos terços mediano (45,6%) e superior (47,5%) quando comparados ao terço inferior (35,8%).

A resposta à aplicação de fungicida não ocorreu com a mesma magnitude observada na primeira época, podendo-se observar redução na incidência da doença, porém, em nível significativo apenas para o terço mediano da planta. A redução na incidência de SHV pela aplicação de fungicida, considerando a média dos três terços, foi de 4,1% na “Syn1180RR” e 10,4% na “Syn1080RR”.

Tabela 12. Incidência (%) da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano e superior de duas cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e submetidas a aplicação de fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013.

Espaçamento	----- “Syn1180RR” -----		----- “Syn1080RR” -----	
	Testemunha	Boscalida	Testemunha	Boscalida
-----Terço Inferior -----				
42	22,5 bA	35,0 bA	20,0 bA	25,0 aA
60	52,5 aA	37,5 abA	37,5 abA	25,0 aA
75	42,5 abB	62,5 aA	40,0 aA	30,0 aA
Média fungicida	39,2 a	45,0 a	32,5 a	26,7 a
Média cultivar	42,1 a		29,6 b	
-----Terço Mediano -----				
42	40,0 bA	27,5 bA	35,0 aA	20,0 bA
60	62,5 aA	62,5 aA	45,0 aA	30,0 bA
75	67,5 aA	62,5 aA	42,5 aA	52,5 aA
Média fungicida	56,7 a	50,8 a	40,8 a	34,2 a
Média cultivar	53,8 a		37,5 b	
-----Terço Superior -----				
42	52,5 bA	35,0 bB	25,0 abA	30,0 aA
60	85,0 aA	70,0 aA	22,5 bA	32,5 aA
75	82,5 aA	77,5 aA	35,0 aA	22,5 aB
Média fungicida	73,3 a	60,8 b	27,5 a	28,3 a
Média cultivar	67,1 a		27,9 b	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A incidência de SHV em sementes de soja não foi afetada significativamente pela modificação do espaçamento entre linhas, cultivar e aplicação de fungicida (Figura 6). Ainda assim, observando a figura 4, verificou-se tendência de elevação na incidência da doença com a ampliação do espaçamento entre linhas na cultivar “Syn1080RR”, ratificando os resultados da primeira época de semeadura. A incidência média geral para a segunda época de semeadura foi de 10,1%.

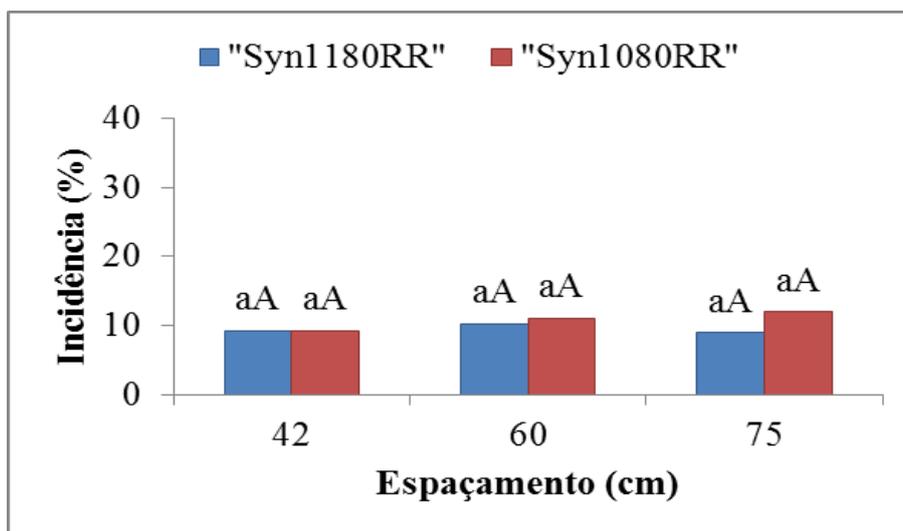


Figura 6. Incidência (%) da seca da haste e da vagem em sementes de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares de soja, considerando a média do fator fungicida. 2ª época. Planaltina, DF, 2013. *Colunas com a mesma letra minúscula para espaçamento e maiúscula para cultivar não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Considerando a média dos fatores, verificou-se maior incidência da doença na primeira época de semeadura (Figura 7), onde a diferença entre os espaçamentos foi mais marcante.

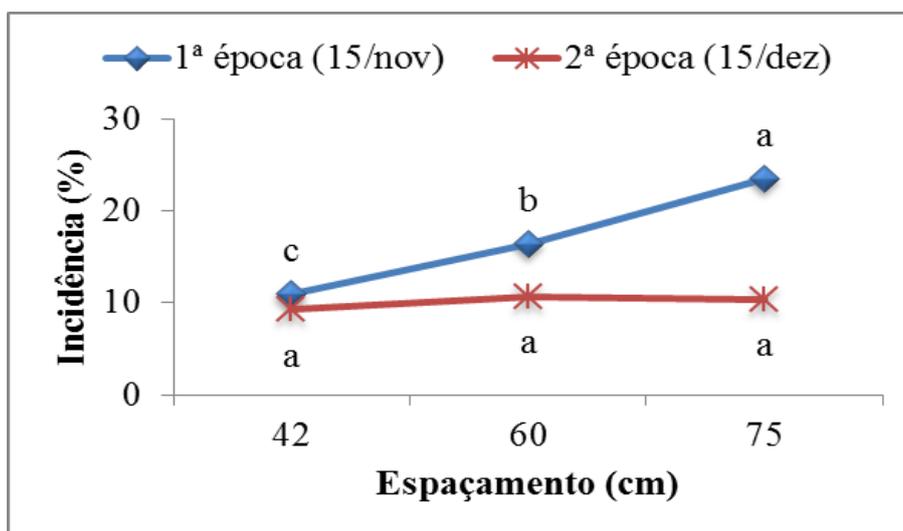


Figura 7. Incidência (%) da seca da haste e da vagem em sementes de soja em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos entre linhas, considerando a média dos fatores cultivar e fungicida. *Espaçamentos com a mesma letra dentro de cada época não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A produtividade média alcançada na segunda época de semeadura foi de 2377 kg ha⁻¹, evidenciando redução no potencial produtivo das cultivares a medida que se atrasou a época de semeadura. Houve efeito dos três fatores em estudo e interação entre espaçamento e fungicida, dessa forma, o desdobramento da interação foi realizado para esses dois fatores (Tabela 13).

A maior produtividade foi obtida para o espaçamento de 60 cm, superando 42 e 75 cm em 11,4% e 11,3%, respectivamente. Na interação entre espaçamento e fungicida, percebe-se que os tratamentos que receberam aplicação de fungicida foram menos prejudicados que a testemunha quando modificou-se o espaçamento, apresentando menor redução na produtividade.

Tabela 13. Produtividade (kg ha⁻¹) em cultivares de soja conforme o espaçamento entre linhas e aplicação de fungicida. 2ª época. Planaltina/DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180RR”		“Syn1080RR”		Média espaçamento
	Testemunha	Boscalida	Testemunha	Boscalida	
42	2409,5 bA	2383,6 bA	2074,6 bA	2290,6 bA	2289,6 b
60	2639,2 aA	2635,9 aA	2369,8 aA	2560,6 aA	2551,4 a
75	2122,6 cA	2218,0 bA	2321,8 aA	2499,8 abA	2290,6 b
Média fungicida	2390,4 a	2412,5 b	2255,4 a	2450,3 b	
Média cultivar	2401,5 a		2352,9 a		

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

Ratificando os resultados encontrados na primeira época, observou-se maior diferença no PCG entre os espaçamentos na cultivar “Syn1180RR”. Entretanto, os resultados divergiram dos observados anteriormente em relação ao fator espaçamento, no qual na segunda época maior peso de grãos foi obtido no espaçamento de 75 cm, seguido por 60 cm e 45 cm. Percebe-se claramente também que os tratamentos que receberam aplicação de

fungicida tiveram incremento maior no PCG com a ampliação do espaçamento, comparativamente ao tratamento testemunha.

A resposta à aplicação de fungicida variou conforme o espaçamento adotado, sendo mais expressiva quanto maior o espaçamento. Com 75 cm entre linhas, o incremento no PCG em resposta a aplicação de fungicida foi de 13,5 e 12,5% para as cultivares “Syn1180RR” e “Syn1080RR”, respectivamente.

Tabela 14. Peso de 100 grãos (g) em soja conforme o espaçamento entre linhas, cultivares e aplicação de fungicida. 2ª época. Planaltina/DF, 2013.

Espaçamento	“Syn1180RR”		“Syn1080RR”		Média espaçamento
	Testemunha	Boscalida	Testemunha	Boscalida	
42	11,8 bA	11,7 cA	11,5 aA	11,5 bA	11,6 c
60	12,8 aA	12,9 bA	11,7 aB	12,7 aA	12,5 b
75	12,8 aB	14,5 aA	12,2 aB	13,7 aA	13,3 a
Média fungicida	12,5 b	13,0 a	11,8 b	12,6 a	
Média cultivar	12,8 a		12,2 a		

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

6. DISCUSSÃO

Cada cultivar possui características próprias de arquitetura que variam conforme a época de semeadura, condições ambientais e de cultivo e estágio de desenvolvimento da cultura. Essas características podem influenciar a distribuição vertical de fungicida e criar condições de microclima dentro do dossel que favoreçam a ocorrência e estabelecimento de doenças (Wilson *et al.*, 1999).

Considerar as modificações na arquitetura das plantas é importante, uma vez que auxilia na interpretação das diferenças observadas para a incidência de SHV. Os fatores espaçamento e cultivar demonstraram ser condicionantes do crescimento e desenvolvimento das plantas, pois sua modificação resultou em alterações na arquitetura, representada no presente trabalho pela estatura e número de ramos.

O fator fungicida, por outro lado, mostrou-se dependente da arquitetura das plantas no momento da pulverização, pois esta impõe barreiras distintas à penetração de gotas no dossel e assim resulta em maior ou menor cobertura do tecido vegetal com o princípio ativo fungicida. Essa questão é fundamental para o controle de doenças que ocorrem no baixeiro das plantas (Raetano, 2007), pois a maioria dos fungicidas utilizados em soja atualmente possuem apenas movimentação ascendente nas plantas (Antuniassi, 2005).

Considerando que a eficácia do fungicida foi sempre superior no espaçamento de 75 cm, quando comparado a 42 e 60 cm, pode-se especular sobre a relação desse resultado com a penetração e deposição de fungicida no dossel. Espaçamentos mais amplos tem possibilitado melhor controle de doenças em soja, como resultado da melhor penetração de fungicida no dossel e também por criar condições desfavoráveis à algumas doenças (Madalosso *et al.*, 2010; Roese *et al.*, 2012). Essa relação, entretanto, é dependente do patossistema em questão e da forma de dispersão do patógeno.

Os conídios e ascósporos de *Diaporthe/Phomopsis* formados sobre o solo são envoltos em matriz mucilaginosa, necessitando de gotas de chuva para que haja dispersão. Assim, quanto maior a frequência e intensidade de chuvas no início do ciclo da soja enquanto a cultura não cobrir a superfície do solo maior será a dispersão do patógeno (Yorinori, 1996). Assim, para patógenos dispersos por respingos de chuva, como é o caso, existe tendência de que a incidência seja maior em espaçamentos mais amplos (Pataki & Lim, 1981; Mmbaga *et al.*, 1979).

Embora tenham sido observadas algumas variações entre as épocas de semeadura, percebeu-se claramente que a ampliação do espaçamento entre linhas resultou em maior incidência de SHV. Resultados disponíveis sobre a relação entre espaçamento e densidade de semeadura em soja e incidência de *Diaporthe/Phomopsis* são variáveis. Bowman *et al.* (1986) não encontraram efeito do espaçamento sobre a incidência de *Phomopsis* spp. em soja. Chin *et al.* (1993) concluíram que maiores densidades de semeadura favoreceram a infecção por SHV.

No presente trabalho, além de deixar o solo exposto por um período mais longo, no espaçamento de 75 cm a densidade de plantas na linha foi maior que nos demais. Dessa forma, baseando-se nos resultados de Chin *et al.* (1993), Pataki & Lim (1981) e considerando a forma de dispersão do patógeno relatada por Yorinori (1996), pode-se concluir que espaçamentos mais amplos e maior número de plantas na linha favorecem o desenvolvimento da SHV.

Essas afirmações podem também estar ligadas a razão pela qual observou-se maior diferença na incidência de SHV entre os espaçamentos no terço superior da planta. O terço superior está situado mais distante da fonte de inóculo (solo) e a infecção seria mais dependente de condições ótimas para dispersão. Os terços inferior e mediano ficam mais

próximos do solo e em consequência seriam menos afetados pela duração do período com dossel aberto.

A redução na incidência de SHV em resposta a aplicação de fungicidas corrobora com os resultados obtidos por outros autores. Tekrony *et al.* (1985) concluiu que uma única aplicação de Benomyl no estádio R6 da soja foi suficiente para reduzir a infecção de sementes por SHV. Wrather *et al.* (2004) observou redução na incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de soja pela aplicação de Benomyl nos estádios R3 e R5 da soja. A aplicação de piraclostrobina e tebuconazole também reduziu a incidência de *Phomopsis* sp. em hastes e sementes de soja (Soto-Arias *et al.*, 2010).

Os fungicidas citados acima pertencem aos grupos benzimidazol, triazol e estrobilurina, que possuem registro e são largamente utilizados na cultura da soja (Agrofit, 2014). O presente trabalho contribui por apresentar informações sobre um princípio ativo (boscalida) com ação fungicida em fase de registro para a cultura da soja e poderá servir como subsídio para melhor compreensão do seu efeito sobre a seca da haste e da vagem.

Apesar de ambas as cultivares utilizados nesse trabalho mostrarem-se suscetíveis à SHV, a “Syn1080RR” apresentou menor incidência da doença, confirmando resultados prévios sobre a variabilidade existente entre cultivares. Similarmente, Wrather *et al.* (2004) estudaram as cultivares “Asgrow 3834” e “SS93-6012” e concluíram que a incidência na primeira foi significativamente superior. Dentre todas as estratégias empregadas para o manejo de SHV, a utilização de cultivares resistentes tem sido o método mais efetivo (Roy *et al.*, 1994; Jackson *et al.*, 2005; Pathan *et al.*, 2009). No presente trabalho, a associação das práticas de manejo (espaçamentos, cultivares e fungicida) mostrou ser mais eficiente.

A incidência de SHV e a resposta à modificação do espaçamento variaram entre as épocas estudadas (Figura 7). Maior incidência de SHV foi observada na primeira época de

semeadura, especialmente nos espaçamentos de 60 e 75 cm, onde a diferença em comparação com a segunda época foi mais expressiva.

Essa diferença parece estar relacionada às condições ambientais (Figura 2) durante a fase inicial de desenvolvimento das plantas, especialmente à precipitação acumulada, que foi distinta para as duas épocas de semeadura. *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* infecta as porções aéreas de plantas de soja em torno de quatro semanas após a semeadura e a incidência máxima em plantas infectadas é atingida no início da formação de legumes (Kmetz *et al.*, 1974).

Sabe-se que *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* invade os tecidos da haste através de estômatos (Kulik, 1988) e causa infecção localizada. As hifas permanecem latentes até os estágios reprodutivos (Kulik, 1984; Sinclair, 1991) e as plantas permanecem assintomáticas até o início da senescência, processo esse que ocorre naturalmente em todas as plantas. Considerando as condições ambientais durante a condução do experimento apresentados na Figura 2, percebeu-se que no período inicial de desenvolvimento vegetativo das plantas a primeira época foi exposta à maior precipitação do que a segunda época.

Dessa forma, apesar de a visualização de sinais do patógeno ocorrer somente próximo ao final do ciclo das plantas, o momento de início da infecção ocorre nas semanas seguintes à emergência. Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que o maior volume acumulado de precipitação nas primeiras semanas após a emergência pode ter contribuído para a maior incidência da SHV na primeira época de semeadura.

A SHV é causada por *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*, que geralmente é considerado um patógeno menos agressivo comparado aos causadores de cancos. Ainda assim, e, apesar da escassez de dados para as condições brasileiras, essa doença tem sido relatada causando

reduções em produtividade em diversos trabalhos conduzidos nos EUA (Kulik & Sinclair, 1999; Wrather *et al.*, 2010; Pedersen & Grau, 2010).

No presente trabalho, a correlação entre a produtividade da soja e a incidência de SHV ficou estabelecida claramente para o fator fungicida e foi menos evidente para espaçamento e cultivar. Tekrony *et al.* (1985) também encontrou pouca relação entre a produtividade e infecção por *Phomopsis* spp. Entretanto, a magnitude da redução na produtividade é dependente da capacidade genética que a cultivar de soja possui de compensar os componentes da produtividade e também das condições ambientais durante o enchimento de grãos (Pedersen & Grau, 2010).

O incremento médio em produtividade pela aplicação de fungicida foi de 423 kg ha⁻¹ na primeira época e 109 kg ha⁻¹ na segunda época, divergindo dos resultados obtidos por outros autores, que não observaram resposta em produtividade pela aplicação de fungicida (Soto-Arias & Munkvold, 2010). Entretanto, Hanna *et al.* (2008) e Swoboda & Pedersen (2009) afirmaram que a aplicação profilática de fungicidas não necessariamente gera retorno econômico quando as condições para desenvolvimento da doença não são boas, o que não foi o caso, uma vez que a incidência de SHV foi bastante elevada.

Na média dos fatores cultivar e fungicida, a produtividade da soja foi superior no espaçamento de 42 cm na primeira época e no de 60 cm na segunda época, não mostrando relação direta com a incidência de SHV. No caso da soja, a variação em produtividade pela modificação do espaçamento foi bem documentada e tem ocorrido independentemente da incidência de doenças (Tourino *et al.*, 2002; Madalosso *et al.*, 2010; Roese *et al.*, 2012).

A produtividade em cultivares de soja resulta da interação entre o potencial genético, ambiente e o nível de manejo empregado. O espaçamento interfere em vários processos no desenvolvimento fenológico das plantas, como o índice de área foliar e velocidade de fechamento entre linhas (Heifig *et al.*, 2006), alterando assim a capacidade das plantas de

interceptar radiação solar. Quando a planta não consegue interceptar plenamente a radiação solar ou o faz tardiamente, reflexos negativos são observados sobre a produtividade de grãos (Kantolic & Carmona, 2006).

Além disso, cada cultivar possui características específicas de desenvolvimento fenológico e que interagem com o ambiente, observando-se por vezes comportamento distinto de uma mesma cultivar em diferentes épocas e condições ambientais (Barbosa *et al.*, 2013). Essa conhecida plasticidade da espécie explica em parte a falta de correlação direta do espaçamento entre linhas e cultivares com a produtividade, uma vez que as variações na morfologia e fisiologia das plantas podem se sobressair ao efeito deletério de doenças.

O presente trabalho contribui por apresentar informações atuais do efeito de práticas de manejo cultural e controle químico sobre a seca da haste da soja, doença essa que tem sido pouco estudada, mas é observada com frequência nas lavouras de soja. Além disso, mesmo com a ausência de doenças consideradas mais importantes, como a ferrugem da soja e DFCs, houve incremento em produtividade em resposta a aplicação de fungicida, sinalizando para o efeito de SHV sobre a produtividade que tem sido ignorado.

7. CONCLUSÕES

Espaçamento entre linhas mais amplo na cultura da soja favorece a incidência da seca da haste e da vagem.

A aplicação de boscalida reduz a incidência da seca da haste e da vagem em soja e proporciona maior produtividade pela redução nas perdas devido à doença.

A incidência da seca da haste e da vagem é maior nas partes superiores das plantas de soja do que nas partes mediana e inferior.

A incidência da seca da haste e da vagem foi maior na cv. “Syn1180RR” do que na “Syn1080RR”.

A incidência da seca da haste e da vagem em hastes e sementes de soja é dependente da precipitação nos estádios iniciais da cultura e durante o enchimento de grãos, variando de uma época de semeadura para outra.

O fungicida boscalida, o espaçamento entre linhas e a escolha da cultivar podem ser utilizados como estratégia para o manejo integrado da doença.

8. LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press. Burlington – Massachusetts.
- Agrofit, 2013. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Consultado em 17/12/2011.
- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M. & MEYER, M.C. 2005. Doenças da soja (*Glycine Max*). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A. & Camargo, L.E.A.; Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 4^a ed. Agronômica Ceres. São Paulo. p.569-588.
- ALMEIDA, A.M.R.; SARAIVA, O.F.; FARIAS, J.R.B.; GAUDÊNCIO, C.A. & TORRES, E. 2001. Survival of pathogens on soybean debris under no-tillage and conventional tillage systems. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36:1231-1238.
- ANTUNIASSI, U.R., BAILO, F.H.R, BIZARI, I.R. 2005. Sistema de suporte a decisão para seleção de pontas de pulverização em sistemas de aplicação de defensivos In: V Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2005, Londrina/PR. Agronegócio, Tecnologia e Inovação. Londrina/PR: SBI-Agro, v.1. p.1 - 2
- ATHOW, K.L. & CALDWELL, R.M. 1954. A comparative study of Diaporthe stem canker and pod and stem blight of Soy-bean. Phytopathology 44:319-325.
- BACKMAN, P.A.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; HAMMOND, J.M. & THURLOW, D.L. 1979. Cultivar, environment, and fungicide effects on foliar disease losses in soybeans. Phytopathology 69:562-564.
- BACKMAN, P.A.; WILLIAMS, J.C. & CRAWFORD, M.A. 1982. Yield losses in soybeans from anthracnose caused by *Colletotrichum truncatum*. Plant Disease 66:1032-1034.
- BARBOSA, M.C.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; PICCININ, G.G. & ZUCARELLI, C. 2013. Desempenho agrônômico e componentes da produção de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no arenito caiuí. Semina: Ciências Agrárias 34:945-960.
- BEDENDO, I.P. 1995. AMBIENTE E DOENÇA. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H. & Amorim, L. (eds.) Manual de fitopatologia. 3^a ed. Agronômica Ceres, São Paulo. v.1, p. 331-341.
- BENINCASA, M.M.P. 1988. Análise de crescimento de plantas: Noções Básicas. FUNEP. Jaboticabal. 42 p.

- BOWMAN, J.E.; HARTMAN, G.L.; McCLARY, R.D.; SINCLAIR, J.B.; HUMMEL, J.W. & WAX, L.M. 1986. Effects of weed control and row spacing in conventional tillage, reduced tillage, and nontillage on soybean seed quality. *Plant Disease* 70:673-676.
- BROUWER, B.; ZIOLKOWSKA, A.; BAGARD, M.; KEECH, O. & GARDESTRÖM, P. 2012. The impact of light intensity on shade-induced leaf senescence. *Plant, Cell & Environment* 35:1084-1098.
- BUZZELL, R.I.; WELACKY, T.W. & ANDERSON, T.R. 1993. Soybean cultivar reaction and row width effect on Sclerotinia stem rot. *Canadian journal of plant science* 73:1169-1175.
- CARVALHO, C.; KIST, B.B.; SANTOS, C.E.; REETZ, E.R & POLL, H. 2013. Anuário brasileiro da soja 2013. Gazeta Santa Cruz. Santa Cruz do Sul. 144p.
- CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. 2014. <http://www.cesbrasil.org.br/Resultados.aspx>
[Acesso em 18/01/2014.](#)
- CHIN, M.S.; KIM, S.H. & PARK, W.M. 1993. Effect of planting date, plant density, nitrogen level, harvest date and Benomyl treatment on *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* infection and germination of soybean seeds. *Journal of Agricultural Science* 35:99-108.
- CONAB. 2014. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2013/14. Sexto Levantamento, Março 2014. Brasília, p. 1-83.
- COSTAMILAN, L.M.; YORINORI, J.T.; ALMEIDA, Á.M.; SEIXAS, C.D.; BINNECK, E.; ARAÚJO, M.R. & CARBONARI, J.A. 2008. First report of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* infecting soybean plants in Brazil. *Tropical Plant Pathology* 35:381-385.
- CRUZ, M.F.A.; RODRIGUES, F.Á.; DINIZ, A.P.C.; ALVES MOREIRA, M. & BARROS, E.G. 2014. Soybean Resistance to Phakopsora pachyrhizi as Affected by Acibenzolar-S-Methyl, Jasmonic Acid and Silicon. *Journal of Phytopathology* 162:133-136.
- DORRANCE, A.E.; CRUZ, C.; MILLS, D.; BENDER, R.; KOENIG, M.; LABARGE, G. & HAMMOND, R.B. 2010. Effect of foliar fungicide and insecticide applications on soybeans in Ohio. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2010-0122-01-RS.
- DOUPNIK, B. Jr. 1993. Soybean production and disease loss estimates for north central United States from 1989 to 1991. *Plant Disease* 77:1170-1171.
- DUTRA, L.M.C.; LUDWIG, M.P.; LUCCA FILHO, O.A.; ZABOT, L.; LISBOA, J.I.; UHRY, D; ZABOT, M.; JAUER, A.; STRECK, R.D. 2007. População de plantas em soja. In. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (35) Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p.95.
- EHR, R.J. & KEMMITT, G. 2002. Periodic table of the fungicides. v. 1. Dow Agrosciences. Indianapolis.

- ELLIS, M.A. & SINCLAIR, J.B. 1976. Effect of Benomyl field-sprays on internally-borne fungi, germination, and emergence of late-harvested soybean seeds. *Phytopathology* 66:680-682.
- ELMORE, R. 2004. Crop Watch – News Service. University of Nebraska Institute of Agriculture. <http://cropwatch.unl.edu/archives/2004/crop04-5.htm>. Consultado em 10/11/2013.
- EMBRAPA. 2003. Tecnologias de produção de soja, Região Central do Brasil, 2003. Embrapa Soja. Londrina.
- EMBRAPA. 2011. Tecnologias de produção de soja, Região Central do Brasil 2012 e 2013. Embrapa Soja. Londrina PR.
- FERNÁNDEZ, F.A.; PHILLIPS, D.V.; RUSSIN, J.S.; RUPE, J.C. 1999. Stem canker. *In*: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (eds.). Compendium of soybean diseases. 4^a ed. American Phytopathological Society Press, Saint Paul, Minnesota, USA: p.33-35.
- FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. 2013. Mode of Action of Fungicides. Disponível em <http://www.frac.info/publication/anhang/FRAC%20MoA%20Poster%202013%20update%20Final.pdf>. Consultado em 18/12/2013.
- GARZONIO, D.M. & MCGEE, D.C. 1983. Comparison of seeds and crop residues as sources of inoculum for pod and stem blight of soybeans. *Plant disease* 67:1374-1376.
- HANNA, S.O.; CONLEY, S.P.; SHANER, G.E. & SANTINI, J.B. 2008. Fungicide application timing and row spacing effect on soybean canopy penetration and grain yield. *Agronomy Journal* 100:1488-1492.
- HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.D.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B. & PIEDADE, S.D.S. 2006. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia* 65:285-295.
- HILDEBRAND, A.A. 1956. Observations on stem canker and pod and stem blight of soybeans in Ontario. *Canadian Journal of Botany*, 34:577-599.
- HOOPS, T.W. & PHILLIPS, D.V. 1985. A identification of *Diaporthe* and *Phomopsis* species from soybean. *Phytopathology* 75:500.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Monitoramento das estação automáticas. [online]. <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTA0NQ==>. Consultado em janeiro 2014.
- SCHNEIDER, R.W.; HOLLIER, C.A.; WHITAM, H.K.; PALM, M.E.; MCKEMY, J.M.; HERNANDEZ, J.R.; LEVY, L. & DEVRIES-PATERSON, R. 2005. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the continental United States. *Plant Disease* 89:774-774.

- JACKSON, E.W, FENG, C.; FENN, P. & CHEN, P. 2009. Genetic mapping of resistance to *Phomopsis* seed decay in the soybean breeding line MO/PSD-0259 (PI562694) and plant introduction 80837. *Journal of Heredity* 100:777-783.
- JOYE, G.F.; BERGGREN, G.T. & BERNER, D.K. 1990. Effects of row spacing and within-row plant population on *Rhizoctonia* aerial blight of soybean and soybean yield. *Plant disease* 74:158-160.
- KANTOLIC, A.G. & CARMONA, M. 2006. Bases Fisiológicas de la Generación de Rendimiento: Relación con el Efecto de las Enfermedades Foliarias y el Uso de Fungicidas em el Cultivo de Soja. 1ª ed. Facultad de Agronomía, Buenos Aires.
- KOGA, L.J.; CANTERI, M.G.; CALVO, É.S.; XAVIER, S.A.; HARADA, A.; UNFRIED, J. R. & KIIHL, R.A. 2011. Chemical control and responses of susceptible and resistant soybean cultivars to the progress of soybean rust. *Tropical Plant Pathology* 36:294-302.
- KULIK, M.M. & SINCLAIR, J.B. 1999. *Phomopsis* seed decay and pod and stem blight. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B. & RUPE, J.C. (eds.). *Compendium of Soybean Diseases*. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN, pp.31-33.
- LEHMAN, S.G. 1923. Pod and stem blight of soybean. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 10:111-178.
- LU, X.; ROBERTSON, A.E.; BYAMUKAMA, E.Z. & NUTTER Jr, F.W. 2010. Evaluating the importance of stem canker of soybean in Iowa. *Plant Disease* 94:167-173.
- LUCENA, J.A.M.; CASELA, C.R; & GASTAL, M.F.C. 1983. Doenças da soja. In: VERNETTI, F.D.J. *Soja: planta, clima, pragas moléstias e invasoras*. Fundação Cargill. Campinas. 463p.
- LUTTREL, E.S. 1947. *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* on crop plants. *Phytopathology* 37:445-465.
- MADALOSSO, M.G.; DOMINGUES, L.S.; LENZ, G.; DEBORTOLI, M.P. & BALARDINI, R.S. 2010. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow em soja. *Ciência Rural* 40:2256-2261.
- McGEE, D.C. 1992. Soybean diseases: a reference source for seed technologists. Society Press, Saint. Paul, MN. 151p.
- MERILES, J.M.; LAMARQUE, A.L.; LABUCKAS, D.O. & MAESTRI, D.M. 2004. Effect of fungal damage by *Fusarium* spp. and *Diaporthe/Phomopsis* complex on protein quantity and quality of soybean seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84:1594-1598.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. 2009. Manual de análises sanitárias de sementes. MAPA/ACS. Brasília. 200p.

- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. Secretaria de Defesa Agropecuária. <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. Consultado em 13/12/2013.
- MMBAGA, M.T.; GRAY, C.R. & ARNY, D.C. 1979. Septoria brown spot of soybeans: Effect of row width and tillage practice on disease development. *Phytopathology* 69:541.
- MORGAN-JONES, G. 1992. The *Diaporthe Phaseolorum* complex of soybean. *Fitopatologia Brasileira* 17:359-367.
- NAVARINI, L. 2008. Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Brasil.
- PATAKY, J.K. & LIM, S.M. 1981. Effects of row width and plant growth habit on Septoria brown spot development and soybean yield. *Phytopathology* 71:1051-1056.
- PATHAN, M.S.; CLARK, K.M.; WRATHER, J.A.; SCIUMBATO, G.L.; SHANNON, J.G.; NGUYEN, H.T. & SLEPER, D.A. 2009. Registration of soybean germplasm SS93-6012 and SS93-6181 resistant to Phomopsis seed decay. *Journal Plant Registrations* 3:91-93.
- PEDERSEN, P. & GRAU, C.R. 2010. Effect of Agronomic Practices and Soybean Growth Stage on the Colonization of Basal Stems and Taproots by var. *Crop Science* 50:718-722.
- PERMIN, O.; JORGENSEN, L.N. & PERSSON, K. 1992. Deposition characteristics and biological effectiveness of fungicides applied to winter wheat and the hazards of drift when using different types of hydraulic nozzles. *Crop Protection* 11:541-546.
- PLOPER, L.D. 1989. The *Diaporthe/Phomopsis* disease complex of soybean. *In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE*, 4, 1989, Buenos Aires. *Proceedings*. Buenos Aires: Asociación Argentina de la Soya, 1989. v.4, p.1695-1697.
- RAETANO, C.G. 2004. Assistência de ar em pulverizadores de barras. *In: RAETANO, C.G. & ANTUNIASSI, U.R. (Eds.). Qualidade em tecnologia de aplicação*. FEPAF. Botucatu. p.8-18.
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL 39. 2012. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014. Embrapa Trigo. Passo Fundo. 142p.
- RODRIGUES, M.A.T. 2006. Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Botucatu. Brasil.
- ROESE, A.D.; MELO, C.L.P. & GOULART, A.C.P. 2012. Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. *Summa Phytopathologica* 38:300-305.

- ROESE, A.D.; MELO, C.L.P. & GOULART, A.C.P. 2012. Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. *Summa Phytopathologica* 38:300-305.
- ROY, K.W. & ABNEY, T.S. 1988. Colonization of pods and infection of seeds by *Phomopsis longicolla* in susceptible and resistant soybean lines inoculated in the greenhouse. *Canadian Journal of Plant Pathology* 10: 317-320.
- SCHNEIDER, R.W.; HOLLIER, C.A.; WHITAM, H.K.; PALM, M.E.; MCKEMY, J.M.; HERNANDEZ, J.R. & DEVRIES-PATERSON, R. 2005. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the continental United States. *Plant Disease* 89:774-774.
- SILVA, F.A.S. 2011. Assistat. Versão 7.6 beta. Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>. Consultado em 12/12/2013.
- SINCLAIR, J.B. 1999. *Diaporthe-Phomopsis* complex. In: HARTMAN, G.L., SINCLAIR, J.B., & RUPE, J.C. Compendium of soybean diseases. 4^a ed. American Phytopathological Society. Saint Paul, MN. p.31-32.
- SOTO-ARIAS, J. P. & MUNKVOLD, G. P. 2010. Impacts of foliar fungicides on infection of soybean by *Phomopsis* spp. In iowa. *Crop Protection* 30:577-580
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. 3^a ed. Artmed. Porto Alegre. 719p.
- TAYLOR, W. & ANDERSEN, P.G. 1987. Effect of application changes and cereal growth stage on spray deposition. *Aspects of Applied Biology* 14: 71-76.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; STUCKEY, R.E. & LOEFFLER, T.M. 1985. Effect of Benomyl applications on soybean seedborne fungi, seed germination, and yield. *Plant Disease* 69:763-765.
- TOMLIN, C. 2003. *The Pesticide manual: A world compendium of pesticides*. 13^a ed. British crop Protection Council, Farnham, UK. 1344 pp.
- TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.D. & SALVADOR, N. 2002. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37:1071-1077.
- United States Department of Agriculture: World Agricultural Production. Foreign Agricultural Service. Circular Series WAP 12-13. 2013. <http://cropwatch.unl.edu/archives/2004/crop04-5.htm>. Acessado em 18 de dezembro de 2013.
- WELCH, A.W. & GILMAN, J.C. 1948. Hetero and homothallic types of *Diaporthe* on soybeans. *Phytopathology* 38:628-637.
- WILSON, P.A. & CHAKRABARTY, S. 1998. The virtual plant: a new tool for the study and management of plant diseases. *Crop Protection* 17: 231-239.

- WRATHER, A.; SHANNON, G.; BALARDIN, R.; CARREGAL, L.; ESCOBAR, R.; GUPTA, G.K. & TENUTA, A. 2010. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. *Plant Health Progress* 125:1-3.
- WRATHER, J.A.; SHANNON, J.G.; STEVENS, W.E.; SLEPER, D.A. & ARELLI, A.P. 2004. Soybean cultivar and foliar fungicide effects on *Phomopsis* sp. seed infection. *Plant disease* 88:721-723.
- YAMADA, T. 1982. "Blueprint" para maximizar a produção de soja. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, 19:1-4.
- YORINORI, J.T. 1996. *Cancro da haste da Soja: epidemiologia e controle*. Londrina: Embrapa, CNPSo. 75p. (Circular Técnica, 14).

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1

Tabela 15. Coeficientes de variação obtidos na análise de variância dos dados de produtividade, peso de 100 grãos (PCG), incidência da seca da haste e da vagem nos terços inferior, mediano, superior e em sementes de soja, estatura de plantas e número de ramos por planta. Planaltina, DF, 2014.

Fator	Produtividade	PCG	Incidência de <i>Diaporthe phaseolorum var. sojae</i>			Sementes	Estatura	Número Ramos
			Inferior	Mediano	Superior			
----- 1ª época -----								
Espaçam. (E)	3,62	2,97	15,82	15,00	12,50	9,99	4,79	14,64
Cultivar (C)	3,48	3,42	13,84	14,68	10,37	11,99	5,46	19,06
Fungicida (F)	4,36	2,74	15,10	10,94	10,64	11,62	4,81	20,71
----- 2ª época -----								
Espaçam. (E)	3,56	4,63	16,70	11,75	6,94	18,08	3,20	11,83
Cultivar (C)	4,54	5,06	18,27	14,09	12,66	25,77	8,48	10,94
Fungicida (F)	4,69	3,54	18,08	13,79	11,45	15,43	6,26	9,98

9.2. Anexo 2

Tabela 16. Descrição da escala fenológica elaborada por Fehr & Caviness (1977) para a cultura da soja.

Estádio	Descrição
Estádios vegetativos	
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
Estádios reprodutivos	
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
R6	Full seed – Pod containing a green seed that fills the pod cavity at one of the four uppermost nodes on the main stem
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

9.3. Anexo 3

Tabela 17. Características das cultivares utilizadas no experimento de acordo com a empresa detentora. Fonte: Syngenta.

Cultivares	"Syn1080RR"	"Syn1180RR"
Especificações técnicas		
Grau Maturação	8	8
Hábito de Crescimento	Determinado	Determinado
Cor do Hilo	Marrom	Preto
Cor da Flor	Roxa	Roxa
Pubescência	Cinza	Marrom
Altura das Plantas	59 cm	76 cm
Meso região Recomendada	302 e 303	3 e 4
Recomendações Agronômicas		
	20/ Out - 10/Nov (Centro)	
Época de Plantio	15/Out - 15/Nov (MT) 1/Nov - 10/Dez (BA)	20/Out - 20/Nov
População (plantas/ha)	240 - 380	240 - 340
Ciclo Médio (dias)	125 a 130	125 a 130
Resistência/ Tolerância	Acamamento, Cancro da Haste, Olho de rã, Oídio	Cancro da Haste, Olho de rã, Oídio, Heterodera glycines
Cancro da haste	MR	R
Mancha Olho de Rã	Roxa	R
Pustula Bacteriana	MR	MR
Phytophthora	MR	R
Nematóide do Cisto	S	MR (2,4,14)
M. incognita	S	S
M. javanica	S	S

9.4. Anexo 4

Características do princípio ativo boscalida

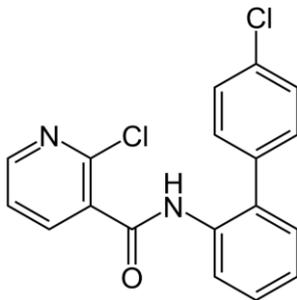
Nome comum: boscalid (boscalida) – código FRAC: 7

Formula molecular: [C₁₈H₁₂Cl₂N₂O]

Nome químico: 2-chloro-N-(4'-chlorobiphenyl-2-yl)nicotinamide

Registrado no Brasil na formulação Cantus (AGROFIT, 2005).

Fórmula estrutural:



Principais doenças controladas: Os fungicidas apresentam controle sobre doenças do Grupo II (danos em plântulas) e V (Oídio, manchas foliares).

Formulações: WG (500 g/kg) (AGROFIT, 2005).