



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINARIA

**SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*) EM
CULTIVARES DE SOJA, NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE FUNGICIDAS**

BRUNA BLOS

BRASÍLIA - DF

2019

BRUNA BLOS

**SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*) EM
CULTIVARES DE SOJA, NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE FUNGICIDAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Banca Examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária como exigência final para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Carmona

Co-orientador: Dr. Nédio Rodrigo Tormen

BRASÍLIA – DF

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Blos, Bruna

Severidade da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em Cultivares de Soja, na Presença e Ausência de Fungicidas / Bruna Blos; orientador Ricardo Carmona; co-orientador Nédio Rodrigo Tormen. – Brasília, 2019.

44 p.

Monografia (Graduação – Agronomia) – Universidade de Brasília, 2019.

1. Soja. 2. Ferrugem asiática da soja. 3. Cultivares

I. Carmona, Ricardo, orient. II. Tormen, Nédio Rodrigo, co-orient. III.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BLOS, B. Severidade da Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em Cultivares de Soja, na Presença e Ausência de Fungicidas. 44 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Bruna Blos

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Severidade da Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em Cultivares de Soja, na Presença e Ausência de Fungicidas.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

**SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi*) EM
CULTIVARES DE SOJA, NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE
FUNGICIDAS**

BRUNA BLOS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em _____ de _____ de _____

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ricardo Carmona

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Orientador

Dr. Nédio Rodrigo Tormen

Diretor Técnico Centro-Norte no Instituto Phytus
Co-orientador
Examinador externo

Prof. Dr. José Ricardo Peixoto

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Examinador interno

BRASÍLIA - DF

AGOSTO/2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por me acompanhar em todos os momentos.

Aos meus pais, Elena e Ilmo, por todo apoio, amor, dedicação, paciência, amizade e ensinamentos prestados durante minha vida. E ao meu irmão, João Victor, por estar sempre ao meu lado e me ajudar no que for preciso. Muito obrigada por serem minha família. Amo vocês.

Ao meu namorado Fabricio por todo apoio, compreensão, paciência e amor. Você é o meu maior incentivador. Obrigada por sempre estar ao meu lado e por me ajudar nas avaliações.

Aos meus amigos de Brasília e Formosa que tornaram essa longa jornada mais leve.

À minha amiga/irmã Assussena que a Agronomia me presenteou. Obrigada por todo companheirismo e amizade. Suas risadas alegram meus dias.

À Universidade de Brasília pela oportunidade de estudo. À toda equipe de professores e funcionários que contribuíram com minha formação.

Ao professor Ricardo Carmona, pela orientação, incentivo e ensinamentos. Obrigada por me acalmar e ser tão paciente.

Ao Nédio Rodrigo Tormen pela confiança, amizade, incentivo, orientação e ensinamentos indispensáveis para realização do experimento.

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

À Andressa que me auxiliou na maioria das avaliações. À todo o pessoal do Instituto Phytus, em especial Iago, Welton, Camila, Larissa e Tatiana, que me ajudaram na execução do experimento.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

A ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) é uma doença de difícil controle e que se encontra disseminada na maioria das regiões sojícolas do Brasil. Assim, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a tolerância de cultivares de soja de ciclo curto, médio e tardio à ferrugem-asiática e seu desempenho agrônômico, na região de Planaltina-DF na safra 2018/19, na presença e ausência de fungicidas. O experimento foi implantado em Latossolo Vermelho Distrófico, cultivado em sistema de semeadura direta sobre palhada de milho. O delineamento experimental utilizado foi em faixas com parcelas subdivididas. O tratamento de parte aérea representaram as parcelas e as cultivares representaram as subparcelas. Nas parcelas foram testadas ausência e presença de fungicidas e nas subparcelas, 41 cultivares de soja. As parcelas foram compostas por 5 linhas de soja de 6 m de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas (2,5m x 6 m = 15 m²). As subparcelas foram compostas por 5 linhas de soja de 14 m de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas (2,5 m x 14m = 35 m²). A área útil para a realização das avaliações e colheita foi de 4 m de comprimento por 1,5 m. Foram avaliadas severidade da ferrugem-asiática em R6, área abaixo da curva de progresso da doença, produtividade, peso de mil grãos, altura da planta e inserção da primeira vagem e total de vagens e grãos por planta. Verificou-se variabilidade entre as Cultivares avaliadas quanto à tolerância à ferrugem-asiática. As cultivares TMG7063IPRO, 97R50IPRO, TMG 2378IPRO, M7110IPRO, ST 797 IPRO, M5917IPRO, TMG7067IPRO, TEC 7022IPRO, 83HO113 TP IPRO e TMG1180RR, TMG1264RR, AS3680IPRO e BRS7980 foram caracterizadas como tolerantes à ferrugem-asiática, pelo fato de as produtividades na ausência e presença da doença não apresentarem diferenças significativas. A aplicação de fungicida foi eficiente na redução da severidade da ferrugem-asiática e na área abaixo da curva de progresso da doença, porém este controle variou de acordo com a cultivar.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, cultivares, tolerância

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO GERAL	9
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. REVISÃO DE LITERATURA	10
4.1 Origem e Disseminação da Soja	10
4.2 Soja no Brasil	11
4.3 Importância Socioeconômica da Soja	12
4.4 Classificação Botânica	13
4.5 Características Morfológicas	13
4.6 Estádios Fenológicos	15
4.7 Exigências Climáticas	17
4.7.1 Temperatura	17
4.7.2 Fotoperíodo	18
4.7.3 Água	19
4.8 Principais Doenças	19
4.8.1 Doenças Fúngicas	20
Doenças foliares	20
Doenças da haste, vagem e semente	20
Doenças radiculares	21
4.8.2 Doenças Bacterianas	21
4.8.3 Doenças viróticas	22
4.8.4 Doenças causadas por nematoides	22
4.9 Ferrugem-asiática	22
4.10 Cultivares	24
5. MATERIAL E MÉTODOS	26
5.1 Local do Experimento	26
5.2 Condições Meteorológicas Durante a Condução do Experimento	26
5.3 Esquema Experimental	27
5.4 Semeadura, Manejo da Cultura e Aplicação dos Tratamentos	27
5.5 Variáveis Avaliadas	30
5.5.1 Severidade de Ferrugem-asiática	30
5.5.2 Altura da planta e da primeira vagem e número de vagens e grãos da planta	31

5.5.3	Produtividade	31
5.5.4	Análise de Dados.....	32
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
7.	CONCLUSÕES	41
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas agrícolas no Brasil e ganha cada vez mais destaque no mercado mundial. A sua importância não é restrita à produção do grão, envolve também, o seu processamento, seus principais derivados (óleo bruto e farelo de soja) e sua utilização para outros produtos, como ração animal, óleo comestível e óleo combustível (LEMOS et al., 2017). A produção de soja no Brasil na safra de 2018/2019 foi de 114,843 milhões de toneladas, valor este que contribui com aproximadamente 32% da produção mundial (CONAB, 2019).

A obtenção de altos rendimentos em soja é limitada por diversos fatores, incluindo as doenças. São estimadas cerca de 15% a 20% de perdas anuais de produção de soja em razão da ocorrência de doenças (Tecnologias de Produção de Soja, 2013). No Brasil já foram observadas perdas de até 80% na produtividade em decorrência da ferrugem-asiática (Tecnologias de Produção de Soja, 2013).

Dentre as doenças que afetam a cultura, a ferrugem-asiática destaca-se como uma das mais ameaçadoras, cujo agente etiológico é o fungo *Phakopsora pachyrhizi* (SACON et al., 2018). O dano principal ocasionado por este fungo é a desfolha prematura, que impede a completa formação dos grãos, com consequente redução da produtividade (GODOY et al., 2017).

O controle químico, por meio de fungicidas, ainda tem sido o método mais eficiente no controle de doenças fúngicas. Entretanto, no Brasil já foram relatadas populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis aos principais modos de ação sítio-específicos, os inibidores da desmetilação (IDM, “triazóis”), inibidores de quinona externa (IQe, “estrobilurinas) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH, “carboxamidas”) (GODOY et al., 2017).

Diante desse cenário, a adoção do manejo integrado para a ferrugem-asiática se torna imprescindível para que o controle de doenças seja eficiente e sustentável (MELO; ROESE; GOULART, 2015). O uso de cultivares resistentes ou tolerantes às doenças é a forma mais eficaz, prática e econômica de controle (GALLI et al., 2007). Todavia, o desenvolvimento de genótipos resistentes à FAS, portadores de resistências verticais, tem sido um grande desafio para a pesquisa (MELO; ROESE; GOULART, 2015). Resistências verticais são controladas por um ou poucos genes e são conhecidas também como raça-específica. Esse tipo de resistência confere à cultivar imunidade ou hipersensibilidade, mas acaba sendo pouco

durável, uma vez que é mais vulnerável à reação do patógeno, que sofre mutações e recombinações com facilidade (MARQUES, 2014). Outra resistência muito estudada é a horizontal, conhecida como raça-inespecífica. Esse tipo de resistência reduz o desenvolvimento da doença, ao diminuir o tamanho das lesões produzidas pelo patógeno, aumentar seu período latente e/ou diminuir a esporulação (MARQUES, 2014). É caracterizada por ser mais estável que a vertical.

A não efetividade da resistência vertical aliada às dificuldades associadas com a identificação e quantificação da resistência horizontal conduziram os estudos de melhoramento para a avaliação de cultivares de soja tolerantes à ferrugem-asiática (MELO; ROESE; GOULART, 2015). A tolerância é definida pela capacidade da planta de suportar um ataque de patógeno sem grandes danos na produtividade (MELO; ROESE; GOULART, 2015). Um genótipo tolerante não é imune, o patógeno consegue infectar, colonizar e multiplicar no hospedeiro. Entretanto, a planta tolerante sofre menos danos pela infecção e consegue manter estabilidade da sua produção (MARQUES, 2014). Para avaliar a tolerância de uma cultivar, basta comparar a produção em uma parcela protegida com fungicida e em outra sem fungicida. Cultivares mais tolerantes à ferrugem-asiática podem reduzir os riscos e custos de produção, já que em alguns cenários demandam menor número de aplicações de fungicidas.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo foi avaliar o desempenho agrônômico e a tolerância de cultivares de soja à ferrugem-asiática, na ausência e presença de fungicidas na região de Planaltina/DF.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a severidade média da ferrugem-asiática, área abaixo da curva de progresso da doença, produtividade, peso de mil grãos, altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, total de vagens e total de grãos de diferentes cultivares de soja na presença e ausência de fungicidas, a fim de se avaliar a tolerância ou susceptibilidade à ferrugem-asiática.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Origem e Disseminação da Soja

A cultura da soja (*Glycine max*), hoje conhecida mundialmente, é uma cultura milenar. O registro mais antigo data de 2838 A.C no herbário PEN TS' AO KANG UM como parte da obra “Matéria Médica” de autoria do Imperador Sheng Nung. A literatura chinesa relata que centenas de anos antes dos registros serem feitos a soja já era bastante cultivada e utilizada como alimento (BONATO; BONATO, 1987).

Há discordância quanto ao local específico de origem da soja, porém, todos indicam que o centro é o leste da Ásia. Vavilov (1951) localizou a soja nas regiões Central e Oeste da China, ao estudar a origem das plantas cultivadas. Para Morse (1950) o local de origem seria a área central da China. Já, Hymowitz (1970) concluiu que a soja foi domesticada por volta do século XI A.C. na metade norte da China.

Há duas hipóteses a respeito da origem da soja. A primeira, propõe que a espécie *Glycine soja* sofreu várias mutações genéticas resultando na espécie *Glycine max* (Hymowitz, 1970). Pela segunda hipótese, a espécie *Glycine max* resultou da evolução da espécie *Glycine gracilis* que, por sua vez, seria descendente da espécie *Glycine soja* (Hadley & Hymowitz 1973).

Com o surgimento da soja domesticada houve um crescimento do seu cultivo do centro da China para o sul, Coréia, Japão e sudeste da Ásia (Hymowitz, 1970). Entretanto, durante milênios a soja se manteve restrita à esta região e só foi levada para o Ocidente no final do século XV e início do século XVI após a chegada dos navegadores europeus.

O botânico alemão Engelbert Kaempher, em 1712, demonstrou na Europa as possibilidades do uso da soja, após ter passado no Japão durante os anos de 1661 e 1662. Porém, só em 1739 o primeiro plantio experimental na Europa foi registrado, quando missionários da China enviaram sementes para o Jardim Botânico de Paris. Na Inglaterra, a espécie foi cultivada somente em 1790 no jardim Botânico Real, em Kew (Piper & Morse, 1923).

Nos Estados Unidos da América (EUA) a primeira menção data de 1804, quando foi relatado o seu comportamento no Estado de Pensilvânia. Todavia, só a partir de 1880 que iniciou o interesse dos produtores americanos pela cultura (Piper & Morse 1923). Após a segunda guerra mundial, a necessidade de importar gordura e óleo, fez com que a produção

interna de soja crescesse, com o objetivo de suprir essa necessidade (GIBSON, L.; BENSON, G., 2005).

4.2 Soja no Brasil

A primeira referência sobre o cultivo da soja no Brasil foi quando Dutra relatou no *Jornal do Agricultor* em 1882, os resultados dos primeiros testes feitos com algumas variedades no Estado da Bahia (DUTRA, 1882). Em 1908, a soja foi introduzida no estado de São Paulo com a chegada dos imigrantes japoneses que tinham a finalidade de utilizar os grãos para sua alimentação (LOBBE, 1945). Em 1914, foi introduzida oficialmente a cultura no Rio Grande do Sul pelo professor F. G. Graig da Escola Superior de Agronomia e Veterinária da Universidade Técnica (REIS, 1956). Porém, somente em 1949 o Brasil começou a aparecer como produtor de soja nas estatísticas internacionais (MIYASAKA, 1965).

A Embrapa contribuiu significativamente na evolução da sojicultora brasileira. Através de suas pesquisas, foi possível identificar genes relacionados com o período juvenil longo da soja, que causa atraso na floração. Esta característica foi incorporada às cultivares, o que possibilitou o cultivo da soja em regiões de baixa latitude, principalmente nas áreas do Cerrado brasileiro (FARIAS et al., 2007).

O maior ritmo de expansão da soja foi na década de 70 do século passado, devido às altas cotações da cultura no mercado internacional. Os produtores ficaram motivados com os valores e decidiram substituir outras culturas pela soja e expandir suas áreas. Outro fator observado foi a migração dos sulistas para outras regiões do Brasil, que buscavam novas áreas de cultivo (BONATO; BONATO, 1987).

Atualmente, a soja alcança números de grande importância. Segundo o Departamento de Agricultura Norte Americano (USDA, 2019) na safra 2018/2019 a produção mundial de soja atingiu produção de 362,699 milhões de toneladas em 125,691 milhões de hectares, sendo os Estados Unidos da América (EUA) o maior produtor mundial, com produção de 123,664 milhões de toneladas em 35,657 milhões de hectares. O Brasil, de acordo com a CONAB (Brasil, 2019), ocupa a posição de segundo maior produtor mundial de soja com produção de 114,843 milhões de toneladas em 35,822 milhões de hectares. Na safra 2017/2018 a produtividade do Brasil foi maior que a dos EUA. O Brasil atingiu produtividade

de 3.333 kg/ha e os EUA de 3,299 kg/ha. Já, na safra 2018/2019 a produtividade do Brasil foi de 3.206 kg/ha e dos EUA foi de 3.468 kg/ha.

O estado maior produtor de soja da safra 2018/19 foi o Mato Grosso com 32.455 milhões toneladas, seguido pelo Paraná com 16.253 milhões de toneladas e pelo Rio Grande do sul com 19,187 milhões de toneladas. Esses são os três maiores estados produtores de soja do Brasil, com produtividade de 3.346 kg/ha, 2.989 kg/ha e 3.321 kg/ha respectivamente. Nessa mesma safra, o estado com maior produtividade foi o da Bahia com 3.960 kg/ha (CONAB, 2019).

4.3 Importância Socioeconômica da Soja

O Brasil é o maior exportador mundial de soja de acordo com USDA. Em 2018, o complexo soja foi o principal setor exportador do agronegócio brasileiro. Das exportações totais do agronegócio, sua participação foi de 40,2%. Do complexo soja, o grão é o principal produto exportado, atingindo US\$ 33,18 bilhões. As exportações de farelo de soja cresceram 34,7%, passando de US\$ 4,97 bilhões em 2017 para US\$ 6,70 bilhões em 2018. Quanto às exportações de óleo de soja, as vendas externas atingiram US\$ 1,03 bilhão insignificante em relação ao ano de 2017 (AgroStat Brasil, a partir de dados da SECEX/MDIC, 2018).

O processo de industrialização do grão de soja, de forma simplificada, pode ser visto em duas etapas: (i) a produção de óleo bruto que tem o farelo de soja como resíduo; e (ii) o refino do óleo bruto, para obtenção de outros derivados. (LEMOS et al., 2017). Os derivados mais comuns encontrados são obtidos do óleo, como o óleo de cozinha, margarinas, maionese, os temperos de salada e gorduras vegetais. Do processo de produção do óleo de soja obtém-se a lecitina, um agente emulsificante bastante usado na produção de salsichas, maioneses, sorvetes, achocolatados, barras de cereais e produtos congelados ((LEMOS et al., 2017). Outro importante uso do óleo de soja é na fabricação de biodiesel. A Lei nº 13.263/16 determina a mistura obrigatória de 10% de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final. O biodiesel é considerado uma energia mais saudável, por ser renovável e ter poder de redução da emissão de gases do efeito estufa.

O farelo, resíduo do processo de extração do óleo bruto de soja, pode ser utilizado como ração ou em conjunto com outros materiais para elaboração de rações específicas para animais que produzem carne, leite e ovos, por exemplo. Os subprodutos do farelo acabam

movimentando a economia e ativando outros setores (SANCHES; MICHELLON; ROESSING, 2005).

O farelo de soja é amplamente utilizado devido seu alto valor proteico e do baixo custo relativo. A maioria das cultivares de soja apresentam um teor médio entre 36% e 40% de proteína e 15% a 25% de lipídios. Do reino vegetal, a proteína da soja é única que consegue substituir as proteínas animais, por possuir todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas (BORDINGNON; MANDARINO, 1994).

A soja pode ser utilizada na alimentação humana em bebidas na forma de leite ou adicionada a sucos de frutas, por exemplo. Mas essa cultura não se restringe somente à alimentação, outros segmentos a utilizam em seus processos de produção, como as indústrias de cosméticos, farmacêutica, de adubos, veterinária, tintas e vernizes (LEMOS et al., 2017).

4.4 Classificação Botânica

De acordo com Sedyama (2009), a soja pertence ao reino Plantae, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill.

4.5 Características Morfológicas

O sistema radicular da soja é constituído por uma raiz principal pivotante e raízes secundárias. Esse sistema pode atingir o comprimento de 1,80 m, sendo que a maioria das raízes se encontra a 15 cm de profundidade do solo (SEDIYAMA, 2009).

Assim como as demais leguminosas, a soja desempenha uma importante função na fixação do nitrogênio atmosférico no solo ao estabelecer simbiose com bactérias, principalmente, do gênero *Bradyrhizobium*. Essa associação resulta na formação de nódulos carregados de bactérias fixadoras nas raízes (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). O caule é do tipo herbáceo ereto, ramificado, pubescente e desenvolve-se a partir do eixo embrionário (NUNES, 2016). A altura da planta varia entre 60 a 110 cm e depende de alguns fatores: ciclo da variedade, época de semeadura, espaçamento e densidade de semeadura, hábito de crescimento, latitude, fertilidade do solo, umidade e temperatura (VERNETI; GASTAL, 1979). O desenvolvimento é dependente do hábito de crescimento, que varia de determinado à indeterminado. Para cultivares de crescimento determinado e semideterminado, a gema

terminal transforma-se em uma inflorescência terminal, ou seja, o crescimento vegetativo é finalizado a partir do início do florescimento. Já, no crescimento indeterminado o caule continua a crescer após o florescimento (International Plant Nutrition Institute)

A planta de soja pode possuir quatro tipos diferentes de folhas, cotiledonares, simples ou unifolioladas, trifolioladas e prófilos. As folhas cotiledonares são provenientes dos cotilédones. O par de folhas simples estão inseridas opostamente no primeiro nó, acima do nó cotiledonar, possuem pecíolos curtos e tem formato oval. As trifolioladas estão dispostas de forma alternada sobre a haste, de maneira dística e o formato varia de acordo com a cultivar. Os prófilos são encontrados nos ramos laterais e em pares (VERNETI; GASTAL, 1979).

A flor de soja é típica da família fabaceae, papilionácea. Possui um cálice tubular, composto por sépalas em cinco lóbulos desiguais, e uma corola de cinco partes, que consiste em uma pétala bandeira posterior, duas pétalas asa laterais e duas pétalas quilha anteriores. As flores podem apresentar coloração branca, amarela e violáceas (VERNETI; GASTAL, 1979). A soja é considerada uma planta autógama, cleistogâmica e autopolinizável. Geralmente, as flores abrem quando já ocorreu a fecundação. A taxa de abscisão das flores pode chegar a 80% e o mais curioso é que elas estão todas fertilizadas. Efetivamente, as vagens colhidas correspondem a 10 – 20% do número de flores abertas (GAZZONI, 2017).

Insetos, principalmente abelhas, podem transportar o pólen e realizar a polinização cruzada, mas essa taxa em geral, é menor que 1%. No entanto, Kengni et al. (2015) registrou taxas de cruzamento de 21% e 20% para variedades de soja cultivadas no interior de gaiolas com abelhas. Tal autor também afirmou que a presença da abelha *A. mellifera adansonii* é responsável por aumentos de 34-38% na taxa de frutificação da soja.

Os frutos, do tipo vagem, são levemente arqueados, achatados, curtos, de 2 a 7 cm de comprimento, de cor cinzenta, amarelo-palha ou preta. A vagem é composta por duas metades do carpelo único que são conectadas por suturas dorsal e ventral. O número de grãos varia de 1 a 5 por vagem, mas a maioria das cultivares possuem 2 a 3 sementes (SEDIYAMA, 2009; VERNETI; GASTAL, 1979; NUNES, 2016).

As sementes são geralmente lisas, ovais, globosas ou elípticas. As colorações variam de amarela, verde ou preta. O hilo pode apresentar variação na cor de marrom, amarela, marrom clara, preta imperfeita e preta, no entanto podem ocorrer variações nas tonalidades, em razão da origem genética e das condições de cultivo (NUNES, 2016).

4.6 Estádios Fenológicos

A fenologia analisa as diferentes fases do desenvolvimento das plantas, tanto a vegetativa (germinação, emergência, crescimento da parte aérea e das raízes) como a reprodutiva (florescimento, frutificação e maturação). Esse ramo da botânica pode ser utilizado como uma ferramenta eficiente no manejo, uma vez que, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, é possível identificar o momento fisiológico em que a planta se encontra e as suas necessidades para um desenvolvimento normal e satisfatório da cultura (CÂMARA, 2006).

A sojicultura brasileira possui margens de lucro tão estreitas que não há espaço para interpretações errôneas. Um atraso na aplicação de algum insumo pode promover perdas inaceitáveis na produtividade. O conhecimento da fenologia permite identificar e compreender as relações entre planta e o ambiente, permite a tomada de decisões quanto às práticas culturais, aplicação de insumos, manejo fitossanitário e colheita (NEUMAIER et al., 2000).

A metodologia de descrição dos estádios de desenvolvimento proposta por Fehr & Caviness (1977) é a mais utilizada no mundo inteiro. O sistema divide os estágios de desenvolvimento da soja em estágios vegetativos e em estágios reprodutivos (FARIAS et al., 2007).

O desenvolvimento vegetativo se inicia na emergência (estádio VE) e ela normalmente tem início sete dias após a semeadura. Uma planta é considerada emergida quando os cotilédones são encontrados acima da superfície do solo e os mesmos formam um ângulo de 90°, ou maior (NEUMAIER et al., 2000).

O próximo estágio denominado VC é caracterizado pela abertura total dos cotilédones, expansão e desdobramento das folhas unifolioladas. As plantas só atingem esse nível se não houver contato entre as bordas de suas folhas unifolioladas (FARIAS et al., 2007).

A partir do VC, as subdivisões dos estágios vegetativos (Tabela 1) são numerados de forma sequencial (V1, V2, V3, V4, V5...Vn). Em V1, a planta não necessita mais das reservas cotiledonares. Nesse estágio as folhas unifolioladas já estão bem desenvolvidas e as bordas do primeiro trifólio não se tocam. A fotossíntese e a absorção de nutrientes e água pelas raízes já são suficientes para o desenvolvimento da plântula (International Plant Nutrition Institute).

Tabela 1. Descrição sumarizada dos estágios vegetativos da soja

Estádio	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotilédone	Cotilédones completamente abertos
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V3	Terceiro nó	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida
V4	Quarto nó	Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V5	Quinto nó	Quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida
V6	Sexto nó	Quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida
V...
Vn	Enésimo nó	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida

Fonte: FARIAS et al., (2007)

A reprodução é definida pela formação de gemas florais, desenvolvimento das flores, antese, desenvolvimento de frutos e das sementes. A maturidade fisiológica é encerrada quando as sementes atingem o máximo peso de matéria seca e sua ligação com a planta-mãe é apenas física (CÂMARA, 2006).

Os estádios reprodutivos (Tabela 2), representados pela letra R, são divididos em quatro partes: R1 e R2 florescimento; R3 e R4 desenvolvimento do fruto (vagem); R5 e R6 desenvolvimento da semente e R7 e R8 maturação da planta (NEUMAIER et al., 2000).

Tabela 2. Descrição sumarizada dos estádios reprodutivos da soja

Estádio	Denominação	Descrição
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal)
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R3	Início da formação da vagem	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida

R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R5	Início do enchimento do grão	Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R6	Grão cheio ou completo	Vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R7	Início da maturação	Uma vagem normal no caule com coloração de madura
R8	Maturação plena	95% das vagens com coloração de madura

Fonte: FARIAS et al., (2007)

A metodologia proposta por Fehr & Caviness (1977) não apresenta subdivisões dos estádios de desenvolvimento da soja. Entretanto, Ritchie et al. (1997) propuseram cinco sub-estádios do estágio R5 para melhor detalhamento (Neumaier et al.,2000). Assim, R5.1 - grãos perceptíveis ao tato (o equivalente a 10% da granação); R5,2 - granação de 11 % a 25%; R5,3 - granação de 26% a 50%; R5,4 - granação de 51 % a 75%; R5,5 - granação de 76% a 100% (Neumaier et al.,2000).

4.7 Exigências Climáticas

O clima é o fator de mais difícil controle e maior ação sobre a limitação às máximas produtividades (FARIAS et al., 2007). Ele é responsável pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas em todo o Brasil (MORAES et al., 1998). A produtividade e desenvolvimento de uma cultivar de soja resultam da interação entre o potencial genético e as condições ambientais do ambiente onde se é cultivada (BARROS et al., 2012). Os fatores climáticos mais importantes na produção de soja são: temperatura, fotoperíodo e umidade (FARIAS et al., 2007).

4.7.1 Temperatura

A temperatura ótima para o desenvolvimento da soja está em torno de 30°C, sendo que a mesma se adapta bem a temperaturas entre 20°C e 30°C. Para uma germinação uniforme e

rápida, a temperatura de 25°C é ideal. Abaixo de 20°C a germinação e a emergência da planta ficam comprometidas (FARIAS et al., 2007).

Temperaturas abaixo e acima do ideal podem causar grandes problemas na produção de soja. Temperaturas abaixo de 10°C resultam num crescimento vegetativo pequeno ou quase nulo. Já, temperaturas acima de 40°C provocam danos na floração e reduzem o poder de retenção de vagens (FARIAS et al., 2007; Tecnologias de Produção de Soja, 2013).

O florescimento da soja é induzido acima de 13°C. A planta pode sofrer um florescimento antes do tempo, uma redução da sua estatura e uma maturação indesejada caso ocorra altas temperaturas. Ao contrário, temperaturas baixas e umidade alta podem provocar atraso na data da colheita (Tecnologias de Produção de Soja, 2013).

A qualidade das sementes é altamente influenciada pela condição climática. Para se obter sementes com qualidades fisiológicas e sanitárias superiores, o ideal é se cultivar em ambientes com temperaturas do ar mais amenas (inferiores a 22°C) durante a fase de maturação. Temperaturas e umidade altas resultam numa baixa qualidade da semente. Temperaturas altas e umidade baixa predis põem a semente a danos mecânicos durante a colheita (Tecnologias de Produção de Soja, 2013).

4.7.2 Fotoperíodo

A luz na cultura da soja vai além da fotossíntese, ela afeta até o florescimento. A soja é considerada uma espécie de dia curto, ou seja, seu florescimento ocorre abaixo de um valor chamado de fotoperíodo crítico (SARTORI, 2017; FARIAS et al., 2007).

A faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul (FARIAS et al., 2007). O fotoperíodo varia em função da latitude do local (Figura 1). Quanto mais perto da linha do equador, menor é a variação do fotoperíodo em relação aos meses do ano. Nas maiores latitudes o fotoperíodo é maior no verão e menor no inverno, sendo que essa variação tem uma amplitude grande (SARTORI, 2017; FARIAS et al., 2007).

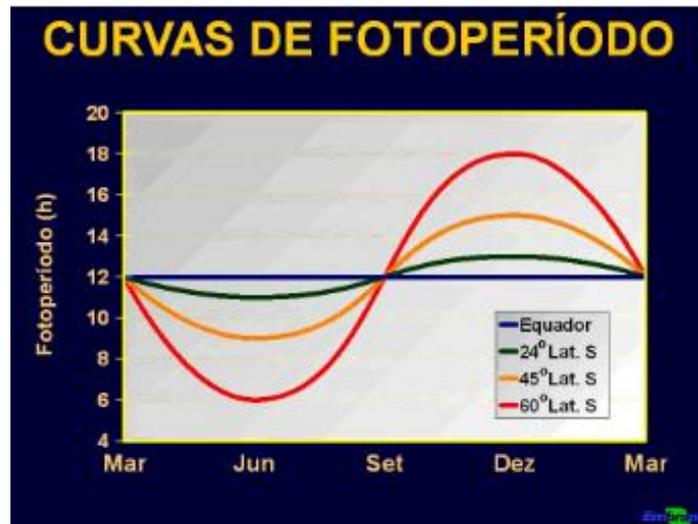


Figura 1. Fotoperíodo (horas) ao longo do ano em função da latitude do local. Fonte: José Renato Bouças Farias

O florescimento da cultura é influenciado pelo fotoperíodo e também, pela duração da fase juvenil (pré – indução floral) (SARTORI, 2017). Uma cultivar que apresenta período vegetativo longo permanece vegetativa por mais tempo quando exposta a dias curtos, mas pode florescer mais cedo sob dias longos, quando comparada a cultivares convencionais (FARIAS et al., 2007). O período juvenil longo foi muito importante para adaptação da soja à regiões tropicais, que antes dependiam de fotoperíodos críticos extremamente baixos (SARTORI, 2017).

4.7.3 Água

A cultura da soja necessita de 450 a 800 mm de água durante seu ciclo para obtenção do máximo rendimento. Essa variação depende das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo da cultura. As fases de desenvolvimento em que a cultura da soja mais necessita de água são a germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. A necessidade de água pela cultura tende a aumentar com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo de 7 mm a 8 mm/dia durante a floração-enchimento de grãos (Tecnologias de Produção de Soja, 2013; FARIAS et al., 2007).

4.8 Principais Doenças

No Brasil, já foram identificadas aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus (Tecnologias de Produção de Soja, 2013). Essas se intensificaram nos últimos anos em decorrência do aumento da área de produção, ampla

janela de plantio, expansão da cultura para novas regiões e entrada de novos patógenos (GODOY, 2005).

Para que uma doença ocorra é essencial a interação de três fatores: patógeno, hospedeiro e ambiente (Figura 2). O hospedeiro precisa ser susceptível, o patógeno deve ser virulento e o clima necessita ser favorável (GRIGOLLI, 2015). As condições climáticas de cada safra vão definir a importância econômica de cada doença de ano pra ano e de região pra região (Tecnologias de Produção de Soja, 2013).

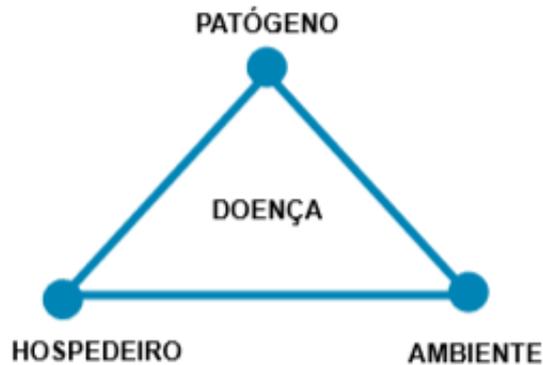


Figura 2. Diagrama esquemático das interrelações do hospedeiro, ambiente e patógeno em epidemias de doenças de plantas. Fonte: GRIGOLLI, (2015)

As doenças abaixo foram identificadas no Brasil:

4.8.1 Doenças Fúngicas

Doenças foliares

Crestamento foliar de Cercospora.....	<i>Cercospora kikuchii</i>
Ferrugem americana.....	<i>Phakopsora meibomiae</i>
Ferrugem-asiática.....	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>
Mancha foliar de Alternaria.....	<i>Alternaria</i> sp.
Mancha foliar de Ascochyta.....	<i>Ascochyta sojae</i>

Doenças da haste, vagem e semente

Antracnose.....	<i>Colletotrichum truncatum</i>
Cancro da haste.....	<i>Diaporthe aspalathi</i> / <i>Diaporthe caulivora</i>
Mancha púrpura da semente.....	<i>Cercospora kikuchii</i>
Seca da haste e da vagem.....	<i>Phomopsis</i> spp.

Seca da vagem.....	<i>Fusarium</i> spp.
Mancha de levedura.....	<i>Nematospora corily</i>
Mancha foliar de Myrothecium.....	<i>Myrothecium rodidum</i>
Mancha parda.....	<i>Septoria glycines</i>
Mancha olho-de-rã.....	<i>Passarola sojina</i>
Míldio.....	<i>Peronospora manshurica</i>
Mancha foliar de Phyllosticta.....	<i>Phyllosticta sojicola</i>
Mancha alvo.....	<i>Corynespora cassiicola</i>
Mela ou requeima da soja.....	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1
Mofa branco.....	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Oídio.....	<i>Microsphaera diffusa</i>

Doenças radiculares

Podridão de carvão da raiz.....	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Podridão parda da haste.....	<i>Cadophora gregata</i>
Podridão radicular de <i>Phytophthora</i>	<i>Phytophthora sojae</i>
Podridão radicular de <i>Cylindrocladium</i>	<i>Cylindrocladium clavatum</i>
Tombamento de Sclerotium.....	<i>Sclerotium rolfsii</i>
Murcha de Sclerotium.....	<i>Sclerotium rolfsii</i>
Tombamento de Rhizoctonia.....	<i>Rhizoctonia solani</i>
Morte em reboleira.....	<i>Rhizoctonia solani</i>
Podridão da raiz e da base da haste.....	<i>Rhizoctonia solani</i>
Podridão vermelha da raiz: (Síndrome da morte súbita – PVR/SDS).....	<i>Fusarium</i> spp.
Podridão radicular de Rosellinia.....	<i>Rosellinia</i> sp.
Podridão radicular de Corynespora.....	<i>Corynespora cassiicola</i>

4.8.2 Doenças Bacterianas

Crestamento bacteriano.....	<i>Pseudomonas savastoni</i> pv. <i>glycinea</i>
Pústula bacteriana.....	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>
Fogo selvagem.....	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>

Mancha bacteriana marrom..... *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*

4.8.3 Doenças viróticas

Mosaico comum da soja..... VMCS (Soybean mosaic vírus)

Queima do broto..... TSV (Tabacco streak vírus)

Mosaico cálico..... AMV (Alfafa mosaic vírus)

Necrose da haste..... CPMMV (Cowpea mild mottle vírus)

4.8.4 Doenças causadas por nematoides

Nematoides de galhas..... *Meloidogyne incógnita*

Nematoides de galhas..... *Meloidogyne javanica*

Nematoides de galhas..... *Meloidogyne arenaria*

Nematoide de cisto da soja..... *Heterodera glycines*

Nematoide reniforme..... *Rotylenchulus reniformis*

Nematoide das lesões radiculares..... *Pratylenchus brachyurus*

Fonte: Tecnologias de Produção de Soja, (2013)

A ferrugem-asiática destaca-se como uma das doenças mais ameaçadoras à cultura. Entre os grupos de patógenos (fungos, bactérias, vírus e nematoides), as doenças fúngicas são as de maior ocorrência nas principais regiões produtoras (GODOY, 2005). Doenças como oídio (*Erysiphe diffusa*), o míldio (*Peronospora manshurica*) e o complexo de doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*) ocorrem em todas as regiões do Brasil. Já a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), a mela (*Rhizoctonia solani*) e a antracnose (*Colletotrichum truncatum*) ocorrem em regiões específicas (GODOY, 2005).

A doença bacteriana mais comum é o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*). Já, entre as doenças viróticas mais importantes, pode-se citar a necrose da haste da soja (Cowpea mild mottle virus – CPMMV), transmitida pela mosca branca e identificada pela primeira vez, em lavouras de soja no Brasil, em 2001 (GODOY, 2005). O mosaico comum da soja (Soybean mosaic virus – SMV) também é observado em cultivos de soja e pode ser transmitido por pulgões e infecção das sementes (GODOY, 2005).

4.9 Ferrugem-asiática

A Ferrugem-asiática, cujo agente etiológico é o *Phakopsora pachyrhizi*, foi constatada pela primeira vez no Brasil em 2011. Desde então, ela é considerada a doença mais severa incidente na cultura e que requer maiores investimentos (GODOY et al., 2017). O processo infeccioso da doença é favorecido por longos períodos de molhamento foliar (ideal de 10 a 12 horas) e temperaturas entre 15°C e 28°C (Tecnologias de Produção de Soja, 2013). O fungo *Phakopsora pachyrhizi* se dissemina pelo vento e só consegue infectar hospedeiros vivos, por isso, é considerado um parasita obrigatório (Consórcio Antiferrugem).

Os sintomas da ferrugem-asiática podem aparecer em qualquer estágio fenológico da planta. Geralmente, iniciam-se nas folhas do terço inferior da planta e são caracterizados por pontuações (1-2 mm de diâmetro), com coloração esverdeada a cinza-esverdeada e com leve protuberância (urédia – estruturas de reprodução do fungo) na face abaxial da folha (Consórcio Antiferrugem). Progressivamente, as urédias tornam-se castanho-clara a castanho-escuro e abre-se um minúsculo poro, por onde o uredosporo é expelido (Tecnologias de Produção de Soja, 2013). As folhas infectadas pela *Phakopsora pachyrhizi* adquirem coloração amarelada, necrosam e caem prematuramente (GODOY et al., 2017). Quanto mais cedo ocorrer a queda das folhas, maior o dano sobre a planta, uma vez que as vagens, flores ou grãos param de receber fotoassimilados. (Tecnologias de Produção de Soja, 2013).

O manejo da ferrugem-asiática deve ser realizado de forma integrada e deve começar no planejamento da lavoura com a escolha da cultivar de acordo com as doenças presentes na região (Tecnologias de Produção de Soja, 2013). A resistência genética é a forma de controle mais econômica e de melhor aceitação pelo agricultor (GODOY, 2005). Cultivares resistentes a *Phakopsora pachyrhizi* já estão sendo comercializadas, porém, não dispensam a aplicação de fungicidas. Essas cultivares são uma ferramenta a mais no manejo integrado da ferrugem-asiática (Consórcio Antiferrugem). Outras estratégias também devem ser adotadas como, cultivares precoces, semeadura no início da época recomendada, adoção do vazio sanitário, eliminação de hospedeiros alternativos e controle químico (GODOY, 2017) (Tecnologias de Produção de Soja, 2013).

O manejo químico deve ser visto apenas como uma ferramenta a mais no manejo integrado de doenças (GODOY, 2005). Porém, este tem grande participação no manejo de uma lavoura. De acordo com o estudo feito pelo IMEA do custo de produção de soja – Safra 18/19, o uso de fungicidas custou R\$ 259,68/ha na região oeste. Esse valor corresponde a 9,45 % do custo total operacional.

Os fungicidas podem ser classificados em dois grupos, com base no espectro de ação, em sítio-específico (Ex.: IDM, IQe e ISDH) ou multissítios. Os fungicidas sítio-específicos são os mais registrados para o controle de doenças fungicas na soja e são ativos contra um local específico do fungo (GODOY et al., 2018).

Os fungicidas multissítios agem sobre muitos processos metabólicos dos fungos. Esse tipo de fungicida é capaz de inibir a germinação de esporos, dessa forma, são usados como protetores e devem ser aplicados antes que a infecção ocorra. Alguns exemplos: Mancozebe, Manebe, Tiram, Metiram, Propinebe, Zinebe, Ziram, Clorotalonil, compostos estanhados, sulfúricos, cúpricos, entre outros (TAGLIAPIETRA, 2017).

Em razão das populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis aos fungicidas com modo de ação IDM, IQe e ISDH relatadas no Brasil, produtos isolados não são recomendados. São recomendadas somente misturas comerciais de fungicidas com diferentes mecanismos de ação (GODOY et al., 2017). É necessário rotacionar mecanismos de ação dos fungicidas e evitar aplicações sequencias de um mesmo princípio ativo (GODOY et al., 2017). As aplicações não devem ser feitas em alta pressão de doença, o ideal é realizar aplicação de preventivos. Outra ferramenta importante na estratégia antirresistência é a associação de fungicidas sítio-específico com fungicidas multissítios, para reduzir a pressão de seleção de resistência do fungo aos fungicidas sítiospecíficos (GODOY et al., 2017).

4.10 Cultivares

A escolha da cultivar de soja é decisiva na produção de grãos, uma vez que o rendimento de uma lavoura é resultado do potencial genético da semente e das condições ambientais e de manejo (NETO; MOREIRA, 2010). No mercado existem centenas de cultivares disponíveis para os agricultores, com diferentes características, por exemplo, resistência aos insetos-pragas, resistência a doenças, resistência aos nematoides, resistência a herbicidas, tolerantes à seca e geadas, entre outras (JACKELLYNE, 2018).

As cultivares são classificadas por grupos de maturidade relativa (GMR) que variam de 0 a 10, no entanto, no Brasil os grupos indicados variam de 5.0 a 9.0 (Figura 3) (Penariol, 200). As variedades com maior fotoperíodo crítico são classificadas como de menor grupo de maturação relativa e são indicadas para regiões de maiores latitudes (SARTORI, 2017). O GMR é a duração do ciclo de desenvolvimento da soja, sendo este, influenciado pelo fotoperíodo, técnicas de manejo e área geral de adaptação das cultivares (BEXAIRA et al.,

2018). Dessa forma, para o Centro-Oeste $GMR \leq 7.8$: ciclo curto; GMR entre 7.9 e 8.5: ciclo médio; $GMR \geq 8.6$: ciclo longo (BRASPOV, 2011). Quanto maior o GMR, mais próximo ao Equador será sua região de adaptação (Penariol, 2000).

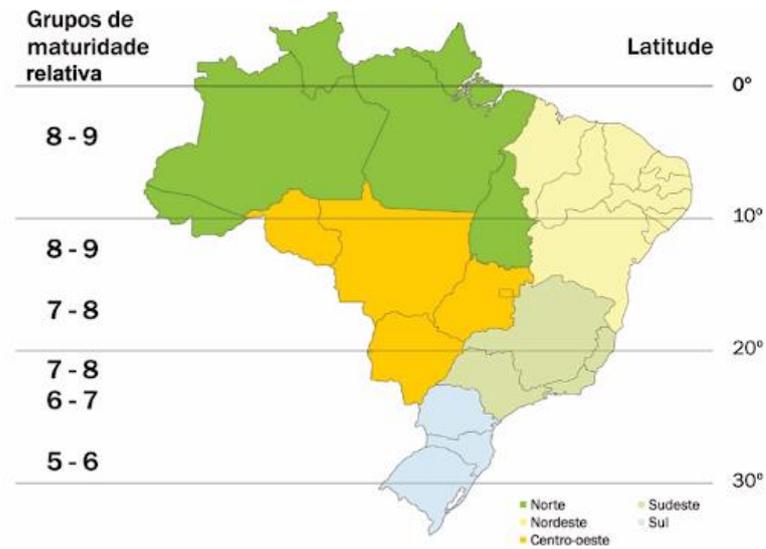


Figura 3. Distribuição dos grupos de maturação de cultivares de soja no Brasil, em função da latitude. Fonte: Fundação Meridional, Adaptado de Allprandini

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do Experimento

O experimento foi instalado em campo na área experimental do Instituto Phytus, localizada no município de Planaltina/DF, durante a safra agrícola 2018/19. O local de realização dos ensaios situa-se na latitude 15°66'58.64" S, longitude 47°33'33.19" O e altitude média de 870 m. O solo (Tabela 3) é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico e possui em sua composição 488 g kg⁻¹ de argila, 305 g kg⁻¹ de silte e 207 g kg⁻¹ de areia em 2017.

Tabela 3. Propriedades químicas do solo (0-20cm) em local de condução de experimento. Os dados apresentados são referentes ao ano de 2017. *m - Saturação por alumínio; V-saturação por bases; M.O. matéria orgânica do solo.

Local/Ano	pH	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	m	V	M.O.	S-SO ₄ ²⁻	P
Planaltina/2017	5,70	0,01	3,74	1,14	0,74	9,10	0,20	61,80	36,00	11,00	21,69

5.2 Condições Meteorológicas Durante a Condução do Experimento

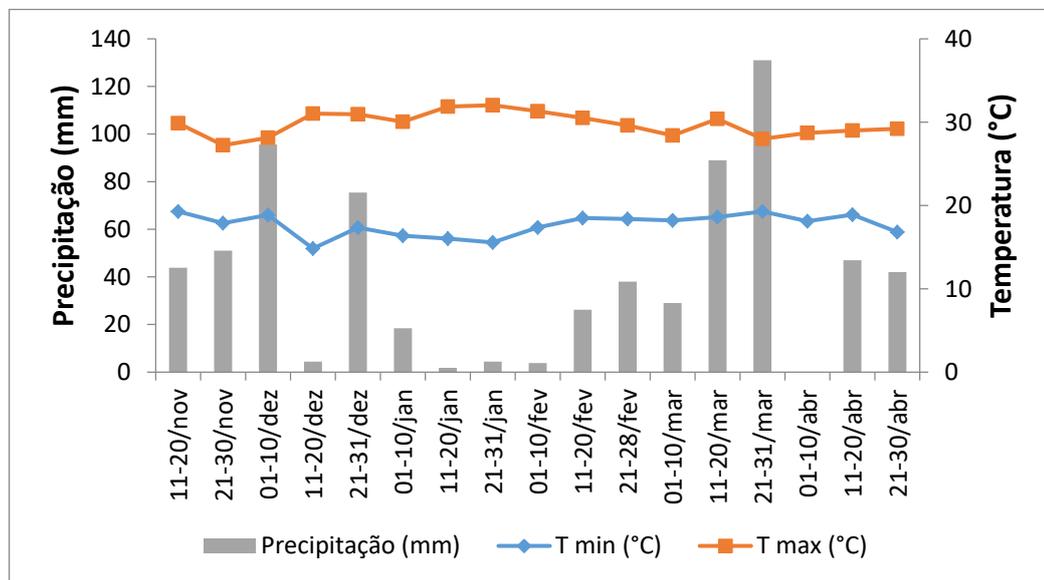


Figura 4 - Precipitação (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) e temperatura média (°C) durante a condução do experimento em Planaltina - Df durante a safra 2018/2019.

Os dados meteorológicos (Figura 4), ao longo do ciclo das cultivares, foram coletados de estações meteorológicas automáticas localizadas na área experimental a uma distância inferior a 1.000 m do experimento. A temperatura média máxima ficou em torno de 29,8 °C e

a temperatura média mínima em torno de 17,7 °C. Utilizou-se irrigação por aspersão do tipo pivô central em períodos de estiagem.

5.3 Esquema Experimental

O ensaio foi instalado em faixas com parcelas subdivididas. O tratamento de parte aérea representaram as parcelas e as cultivares representaram as subparcelas. Nas parcelas foram testadas ausência e presença de fungicidas e nas subparcelas, 41 cultivares de soja. As parcelas foram compostas por 5 linhas de soja de 6 m de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas (2,5m x 6 m = 15 m²). As subparcelas foram compostas por 5 linhas de soja de 14 m de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas (2,5 m x 14m = 35 m²). A área útil para a realização das avaliações e colheita foi de 4 m de comprimento por 1,5 m de largura. As parcelas foram separadas por uma faixa de 2 m de comprimento e 2,5 m de largura, que não receberam nenhum tipo de tratamento.

5.4 Semeadura, Manejo da Cultura e Aplicação dos Tratamentos

A semeadura das cultivares de soja (Tabela 4) foi realizada no dia 15/11/2018, utilizando semeadora Semeato SHM-1113 e no sistema de semeadura direta. Realizou-se limpeza da semeadora entre as semeaduras das cultivares. A área onde o experimento foi instalado estava com palhada de milho e havia sido cultivada com soja na safra anterior. O controle de plantas daninhas foi realizado com glifosato potássico (1040 g ha⁻¹ do ingrediente ativo (i.a.) + flumioxazina (100 g ha⁻¹ do i.a.) imediatamente após o plantio. A densidade de plantas por área foi a mesma para todas as cultivares e depois de 15 dias do plantio foi feito o desbaste manual de plântulas ajustando para a população recomendada para cada cultivar. As sementes das cultivares foram tratadas com tiametoxam + fludioxinil + metalaxil (70+2.5+1.0 g i.a 100 kg⁻¹ de sementes) e, posteriormente, foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (1E10 UFC por 1 kg de sementes).

Tabela 4. Cultivares de soja testadas no experimento e seu respectivo Obtentor, Grupo de Maturação Relativa, Tipo de crescimento e quantidade de plantas por metro² recomendada para o Distrito Federal.

Obtentor/Mantenedor	Cultivar	Plantas por metro ²	Grupo de Maturação Relativa	Tipo de crescimento
D&PL	M5917IPRO	28	5,9	Indeterminado
D&PL	M6210IPRO	30	6,2	Indeterminado
TMG	TMG7063IPRO	30	6,3	Indeterminado
D&PL	M6410IPRO	32	6,4	Indeterminado
TMG	TMG1264RR	40	6,4	Indeterminado
TMG	TMG7067IPRO	26	6,7	Semi - determinado
DOW AGROSCIENCE	96R70IPRO *	38	6,7	Indeterminado
D&PL	AS3680IPRO	36	6,8	Indeterminado
BASF	Tec 7022IPRO	26	7	Indeterminado
BASF	W 787 RR	24	7,1	Indeterminado
D&PL	M7198IPRO	32	7,1	Indeterminado
D&PL	M7110IPRO	34	7,1	Indeterminado
D&PL	CD 2728IPRO	40	7,2	Indeterminado
D&PL	AS 3730IPRO	28	7,3	Indeterminado
DOW AGROSCIENCE	CD 2737RR	26	7,3	Indeterminado
Embrapa	BRS 7380RR	22	7,3	Indeterminado
GDM Genética	8473 RSF	40	7,3	Indeterminado
GDM Genética	75HO111 CI IPRO	30	7,4	Indeterminado
GDM Genética	DS7417IPRO	30	7,4	Indeterminado
GDM Genética	74HO112 TP IPRO	30	7,4	Indeterminado
BASF	TEC 7548IPRO	26	7,5	Indeterminado
DU PONT	97R50IPRO	30	7,5	Indeterminado
GDM Genética	75I77RSF IPRO	32	7,6	Indeterminado
D&PL	M7739IPRO	26	7,7	Semi - determinado
BASF	W 791 RR	26	7,7	Indeterminado
GDM Genética	77HO110 IPRO	28	7,8	Indeterminado
TMG	TMG2378IPRO	18	7,8	Semi - determinado
D&PL	ST 797 IPRO	32	7,9	Indeterminado
GDM Genética	8579RSF IPRO	22	7,9	Indeterminado
Embrapa	BRS 7980	24	7,9	Determinado
TMG	TMG1180RR	26	8	Semi - determinado
DU PONT	98y01IPRO*	22	8	Indeterminado
GDM Genética	80I84RSF IPRO	20	8	Indeterminado
BASF	ST 820*	36	8,2	Determinado
GDM Genética	83HO113 TP IPRO	22	8,2	Indeterminado
BASF	W 842 RR	18	8,3	Indeterminado
D&PL	NS8338IPRO	30	8,3	Determinado
D&PL	M8349IPRO*	30	8,3	Determinado
D&PL	48B32IPRO	20	8,3	Determinado
BASF	CZ 48B41RR	23	8,4	Determinado
BASF	W 870	26	8,6	Determinado

Fonte: MAPA, (2019)

* Cultivares não recomendadas para Planaltina-DF. Foram testadas para analisar o seu comportamento na região frente a epidemia de ferrugem-asiática.

A adubação de base foi com NPK 05-37-00 na dose de 193 kg ha⁻¹, sendo o K distribuído à lanço 5 dias após o plantio na quantidade de 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. A quantidade aplicada por área foi a mesma em todas as cultivares. As posteriores práticas de manejo e condução da cultura seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja da região central (Tecnologias de Produção de Soja, 2013), com exceção da aplicação de fungicidas.

As parcelas sem fungicidas não receberam nenhuma aplicação de fungicida. Nas parcelas fungicidas, foram feitas 5 aplicações de fungicidas (Tabela 5). A primeira aplicação foi realizada 36 dias após o plantio e a última aos 92 dias após o plantio. O intervalo médio entre uma aplicação e a subsequente foi de 14 dias. A aplicação dos fungicidas foi realizada com pulverizador hidráulico, modelo Jacto Condor, com capacidade de 800 litros de calda e provido de barra com 14,5 m de comprimento e com espaçamento entre bicos de 50 cm. A ponta utilizada foi do cone. O pulverizador foi calibrado para vazão de 200 L ha⁻¹ e trabalhando com uma pressão de 60 Psi. As condições em todas as aplicações encontraram-se dentro da faixa entendida como ideal para aplicação, ou seja, velocidade de vento entre 3 e 10 km h⁻¹, Umidade relativa do ar superior a 65% e temperatura inferior a 30 °C (ANTUNIASSI, 2012).

Tabela 5. Produto comercial, ingrediente ativo, dose do ingrediente ativo e dose do produto comercial, utilizada no tratamento com fungicida, para o controle da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja em Planaltina – DF, safra 2018/2019.

Produto comercial (p.c.)	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Dose (L ou Kg p.c. ha ⁻¹)	Data
Fox + Previnil + Aureo	(Trifloxistrobina + protioconazol) + Clorotalonil + Éster metílico de óleo de soja	(60 + 70) + 720 + 270	0,4 + 1,0 + 0,375	21/12/2018
Mancozeb + Orkestra + Iharol	Mancozeb + (Piraclostrobina + Fluxaproxade) + Óleo mineral	1200 + (99,9 + 50,1) + 380	1,5 + 0,3 + 0,5	05/01/2019
Fox + Unizeb Gold + Aureo	(Trifloxistrobina + Protioconazol) Mancozeb + Éster metílico de óleo de soja	(60 + 70) + 1125 + 270	0,4 + 1,5 + 0,375	18/01/2019
Approach Prima + Unizeb Gold + Aureo	(Ciproconazol + Picoxistrobina) + Mancozeb + Éster metílico de óleo de soja	(24 + 60) + 1125 + 270	0,3 + 1,5 + 0,375	01/02/2019
Approach Prima + Previnil + Aureo	(Ciproconazol + Picoxistrobina) + Clorotalonil + Éster metílico de óleo de soja	(24 + 60) + 720 + 270	0,3 + 1,0 + 0,375	15/02/2019

Fonte: AGROFIT, (2019)

5.5 Variáveis Avaliadas

5.5.1 Severidade de Ferrugem-asiática

Foram realizadas avaliações por parcela a cada sete dias em média após a constatação do primeiro sintoma da doença fúngica. Avaliaram-se cinco trifólios de cinco plantas ao acaso na área útil de cada parcela. A avaliação foi realizada no trifólio mais velho presente em todas as cultivares no momento da avaliação. Foram atribuídas notas percentuais (%) de severidade de ferrugem-asiática individuais para cada trifólio avaliado, baseadas na escala diagramática (Figura 5) proposta por GODOY et al. (2006). Com base nas avaliações de severidade da doença, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de acordo com a seguinte fórmula:

$AACPD = \left\{ \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right] * (t_{i+1} - t_i) \right\}$, em que: y_i e y_{i+1} correspondem às porcentagens de severidade de doença observadas nas avaliações i e $(i+1)$; t_i e t_{i+1} correspondem ao tempo considerado nos dias i e $(i+1)$; e n , corresponde ao número de avaliações feitas.

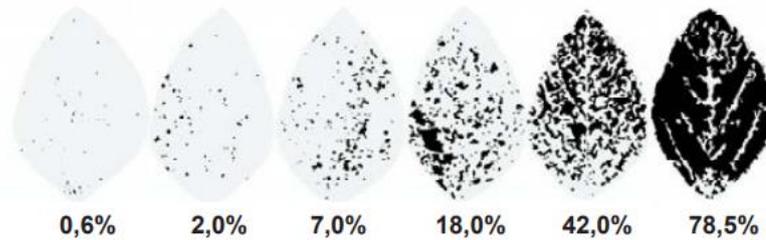


Figura 5. Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem-asiática. Fonte: Godoy et al., (2006).

5.5.2 Altura da planta e da primeira vagem e número de vagens e grãos da planta

Após finalização do ciclo das cultivares (Estádio fenológico R8) foram arrancadas ao acaso 20 plantas ao acaso de cada parcela. Foram selecionadas para esta avaliação as cultivares mais representativas da região, lançamento ou com alguma tecnologia em destaque (Ex.: tecnologia Inox). As cultivares selecionadas foram TMG1180RR, CD2728 IPRO, 98y01IPRO, TMG7067IPR, M7198IPRO, BRS 7380IPRO, AS3680IPRO, 8473 RSF, 74HO112 TP IPRO, 8579RSF IPRO e TMG7063IPRO.

A altura da planta foi avaliada a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal. A altura média da primeira vagem foi avaliada, medindo-se a distância da superfície do solo até a inserção da primeira vagem da planta. Utilizando as mesmas plantas, realizou-se a contagem de vagens e grãos por planta. O total de grãos foi multiplicado pelo peso de mil grãos da cultivar em análise e o resultado obtido foi incrementado na produtividade.

5.5.3 Produtividade

O experimento foi colhido na data de 15/04/2019. As parcelas foram divididas em duas subparcelas e a produtividade de grãos foi estimada através da colheita de 2 m de comprimento por 1.5 m de largura de cada subparcela. As plantas foram arrancadas e trilhadas em trilhadora estacionária. A massa de grãos resultante foi acondicionada em sacos de papel e encaminhada até o laboratório para realização da pesagem, determinação da umidade e peso de mil grãos (PMG). Na determinação do PMG, avaliaram-se oito repetições de 100 grãos cada, conforme metodologia preconizada pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os dados de produtividade e PMG foram convertidos para 13% de umidade.

5.5.4 Análise de Dados

Foi feita transformação dos dados para “ $x = \sqrt{x + 1.0}$ ” afim de atender os pressupostos da análise estatística. Posteriormente, as variáveis foram submetidas a análise de variância e diferença entre as médias, quando significativas, foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO, 2015).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento foram diagnosticadas Doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*), míldio (*Peronospora manshurica*), oídio (*Erysiphe difusa*), mancha alvo (*Corynespora cassicola*) e ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), sendo esta última a predominante. Os primeiros sinais da doença foram constatados no início de fevereiro, quando se tinha no campo cultivares com estádios fenológicos de R3 a R6. Foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) das interações Cultivares x fungicida, para as variáveis em estudo.

Optou-se por apresentar os dados de severidade das cultivares no estágio R6, que marca o final do enchimento de grãos, e também a AACPD, que integraliza o somatório da curva de doença ao longo de todo o ciclo da soja.

Severidade Média da Ferrugem-asiática no estágio R6 (%)

Na ausência de fungicidas, as cultivares com a menor incidência de ferrugem-asiática no estágio R6 foram a TMG7063IPRO, AS3680IPRO, TMG1264RR, 75HO111 CI IPRO e M6410IPRO (Tabela 6). Essas cultivares são classificadas como de ciclo curto e possuem GMR menor que 7,0, com exceção da 75HO111 CI IPRO que possui $GMR = 7,4$. Quando os sintomas de ferrugem-asiática foram constatados no experimento essas cultivares já encontravam-se em estágio fenológico R6, ou seja, a pressão de inóculo nessas cultivares provavelmente foi menor em função da estratégia conhecida como escape, que consiste em cultivar a soja fora do período de ocorrência da doença. A TMG7063IPRO possui o gene Rpp5 que confere resistência à ferrugem-asiática. Cultivares com essa tecnologia, quando atacadas pelo fungo da ferrugem-asiática, têm uma reação de hipersensibilidade que necrosa o tecido foliar ao redor do ponto de infecção. A necrose restringe a progressão da doença, evitando a sua multiplicação e esporulação. (FLORENTINO, 2019). Em contrapartida, a cultivar W 787 RR foi a que apresentou maior severidade média da ferrugem-asiática. Essa cultivar possui grupo de maturação 7.1, é classificada como de ciclo curto e estava em R5.4 quando a ferrugem-asiática foi diagnosticada na área.

A aplicação de fungicidas foi eficiente no controle de ferrugem-asiática. O controle variou de 73,62% a 100%. As cultivares ST 820, CZ48B41RR, 83HO113 TO IPRO, ST 797 IPRO, 48B32IPRO, TMG1180RR, W 870, 8579RSF IRPO, 98y01IPRO e M7739IPRO,

foram as que apresentaram a maior severidade de ferrugem-asiática na presença de fungicida (Tabela 6).

Tabela 6. Severidade média da ferrugem-asiática em estágio R6 (Sev) e da área abaixo da curva de progresso da ferrugem-asiática (AACPD) das cultivares de soja com e sem aplicação de fungicida em condições de campo na safra de 2018/2019 na região de Planaltina-DF.

Cultivares	Sev (%)		AACPD (%)	
	Fungicida		Fungicida	
	Sem	Com	Sem	Com
W 787 RR	48,40 aA	0,00 bB	665,24 aA	14,00 cB
75I77RSF IPRO	35,60 bA	0,00 bB	520,28 bA	24,50 bB
CD 2737RR	35,20 bA	0,00 bB	448,46 cA	31,50 bB
AS 3730IPRO	34,60 bA	0,00 bB	473,46 cA	28,00 bB
CD 2728IPRO	34,60 bA	0,00 bB	469,62 cA	7,00 cB
TEC 7548IPRO	33,20 bA	0,00 bB	448,32 cA	31,50 bB
77HO110 IPRO	32,20 bA	0,00 bB	419,92 cA	17,50 cB
W 791 RR	29,80 cA	0,00 bB	436,30 cA	10,50 cB
CZ 48B41RR	29,20 cA	3,76 aB	536,48 bA	25,76 bB
M7739IPRO	27,80 cA	1,60 aB	438,16 cA	66,90 bB
BRS 7380RR	27,60 cA	0,00 bB	371,78 dA	42,00 bB
83HO113 TP IPRO	27,60 cA	3,30 aB	220,80 fA	12,08 cB
NS8338IPRO	27,20 cA	0,00 bB	403,50 dA	157,50 aB
TEC 7022IPRO	25,20 cA	0,00 bB	300,90 eA	10,50 cB
48B32IPRO	23,20 dA	2,60 aB	485,62 cA	9,10 cB
98y01IPRO	21,20 dA	1,88 aB	388,24 dA	6,58 dB
BRS 7980	20,60 dA	0,92 bB	256,36 eA	4,42 dB
W 842 RR	19,40 dA	1,08 bB	211,40 fA	3,80 dB
M8349IPRO	19,00 dA	1,16 bB	314,86 eA	4,54 dB
74HO112 TP IPRO	18,60 dA	0,00 bB	310,84 eA	42,00 bB
DS7417IPRO	18,40 dA	0,00 bB	325,64 eA	28,00 bB
ST 820	18,20 dA	4,80 aB	277,36 eA	17,40 cB
ST 797 IPRO	18,00 dA	3,20 aB	229,06 fA	11,22 cB
8579RSF IPRO	17,00 dA	2,00 aB	381,42 dA	7,00 cB
97R50IPRO	16,80 dA	0,00 bB	286,42 eA	42,00 bB
8473 RSF	16,00 dA	0,00 bB	257,04 eA	24,50 bB
TMG1180RR	14,80 eA	2,60 aB	206,26 fA	9,10 cB
TMG2378IPRO	13,60 eA	0,66 bB	71,64 hA	2,32 dB
M7198IPRO	12,00 eA	0,00 bB	184,84 fA	0,00 dB
W 870	11,20 eA	2,20 aB	329,08 eA	7,72 cB
80I84RSF IPRO	8,80 fA	0,70 bB	101,48 hA	2,46 dB
M5917IPRO	4,10 gA	0,00 bB	571,12 bA	31,50 bB
M7110IPRO	3,00 gA	0,00 bB	615,32 aA	31,62 bB
96R70IPRO	2,70 gA	0,00 bB	633,02 aA	14,00 cB
TMG7067IPRO	2,40 gA	0,00 bB	155,20 gA	7,00 cB
M6210IPRO	2,06 gA	0,00 bB	437,70 cA	7,00 cB
M6410IPRO	1,36 hA	0,00 bA	460,60 cA	17,50 cB
75HO111 CI IPRO	0,56 hA	0,00 bA	503,98 bA	31,50 bB
TMG1264RR	0,48 hA	0,00 bA	365,80 dA	28,00 bB

Tabela 7. Severidade média da ferrugem-asiática em estágio R6 (Sev) e da área abaixo da curva de progresso da ferrugem-asiática (AACPD) das cultivares de soja com e sem aplicação de fungicida em condições de campo na safra de 2018/2019 na região de Planaltina-DF.

Continuação

Cultivares	Sev (%)		AACPD (%)	
	Fungicida		Fungicida	
	Sem	Com	Sem	Com
AS3680IPRO	0,36 hA	0,00 bA	531,14 bA	28,00 bB
TMG7063IPRO	0,04 hA	0,00 bA	91,54 hA	0,00 dB
Médias	18,79 A	0,79 B	369,18 A	21,89 B
C.V. (%)	13,15		20,13	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott com 5% de significância.

Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD)

As cultivares apresentaram comportamento distintos em relação à AACPD (Tabela 6). As que apresentaram a menor AACPD na ausência de fungicidas foram a TMG2378IPRO, TMG7063IPRO e 80I84RSF IPRO. Já, as que apresentaram a maior AACPD na ausência de fungicidas foram a W 787 RR, 96R70IPRO e M7110 IPRO. Houve uma redução de 86,17% na AACPD só em função da utilização de cultivares mais tolerantes do que susceptíveis.

Em geral, as aplicações de fungicidas proporcionaram menor AACPD e maior controle da doença. Os fungicidas promoveram redução de 62,49% a 100% da AACPD entre as cultivares. A cultivar que teve a maior AACPD no tratamento com fungicidas foi a NS8338IPRO, uma cultivar de ciclo médio-tardio que sofreu maior pressão de inóculo do que cultivares precoces. As cultivares que apresentaram a menor AACPD no controle com fungicidas foram a TMG7063IPRO, M7198IPRO, TMG2378IPRO, 80I84RSF IPRO, W 842 RR. BRS 7980, M8349IPRO e 98y01IPRO.

Produtividade (kg ha⁻¹)

Na ausência de fungicidas, as cultivares mais produtivas foram a TMG7063IPRO, 8473 RSF, CD 2728IPRO, TMG7067IPRO, TMG2378IPRO, TMG2378IPRO, M5917IPRO, 75HO111 CI IPRO, 83HO113 TP IPRO, 8579RSF IPRO, TEC 7022IPRO, TMG1180RR, 77HO110 IPRO, ST 797 IPRO, CD 2737RR, TMG1264RR, 97R50IPRO, 74HO112 TP IPRO, DS7417IPRO, 80I84RSF IPRO, W 787 RR, BRS 7380RR, 98Y01IPRO, AS3680IPRO, 96R70IPRO e M7739IPRO (Tabela 7). A TMG7063IPRO E TMG7067IPRO possuem tecnologia INOX (gene de resistência à ferrugem-asiática) e não sofreram reduções

significativas em sua produção. As cultivares TMG7063IPRO, 80I84RSF IPRO e TMG2378IPRO apresentaram menor AACPD.

As cultivares menos produtivas na ausência de fungicidas foram a CZ48B41RR, M8349IPRO, NS8338IPRO, M7110IPRO, ST 820, W 870, BRS 7980, W 842 RR, AS 3730IPRO, 48B32IPRO, M6210 IPRO, M6410IPRO, TEC 7548IPRO, M7198IPRO, W 791 RR e 75I77RSF IPRO (Tabela 7). As cultivares mais produtivas na presença de fungicidas foram a M7739IPRO, DS7417IPRO, 8473 RSF, W 787 RR e CD 2728IPRO, sendo todas de ciclo curto.

As cultivares que sofreram redução maior que 50% na sua produtividade na ausência de fungicidas foram a M7739IPRO, DS7417IPRO, CZ 48B41RR, W 787 RR, TEC 7548IPRO, BRS 7380RR, 96R70IPRO, W 842 RR indicando maior susceptibilidade á doença e consequentemente maior responsividade ao uso de fungicidas. Dessas, a W 787 RR e 96R70IPRO apresentaram altos valores de AACPD.

Na presença e na ausência de fungicidas, as cultivares que não apresentaram diferença significativa na produtividade foram a TMG7063IPRO, 97R50IPRO, TMG 2378IPRO, M7110IPRO, ST 797 IPRO, M5917IPRO, TMG7067IPRO, TEC 7022IPRO, 83HO113 TP IPRO, TMG1180RR, TMG1264RR, AS3680IPRO e BRS 7980. O fato da produtividade não ter sido afetada pela ferrugem-asiática pode ser um indicativo de tolerância à esta doença (MELO, 2015). Observou-se que a M7110, mesmo possuindo uma das maiores AACPD na ausência de fungicida, não apresentou diferença estatística na sua produtividade sob aplicações de fungicidas. A maioria das cultivares citadas acima são de ciclo curto e a TMG7063IPRO e TMG 2378IPRO foram as que tiveram a menor AACPD. KAWUKI et al. (2004) verificaram que genótipos precoces foram mais tolerantes à ferrugem-asiática do que os genótipos de ciclo médio e tardio .

Peso de Mil Grãos (PMG)

A cultivar que apresentou o maior PMG (Tabela 7) na ausência de fungicidas foi a TEC 7548IPRO, porém, esta cultivar não apresentou alta produtividade. As que apresentaram menor PMG na ausência de fungicidas, foram a ST 820, W 870 e M8349. Estas cultivares são de ciclo médio/tardio e também foram caracterizadas pelas menores produtividades na ausência de fungicidas.

Na presença de fungicidas, a cultivar que apresentou o maior PMG foi a TEC 7548IPRO. No mesmo tratamento, as cultivares que apresentaram o menor PMG foram a ST 820, W 870 e M8349IPRO. As cultivares que não tiveram seu PMG alterado estatisticamente entre tratamento com e sem fungicidas foram a NS8338IPRO, TMG1180RR e 8579RSF IPRO.

Tabela 8. Produtividade média de grãos (kg ha^{-1}) e peso de mil grãos (g) de quarenta e uma cultivares de soja com e sem aplicação de fungicidas em condições de campo, na safra de 2018/2019, na região de Planaltina-DF.

Cultivares	Produtividade (kg ha^{-1})		Peso de mil grãos (g)	
	Fungicida		Fungicida	
	Sem	Com	Sem	Com
TMG7063IPRO	3801,70 aA	3819,50 aA	180,07 bB	196,72 cA
8473 RSF	3784,80 aB	4973,90 aA	159,59 cB	178,86 dA
CD 2728IPRO	3176,70 aB	4561,50 aA	139,63 fB	158,85 fA
TMG7067IPRO	3131,90 aA	3945,20 aA	159,52 cB	165,87 fA
TMG2378IPRO	2910,20 aA	2828,60 bA	100,31 lB	112,65 kA
M5917IPRO	2877,00 aA	3628,00 aA	162,14 cB	180,60 dA
75HO111 CI IPRO	2849,60 aB	4411,90 aA	127,09 hB	164,36 fA
83HO113 TP IPRO	2836,70 aA	3803,10 aA	123,11 hB	138,42 há
8579RSF IPRO	2739,40 aB	4165,00 aA	159,61 cA	165,62 fA
TEC 7022IPRO	2736,90 aA	3615,80 aA	189,35 aB	216,09 bA
TMG1180RR	2719,50 aA	3695,70 aA	123,83 hA	127,72 iA
77HO110 IPRO	2704,40 aB	4042,20 aA	145,32 eB	163,58 fA
ST 797 IPRO	2647,50 aA	3295,40 aA	101,80 lB	117,38 já
CD 2737RR	2638,50 aB	3915,20 aA	140,31 fB	165,29 fA
TMG1264RR	2517,20 aA	3601,50 aA	148,92 dB	167,39 fA
97R50IPRO	2504,90 aA	2568,10 bA	142,34 eB	166,97 fA
74HO112 TP IPRO	2448,10 aB	4334,30 aA	143,10 eB	182,91 dA
DS7417IPRO	2406,20 aB	5089,10 aA	152,64 dB	184,48 dA
80I84RSF IPRO	2361,90 aB	3516,30 aA	123,38 hB	139,27 há
W 787 RR	2284,00 aB	4775,50 aA	129,16 gB	149,63 gA
BRS 7380RR	2266,00 aB	4320,90 aA	146,40 eB	174,36 eA
98Y01IPRO	2256,20 aB	3662,50 aA	99,00 lB	122,56 já
AS3680IPRO	2172,60 aA	3173,30 aA	150,16 dB	171,41 eA
96R70IPRO	2141,60 aB	4132,80 aA	130,26 gB	164,67 fA
M7739IPRO	2141,40 aB	5436,20 aA	134,86 fB	171,53 eA
75I77RSF IPRO	1856,00 bB	3844,20 aA	136,58 fB	162,90 fA
W 791 RR	1809,30 bB	3755,20 aA	131,86 gB	160,19 fA
M7198IPRO	1766,70 bB	3433,70 aA	180,06 bB	195,43 cA

Tabela 9. Produtividade média de grãos (kg ha^{-1}) e peso de mil grãos (g) de quarenta e uma cultivares de soja com e sem aplicação de fungicidas em condições de campo, na safra de 2018/2019, na região de Planaltina-DF.

Continuação

Cultivares	Produtividade (kg ha^{-1})		Peso de mil grãos (g)	
	Fungicida		Fungicida	
	Sem	Com	Sem	Com
TEC 7548IPRO	1666,80 bB	3830,90 aA	187,31 aB	233,64 aA
M6410IPRO	1662,70 bB	3172,90 aA	137,34 fB	148,87 gA
M6210IPRO	1559,90 bB	3381,20 aA	116,08 iB	145,85 gA
48B32IPRO	1548,00 bB	2711,60 bA	102,69 lB	116,76 já
AS 3730IPRO	1490,30 bB	3508,80 aA	159,02 cB	183,10 dA
W 842 RR	1396,10 bB	3297,70 aA	109,69 jB	125,67 iA
BRS 7980	1089,80 bA	1698,60 bA	110,55 jB	122,09 já
W 870	1019,90 bB	2418,60 bA	94,77 mB	100,84 lA
ST 820	1002,80 bB	2212,70 bA	95,54 mA	95,36 lA
M7110IPRO	916,30 bA	1452,50 bA	155,82 cB	175,93 eA
NS8338IPRO	796,90 bB	1942,30 bA	107,12 kA	109,73 kA
M8349IPRO	744,00 bB	2045,80 bA	87,00 nB	103,51 lA
CZ 48B41RR	676,70 bB	3254,00 aA	97,39 lB	120,97 já
Médias	3543,25 A	2147,74 B	154,83 A	134,65 B
C.V. (%)	13,45		2,09	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott com 5% de significância.

Altura da planta e da inserção da primeira vagem

A altura da planta e da inserção da primeira vagem (Tabela 8) são características que estão relacionadas com a colheita mecanizada. Considera-se que plantas com altura entre 60 e 120 cm e inserção da vagem acima de 10 cm são adequadas à mecanização da colheita (Francisco de Alcântara Neto, 2010) (Sediyama et al. (2005).

A aplicação de fungicidas incrementou 10,34% na altura das cultivares com diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 8). Finotto et al. (2011), verificaram que na ausência de fungicidas, a cultivar analisada apresentou altura menor que os tratamentos que receberam aplicação de fungicidas. A cultivar TMG7067IPRO foi a única que apresentou maior altura na ausência de fungicidas do que na presença de fungicidas. Observando as cultivares e os tratamentos, é possível perceber que nenhuma planta ficou abaixo da altura mínima recomendada para colheita mecanizada. Entretanto, três cultivares na ausência de fungicidas

(BRS 7380 RR, TMG1180RR, M7198IPRO) e cinco cultivares na presença de fungicidas (BRS 7380 RR, TMG1180RR, M7198IPRO, 8579RSF IPRO, 74HO112 TP IPRO) ficaram acima da altura ideal.

Com relação a altura de inserção da primeira vagem, observa-se que nenhuma cultivar ficou abaixo do mínimo ideal para colheita mecanizada. As cultivares TMG7067IPRO, CD 2728IPRO e 98y01IPRO apresentaram maior altura de inserção da primeira vagem na ausência de fungicidas (Tabela 8). A ferrugem-asiática provoca redução da área foliar fotossinteticamente ativa e senescência prematura das folhas, impedindo a completa formação de vagens e grãos (GODOY et al., 2017).

Número de Vagens e Grãos por Planta

Das cultivares analisadas, a TMG1180RR, TMG7067IPRO, CD 2728IPRO, e 74HO112 tiveram incremento no número de vagens por planta devido a aplicação de fungicidas (Tabela 8). O restante das cultivares não diferiram estatisticamente. Ao analisar o número de grãos por planta, percebe-se que as cultivares citadas acima e a M7198IPRO sofreram reduções no total de grãos na ausência de fungicidas.

Tabela 10. Altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e número de grãos por planta de onze cultivares de soja com e sem aplicação de fungicida em condições de campo na safra 2018/2019 na região de Planaltina-DF.

Cultivares	Altura planta (m)		Altura de inserção da 1 ^a vagem (cm)	
	Fungicida		Fungicida	
	Sem	Com	Sem	Com
M7198IPRO	1,38 aA	1,43 aA	28,01 aA	30,48 aA
TMG1180RR	1,29 bB	1,42 aA	18,60 cA	17,80 cA
BRS 7380RR	1,21 cB	1,32 bA	23,42 bA	20,64 cA
8579RSF IPRO	1,20 cB	1,30 bA	19,02 cA	18,10 cA
TMG7067IPRO	1,16 dA	1,02 eB	19,56 cA	15,45 cB
CD 2728IPRO	1,13 dA	1,15 dA	25,51 aA	21,66 bB
74HO112 TP IPRO	1,10 eB	1,25 cA	15,59 dA	17,81 cA
98y01IPRO	1,06 eA	1,10 dA	22,64 bA	18,32 cB
AS3680IPRO	1,02 fB	1,11 dA	16,49 dA	16,90 cA
TMG7063 IPRO	1,00 fA	0,98 fA	15,06 dA	16,10 cA
8473 RSF	0,89 gA	0,92 gA	16,21 dA	18,30 cA
Médias	1,18 A	1,13 B	20,01 A	19,23 A
C.V.(%)	1,95		12,44	

Tabela 11. Altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e número de grãos por planta de onze cultivares de soja com e sem aplicação de fungicida em condições de campo na safra 2018/2019 na região de Planaltina-DF.

Continuação

Cultivares	Número de vagens por planta		Número de grãos por planta	
	Fungicida		Fungicida	
	Sem	Com	Sem	Com
M7198IPRO	29,20 dA	35,90 dA	68,50 dB	87,25 dA
TMG1180RR	40,45 cB	59,20 bA	106,25 cB	149,10 bA
BRS 7380RR	57,90 bA	66,35 bA	151,60 bA	173,05 aA
8579RSF IPRO	49,05 cA	57,90 bA	103,35 cA	117,90 cA
TMG7067IPRO	34,80 dB	49,40 cA	95,40 cB	128,90 cA
CD 2728IPRO	35,55 dB	46,90 cA	93,95 cB	125,15 cA
74HO112 TP IPRO	44,80 cB	60,65 bA	106,35 cB	140,90 bA
98y01IPRO	75,80 aA	81,45 aA	187,10 aA	197,60 aA
AS3680IPRO	52,60 bA	49,55 cA	133,00 bA	125,95 cA
TMG7063 IPRO	43,60 cA	42,75 cA	111,80 cA	112,80 cA
8473 RSF	43,65 cA	36,20 dA	111,35 cA	96,40 dA
Médias	53,29 A	46,13 B	112,80 A	111,80 A
C.V.(%)	15,87		16,14	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott com 5% de significância.

7. CONCLUSÕES

- Cultivares de soja apresentam diferentes níveis de suscetibilidade à *Phakopsora pachyrhizi*.
- As cultivares TMG7063IPRO, 97R50IPRO, TMG 2378IPRO, M7110IPRO, ST 797 IPRO, M5917IPRO, TMG7067IPRO, TEC 7022IPRO, 83HO113 TP IPRO, TMG1180RR, TMG1264RR, AS3680IPRO e BRS 7980 são tolerantes a ferrugem-asiática da soja, pelo fato das produtividades não apresentarem diferenças significativas na ausência e presença da ferrugem-asiática. Dessas cultivares, a TMG2378IPRO e TMG7063IPRO apresentaram menor Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença.
- A aplicação de fungicidas reduz a AACPD e a severidade da ferrugem asiática, porém a eficiência do controle varia de acordo com a cultivar.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROSTAT – **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2019.
- ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências**. In: TOMQUELSKI, G. V. et al. (Eds.). Chapadão do Sul: Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012. 5 ed. cap. 16, p. 113-139, 2012.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; MELO, A. V.; FIDELIS, R. R.; CAPONE, A. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado**. J. Biotec. Biodivers. v. 3, n.2: p. 49-58, 2012.
- BARBOSA, J. **Comportamento de diferentes cultivares de soja na região de Inhumas – GO**. 2013. 28 f. Trabalho Final de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário de Goiás, Goiânia.
- BARBOSA, J.C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Agrostat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.0**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.
- BEXAIRA, K. P.; STRECK, N. A.; ZANON, A. J.; ROCHA, T. S. M. da; RICHTER, G. L., SILVA, M. R. da; TAGLIAPIETRA, E. L.; WEBER, P. S.; DUARTE JUNIOR, A. J.; CERA, J. C.; RIBAS, G. G.; UHRY JUNIOR, D. F.; MEUS, L. D.; ALVES, A. F.; BALEST, D. **Grupo de maturidade relativa: variação no ciclo de desenvolvimento da soja em função da época de semeadura**. In: Congresso Brasileiro de Soja, 8., 2018, Goiânia. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa, p. 1079, 2018.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina: EMBRAPA- CNPSo, v. 21, p. 61, 1987. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/446431?mode=simple>>. Acesso em 21 jun. 2019.
- BORDINGNON, J. R.; MANDARINO, J. M. G. **Soja: composição química, valor nutricional e sabor**. Londrina: EMBRAPA, p. 32, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, p. 398, 2009.
- CÂMARA, G. M. S. **Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção**. – Piracicaba: Visão Agrícola nº5, 2006.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. v. 6 - Safra 2018/19 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-113, 2019.
- CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Ferrugem da soja**. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/>> Acesso em 10 ago. 2019
- DUTRA, G. **Soja**. J. Agrlc. v.4, t.3, n.168, p.185-188, 1882
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. – Londrina: EMBRAPA, 2007.

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

FINOTO, E. L.; CARREGA, W. C.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; CECON, P. R.; REIZ, M. S. **Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agronômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja**. Revista Agro@mbiente On-line, v. 5, n. 1, p. 44-49, 2011.

FLORENTINO, J. **Soja: empresa facilita método para criação de cultivar resistente à ferrugem**. Canal Rural, Não-Me-Toque, 13, março, 2019.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. **Resistência de plantas de soja à morte de plântulas causadas por *Colletotrichum truncatum***. São Paulo: Arq. Inst. Biol., v.74, n.2, p.163-165, 2007.

GAZZONI, D. L. **Soja e abelhas**. 1.ed. Brasília: EMBRAPA, p. 151, 2017.

GIBSON, L.; BENSON, G. **Origin, History, and Uses of Soybeans (*Glycine max*)**, Iowa State University, Department of Agronomy, 2005.

GODOY, C. V. **Manejo de doenças deve ocorrer de forma integrada**. Visão agrícola nº5, 2005.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. **Diagramatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity**. Fitopatol. Bras. 31, 2006.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C.; SOARES, R.; MEYER, M. COSTAMILAN, L. M. ADEGAS, F. S. **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja**. ISSN 2176-2899 Londrina, PR, 2017.

GODOY, C.V.; UTIAMA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N. DIAS, A. R. et al. **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. – Londrina: Embrapa, 2018.

GRIGOLLI, J. F. J. **Manejo de doenças na cultura da soja**. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/240/240/newarchive-240.pdf>> Acesso em 10 jul. 2019.

HADLEY, H.H.; HYMOWITZ, T. **Specification an Cytogenetics**. In: CALDEWELL, B.E. et al. ed. **Soybeans: Improvement, Production and Uses**. Madison: American Society of Agronomy, p.97-116, 1973.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. – Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, p. 80, 2007.

HYMOWITZ, T. **On the domestication of the soybean**. Econ. Bot., 1970.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Como a planta se desenvolve**. Disponível em:

<[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/1A183CA9FE55F39883257AA0003B5C23/\\$FILE/Como%20a%20Planta%20da%20Soja%20Desenvolve.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/1A183CA9FE55F39883257AA0003B5C23/$FILE/Como%20a%20Planta%20da%20Soja%20Desenvolve.pdf)> Acesso em 14 jul. 2019.

JACKELLYNE, B. **Como escolher as melhores cultivares de soja para a sua lavoura.** Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/cultivares-de-soja/>> Acesso em 20 jul. 2019.

KAWUKI, R. S. et al. **Soybean rust severity, rate of rust development and tolerance as influenced by maturity period and season.** Crop protection, v.23, p. 447-455, 2004.

KENGNI, B. S.; ALBERT, N.; NESTOR, T. F. F. **Pollination and yield attributes of (cowpea) *Vigna unguiculata* L. Walp. (Fabaceae) as influenced by the foraging activity of *Xylocopa olivacea* Fabricius (Hymenoptera: Apidae) and inoculation with *Rhizobium* in Ngaoundere, Cameroon.** International Journal of Agronomy and Agricultural Research, v. 6, n. 2, p. 62-76, 2015.

KLOSOWSKI, A. C.; MAY DE MIO, L. L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. **Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*.** Pest Management Science, v. 72, n. 6, p. 1211–1215, 2016.

LE MOS, M. L. F.; GUIMARÃES, D. D.; MAIA, G. B. S.; AMARAL, G. F. **Agregação de valor na cadeia da soja.** Agroindústria BNDES Setorial, v. 46, p. 167–217, 2017.

LOBBE, H. **A cultura da soja no Brasil.** 7.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, p. 75, 1945.

MARQUES, M. C. **Performance de cruzamentos entre genitores tolerantes à ferrugem asiática da soja.** Tese (Doutorado em ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

MELO, C. L. P. DE M.; ROESE, A. D.; GOULART, A. C. P. **Tolerância de genótipos de soja à ferrugem-asiática.** Santa Maria: Ciência Rural, v.45, n.8, p.1353-1360, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141309>> Acesso em 21 jul. 2019.

MIYASAKA, S. **Instruções para a cultura da soja.** Campinas, Instituto Agrônômico, Boletim 12, p. 27, 1965. 27p.

MORAES, A. V. C.; CAMARGO, M. B. P.; MASCARENHAS, H. A. A. **Teste e análise de modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade para a cultura da soja na região de Ribeirão Preto.** Bragantia, v. 57, n. 02, p. 393-406, 1998.

MORSE, W.J. **History of soybean production.** In: MARKLEY, K. S. Soybeans and soybean products. New York, Interscience, p. 3-59, 1950.

NETO, S. P. S.; MOREIRA, C. T. **A escolha certa da cultivar de soja.** Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/875002/1/art045.pdf>> Acesso em 20 jul. 2019.

NUNES, J. L. S. **Características da Soja (*Glycine max*).** Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html> Acesso em 21 jun. 2019.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. **Estágios de desenvolvimento da cultura da soja.** In: BONATO, E. (Ed.). Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.19-44, 2000.

PENARIOL, A. **Soja: Cultivares no lugar certo.** Pelotas, Cultivar, n. 16, p.31-32, 2000.

PIPER, C.V. & MORSE, W. J. **The soybean**. New York, McGraw Hill, p. 320, 1923.

REIS, B.G. **O feijão soja, uma máquina de produzir utilidades**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Circular 41, p. 8, 1956.

SACON, D.; NETTO, A.; TONELLO, E. S.; FOCHESSATTO, M.; MILANESI, P. M.
Número de aplicações de fungicida e comparação entre cultivares com e sem tolerância no controle da ferrugem asiática da soja. Acta Iguazu, Cascavel, v.7, n.4, p. 47-58, 2018

SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; ROESSING, A. C. **As Perspectivas de Expansão da Soja**. Anais do XLIII Congresso da Sober. Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

SARTORI, F. **Soja: fotoperíodo e fotossensibilidade**. Disponível em:
<<https://www.blogagrobASF.com.br/soja-fotoperiodo-e-fotossensibilidade-471/n>> Acesso em: 02 jul. 2019.

SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, C. A.; CRAIG, I. R.; STAMMLER, G. **Sensitivity of Phakopsora pachyrhizi towards quinone-oxidase-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms**. Pest Management Science, v. 70, n. 3, p. 378–388, 2014.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção e uso da soja**. 1.ed. Londrina: Mecenas, p. 314, 2009.

TAGLIAPIETRA, M. S. **Mancozebe influencia a persistência de fungicidas inibidores da desmetilação e inibidores da quinona oxidase em cultivares de soja**. Tese de Doutorado (Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p.100, 2017.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 16), p. 265, 2013.

USDA – **United States Department of Agriculture**. Disponível em:
<<http://www.usdabrazil.org.br/pt-br/>>. Acesso em: 09 ago. 2019

VAVILOV, N.I. **The Origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants**. Cron.Bot.13, The Ronald press Company, New York, 1951.

VERNETTI, F. J.; GASTAL, M. F. C. **Descrição botânica da soja**. – Pelotas: EMBRAPA, 1979.