UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias – ICA

Thamires da Silva Freitas

INCIDÊNCIA DA MANCHA PÚRPURA EM SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SOB RESTRIÇÃO DA LUMINOSIDADE

Unaí - MG

2022

Thamires da Silva Freitas

INCIDÊNCIA DA MANCHA PÚRPURA EM SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SOB RESTRIÇÃO DA LUMINOSIDADE

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nicoli

Co-orientador: Prof. Dr. Anderson Barbosa Evaristo

Unaí - MG

2022

Thamires da Silva Freitas

INCIDÊNCIA DA MANCHA PÚRPURA EM SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SOB RESTRIÇÃO DA LUMINOSIDADE

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nicoli

Data de aprovação: 21/02/2022

Alessandro Nicoli

Prof. Dr. Alessandro Nicoli
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Paulo Roberto Ramos Barbosa

Prof. Dr. Paulo Roberto Ramos Barbosa
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Paulo Sérgio Cardoso Batista

Dr. Paulo Sérgio Cardoso Batista
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Unaí - MG

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que representa em minha vida, pois sei que sem Ele a construção desse sonho não seria possível e Sua presença é indispensável para que eu continue trilhando o meu caminho.

Aos meus pais José Eustaquio e Doralice Lopes, pelo amor incondicional, apoio e incentivo. Todas as dificuldades que enfrentei só foram superadas porque vocês foram minha inspiração e minha base.

Á minha querida irmã Thais, meu cunhado Ricardo e meus sobrinhos Helena e Ricardo Filho, pelo companheirismo, conselhos e por todo amor demostrado por mim.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) – Instituto de Ciências Agrárias (ICA) campus Unaí, pela a oportunidade de realização do curso de Agronomia e também pelo acolhimento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alessandro Nicoli, pelas orientações no desenvolvimento deste trabalho, pelas inúmeras conversas que tivemos, pelo suporte técnico, sugestões, correções, dicas, conhecimentos passados e principalmente pela amizade, muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Anderson Evaristo, por ceder a sua área experimental, pela ajuda no momento das estatísticas e com os dados.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao projeto 423896/2018.

A todos os meus professores de graduação, os quais foram verdadeiros mestres do conhecimento. Obrigada pela paciência para comigo durante esse longo período. Tentarei honrar profissionalmente o tempo que vocês dedicaram a mim.

Finalmente agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu pudesse chegar ao fim de mais uma etapa com sucesso.

Muito obrigada!

RESUMO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas de maior importância do agronegócio brasileiro. Objetivando uma melhor utilização de área e trazendo mais rentabilidade para o produtor, os sistemas de cultivos lavoura-floresta (ILF), como soja e eucalipto estão sendo cada vez mais empregados. O sistema ILF possui componente arbóreo que promoverá alterações no microclima e na radiação fotossinteticamente ativa, que poderá alterar o desenvolvimento da soja nas entre linhas. Dentre os fatores que reduzem a produtividade da soja destacam-se os agentes fitopatogênicos como o fungo *Cercospora kikuchii*, causador da mancha púrpura nas sementes, uma doença relevante e disseminada em várias regiões sojícolas do país. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da restrição da luminosidade no desenvolvimento da mancha púrpura em sementes de 16 cultivares de soja. Três experimentos foram realizados no campo, um em pleno sol e dois com sombreamento de 25% e 48% de restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) e as 16 cultivares foram distribuídas em três repetições (parcelas) compostas com quatro fileiras de plantas espaçadas de 0,5 m e 5 m de comprimento. Cada cultivar foi semeada de acordo com a população recomendada e considerando os três experimentos foram instaladas 144 parcelas. O desenvolvimento da mancha púrpura em determinadas cultivares de soja pode ser favorecido em ambientes mais sombreados, principalmente em 48% RRFA. As cultivares com baixa incidência da mancha púrpura nas sementes e com maior nível de resistência nos três ambientes de plantio foram FOCO 74177 RSF IPRO, BONUS 8579 IPRO, NS 7780 IPRO, NS 7901 RR, e NS 8338 IPRO. As cultivares RK 8115 IPRO e NS 7667 IPRO foram resistentes em pleno sol e 25% RRFA.

Palavras chave: *Glycine max*. Lavoura-floresta. Doença.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is one of the most important crops in Brazilian agribusiness. Aiming at a better use of area and bringing more profitability to the producer, crop-forest systems (ILF), such as soybean and eucalyptus, are being increasingly employed. The ILF system has a tree component that will promote changes in the microclimate and photosynthetically active radiation, which may alter the development of soybeans between the rows. Among the factors that reduce soybean productivity are phytopathogenic agents such as the fungus *Cercospora kikuchii*, the cause of purple seed stain, a relevant and widespread disease in soybean regions in the country. The objective of work was to evaluate the effect of light restriction on the development of purple seed stain on 16 soybean cultivars. Three experiments were conducted in the field, one in full sun and two with shading of 25% and 48% of restriction of photosynthetically active radiation (RRFA). The experimental design was randomized block design (DBC) and the 16 cultivars were distributed in three repetitions (plots) composed of four rows of plants spaced 0.5 m apart and 5 m long. Each cultivar was sown according to the population recommended and considering the three experiments there were 144 plots. The development of purple seed stain in certain soybean cultivars may be favored in shadier environments, especially at 48% RRFA. The cultivars with low incidence of purple seed stain and with the highest level of resistance in the three planting environments were FOCO 74177 RSF IPRO, BONUS 8579 IPRO, NS 7780 IPRO, NS 7901 RR, and NS 8338 IPRO. The cultivars RK 8115 IPRO and NS 7667 IPRO were tolerant only in full sun and 25% RRFA.

Keywords: *Glycine max*. Crop-Forest. Disease.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área dos experimentos no campo a pleno sol, ou com 25% e 48% de restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA).....**27**
Figura 2 – Amostragem e contagem das sementes de soja com incidência de mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*).....**28**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cultivares de soja, empresas, hábito de crescimento e grupo de maturação.....**29**
Tabela 2 - Incidência (%) da mancha púrpura em grãos de cultivares de soja após o cultivo á pleno sol, ou com 25% e 48% de restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA).....**30**
Tabela 3 - Tratos culturais gerais como adubações e aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas **31**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....**10**

2 OBJETIVOS.....**12**

3 REFERENCIAL TEÓRICO.....**13**
3.1 Soja (*Glycine max*) **13**
3.2 Sistemas de integração com soja.....**14**
3.3 Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*).....**17**
4 MATERIAL E MÉTODOS.....**21**
4.1 Local dos experimentos.....**21**
4.2 Delineamento experimental.....**21**
4.3 Tratos culturais.....**21**
4.4 Colheita.....**21**
4.5 Análise dos dados.....**22**
5 RESULTADOS E DISCURSÃO.....**23**
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....**26**
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....**32**
ANEXOS.....**40**

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) desponta como uma das principais culturas que movimenta a economia brasileira, ocupando uma área de 38,5 milhões de hectares, com uma produção estimada em 135,5 milhões de toneladas (CONAB, 2021). O consórcio de espécies florestais e agrícolas pode contribuir para a intensificação sustentável dos sistemas de produção e essa integração pode contribuir para a produção de soja sustentável em diferentes regiões do Brasil, tornando-se uma opção para aumentar e diversificar a renda do produtor (DEBIASI, FRANCHINI, 2012).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou integração lavoura-floresta (ILF) têm sido cada vez mais empregados entre os cultivos de grãos no Brasil. A relação entre o cultivo de árvores com culturas agrícolas proporciona muitas vantagens, dentre elas a redução dos picos de temperatura e velocidade do vento sobre as culturas, assim minimizando a evapotranspiração, além de favorecer a conservação do solo e da água (SINGH *et al*., 2012; UDAWATTA *et al.*, 2014). Em contrapartida, as árvores competem por recursos naturais como água, luz e nutrientes, o que pode reduzir o crescimento e a produção da cultura explorada nas entrelinhas.

A soja é uma espécie muito influenciada pelas variações de latitude e altitude, sendo sensível a baixas temperaturas. A ocorrência de déficit hídrico, principalmente durante a floração e o enchimento de grãos, prejudica fortemente o rendimento e o teor de óleo. Nesta fase, a soja também é muito sensível à intensidade luminosa (NEUMAIER *et al.*, 2000). Dessa forma, torna-se essencial que estudos de avaliações periódicas no sistema, das características agronômicas e da radiação solar incidente sejam conduzidos a fim de gerar conhecimentos básicos para definição de estratégias adequadas de manejo agrícola em sistemas integrados.

Neste sentido, alguns trabalhos apontam que a soja tem apresentado sensibilidade ao sombreamento (SMITH, 2000; YAO *et al.*, 2017) e menor produtividade em relação ao cultivo ao pleno sol (BALBINOT-JUNIOR *et al*., 2018a; BALBINOT-JUNIOR *et al*., 2018b). França *et al.* (2013), avaliando a produção de soja em ILF e a pleno sol verificaram que a presença de eucalipto no sistema reduziu a produtividade da soja em todas as distâncias, a partir da linha de eucalipto. A soja por ser uma planta C3, apresenta menor eficiência na utilização da radiação captada, ou seja, quando submetida a baixa intensidade luminosa irá apresentar redução na taxa de fitomassa, crescimento e assimilação líquida, resultando em baixa produtividade. Evidenciando o efeito do sombreamento no desenvolvimento das plantas,

quanto mais próximo dos eucaliptos, perceptível se torna o efeito da redução da luz que chega para as plantas do sub-bosque (CASAROLI *et al*., 2007).

As doenças podem interferir e causar uma redução pertinente no rendimento da soja, e como os sistemas ILPF e ILF tem crescido, torna-se necessário avaliar também o comportamento das cultivares de soja em relação às doenças nessas áreas de plantio com sombreamento. A doença conhecida como mancha púrpura é causada pelo fungo *Cercospora kikuchii*, o qual infecta as partes aéreas das plantas no final do ciclo de desenvolvimento, ocasionando lesões no caule, vagens e folhas, além das manchas roxas (púrpuras) nas sementes. Esse patógeno pode sobreviver na planta por um longo período sem induzir sintomas. Isso ocorre durante um estágio latente, geralmente na fase jovem do desenvolvimento da soja, sendo os sintomas da doença observados em plantas adultas (CHANDA *et al.*, 2014).

Os sintomas da doença ocasionada por *C. kikuchii* normalmente são visualizados em plantas no início do enchimento dos grãos e podem resultar no desfolhamento precoce das folhas superiores (CHANDA *et al.*, 2014). Nas condições ideais entre 23 e 27 C°, o fungo produz altos teores de cercosporina, uma toxina que induz a peroxidação lipídica, perda da integridade da membrana e, por fim, morte celular, favorecendo a sua disseminação pelos tecidos vegetais (CHANDA *et al.*, 2014; DAUB; EHRENSHAFT, 2000).

O controle inicia com o tratamento de sementes utilizando fungicidas, bem como aplicações no início do florescimento e enchimento dos grãos, entre os estádios R5 e R6 da cultura, momento esse importante, pois ocorre maiores índices de infecção das plantas de soja pelo patógeno. O controle genético por meio de cultivares resistentes à mancha púrpura é uma das medidas de controle. Em trabalho realizado por Cai *et al*. (2010), foram avaliados 42 genótipos de soja, onde alguns apresentaram porcentagem de infecção por *C. kikuchii*, significamente menor, podendo assim serem utilizados no desenvolvimento de cultivares de soja resistentes ao patógeno. Também foi verificado que o sistema de plantio precoce de soja pode resultar no desenvolvimento e maturação de plantas sob condições mais favoráveis para a infecção de sementes por *C. kikuchii*, bem como de outros patógenos fúngicos.

Portanto, ao considerarmos o crescimento de áreas com ILF e a importância dos danos na cultura da soja causados pela mancha púrpura, torna-se pertinente avaliar o desenvolvimento desta doença em áreas com e sem sombreamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência da mancha púrpura nas sementes de cultivares de soja em sistema de plantio ao pleno sol, e em plantios com simulação de ILF por meio da restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA) em 25% e 48%.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência da mancha púrpura (*C. kikuchii*) nas sementes de cultivares de soja em sistema de plantio a pleno sol, e com simulação de ILF a 25% e 48% de restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Soja (*Glycine max*)

A soja representa a nível mundial a principal oleaginosa produzida e consumida, com grande crescimento nas últimas décadas tanto em áreas cultivadas com na produtividade. Dentre os países produtores de soja, o Brasil destaca como líder no ranking de produção e exportação, alavancando cada vez mais a produtividade por safra. A produção brasileira de soja, somada à dos Estados Unidos, Argentina e China representa cerca de 85% da produção mundial. No Brasil, a soja ocupa uma área de 38,5 milhões de hectares com uma produção estimada em 135,5 milhões de toneladas, e preço médio aproximado de R$ 160 a saca de 60 kg, o que corresponde a um aumento de 4,1% na área plantada e 8,6% na produção de soja com relação à última safra 2020/2021 (CONAB, 2021).

A soja é uma dicotiledônea pertencente à família das Fabaceas e tem como origem a China, sendo introduzida no Brasil em 1882. É uma planta anual, herbácea, ereta, autógama, com cultivares variando de 0,8 a 1,5 m de altura versátil, em suas características morfológicas e influenciada pelo ambiente. Seu ciclo pode variar de 100 a 160 dias a depender da variedade, sendo dividido em estádios vegetativos e reprodutivos, e apenas nos dois primeiros estádios as letras não são seguidas de números, compreendendo uma fenologia do VE ao R8. É importante ressaltar que uma lavoura de soja é classificada nesses estádios quando pelo menos 50% ou mais das plantas no campo estão nele. Isso pode ocorrer devido a variações na velocidade de crescimento das plantas dentro das áreas. Existem dois tipos de plantas de soja, com crescimento determinado e indeterminado, onde ocorre alterações a depender da forma de crescimento da planta vista a partir do florescimento (EMBRAPA, 2012)

A cultura é muito exigente em água, tendo como as fases mais críticas a germinação, emergência, floração e enchimento de grãos. Com o desenvolvimento da cultura, as exigências aumentam, atingindo o máximo durante a floração e enchimento de grãos (7 a 8 mm ao dia), decrescendo após esse período. Se houver um déficit hídrico nesse período haverá uma queda de produção, sendo esse o fator que mais limita a produtividade da soja no mundo. A diminuição no tamanho e no número de grãos está muito relacionada a déficit hídrico durante o enchimento das vagens (THOMAS & COSTA, 2010). Para aproveitar o nitrogênio (N) fixado pela cultura da soja e melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, recomenda-se a utilização de rotação de culturas, por exemplo, leguminosa com gramínea. Além disso, a rotação de culturas também proporciona condições adversas para o desenvolvimento de

doenças, pragas e plantas daninhas. Antes de implantar a lavoura é necessário realizar análise do solo para verificar a necessidade de calagem, adubação de correção e manutenção. Os demais nutrientes são indicados conforme o resultado da análise e produção esperada.

A soja pode ser utilizada para alimentação humana e animal, como os exemplos: farelo de soja, em rações; farinha para pães, doces e massas; carne de soja em linguiça e salsichas; leite sem lactose e queijo Tofu; óleo doméstico; lecitina em produtos químicos, cosméticos, têxteis, alimentos e sorvetes. Além desses, uso em combustível biodiesel (CISOJA, 2012). O grão de soja possui um elevado teor nutritivo, constituído por proteínas (40%), lipídios (20%), minerais (5%) e carboidratos (34%) (MAPA, 2012). Portanto, devido a sua multifuncionalidade, o seu valor de mercado atrativo e a sua grande demanda no mundo, a produção de soja tende a aumentar a cada ano, seja na extensão das áreas cultivadas ou na produtividade.

3.2 Sistemas de integração com soja

O sistema ILF busca integrar os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas e agrícolas perenes ou a consorciação de espécies arbóreas e agrícolas (anuais) em rotação e/ou sucessão. Neste sistema a presença de árvores no ambiente de produção pode conferir vários benefícios ambientais, especialmente em termos de conservação do solo e da água (NASIELSKI *et al*. 2015), sequestro de carbono (LORENZ & LAL, 2014) e redução da velocidade do vento e da evapotranspiração (SVOMA *et al*. 2016). Além disso, pode propiciar benefícios econômicos, pela diversificação de atividades e aumento da renda por área, em função da geração de produtos florestais.

A adoção de sistemas integrados de produção, com a integração Lavoura-Pecuária e Floresta (ILPF), ou mesmo interação Lavoura-Floresta (ILF) tem sido cada vez mais implementado no Brasil. Nestes modelos de cultivos, existem sistemas com um melhor aproveitamento de área e reduzido impacto ambiental. O sistema ILPF ou simplesmente sistema agrossilvipastoril pode ser definido como um sistema de produção que alterna, na mesma área, o cultivo de espécies para produção vegetal como a soja, feijão, milho, sorgo, pastagens como espécies forrageiras como braquiária e panicum e florestas como o próprio eucalipto, de forma concomitante ou não, de modo que exista sinergia entre as atividades (NAIR *et al.*, 2010).

Atualmente, o sistema ILPF vem ganhando importância dentro da propriedade agrícola, pois permite a continuidade na produção de alimentos num patamar mais eficiente. Estima-se uma área em torno de 17,2 milhões de hectares (EMBRAPA, 2020). Pela integração da floresta

com as culturas agrícolas e com a pecuária, o ILPF oferece uma alternativa para enfrentar os problemas crônicos de baixa produtividade, de escassez de alimentos, de degradação ambiental generalizada e de redução de riscos de perda de produção pela diversificação de cultura. Além disso, torna-se possível o retorno do investimento de uma forma mais rápida e possibilita ao agricultor a obtenção de renda até que a floresta cresça e produza madeira para a comercialização. Por meio desse sistema, pode-se obter ganhos em eficiência nos seguintes aspectos: agronômico (melhoria das condições do solo), econômico (diversificação da produção), ecológico (melhoria da biodiversidade, da hidrologia e do microclima), além do social (benefícios sociais diretos e indiretos).

O efeito favorável da soja sobre o crescimento do eucalipto pode ser atribuído pelo aproveitamento da adubação aplicada na soja, pelo nitrogênio fixado pela leguminosa, e às condições ambientais mais favoráveis de crescimento inicial, devido à cobertura do solo pela soja (SCHREINER; BALLONI, 1986). O Brasil é um país tropical, e a implantação dos sistemas agroflorestais torna-se possível, entretanto, as regiões sul e centro-oeste possuem maior concentração desse sistema de plantio e os centros de pesquisas se encontram instalados nessas regiões (KLEFFMANN, 2016).

No entanto, como a soja é uma planta C3 e necessita de alta radiação (luz) para produção dos fotoassimilados (CASAROLI *et al.*, 2007), a cultura tem apresentado sensibilidade ao sombreamento (SMITH, 2000; YAO *et al.*, 2017) causado por esses sistemas de plantio integrados, refletindo em menor produtividade em relação ao cultivo a pleno sol (BALBINOT-JUNIOR *et al.*, 2018a; BALBINOT-JUNIOR *et al.*, 2018b). A influência do sombreamento no desempenho agronômico da soja em sistemas integrados, a partir da incidência da radiação, pode levar a mudanças no desenvolvimento da cultura. Dessa forma, torna-se importante analisar a adaptação e a produtividade da cultura nestes sistemas, uma vez que a produtividade de grãos é fundamental para a sustentabilidade do sistema e manutenção da atividade agropecuária.

Além disso, é necessário avaliar os efeitos do componente arbóreo sobre as culturas anuais que compõem o sistema, pois existe uma competição interespecífica temporária por água, luz e nutrientes (ROZADOS-LORENZO *et al.*, 2007; FRANCHINI *et al.*, 2014; ISAAC *et al.*, 2014; VISHWANATH *et al.*, 2014; WERNER *et al.*, 2017). Esse conhecimento é fundamental para a análise da viabilidade técnica e econômica dos sistemas agroflorestais, bem como para determinar conformações espaciais de plantas arbóreas que maximizem a produtividade e a rentabilidade de todo o sistema de produção (FRANCHINI *et al.*, 2014).

Deste modo, é recomendando que antes da implementação de um sistema ILPF ou ILF exista um conhecimento sobre o desenvolvimento das árvores e seu comportamento em relação às culturas agrícolas para dimensionar o espaçamento, fator determinante na interferência da produtividade da soja com cultivo de eucalipto. Diversos trabalhos realizados visando avaliação do cultivo de soja entre renques de eucalipto mostram redução no desenvolvimento da soja a partir da redução do espaçamento no cultivo entre culturas. Trabalhos realizados a partir de espaçamentos de 14 cm sob diversas posições mostra que houve uma redução expressiva, pelo grande efeito da competição exercida pelo eucalipto sobre a oleaginosa. Além disso, dependendo do espaçamento entre renques e da altura do componente arbóreo, o sombreamento da faixa de soja pode reduzir a incidência de radiação solar em boa parte do dia quando se faz o plantio das culturas no sentido Norte-Sul, podendo prejudicar a produtividade das culturas sombreadas (CÂMARA, 2009; NOBREGA *et al.*, 2001).

Estudando a relação entre a distância da linha de árvores de eucalipto e a produtividade de grãos de soja produzida entre renques espaçados em 22 m, verificou-se que o sombreamento provocado pelo eucalipto reduziu a produtividade dos grãos de soja em maior intensidade nas linhas próximas às árvores (SOUZA, 2011). Casaroli *et al.* (2007) constataram que a disponibilidade e o aproveitamento da radiação solar pela cultura da soja são fatores determinantes na produtividade final de grãos. Outro trabalho realizado por Balbinot Junior *et al.* (2009) demostra que o arranjo de fileiras duplas, tanto em baixa quanto em alta densidade, reduziu a produtividade da soja em relação à testemunha, média das cinco posições no entre renque sendo de 43%, mesma percentagem observada no arranjo de fileiras simples com alta densidade. Por outro lado, no arranjo de fileiras simples com baixa densidade de árvores, a perda de produtividade foi de 40%, demostrando a redução da produtividade da soja devido ao cultivo com eucalipto nos espaçamentos.

Tomando-se como referência a soja produzida no sistema a pleno sol em trabalhos realizados por Macedo *et al.* (2006), observou-se que a presença de eucalipto no sistema reduziu os valores dos componentes da produtividade da soja em todas as distâncias, a partir da linha de eucalipto. Entretanto, nota-se que a influência do eucalipto sobre a soja reduz à medida que se aproxima do ponto médio entre as linhas das árvores. Verificou-se redução de até 40% e 46,8% para o número de vagens por 10 plantas e peso dos grãos em 50 vagens, respectivamente, partindo do centro da entrelinha para a região mais próxima às linhas de eucalipto.

Schreiner (1989) em estudo sobre a influência de diferentes espaçamentos das linhas de eucalipto sobre a produtividade da soja, relatou haver uma tendência de maior produtividade da soja nos tratamentos mais espaçados, atribuindo este resultado a maior produtividade ao fato de

haver maior intensidade luminosa nestes tratamentos. Resultado pertinente para a agrofloresta é a obtenção de maior produtividade da soja quando o plantio é realizado no centro do entre renque de eucalipto em comparação com as plantas cultivadas próximas dos renques (WERNER *et al.,* 2017; BALBINOT-JUNIOR *et al.,* 2018a). Assim, os componentes da produtividade da soja aumentam à medida que se aumenta a distância das linhas de eucalipto.

As pesquisas sobre o desempenho das culturas envolvidas nos sistemas com consórcio entre plantas, principalmente entre espécies florestais e culturas anuais produtoras de grãos são incipientes, e muitas dúvidas ainda existem sobre possíveis efeitos negativos das espécies arbóreas no desempenho dessas culturas, em função do sombreamento (ALMEIDA *et al.,* 2014). Portanto, são poucas as informações fornecidas em relação à variabilidade entre cultivares comerciais com diferentes bases genéticas, bem como no que diz respeito à sua capacidade de se adaptar a ambientais agroflorestais (FRANCHINI *et al*., 2014). A partir disso, algumas pesquisas demostram a necessidade de um programa de melhoramento genético desenvolver novos cultivares de soja adaptados ao crescimento sob condições sub-florestais. A partir de novas avaliações, vem demostrando a necessidade de obtenção de cultivares com uma melhor tolerância ao sombreamento, possuindo caule mais curto e com menor massa, maior peso de semente por ramo, maior número de vagens por planta, e número de ramos por um período de crescimento mais longo durante o período de maturidade.

3.3 Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*)

As doenças da cultura da soja são um dos fatores bióticos que limitam a obtenção de altos rendimentos da cultura. Os danos ocasionados por essas doenças podem variar de ano para ano e de região para região, dependendo de cada safra, sendo que algumas delas podem ocasionar perdas de até 100%. Além disso, elas podem estar presentes desde o momento da semeadura até o final do ciclo da cultura, sendo estas últimas, comumente denominadas doenças de final de ciclo (DFC). Dentre as doenças que ataca a cultura da soja destacam-se a podridão radicular de fitóftora (*Phytophthora sojae*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*), mancha-alvo (*Corynespora cassicola*), ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), oídio (*Microsphaera diffusa*), podridão-de-carvão (*Macrophomina faseolina*), mancha-parda ou septoriose (*Septoria glycines*) e crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*) (Mais soja, 2010).

A espécie *Cercospora kikuchii* é um fungo necrótico que provoca manchas típicas de coloração roxa (púrpuras) nas sementes, causando reduções de 20% a 30% no rendimento a

depender do nível de infestação (GRIGOLLI, 2015). Esse fungo produz um metabólito fitotóxico (toxina) chamado cercosporina, substância importante na patogenicidade em soja (EHRENSHAFT; UPCHURCH, 1991).

Esse patógeno pode afetar toda a parte área da planta. Nos folíolos, causa necrose e desfolha precoce (HENNING *et al.,* 2014). Os sintomas nas folhas surgem no final da granação, sendo características as pontuações escuras, de coloração castanho-avermelhadas, as quais formam manchas escuras que resultam no crestamento foliar e desfolha prematura (ALMEIDA *et al.,* 1997). Quando o fungo atinge as hastes origina manhas vermelhas superficiais. Nas vagens é comum o aparecimento de pontuações vermelhas que evoluem para castanho-avermelhadas (HENNING, 2014). Através das vagens, o fungo pode atingir as sementes, causando a mancha púrpura no tegumento (KIMARI, 1997) onde é comum encontrar pontuações vermelhas que se tornam castanho avermelhadas, sendo a doença conhecida popularmente por mancha púrpura (GRIGOLLI, 2015).

Nas sementes a infecção pode ser superficial ou severas, quando o fungo penetra pelo hilo, e se aloja no parênquima estelar, no embrião e no sistema vascular da semente, sendo que a coloração púrpura se restringe à camada externa do tegumento (AGROFIT, 2018). As sementes infectadas pelo patógeno frequentemente apresentam rachaduras por onde podem penetrar outros agentes fitopatogênicos e frequentemente apresentam parte do tegumento com coloração roxa, mas nem todas as sementes com estes sintomas apresentam *C. kikuchii* (GOULART, 2005).

Se o grau de infecção do fungo for leve, o processo da germinação não será afetado. Entretanto, se ocorrer a desfolha prematura, haverá redução da granação na proporção de 30%, correspondendo a danos de 45% do rendimento, conforme o potencial produtivo da cultura (AGROFIT, 2018). De acordo com Galli (2005), o simples contato das sementes de soja com *C. kikuchii* foi suficiente para contaminação das mesmas. Normalmente, o patógeno quando em ambiente favorável afeta a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas, com aumento de plântulas anormais e redução no vigor (TOLEDO et al., 2009).

Entretanto, ao avaliar a degradação seletiva de proteínas no tegumento e cotilédones de sementes de soja por *C. kikuchii*, foi relatado que todas as sementes infectadas germinaram, similarmente às sementes sem sintomas. Ocorreu a degradação das proteínas do tegumento das sementes infectadas, no entanto, não foi observada a degradação de proteínas cotiledonares (VELICHETI et al, 1992). Oliveira et al. (1993) verificaram que, através de testes de germinação e pelo exame visual das plântulas, *C. kikuchii* não afetou o desempenho das

sementes até o estágio de plântula, mesmo quando as sementes apresentaram alta porcentagem de incidência do patógeno.

Segundo Henning *et al.* (2014), condições de temperaturas amenas variando entre 23°C a 27°C e alta umidade favorecem o desenvolvimento da doença, sendo que esse fungo é mais agressivo em regiões mais quentes e chuvosas (ALMEIDA *et al.,* 1997). Assim, nos períodos de chuvas mais intensos e repetidos ocorre um molhamento foliar acentuado, acarretando aumento na severidade da mancha púrpura.

O controle eficiente das doenças se inicia com um bom planejamento, com a escolha de cultivares que sejam resistentes às principais doenças da região, adotando-se também outras estratégias de controle como o vazio sanitário, rotação de culturas, utilização de sementes sadias e tratadas, adubação baseada em análises de solo, semeadura com população adequada e o controle químico para algumas doenças fúngicas que incidem na parte aérea (GODOY, 2017). Especificamente para *C. kikuchii*, o tratamento de sementes com fungicida pode ser uma medida preventiva contra a doença, pois contribui para reduzir a disseminação do patógeno para novas áreas, devendo-se destacar seu uso também na parte área, visando o controle do crestamento foliar causado pelo patógeno (HENNING, 1997; HENNING, 2014).

Em trabalho realizado por Pereira *et al.,* (2017), o tratamento de sementes com os ingredientes ativos de fungicidas Carbendazin + Thiram ou Thiabendazole + Thiram resultou na erradicação do fungo *C. kikuchii* em amostras que não continham sementes com mancha púrpura ou que apresentavam baixa incidência do patógeno. Porém, em amostras que possuíam níveis de ocorrência de 1 a 25% ou 26 a 50% da superfície da semente manchada, foi observada apenas a redução da incidência. Desta forma, o tratamento de sementes contribui para se ter uma germinação de sementes adequada, principalmente daquelas sementes infectadas, contribuindo para controlar o patógeno transmitido pelas sementes (HENNING *et al*., 1994).

O controle químico por meio de fungicidas tem grande importância para evitar os altos índices da mancha púrpura no campo, podendo ser encontrados 261 fungicidas comerciais registrados (AGROFIT, 2022). Dentre os encontrados no mercado estão os ingredientes ativos Tiram, Carboxina, Carbendazim, Fipronil, Difenoconazol, Tebuconazol, Azoxistrobina, Epoxiconazol, Propiconazol, Fluazinam, Tiofanato-metílico. Normalmente são recomendados em aplicação de forma preventiva a partir do início do florescimento e enchimento dos grãos, entre os estádios R5 e R6 da cultura, período de maior vulnerabilidade das plantas ao patógeno (EMBRAPA, 2013).

O controle genético por meio de cultivares resistentes à mancha púrpura é um dos objetivos almejados pelo manejo integrado e uma série de genótipos de soja tem sido

selecionados para resistência a *C. kikuchii* (ALLOATTI et al., 2015a; LI et al., 2019). Em alguns estudos, os dados de herança e as taxas de segregação mostram que um único gene dominante condiciona a resistência a mancha púrpura de sementes de soja. A resistência de um único gene dominante explica a conclusão por Wilcox et al. (1975) a partir de dados de herdabilidade que a resistência no genótipo PI 80837 está sob forte controle genético.

Após as avaliações de três populações de cruzamentos, a herança da resistência no genótipo PI 80837 foi controlada por um único gene dominante (JACKSON et al., 2006). No entanto, esse genótipo também foi explorado em outros dois cruzamentos, PI 80837 (R) x AP 350 (S) e PI 80837 (R) x MO/PSD-0259 (S), onde as parcelas experimentais foram colhidas e avaliado visualmente a porcentagem de sementes com mancha púrpura em 100 sementes por cada parcela. O resultado obtido mostrou que a herança da resistência do PI 80837 é governada por dois genes dominantes, sendo um desses genes conhecidos como *Rpss1*. Além disso, dois marcadores microssatélites (Satt 115 e Satt 340) no cromossomo 18 foram identificados como associados ao gene *Rpss1* (ALLOATTI, 2015b).

Como os sistemas de cultivo integrados têm crescido nas regiões produtoras de soja, será importante verificar o comportamento de genótipos de soja frente aos ambientes mais sombreados e avaliar o efeito da luminosidade na incidência da mancha púrpura em sementes das cultivares.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local dos experimentos

Os três experimentos foram realizados na mesma época em uma área de sequeiro com plantio de soja no município de Unaí-MG (16° 26’02’’S; 46° 55’27’W; 646 m).

4.2 Delineamento experimental

Foram utilizadas 16 cultivares de soja com diferentes grupos de maturação e hábito de crescimento indeterminado e determinado (Tabela 1). Primeiramente, a área foi dessecada por meio da aplicação do herbicida Roundup® (Glifosato). Um experimento foi conduzido em pleno sol sem cobertura, enquanto os outros dois experimentos foram cobertos com telas de sombrite para simular o sombreamento de 25% e 48% de RRFA, respectivamente (Figura 1).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) e as 16 cultivares foram distribuídas em três repetições representadas por quatro fileiras de plantas espaçadas de 0,5m e 5 m de comprimento. Cada cultivar foi semeada de acordo com a população recomendada para cada cultivar. Considerando os três experimentos, foram instaladas 144 parcelas.

4.3 Tratos culturais

Os tratos culturais gerais como adubações e aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas estão descritos na tabela 2.

4.4 Colheita e avaliação da mancha púrpura

A colheita das cultivares foi realizada no estádio fenológico R8 em maturação plena (mais de 95% das vagens de coloração madura), por meio do arranque manual de todas as plantas presentes nas duas fileiras centrais da parcela, descartando um metro no início e no final da fileira de plantio. Em seguida, as plantas passaram por um processo de secagem e debulha em trilhadeira no galpão da Fazenda Experimental Santa Paula (FESP), ICA, UFVJM. Antes de quantificar o peso de sementes em cada parcela, foi realizada a leitura da umidade das amostras, com resultado de modo geral entre 12% e 15%.

Após a organização de todas as 144 parcelas, uma amostra de 200 sementes de cada parcela foi separada e realizada a avaliação da incidência (porcentagem) de sementes com sintomas da mancha púrpura em relação as 200 sementes, totalizando assim em 28.800 grãos avaliados (Figura 2). As sementes das parcelas referentes as 16 cultivares de soja foram armazenadas em sacos de papel com prévia identificação e as avaliações ocorreram entre 20 a 25 dias após a colheita. As 200 sementes em cada parcela foram avaliadas visualmente e separadas entre as que apresentavam manchas arroxeadas (púrpura) das assintomáticas. Foi utilizado um contador de sementes como auxílio e ao final permitia obter a quantidade de sementes com mancha púrpura dentro de cada parcela.

4.5 Análises dos dados

Os dados de incidência de mancha púrpura foram submetidos a análise de variância de forma individual em cada experimento e análise conjunta de experimentos. Na análise conjunta, primeiramente testou a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR) individuais pela razão entre o maior e menor quadrado médio residual dos experimentos. Considerou as variâncias homogêneas quando a relação entre o maior e o menor QMR for menor que 7,0 (PIMENTEL-GOMES, 2009). Após a análise de variância, foram realizados testes de comparações múltiplas de média, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para o ambiente, e teste de agrupamento de médias, Scott-Knott a 5% de probabilidade para a cultivar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado interação entre as cultivares e os ambientes para a incidência média da mancha púrpura nas sementes de soja. Comparando-se as cultivares de soja dentro de cada ambiente, foi observado a formação de quatro grupos nos três sistemas de cultivo. No experimento realizado ao pleno sol, a maior incidência foi obtida na cultivar M 7110 IPRO, com 82,33%, sendo significamente superior a todas as demais cultivares. Foi observado dois grupos de cultivares com incidência intermediária de mancha púrpura com valores variando entre 28,33% a 48% e entre 14,83% a 24,33%, respectivamente. O resultado de menor incidência foi observado nas cultivares 74177 RSF IPRO, 8579 RSF IPRO, NS 7780, NS 7667, RK 8115, NS 7901 e NS 8338, com valores entre 2,67% a 8,17%, respectivamente, sendo as sete cultivares com menor incidência de mancha púrpura (Tabela 3).

No experimento com 25% RRFA, a cultivar M 7110 também foi a mais suscetível, com 66,5% de incidência da mancha púrpura. Em seguida, cinco cultivares estatisticamente iguais apresentaram incidência entre 37,17% a 50,17%, enquanto outras três cultivares apresentaram incidência entre 15,33% a 25,17%. As sete cultivares com menor incidência a pleno sol também apresentaram a menor incidência de mancha púrpura entre 0,83% a 7,0% no ambiente com 25% RRFA (Tabela 3).

No experimento com maior nível de sombreamento e restrição de luz (48% RRFA), a cultivar M 7110 manteve o comportamento de suscetibilidade à mancha púrpura com incidência de 71,50%, seguida pelas cultivares Desafio 8473 e M 6210 com 75,16% e 62,50%, respectivamente. Os dois grupos de cultivares intermediários apresentaram incidência entre 43,67% a 53,33% e entre 24,17% a 28,0%. Com exceção das cultivares RK 8115 e NS 7667 que estão entre as cultivares com menor incidência de mancha púrpura no pleno sol e 25% RRFA, todas as outras cinco permaneceram com incidência inferior, entre 7,5% a 16,67% no experimento com 48% RRFA (Tabela 3).

Ao considerarmos o comportamento de cada cultivar em relação aos três ambientes de condução, foi verificada diferença para oito cultivares (Tabela 3). Na cultivar RK 7518, a incidência da mancha púrpura aumentou de forma considerável com o aumento do sombreamento passando de 14,83% a pleno sol para 68% no ambiente com 48%. A incidência na cultivar M 6210 foi diferente entre o pleno sol e com 48% de RRFA, com menor valor no pleno sol (36,0%). As cultivares Desafio 8473, RK 6316 e NS 7667 apresentaram menor incidência da doença quando cultivadas no pleno sol e com 25% de RRFA. A cultivar CD 2728 foi diferente apenas entre o pleno sol e 25% de RRFA, com incidência de 28,33% e 50,0%,

respectivamente. A cultivar AS 3680 foi diferente apenas entre 25% e 48% de RRFA. No geral, a menor incidência foi observada na cultivar RK 8115 no ambiente com 25% de RRFA (0,83%) e a pleno sol com 5,83% (Tabela 3).

Portanto, para determinadas cultivares como a RK 7518 foi observado que o desenvolvimento da mancha púrpura foi favorecido em ambientes mais sombreados, principalmente de 48% RRFA. Quanto as cultivares que apresentaram baixos valores de incidência da mancha púrpura nos ambientes pleno sol e sombreamento, podemos destacar a 74177 RSF IPRO, 8579 RSF IPRO, NS 7780 IPRO, NS 7901 RR e NS 8338 IPRO, mostrando serem promissoras para cultivos sombreados até 48% de RRFA. Além dessas, a RK 8115 IPRO e NS 7667 IPRO também foram mais tolerantes em pleno sol e com 25% de RRFA, conforme nosso experimento. Nos ILF os objetivos têm sido avaliar os espaçamentos de plantio que permitam maior radiação solar nas plantas de soja, identificar cultivares tolerantes ao sombreamento e com produtividade adequada, como a cultivar NA 5909 RR (WERNER *et al.*, 2017) e L32 (YAO *et al*., 2017).

A cultivar 74177 RSF IPRO apresenta ciclo entre 112 a 115 dias, ótima arquitetura e potencial produtivo, tolerância a lagartas, indicada para altas tecnologias, possibilitando a segunda safra (SEMENTES OURO VERDE, 2019; Brasmax, 2019). A cultivar 8579 RSF IPRO é altamente produtiva e responsiva à época de plantio e população, com ciclo médio de 105 a 118 dias (SEMENTES OURO VERDE, 2019; Brasmax, 2019). Por outro lado, a cultivar NS 7780 IPRO (RR2-PRO) tem ciclo médio tardio e produtiva, tolera estresses climáticos, apresenta ótima arquitetura, amplitude de janela de semeadura, sanidade a doenças e pragas como as lagartas (NIDERA, 2018). A cultivar NS 7901 RR apresenta ciclo médio de 111 dias, alta performance produtiva, adaptabilidade, tolerância a estresse hídrico, acamamento e resistência a mancha púrpura (NIDERA, 2018; ATTO SEMENTES, 2022). A cultivar RK 8115 IPRO apresenta produção satisfatória, amplitude de janela de plantio, ótima arquitetura, sistema radicular bem desenvolvido, e ciclo entre 110 a 130 dias (KWS, 2018). A cultivar NS 7667 IPRO possui precocidade e boa produtividade, a planta facilita o manejo fitossanitário, possui amplitude de janela de semeadura, e ciclo entre de 113 a 130 dias (NIDERA, 2018).

A cultivar NS 8338 IPRO é indicada para médio e alto investimento, com flexibilidade de população em diferentes ambientes, engalhamento satisfatório, com ciclo entre 123 a 125 dias (NIDERA, 2018). Essa cultivar foi diferente de todas as outras nos ambientes pleno sol, 25% e 48% RRFA, com severidade da mancha parda (*Septoria glycines*) de 5,57%, 14,78% e 18,14%, respectivamente, sendo a mais promissora e com maior nível de resistência à mancha parda nos diferentes ambientes de cultivo da soja (DINIZ, 2021).

Assim como realizado no presente estudo, outros diferentes genótipos de soja também foram identificados como resistentes a mancha púrpura após serem colhidos no campo e uma amostra de 100 sementes por parcela ser avaliada quanto a essa doença. Nos genótipos resistentes a porcentagem de sementes com *C. kikuchii* foi menor que 10% em relação ao total de sementes avaliadas (ALLOATTI *et al*., 2015a). Recentemente foram identificadas 17 linhagens de soja resistentes (PI 88490, PI 504488, PI 417361, PI 548298, PI 437482, PI 578486, PI 404173, PI 346308, PI 355070, PI 416779, PI 80479, PI 346307, PI 264555, PI 417567, PI 417420, PI 381659 e PI 407749), com porcentagens inferiores de mancha púrpura em sementes, onde os valores nestes resistentes variaram entre 0 a 9% de infecção das sementes dependendo do genótipo e dos três anos de avaliação (LI *et al.*, 2019).

Essas publicações com porcentagem da mancha púrpura em sementes de soja estão relativamente associadas com as cultivares mais promissoras no presente trabalho, pois a incidência da doença foi entre 2,67 a 8,17% no pleno sol, entre 0,83 a 7,0% no experimento a 25% RRFA, e entre 7,5 a 16,67% no experimento 48% RRFA (Tabela 3). Portanto, as cultivares que se destacaram com menor incidência da mancha púrpura nos três ambientes do presente estudo pode ser promissoras em sistemas ILF envolvendo soja e eucalipto, sendo de grande importância a avaliação em diferentes regiões com aplicação desse sistema.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da mancha púrpura em determinadas cultivares de soja pode ser favorecido em ambientes mais sombreados, principalmente em 48% de RRFA.

As cultivares com menor incidência da mancha púrpura nas sementes, nos três ambientes de plantio foram FOCO 74177 RSF IPRO, BONUS 8579 IPRO, NS 7780 IPRO, NS 7901 RR, e NS 8338 IPRO.

As cultivares RK 8115 IPRO e NS 7667 IPRO apresentaram menor incidência de mancha púrpura a pleno sol e com 25% de RRFA.

FIGURAS

Figura 1 - Área dos experimentos no campo a pleno sol, ou com 25% e 48% de Restrição da Radiação Fotossinteticamente ativa (RRFA).

Fonte: João Paulo Leite

Figura 2 – Amostragem e contagem das sementes de soja com incidência de mancha púrpura.

Fonte: Thamires da Silva Freitas

TABELAS

Tabela 1 - Cultivares de soja, empresas, hábito de crescimento e grupo de maturação.

Cultivar	Empresa	Crescimento	Maturação
AS 3680 IPro	Agroeste	I	6.8
M 6210	Monsoy	I	6.2
RK 7518 IPRO	KWS	I	7.5
CD 2728 Ipro	Brevante	I	7.2
RK 6719IPRO	KWS	I	6.8
NS 8338 IPRO	Nidera	D	8.3
DESAFIO 8473	Brasmax	I	7.4
NS 7667 IPRO	Nidera	I	7.6
NS 7901 RR	Nidera	I	7.9
NS 7780 IPRO	Nidera	I	7.8
M7110 IPRO	Monsoy	I	6.8
FOCO 74177 RSF IPRO	Brasmax	I	7.4
BONUS 8579 RSF IPRO	Brasmax	I	7.9
RK 8115 IPRO	KWS	I	8.1
RK 6316 IPRO	KWS	I	6.3
NS 6906	Nidera	I	7.0

* Hábito de crescimento das cultivares de soja: indeterminado (I) ou determinado (D).

** Grupo de maturação referente as cultivares de soja utilizadas nos experimentos.

Tabela 2- Tratos culturais gerais como adubações e aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas.

Adubação de Plantio:
290 Kg do formulado 05-25-25 (N-P-K), 5% de enxofre, 0,6% de boro, e 0,06% de cobre.
Fertilizantes Foliares:
ExpertGrow (ADAMA) na dose 250 ml.ha -1 , mais 1 kg.ha -1 de Quimifol K 40 (10% N e 40% K2O).
Controle de Plantas Daninhas (Pós plantio)
Roundup® (glifosato) (3 L.ha -1) em 20/12/2019
Controle de pragas (Inseticidas / Fungicidas)
Bold® (acetamiprido) na dosagem 0,5 L.ha -1; Fusão® (metominostrobina, tebuconazol) em 0,5 L.ha -1 em 07/01/2020
Bold® (acetamiprido) na dosagem 0,5 L.ha -1 em 14/01/2020
Galil SC® (imidacloprido) (300 ml.ha -1), Orkestra SC® (piraclostrobina, fluxapiroxade) (300 ml.ha -1) e Support SC® (tiofanato- metílico) (900 ml.ha -1). em 14/02/2020
Galil SC® (imidacloprido) (300 ml.ha -1), Orkestra SC® (piraclostrobina, fluxapiroxade) (300 ml.ha -1) e Support SC® (tiofanato- metílico) (900 ml.ha -1). em 04/03/2020

Tabela 3 - Incidência (%) da mancha púrpura em grãos de cultivares de soja após o cultivo em pleno sol, ou com 25% e 48% de restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA).

Cultivar	Pleno Sol	25% de RRFA	48% de RRFA
M 7110 IPRO	82,33 a A	66,50 a A	71,50 a A
NS 6906	48,00 b A	37,17 b A	53,33 b A
Desafio 8473	36,33 b B	39,33 b B	75,16 a A
M 6210	36,00 b B	50,17 b AB	62,50 a A
AS 3680 IPRO	31,83 b AB	15,33 c B	43,67 b A
CD 2728 IPRO	28,33 b B	50,00 b A	45,83 b AB
RK 6316 IPRO	24,33 c B	25,17 c B	47,17 b A
RK 6719 IPRO	22,00 c A	21,67 c A	28,00 c A
RK 7518 IPRO	14,83 c C	38,33 b B	68,00 a A
NS 8338 IPRO	8,17 d A	7,00 d A	8,83 d A
NS 7901 RR	8,17 d A	7,00 d A	7,50 d A
RK 8115 IPRO	5,83 d AB	0,83 d B	24,17 c A
NS 7667 IPRO	5,50 d B	6,00 d B	25,50 c A
NS 7780 IPRO	3,83 d A	4,00 d A	8,50 d A
BONUS 8579 RSF IPRO	3,67 d A	6,33 d A	16,67 d A
FOCO 74177 RSF IPRO	2,67 d A	4,00 d A	16,67 d A

CV (%) da análise conjunta: 35,40

* Médias seguidas por letras minúsculas diferentes dentro da mesma coluna diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (linha).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. ***Cercospora kikuchii***, 2018. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso Dez.2021.

AGROFIT. Ingredientes ativos. - Produtos químicos-***Cercospora kikuchii***, 2022. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

ALMEIDA, A.M.R.; *et al*. Doenças da Soja. In: KIMATI, H.; *et al.* **Manual de Fitopatologia**. Volume II- Doenças das Plantas Cultivadas**.** 3.ed, São Paulo: Agronomia Ceres, 1997.

ALMEIDA, F.L.; et al. Produtividade de soja em diferentes posições entre renques de eucalipto em cultivo consorciado. **Colloquium Agrariae**. v. 10, n.1, Jan-Jun. 2014.

ALLOATTI et al. Screening a diverse soybean germplasm collection for reaction to purple seed stain caused for *Cercospora kikuchii*. **Plant Disease** 99: 1140 – 1146, 2015a.

ALLOATTI et al. Inheritance of and molecular markers for purple seed stain resistance in soybean. **Euphytica** 206:701–709, 2015b.

ATTO, SEMENTES. **NS 7901 RR.** 2018. Disponível em: https://www.attosementes.com.br/produto/ns-7901-rr/ Acesso Jan. 2022.

AGRO LINK, 2021 **Crestamento foliar ou mancha púrpura na semente de soja.** Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/crestamento-foliar-ou-mancha-purpura-na-semente-de-soja_444377.html/ Acesso Fev. 2022.

BALBINOT JUNIOR AA et al. 2009**. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. Ciência Rural** 39: 1925-1933.

BALBINOT-JUNIOR, A.A.; et al. **Desempenho da cultura da soja em sistema agroflorestal com eucalipto. Colloquium Agrariae**, 14, 62-71, 2018a.

BALBINOT-JUNIOR, A.A.; et al. **Desempenho da soja em sistemas agroflorestais com eucalipto em solo arenoso e clima tropical**. Revista de Ciências Agroveterinárias 17,556- 563, 2018b.

BRASMAX, SEMENTES. **BONUS 8579 RSF.** 2018. Disponível em < https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/?produto=273/ Acesso Jan. 2022

CAI G, SCHNEIDER RW, PADGETT GB. Assessment of lineages of *Cercospora kikuchii* in Louisiana for aggressiveness and screening soybean cultivars for resistance to Cercospora leaf blight**. Plant Disease**. 2010; 93: 868–874.

CÂMARA, G. M. S. **Fisiologia da produção de soja**. In: CAMARA, G. M. S (Coord.). Soja & Cia. Piracicaba: ESALQ/USP, 2009. p.150-179.

CASAROLI, D. et al. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja: uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 102-120, 2007.

CASAROLI, D.; FAGAN, E.B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P.A.; NETO, D.D.; VAN LIER, Q.J.; MÜLLER, L.; MARTIN, T.N. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura da soja uma revisão. Uruguaiana. **Revista da FZVA.** v.14, n.2, p.102-120, 2007.

CHANDA, A.K.; WARD, N.A.; ROBERTSON, C.L.; CHEN, Z.-Y.; SCHNEIDER, R.W. Development of a quantitative Polymerase Chain Reaction detection protocol for Cercospora kikuchii in soybean leaves and its use for documenting latent infection as affected by fungicide applications. **Phytopathology**, v. 104, p. 1118–1124, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 7, sétimo levantamento, Abr. 2021.

CISOJA – **Centro de Inteligência da Soja**. Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/index.php?p=utilizacao/>. Acesso em: Jan. 2022

DAUB, M.E.; EHRENSHAFT, M. The photoactivated Cercospora toxin cercosporin: contributions to plant disease and fundamental biology. **Ann. Rev. Phytopath**. v. 38, p. 461-490, 2000.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural.** v. 42, n. 7, p. 1180-1186, 2012.

DINIZ, A.P.V. Severidade da mancha parda em cultivares de soja sob restrição da luminosidade. **Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia).** Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM, 35 p, 2021.

EHRENSHAFT, M.; UPCHURCH, R.G.; Isolation of Light-enhanced cDNAs of *Cercospora kikuchii*. **American Society for Microbiology**, v.57. n.9. p. 2671-2676. Sept-1991.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Soja**. Manejo de doenças na soja. Londrina, 2013. Catálogo.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Soja**. Estádios de Desenvolvimento da cultura da Soja. Brasília 2012. Catálogo.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O que é ILPF?** Brasília 2020 Disponível em: > https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica Acesso. Fev. 2022

FRANÇA, A.N.; FERREIRA, A.D.; MACEDO, M.C.M.; ARAÚJO, A.R.; GONÇALVES, A.A. Índice de produtividade da lavoura de soja consorciada com eucalipto em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEIS: 10 ANOS DE PESQUISA, 2, 2013, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 2013.

FRANCHINI JC et al. 2014. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica** 45: 1006-1013.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; SICHIERI, F.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 1006-1013, 2014. ttp://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000500016 .

Galli JA, Panizzi RC, Fessel AS, Simoni F, Ito MF (2005) Efeito de Colletotrichum dematium var. truncata e Cercospora kikuchii na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes** 27(1):182-187.

GODOY, C.V. **Manejo de doenças na cultura da soja**. Resultados do CTC Agricultura, Embrapa Soja- 2017.

GOULART, Augusto César Pereira. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1ª impressão online 2005.

GRIGOLLI, J. F. J. Manejo de doenças na cultura da soja. **Tecnologia e produção**, p: 134-156,2015. Disponível em: http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/193/193/56c303562415749b3e1f4e1f7f16ca14335cd7e7d9268_08-manejo-de-doencas-na cultura-da-soja.pdf. Acesso Jan. 2022.

HENNING, A. A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 43 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 90).

HENNING, A. A. Testes de sanidade de sementes de soja. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. da S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill; [Brasília, DF]: Abrates: Copasem, 1987. p. 441-454.

HENNING, A.A.; *et al*. **Manual de identificação de doenças de soja.** 5.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

ISAAC, M.E.; CARLSSON, G.; GHOULAM, C.; MAKHANI, M.; THEVATHASAN, N.V.; GORDON, A. Legume performance and nitrogen acquisition strategies in a tree-based agroecosystem. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 38, n. 6, p. 686-703, 2014. http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2013.870630.

JACKSON, E.W.; FENN, P.; CHEN, P. Inheritance of Resistance to Purple Seed Stain Caused by *Cercospora kikuchii* in PI 80837 Soybean. **Crop Science** 46:1462–1466, 2006.

KIMARI, H.; et al. Manual de fitopatologia. São Paulo: **Agronômica Ceres**. 1995-1997. v.2. 3.ed.

KLEFFMAN, G., Embrapa. **ILPF** em números. 2016.

KWS, SEMENTES **RK 8115 IPRO**. 2018. Disponível em:< https://www.kws.com/br/pt/produtos/soja/portfolio-completo-soja/rk8115-ipro/ Acesso Jan. 2022.

LI, S.; SCIUMBATO, G.; E BOYKIN, D.; SHANNON, G.; CHEN, P. Evaluation of soybean genotypes for reaction to natural field infection by *Cercospora* species causing purple seed stain. **PLOS ONE** (2019), DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222673.

LORENZ K & LAL R. 2014. Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development** 34: 443-454.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. Campo Grande. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2006.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit.** Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 26 Dez.2021

MAIS SOJA- **Doenças de final de ciclo: quais são e como evitar**. Disponível em: https://maissoja.com.br/doencas-de-final-de-ciclo-na-soja-quais-sao-e-como-evitar/ Acesso Fev. 2022.

NAIR, P.K.R.; NAIR, V.D.; KUMAR, M.; SHOWALTER, J.M. Carbon sequestration in agroforestry systems. **Advances in Agronomy**, v.108, p.237-307, 2010.

NASIELSKI J et al. 2015. Agroforestry promotes soybean yield stability and N2-fixation under water stress. **Agronomy for Sustainable Development** 35: 1541-1549.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B. Estresses de ordem ecofisiológica. In: BONATO, E.R. (Ed.). Estresses em soja**.** Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2000. 254 p.

NOBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRAO, N. E. M.; FIDELES, J. F. Análise decrescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p.437-443, 2001.

NIDERA, SEMENTES **NS 7667 IPRO**. 2018. Disponível em:< https://www.niderasementes.com.br/soja_detalhe/ns-7667-ipro/ Acesso Jan. 2022

NIDERA, SEMENTES **NS 8338 IPRO**. 2018. Disponível em:< https://www.niderasementes.com.br/soja_detalhe/ns-8338-ipro/ Acesso Jan. 2022

NIDERA, SEMENTES. **NS 7780 IPRO.** 2022. Disponível em: https://www.niderasementes.com.br/soja_detalhe/ns-7780-ipro/ Acesso Jan. 2022

NIDERA, SEMENTES. **NS 7901 RR.** 2022. Disponível em: https://www.niderasementes.com.br/soja_detalhe/ns-7901-rr/ Acesso Jan. 2022

OLIVEIRA, J.A.; MACHADO, J.C.; VIEIRA, M.G.G.C.; BRANDÃO JÚNIOR, D.S. Transmissibilidade e danos causados por *Cercospora kikuchii* em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n.1, p. 97 - 100, 1993.

PEREIRA, C. E.; PEREIRA, M. C.; BRITO JÚNIOR, J. G.; MACHADO, J. C. Sementes de soja infectadas por *Cercospora kikuchii*, sob déficit hídrico**. Científica**, v.45, n.3, p.295-299, 2017.

ROZADOS-LORENZO MJ et al. 2007. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry System** 70: 53-62.

SCHREINER, H. G.; BAGGIO, A. J. Sistemas agroflorestais no Sul - Sudeste do Brasil. In: TALLER SOBRE DISENO ESTADISTICO Y EVALUACION ECONOMICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES, 1986, Curitiba. **Apuntes**. Curitiba: EMBRAPA-CNPF; [Roma]: FAO, 1986. p. 45-73.

SCHREINER, H.G. Culturas intercalares de soja em reflorestamentos de eucaliptos no Sul-Sudeste de Brasil. Colombo. **Boletim de Pesquisa Florestal.** N. 18/19, p.1-10. 1989.

SEMENTES OURO VERDE, BONUS **8579 RSF IPRO**. 2019 Disponível em:< http://www.sementesouroverde.com.br/views/soja_8579_rsf_ipro.php/ Acesso Jan. de 2022.

SEMENTES OURO VERDE, FOCO **74177 RSF IPRO.** 2019. Disponível em:< http://www.sementesouroverde.com.br/views/soja_74177_rsf_ipro.php/ Acesso Jan. de 2022

SINGH, A. K. et al. Dynamics of tree-crop interface in relation to their influence on microclimatic changes: a review. **HortFlora Research Spectrum**, v. 1, n. 3, p. 193- 198, 2012.

SMITH H. 2000. Phytochromes and light signal perception by plants - An emerging synthesis. **Nature**, 407, 585–591.

SOUZA, R, T; **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cultivares convencionais de soja em função da posição da vagem no dossel da planta**. Dissertação de mestrado. IFG. Urutai- GO 2017.

SOUZA, R.E.T. **Produção de soja em sistema agrossilvipastoril com eucalipto no Cerrado**. 2011. 39f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, FAMEV/UNB, Brasília, 2011.

SVOMA, B.M.; FOX, N.; PALLARDY, Q.; UDAWATTA, R.P. Evapotranspiration differences between agroforestry and grass buffer systems. **Agricultural Water Management**, v. 176, p. 214- 221, 2016. http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2016.06.018.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Soja, Manejo para alta produtividade de grão. **Evangraf**. Porto Alegre, 2010.

TOLEDO. et. al. Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2009. 218p

UDAWATTA, R. P. et al. Temporal and spatial diferences in crop yields of a mature silver maple alley cropping system. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 2, p. 407-415, 2014

VISHWANATH, B.R.; NAGARJAIAH, C.; RAGHAVENDRA, S.R.; JAYASHREE, M.K. Evaluation of soybean yield under biofuel based agroforestry system. **Environment & Ecology**, v. 32, n. 3, p. 1194-1199, 2014.

VELICHETI. et .al . Selective degradation of proteins by Cercospora kikuchii and Phomopsis longicolla in soybean seed coats and cotyledons. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, n. 8, p. 779 – 782, 1992.

WERNER F et al. 2017. Agronomic performance of soybean cultivars in an agroforestry system. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 47: 279-285.

WILCOX. JR. 1975. Efeitos da Cercospora kikuchii em soja. **Fitopatologia** 63:796-797

YAO, X.; et al. Effect of shade on leaf photosynthetic capacity, light-intercepting, electron transfer and energy distribution of soybeans. **Plant Growth Regul**, 2017, DOI10.1007/s10725-017-0307-y

ANEXOS

a) Avaliação das sementes de soja com mancha púrpura.

Fonte: Thamires da Silva Freitas

b) Sementes de soja com incidência de mancha púrpura.

Fonte: Thamires da Silva Freitas

c) Sementes armazenadas em sacos de papel.

Fonte: Thamires da Silva Freitas

d) Planta de soja apresentando sintomas de mancha púrpura.

Fonte: João Paulo Leite

e) Planta de soja sob sombreamento sob restrição da radiação fotossinteticamente ativa apresentando sintomas de mancha púrpura.

Fonte: João Paulo Leite