

Análise do crescimento de plantas de soja em função do uso de fungicidas para controle de *Corynespora cassiicola* no cerrado tocantinense

Analysis of soybean plant growth as a result of the use of fungicides to control *Corynespora cassiicola* in the cerrado tocantinense

DOI:10.34117/bjdv7n4-576

Recebimento dos originais: 19/03/2021

Aceitação para publicação: 23/04/2021

Vitor Stefanello Fernandes

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Produção Vegetal
Universidade Federal do Tocantins
E-mail: vitorstefanellofernandes@gmail.com

Yasmin Hellen de Sousa Nascimento

Acadêmica de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Universidade Federal do Tocantins
E-mail: yasmin.nascimento@mail.uft.com

Gabriel Queiroz Vanderleis

Acadêmico de Engenharia Florestal
Universidade Federal do Tocantins
E-mail: gabrielqueirozv@gmail.com

Gustavo Azevedo Silva

Acadêmico de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Universidade federal do Tocantins
E-mail: gustavo.azevedo@mail.uft.edu.br

Daniel Faria Falcão

Acadêmico de Agronomia
Universidade Federal do Tocantins
E-mail: daniel.falcao@mail.uft.edu.br

Ellane Jacqueline Coelho Moreira Gomes

Acadêmica de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Universidade Federal do Tocantins
E-mail: ellajacqueg29@gmail.com

Maria Victoria da Silva Izidoro

acadêmica de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Universidade Federal do Tocantins
E-mail: mariaizidoro2017.1@gmail.com

Austenio Cezario dos Santos
de Agronomia
Universidade Federal do Tocantins
E-mail: austeniosantos@outlook.com

RESUMO

Os fungicidas produzem efeitos fisiológicos capazes de interferir no crescimento de vegetais e auxiliar na obtenção de melhor produtividade mesmo sem a presença de patógenos. Objetivou-se avaliar a realocação de fotoassimilados de plantas de Soja em função de quatro combinações de ingredientes ativos de fungicidas e um grupo controle. O experimento foi conduzido em condições de campo em estação experimental da Universidade Federal do Tocantins no município de Gurupi. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3 com 4 repetições. O primeiro fator foi composto por cinco tratamentos: T1: Piraclostrobrina, Epoxiconazol e Fluxapirroxade; T2: Fluxapirroxade e Protiocanazol; T3: Fluxapirroxade e Oxicloreto; T4: Dimoxistrobrina e Boscalida; T5: Sem aplicação de fungicida (Testemunha). O segundo fator foi composto pelas épocas de aplicação dos fungicidas: respectivamente, os estádios fenológicos R1, R3 e R5. Foram avaliadas as variáveis: percentual de flores e vagens, massa seca total, área foliar, área foliar específica, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, peso de mil grãos e produtividade. As maiores taxas de crescimento das plantas foram observadas com o uso de Dimoxistrobrina e Boscalida. O percentual de flores e vagens, massa seca total, área foliar, área foliar específica são influenciadas pelo tipo de fungicida aplicado. Não foram encontradas diferenças significativas para o peso de mil grãos e produtividade.

Palavras-chave: Fisiologia vegetal, *Glycine max* (L.) Merrill, Estrobilurinas, Triazóis.

ABSTRACT

Fungicides produce physiological effects capable of interfering in plant growth and help to obtain better productivity even without the presence of pathogens. The objective was to evaluate the growth of Soybean plants as a function of four combinations of fungicide active ingredients and a control group. The experiment was conducted under field conditions in the experimental station of the Federal University of Tocantins in Gurupi. A 5 x 3 factorial design with four repetitions was used. The first factor was composed of five treatments: T1: Pyraclostrobin, Epoxiconazole and Fluxapirroxad; T2: Fluxapirroxad and Protiocanazole; T3: Fluxapirroxad and Oxychloride; T4: Dimoxystrobin and Boscalid; T5: No fungicide application (Witness). The second factor was composed of the fungicide application periods: respectively, the phenological stages R1, R3 and R5. The following variables were evaluated: flower and pod percentage, total dry mass, leaf area, specific leaf area, absolute growth rate, relative growth rate, thousand grain weight and productivity. The highest plant growth rates were observed with the use of treatment four. The percentage of flowers and pods, total dry mass, leaf area, specific leaf area are influenced by the type of fungicide applied. No significant differences were found for thousand grain weight and yield.

Keywords: Plant Physiology, *Glycine max* (L.) Merrill, Strobilurins, Triazoles

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é um dos alimentos mais importantes para a alimentação humana e animal no mundo (Pereira et al., 2019; Rodrigues et al., 2020), tendo como principais produtores: Brasil, Estados Unidos e Argentina (USDA, 2020). Somente no Brasil, em 2021 é esperada uma área de 38.175 mil hectares cultivada com essa oleaginosa e uma produção estimada em 134.451 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

A soja brasileira é altamente competitiva devido à redução de custos com fertilizantes nitrogenados, uma vez que a demanda nitrogenada é suprida pela fixação biológica com N₂ atmosférico (Hungria et al., 2006). Por outro lado, o manejo fitossanitário da cultura (controle de patógenos, plantas daninhas e insetos praga) é um dos componentes do custo total de produção mais oneroso, em torno de 20 a 25%. (Bueno & Cunha, 2020).

A mancha alvo da soja é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, encontrado em praticamente todas as regiões de cultivo de soja do Brasil, acreditando-se ser nativo e infectar um grande número de espécies de plantas. Pode sobreviver em restos de cultura e sementes infectadas, sendo essa uma forma de disseminação. Condições de alta umidade relativa e temperaturas amenas são favoráveis à infecção na folha. Os sintomas comuns são manchas nas folhas, com halo amarelado e pontuação escura no centro, que causam severa desfolha. Ocorrem também manchas na haste e na vagem. O fungo pode infectar raízes, causando podridão radicular e intensa esporulação (HENNING et al., 2016).

Fungicidas do grupo dos triazóis, estrobilurinas e suas misturas, consistem na forma mais eficaz e rotineira no manejo da mancha alvo (Twizeyimana & Hartman, 2017). Segundo Bartlett et al. (2002), a atividade fungicida das estrobilurinas ocorre por sua capacidade de inibir a respiração mitocondrial ao ligar-se ao sítio Q₀ do citocromo b (componente do complexo do citocromo bc₁, localizado na membrana mitocondrial). Quando há a ligação de um dos inibidores, ocorre o bloqueio da transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c₁, conseqüentemente há interrupção da produção de ATP. Já os triazóis possuem a capacidade de inibição da etapa de desmetilação do C-14 na biossíntese de esteróis fúngicos, sendo comumente caracterizados como inibidores da biossíntese de esteróis ou inibidores de desmetilação (Twizeyimana & Hartman, 2017).

Apesar da eficácia desses fungicidas no controle de doenças, muitos deles apresentam efeitos diretos e indiretos sobre a fisiologia e produtividade quando aplicados às plantas (Alves & Juliatti, 2018). Objetivou-se então, avaliar respostas fisiológicas e

produtivas da Soja em estádios fenológicos reprodutivos em função da aplicação de fungicidas para controle de *Corynespora cassiicola* no cerrado tocantinense utilizando a cultivar JURUENA IPRO 84185 RSF.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi, localizada nas coordenadas geográficas: 11°43`S e 49°04`N a 280 m de altitude, durante a safra 2018/2019. O plantio foi realizado no dia 29/11/2018, o solo foi classificado como latossolo vermelho amarelo distrófico (EMBRAPA, 2018).

O resultado da análise química e física de amostra do solo do experimento foi: pH em CaCl₂ = 4,7; M.O (%) = 2,2; P (Mel) = 3,8 mg dm⁻³ ; K = 0,13 cmolc dm⁻³ ; Ca+Mg = 2,3 cmolc dm⁻³ ; H+Al = 2,8 cmolc dm⁻³ ; Al = 0,40 cmolc dm⁻³ ; SB= 2,53 cmolc dm⁻³ ; V = 48%; 800 g kg⁻¹ de areia; 25 g kg⁻¹ de silte e 175 g kg⁻¹ de argila.

A região é classificada como Cerrado brasileiro com clima do tipo “Aw” (quente e úmido), de acordo com a classificação internacional de Köppen (Alvarez et al., 2013). A temperatura média durante a condução do experimento foi de 24°C, a umidade relativa do ar atingiu valores acima de 70% durante todo o ciclo da cultura. Destaca-se a ocorrência de veranicos e a distribuição irregular das chuvas.

Figura 1. Localização da área experimental.

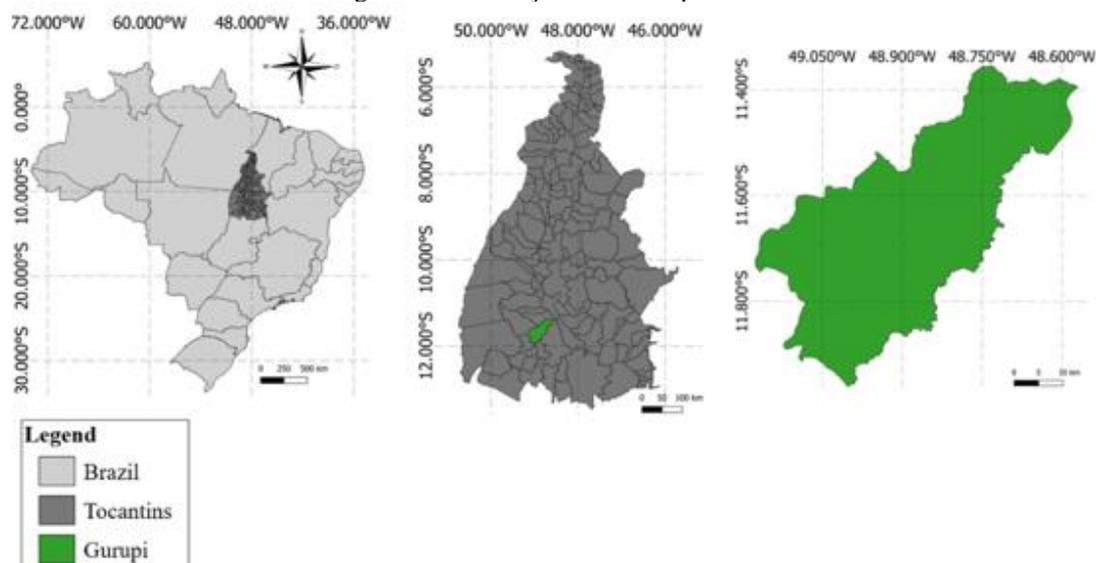
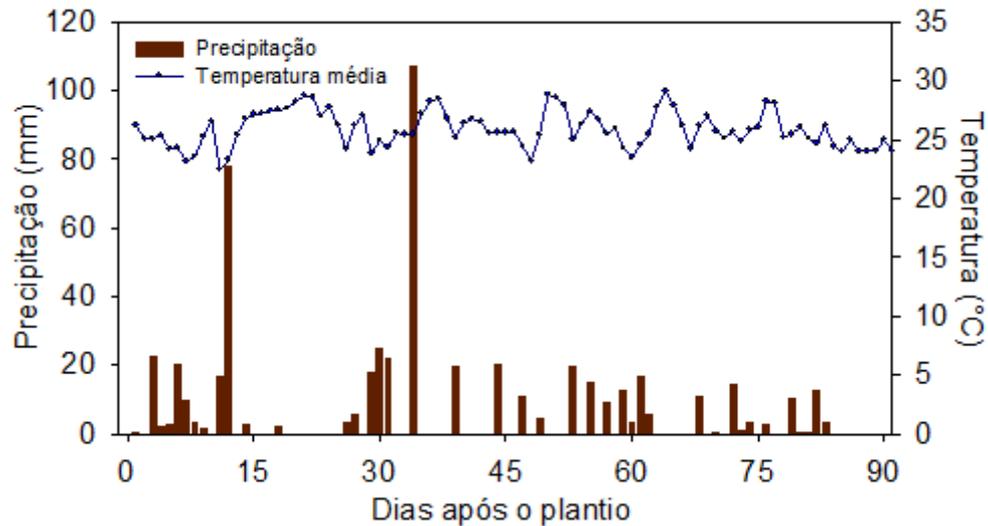


Figura 2. Dados climáticos da área durante o período experimental.



A cultivar escolhida foi JURUENA IPRO 84185 RSF, resistente a acamamento, e nematóide de galhas, hábito de crescimento determinado, pubescência cinza, cor de flor branca, cor de hilo marrom claro, recomendada para as regiões centro oeste e norte, com ciclo médio de 115 a 130 dias.

O experimento foi implantado seguindo o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, com 4 repetições. O primeiro fator foi composto por cinco fungicidas: T1: Piraclostrobina, Epoxiconazol, Fluxapirroxade; T2: Fluxapirroxade, Protioconazol; T3: Fluxapirroxade, Oxicloreto; T4: Dimoxistrobina, Boscalida; T5: Sem aplicação de fungicida (Testemunha). O segundo fator foi composto por composto por diferentes épocas de aplicação dos fungicidas: estádios fenológicos R1, R3 e R5.

Respectivamente as três aplicações dos tratamentos ocorreram 50, 64 e 78 dias após o plantio, foi detectada presença de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) aos 83 DAP, sendo realizada uma quarta aplicação, para controle da ferrugem, com produto Approach prima (CORTEVA) aos 85 dias após o plantio.

Tabela 1- Detalhamento dos tratamentos

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose	
		Produto (kg/ha)	I.A (g)
T1	Piraclostrobina; Epoxiconazol; Fluxapirroxade	0,8	64,8+40+40
T2	Fluxapirroxade; Protioconazol	0,3	60+84
T3	Fluxapirroxade; Oxicloreto	1,0	200+200
T4	Dimoxistrobina; Boscalida	0,3	60+84
T5	Sem aplicação de fungicida (Testemunha)	-	-

Foram avaliadas as variáveis: percentual de flores e vagens, massa seca total, área foliar, área foliar específica, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo,

peso de mil grãos e produtividade. As avaliações de percentual de flores e vagens, massa seca total, área foliar e área foliar específica ocorreram 5 dias após cada aplicação. Já a taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, o peso de mil grãos e a produtividade foram calculadas respectivamente ao final do experimento.

Para a obtenção da massa seca foram coletadas três plantas da fileira central de cada parcela, a seguir, estas foram separadas em limbo foliar, pecíolo, caule, flores e vagens. Estas porções foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada a 60°C durante 72 horas, após este período foram pesadas separadamente em balança analítica. As porções de flores e vagens foram convertidas em percentuais em base na massa seca total. A massa seca total representa o somatório de cada porção da planta (limbo foliar, pecíolo, caule, flores e vagens).

O método escolhido para a estimativa da área foliar foi o de contornos foliares (Benincasa, 2003), onde se retiram amostras de áreas conhecidas com um cortador cilíndrico, estas passam pelo mesmo método de secagem para a quantificação da massa seca, e depois de feita a relação da área foliar através do peso de folhas e área dos cortadores. Para determinação da área foliar específica foi utilizada um trifólio totalmente expandido, na porção superior da folha, a qual teve sua área foliar estimada pelo método dos contornos e sua massa determinada por balança analítica. Após dividiu-se a área foliar pela sua respectiva massa seca (Benincasa, 2003).

Com os dados de massa seca foram calculadas as taxas referentes ao crescimento de plantas (crescimento absoluto e crescimento relativo), segundo equações propostas por Benincasa (2003).

Estimou-se também o peso de mil grãos através de contagem manual, descontando a umidade encontrada nos grãos no momento da medição. A produtividade foi determinada através da relação do peso de mil grãos, o número de grãos por planta e o número de plantas por metro linear, com valores extrapolados para kg/ha.

Inicialmente os dados foram avaliados quanto sua normalidade e homocedasticidade. Posteriormente submetidos à análise de variância e, quando significativos, submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

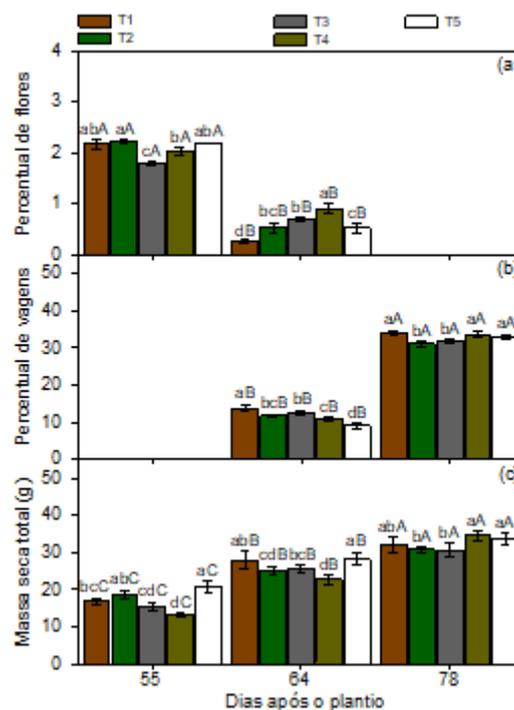
Os dados de percentual de flores, percentual de vagens e massa seca total de plantas, em função dos fungicidas estão apresentados na Figura 3. Houve interação

significativa ($p < 0,05$) entre as aplicações de fungicidas e as épocas de aplicações para as variáveis apresentadas na Figura 3.

O percentual de flores apresentou seu menor índice (1,79%) quando foi utilizado o tratamento T3: (Fluxapirroxade e Oxicloreto) no estágio fenológico R1. Os demais fungicidas aplicados apresentaram resultado semelhante às plantas que não receberam aplicação. No estágio R2 o maior índice de flores (0,89%) foi obtido com a aplicação de T4: (Dimoxistrobina e Boscalida). Enquanto o menor índice (0,26%) foi obtido com a aplicação de T1: (Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapirroxade) (Figura 3a).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5% ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada época de avaliação. Letras maiúsculas comparam os tratamentos entre as épocas de avaliação.

Figura 3 – Percentual de flores (a), vagens (b) e massa seca total (g) (c) de plantas de soja, cultivar JURUENA IPRO 84185 RSF submetidas a aplicação de fungicidas em estádios reprodutivos, safra 2018/2019 – Gurupi, Tocantins.



O percentual de flores reduziu ao longo do tempo de avaliação, sendo menor aos 64 dias após o plantio. Quando comparado ao tratamento testemunha a aplicação de: T3 (Fluxapirroxade e Oxicloreto) e T4: (Dimoxistrobina e Boscalida) apresentaram maiores percentuais de flores. Enquanto o tratamento T1: (Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapirroxade) influenciou de forma negativa o percentual de flores, apresentando resultados 50% inferiores ao tratamento testemunha.

O percentual de vagens nas plantas aos 64 dias após o plantio aumentou em função da aplicação dos fungicidas para o controle da mancha alvo quando comparado ao tratamento testemunha (Figura 3b). Aos 64 dias após o plantio o percentual de vagens foi cerca de 1,77 a 4,67% superior para a aplicação dos fungicidas, quando comparado à testemunha (9,09%), sendo o maior efeito observado para o tratamento T1: (Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapiróxade).

Aos 78 dias após o plantio os menores percentuais de vagens foram observados para os tratamentos T2: (Fluxapiróxade e Protioconazol) e T3: (Fluxapiróxade e Oxicloreto) apresentando em média 31,4% de vagens. Os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si, apresentando média de 35,6% de vagens. O percentual de vagens aos 78 dias após o plantio foi maior que aos 64 dias.

Trabalhos que relatem o efeito de fungicidas no percentual de flores e vagens de plantas de soja, ainda não são documentados, talvez este seja o primeiro estudo com essa abordagem.

Estudos mostram que o número de vagens não é afetado pela aplicação de fungicidas (I.A.: trifloxistrobina + ciproconazol), independentemente do número de aplicações e estágio de desenvolvimento das plantas (Pasqua et al., 2015). No entanto, resultados semelhantes ao do presente estudo também podem ser observados, no qual a aplicação de fungicidas aumenta o número de vagens por planta. Ludwig et al. (2010) verificaram o aumento no número de vagens por plantas avaliando o efeito da mistura dos fungicidas Tebuconazol + Tiofanato metílico em diferentes cultivares de soja no Rio Grande do Sul. A variação de número de vagens por plantas está diretamente relacionada ao percentual de vagens em relação à massa total das plantas. Resultados semelhante observados por Barbosa et al. (2014) e Alves & Juliatti (2018) avaliando diferentes fungicidas para o controle da ferrugem da soja em São Paulo e Minas Gerais respectivamente. Barros et al. (2008) verificaram que a aplicação dos fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazol promove uma redução no abortamento de vagens pelas plantas de soja, corroborando com os resultados de percentual de vagens para o tratamento (T1) composto por Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapiróxade o qual apresentou maior percentual de vagens aos 64 dias.

A massa seca total de plantas (Figura 3c) aumentou ao longo dos dias de avaliação. A massa seca total de plantas aos 55 dias após o plantio foi influenciada de forma negativa pela aplicação dos fungicidas para controle da Mancha alvo, exceto para o tratamento (T2) à base de Fluxapiróxade e Protioconazol (18,42 g), o qual não diferiu do tratamento

testemunha (20,67 g). A aplicação dos fungicidas reduziu a massa seca em cerca 18,8 - 34,9% quando comparado ao tratamento testemunha.

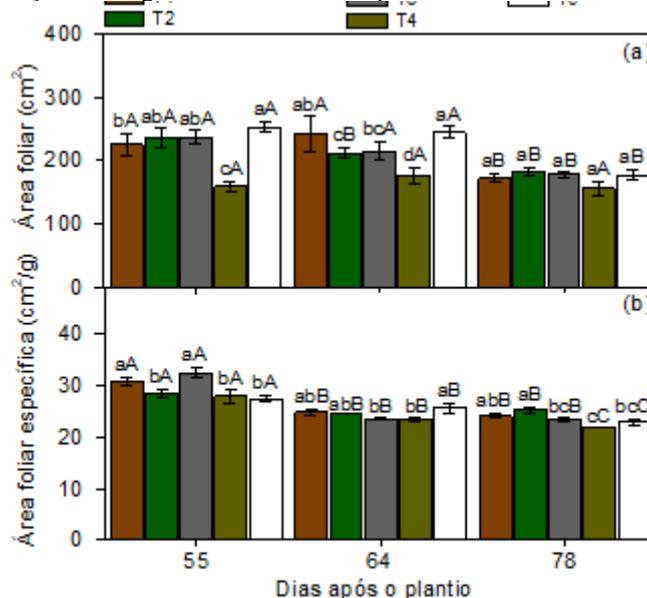
Aos 64 dias após o plantio as menores massas secas foram observadas para os tratamentos (T2) a base de Fluxapiraxade e Protiocanazol (25,19 g), T3: (Fluxapiraxade e Oxicloreto) (25,44 g) e T4: (Dimoxistrobina e Boscalida) (22,64 g), enquanto o tratamento à base de Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapiraxade (T1) (28,02 g) não diferiu do tratamento testemunha (28,24 g). Aos 78 dias após o plantio os tratamentos T2: (Fluxapiraxade e Protiocanazol), T3: (Fluxapiraxade e Oxicloreto) apresentaram menor massa seca total de plantas (média de 30,7 g), quando comparado ao tratamento testemunha (33,7 g). Os demais tratamentos não diferiram ($p > 0,05$) do tratamento testemunha, apresentando em média 33,3 g.

Em estudo avaliando o efeito de da aplicação dos fungicidas Piraclostrobina e Epoxiconazol de forma individual ou misturas de ambos e em diferentes épocas de aplicação Tsumanuma et al. (2010) verificaram aumento da matéria secas das plantas de soja ao longo da avaliação. Semelhante aos resultados observados no presente estudo. Além disso, quando comparado as plantas testemunhas (sem aplicação de fungicidas) as plantas de duas cultivares diferentes tratadas apresentaram maior acúmulo de massa seca, independente do fungicida ou combinação. O maior acúmulo de massa seca com a aplicação dos fungicidas deve-se principalmente a redução da severidade da Mancha alvo reduzindo as perdas/queda de folhas, e conseqüentemente promovendo maior massa seca total (Soares et al., 2004; Tsumanuma et al., 2010).

A área foliar e a área foliar específica estão apresentadas na Figura 4. Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos à base dos diferentes fungicidas utilizados para o controle da Mancha alvo e das diferentes épocas de avaliação. A área foliar foi menor aos 61 dias após o plantio (Figura 4a) para os tratamentos T1: (Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapiraxade) (225,22 cm²) e T4: (Dimoxistrobina e Boscalida) (159,42 cm²), quando comparado ao tratamento testemunha (253,34 cm²). Os demais tratamentos não diferiram ($p > 0,05$) do tratamento testemunha apresentando em média 233,44 cm².

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5% ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada época de avaliação. Letras maiúsculas comparam os tratamentos entre as épocas de avaliação.

Figura 4 – Área foliar (a) e Área foliar específica (b) de plantas de soja cultivar JURUENA IPRO 84185 RSF submetidas a aplicação de fungicidas em estádios reprodutivos, safra 2018/2019 – Gurupi, Tocantins.



Aos 64 dias após o plantio a aplicação dos tratamentos à base dos diferentes fungicidas influenciou de forma negativa a área foliar das plantas de soja, exceto para o tratamento (T1) composto de Piraclostrobina, Epxiconazol e Fluxapíroxade (241,79 cm²) o qual não diferiu do tratamento testemunha (244,40 cm²). A aplicação dos fungicidas para controle da Mancha alvo reduziu a área foliar das plantas de soja em cerca de 11,8 – 27,8% quando comparado ao tratamento testemunha. Aos 78 dias após o plantio não houve diferença entre os tratamentos para a área foliar, apresentando em média 173,5 cm².

A área foliar para os tratamentos T1: (Piraclostrobina, Epxiconazol e Fluxapíroxade), T3: (Fluxapíroxade e Oxicloreto) e para o tratamento testemunha foram menores aos 78 dias após o plantio, não diferindo aos 55 e 64 dias. Para o tratamento T2: (Fluxapíroxade e Protioconazol) a área foliar foi maior aos 61 dias após plantio, não diferindo aos 64 e 78 dias após o plantio. A área foliar para o tratamento T4: (Dimoxistrobina e Boscalida) não diferiu ao longo dos dias de avaliação.

A área de foliar específica das plantas de soja (Figura 4b) aos 55 dias após o plantio foi maior para as plantas que receberam os tratamentos: T1 (Piraclostrobina & Epxiconazol & Fluxapíroxade) (30,82 cm²/g) e Fluxapíroxade & Oxicloreto (T3) (32,44 cm²/g). Os demais tratamentos não diferiram entre si ($p > 0,05$) apresentando em média

27,94 cm²/g de área foliar específica. Aos 64 dias após o plantio, os menores índices de área foliar específica foram observados para os tratamentos: Fluxapiraxade & Oxicloreto (T3) (23,57 cm²/g) e Dimoxistrobina e Boscalida (T4) (23,31 cm²/g) quando comparado ao tratamento testemunha (25,60 dm²/g). Os demais tratamentos não diferiram do tratamento testemunha ($p > 0,05$), com média de 24,9 cm²/g.

Aos 78 dias após o plantio o maior índice de área foliar específica foi observado para o tratamento à base de Fluxapiraxade & Protiocanazol (T2) (25,25 cm²/g) quando comparado ao tratamento testemunha (22,91 cm²/g). Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) do tratamento testemunha (T5), com média de 23,10 cm²/g. A área foliar específica foi maior aos 61 dias após plantio para os tratamentos a base de Dimoxistrobina e Boscalida (T1), Fluxapiraxade & Protiocanazol (T2) e Fluxapiraxade & Oxicloreto (T3), porém não diferiam entre si aos 64 e 78 dias após o plantio. Para o tratamento à base de Dimoxistrobina e Boscalida (T4) e tratamento testemunha (T5) houve uma redução na área foliar específica ao longo das avaliações (55 dias > 64 dias > 78 dias).

Segundo Tsumanuma et al. (2010) a aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática proporciona um aumento na área foliar em função da redução da queda das folhas. No presente estudo a área foliar das plantas testemunhas (T5) foi igual ou superior as plantas que receberam aplicação de fungicidas. Possivelmente isto ocorreu em função de uma menor severidade da ferrugem, quando comparado ao trabalho de Tsumanuma et al. (2010). Silva et al. (2013) relatam que a aplicação de fungicidas para o controle da Ferrugem Asiática pode acarretar na retenção foliar pelas plantas de soja. No entanto, esse efeito depende do produto utilizado número de pulverizações e condições climáticas.

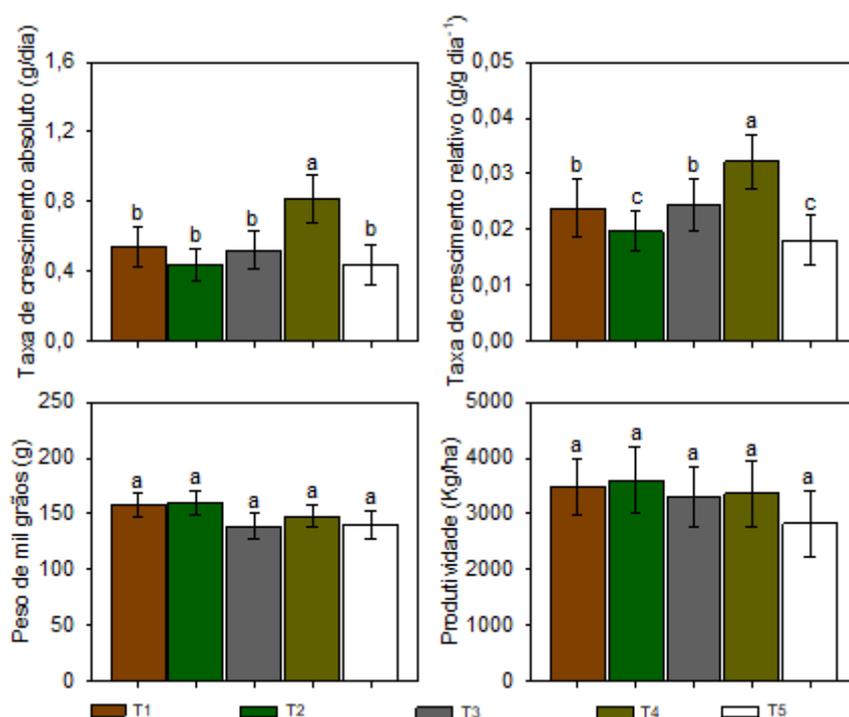
A taxa de crescimento absoluto taxa de crescimento relativo, o peso de mil grãos e a produtividade das plantas de soja submetidas aos diferentes fungicidas estão apresentados na Figura 5. A maior taxa de crescimento absoluto (Figura 5a) foi observada com o uso do tratamento a base de Dimoxistrobina & Boscalida (T4) (0,82 g/dia) para o controle da Mancha alvo. Os demais tratamentos não diferiram entre si ($p > 0,05$) apresentando taxa de crescimento absoluta média de 0,49 g/dia (Figura 5a).

Assim como a taxa de crescimento absoluto, a taxa de crescimento relativo (Figura b) para as plantas de soja foi maior quando utilizou-se o tratamento à base de Dimoxistrobina & Boscalida (T4) (0,03 g/g dia⁻¹) para o controle da ferrugem da soja. No geral, a taxa de crescimento relativo foi maior para os tratamentos com a aplicação dos

fungicidas, exceto para o tratamento à base do fungicida Fluxapiróxade & Protiocanazol (T2) ($0,019 \text{ g/g dia}^{-1}$) quando comparado ao tratamento testemunha (T5) ($0,018 \text{ g/g dia}^{-1}$) (Dimoxistrobina & Boscalida >Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapiróxade = Fluxapiróxade e Oxicloreto > Fluxapiróxade e Protiocanazol = Testemunha). Os tratamentos à base do fungicida Piraclostrobina, Epoxiconazol e Fluxapiróxade (T1) e Fluxapiróxade e Oxicloreto (T3) apresentaram uma taxa de crescimento relativo média de $0,024 \text{ g/g dia}^{-1}$.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5% ($p < 0,05$).

Figura 5 – Taxa de crescimento absoluto (a), taxa de crescimento relativo (b), peso de mil grãos (c) e produtividade (d) de plantas de soja cultivar JURUENA IPRO 84185 RSF submetidas à aplicação de fungicidas em estádios reprodutivos, safra 2018/2019 – Gurupi, Tocantins.



Tsumanuma et al. (2010) verificaram que a aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem da soja promoveu um aumento na taxa de crescimento absoluto e taxa de crescimento relativo das plantas ao final do ciclo em mais de 98 e 77% respectivamente. Segundo os autores isso pode ter ocorrido devido à algum efeito fisiológico da estrobilurina sobre o crescimento das plantas. Além disso alguns fungicidas podem agir como reguladores de crescimento das plantas, reduzindo a desfolha e atrasando a sua maturação (Barnett& Luke, 1976; Silva et al., 2010).

O peso de mil grãos (Figura 5c) e produtividade da soja (Figura 5d) não foram influenciados pelos tratamentos a base dos diferentes fungicidas para o controle da

ferrugem da soja, não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$) do tratamento testemunha. As plantas apresentaram em média peso de mil grãos de 149 g e produtividade média de 3312 kg/ha (55,2 sacas/ha).

Apesar de estudos apontarem vantagens práticas da aplicação de fungicidas na parte aérea das plantas de soja, como por exemplo, no aumento da produtividade (Horn et al., 1975; Mueller et al., 2009; Lourenço Jr et al., 2014; Minanti & Gheller, 2016; Silva et al., 2020), ou no incremento de qualidade das sementes colhidas (Ellis & Sinclair, 1976). Alguns trabalhos demonstram que a aplicação de fungicidas nem sempre resulta em aumento de rendimento ou mesmo na melhoria da qualidade das sementes (Almeida et al., 1982; Gagliardi et al. 2009; Silva et al., 2013; Ribeiro et al., 2016). As respostas das plantas a aplicação de fungicidas dependem, das condições ambientais e da presença de inóculo, favorecendo maior ou menor incidência de patógenos (Silva et al., 2013). Além disso, a resposta das plantas de soja em massa de grãos e produtividade depende do fungicida utilizado número de aplicações e épocas de aplicações conforme observado por Barros et al. (2008) e Mueller et al. (2009).

4 CONCLUSÕES

Os fungicidas promoveram alterações fisiológicas significativas nas variáveis analisadas, logo, interferiram no crescimento das plantas, diante deste fato, efeitos fisiológicos podem ser fontes de escolha para tomada de decisão no manejo dos fungicidas, juntamente com a eficácia no controle dos patógenos ocorrentes.

Os fungicidas utilizados contra Mancha alvo na soja não apresentaram redução no peso de grãos e produtividade da soja.

As maiores taxas de crescimento das plantas de soja foram observadas com o uso de Dimoxistrobina e Boscalida (T4). Os percentuais de flores, vagens e a área foliar são influenciadas pelo uso e tipo de fungicida aplicado.

É possível notar que ingredientes ativos diferentes, ao longo do tempo, promovem comportamentos fisiológicos distintos, tendo em vista seus diferentes modos de ação e comportamento das moléculas no interior das plantas.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A.M.R.; Roessing, A.C.; Costa, N.P. Aspectos da pulverização de fungicidas em soja. Londrina, EMBRAPA-CNPS, (EMBRAPA CNPS. Documentos, 2). 32 p, 1982.
- Alves, V.M. & Juliatti, F.C. Fungicides in the management of soybean rust, physiological processes and crop productivity. *Summa Phytopathologica*, v.44, n.3, p.245-251, 2018. Doi: 10.1590/0100-5405/167203
- Barbosa, G.F.; Centurion, M.A.P.C.; Ferraudo, A.S. Potencial do manejo integrado da ferrugem asiática da soja: severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção, cultivar MG/BR-46 (Conquista). *Bioscience Journal*, v. 30, Sup. 1, p. 76-89, 2014.
- Barnett, R.D.& Luke, H.H. The effects of fungicides on diseasesdevelopment seed contamination and grain yield on wheat. *Plant DiseaseReport*, v. 60, v. 2, p.117-119, 1976.
- Barros, H.B.; Sedyama, T.; Reis, M.S.; Cecon, P.R. Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.30, n. 2, p. 239-24, 2008. doi: 10.4025/actasciagron.v30i2.1741
- Ellis, M.A. & Sinclair, J.B. Effect of benomyl field sprays on internally – borne fungi, germination, and emergence late-harvested soybean seeds. *Phytopathology*, v.66, n.5, p. 680-682, 1976. doi: 10.1094/PHYTO-66-680
- Embrapa Soja, 2009. 73 p. (Embrapa Soja Documentos 256).
- Gagliardi, B.; Carvalho, T.C.; Pupim, T.L.; Gomes Junior, F.G.; Timóteo, T.S.; Kobori, N.N.; Moraes, M.H.D.; Menten, J.O.M. Efeito de fungicidas para o controle da ferrugem asiática na qualidade de sementes de soja. *Revistabrasileira de sementes*, v.31, n.4, p. 120-125, 2009.
- HENNING, A. A.; ALMEIDA, A.M.R.; GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; YORINORI, J.T.; COSTAMILAN, L.M.; FERREIRA,
- Horn, N.L.; Lee, F.N.; Carver, R.B. Effects of fungicides and phathogens on yields of soybeans. *Plant DiseaseReport*, v.59, n.9, p. 724-728, 1975.
- L.P.; MEYER, M.C.; SOARES, R.M.; DIAS, W.P. Manual de identificação de doenças de soja. 3. ed. Londrina:
- Lourenço Jr, V.; Balan, M. G.; Igarashi, S. Aplicação de fungicidas na soja baseada na detecção de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi*. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.81, n.2, p. 159-164, 2014. doi: 10.1590/1808-1657001202012
- Ludwig, M.P.; Dutra, L.M.C.; Lucca Filho, O.A.; Zobot, L.; Uhry, D.; Lisboa, J.I. Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicida e fungicidas. *Ciência Rural*, v.40, n.7, p.1516-1522, 2010. doi: 10.1590/S0103-84782010005000116

Minanti M.W. & Gheler, J.A. Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática na cultura da soja com o auxílio de coletor de esporos. *Revista cultivando o saber, Ed. Especial*, p. 70-80, 2016.

Mueller, T.A.; Miles, M.R.; Morel, W.; Marois, J.J.; Wright, D.L.; Kemerait, R.C.; Levy, C.; Hartman, G.L. Effect of fungicide and timing of application on soybean rust severity and yield. *Plant Disease*, v.93, n. 3, p. 243-248, 2009. doi: 10.1094/PDIS-93-3-0243

Pasqua, S.D.; Perira, S.; Franceschi, G.J. Número de aplicações de fungicida sobre o desenvolvimento de doenças foliares e rendimento da soja. *Magistra*, v. 27, N.3/4, p. 363-371, 2015.

Ribeiro, F.C.; Erasmo, E.A.L.; Moraes, E.B.; Cerqueira, F.B.; Matos, E.P.; Rocha, F.S. Fungicidas aplicados na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática no estado do Tocantins. *Revista cultivando o saber*, v. 9, n. 2, p. 198 – 209, 2016.

Silva, A.J.; Canteri, M.G.; Silva, A.L. Haste verde e retenção foliar na cultura da soja. *Summa Phytopathologica*, v.39, n.3, p.151-156, 2013. doi: 10.1590/S0100-54052013000300001

Silva, C.L.; Silva, C.O.; Marque, F.S.; Finoti, C.G.D. Controle químico da ferrugem asiática da soja em diferentes sistemas de aplicações. *Enciclopédia Biosfera* v. 17, n. 32, p. 239-248, 2020.

Soares, R.M.; Rubin, S.A.L.; Wielewicki, A.P.; Ozelame, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. *Ciência Rural*, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004. doi: 10.1590/S0103-84782004000400045

Tsumanuma, G.M.; Carvalho, S.J.P.; Fancelli A.L.; Bernardes, M.S.; Rodrigues, M.A.T.; Begliomini, E. Crescimento de dois cultivares de soja submetidos a aplicações de herbicidas e fungicidas. *Revista Ceres*, v. 57, n.6, p. 742-750, 2010. doi: 10.1590/S0034-737X2010000600007