



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
CURSO DE AGRONOMIA

LUIZ FELIPE SOARES AGUIAR

RESPOSTA DE UMA CULTIVAR DE SOJA À APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS
DISCRIMINADA POR MEIO DE TÉCNICA DE ANÁLISE MULTIVARIADA

GURUPI-TO

2020

LUIZ FELIPE SOARES AGUIAR

RESPOSTA DE UMA CULTIVAR DE SOJA À APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS
DISCRIMINADA POR MEIO DE TÉCNICA DE ANÁLISE MULTIVARIADA

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de “Agronomia” para obtenção do título de “Engenheiro Agrônomo” e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Prof. Dr. Susana Cristine Siebeneichler.

GURUPI-TO

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

A282r Aguiar, Luiz Felipe Soares.

RESPOSTA DE UMA CULTIVAR DE SOJA À APLICAÇÃO DE
FUNGICIDAS DISCRIMINADA POR MEIO DE TÉCNICA DE ANÁLISE
MULTIVARIADA. / Luiz Felipe Soares Aguiar. – Gurupi, TO, 2020.

26 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2020.

Orientadora : Susana Cristine Siebeneichler

1. Defensivos. 2. Efeito fisiológico. 3. Análise multivariada. 4. Estádios
reprodutivos. I. Título

CDD 630

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

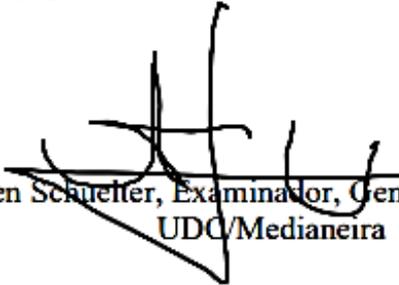
Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUIZ FELIPE SOARES AGUIAR

RESPOSTA DE PLANTAS DE SOJA À APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS
DISCRIMINADA POR MEIO DE TÉCNICA DE ANÁLISE MULTIVARIADA

Monografia apresentada à UFT– Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso Agronomia que foi julgada adequada para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 06/12/2020
Banca examinadora:


Prof. Dr. Adilson Ricken Schaefer, Examinador, Genética e Melhoramento UDC/Foz e UDC/Medianeira


Mestrando João Henrique Luz, Examinador, Solos – Esalq/USP


Mestranda Adila Pereira de Sousa, Examinadora, PV – UFT/CUG


Mestrando Vitor Stefanello Fernandes, Examinador, PV – UFT/CUG


Profª Drª Susana Cristine Siebeneichler, Orientadora, UFT/CUG

GURUPI – TO
2020

*Dedico este trabalho a minha família,
e a todos in memoriam que não chegaram ao
fim desta jornada, ou não puderam me ver
alcançar este objetivo.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a mim mesmo, por nunca ter desistido dessa trajetória nada fácil, mas que como tudo nessa vida, chegou ao fim. Saindo da classe E de estudante para a classe D de desempregado kkkk. Brincadeiras a parte, cursar Agronomia, cursar o ensino superior em si me abriu muito a mente para assuntos que eu jamais pensaria sobre, me fez ver o quão pequenos somos e que sozinhos não chegamos a lugar nenhum, abriu-me os olhos ao que realmente importa.

Em segundo lugar agradecer a minha família. A minha mãe, dona Elzinha ♥, por nunca medir esforços, por sempre dizer “mais longe já estive”, por nunca deixar que me faltasse nada, inclusive incentivo, por ser compreensiva quando eu reprovava, saiba que o mundo é seu minha vea, e enquanto eu estiver vivo e tiver condições nada irá lhe faltar. Minha irmã, Alana, por ter percorrido a mesma caminhada e passado pelos mesmos percalços de matérias, e trabalhos, e PFs, e apresentações, e PIBICs, etc. (apesar de nunca saber como é passar uma noite em claro estudando), por me consolar e me ajudar a pensar positivo, o que pra mim sempre foi muito difícil. Ao meu pai, pelo apoio financeiro e pela criação, já que parte do que sou hoje é devido a ele e os ensinamentos dele, temos nossas diferenças, mas quem nunca errou que atire a primeira pedra. Ao meu cunhado Gustavo gordo atoa, porque também faz parte da família e também sempre me incentivou da melhor maneira que pôde. Meus tios e tias e padrinhos (Joel e Rosângela) pela acolhida, pois caí de paraquedas nessa cidade, sem preparo algum, e eles foram os primeiros a me estender a mão.

Agradecer também os meus amigos, pois sem eles quem sou eu na fila do pão. Á Fernanda e nossas bugnaises e nossa amizade mais forte que o sutiã da Jojo Toddynho, á Elrita nosso rolês aleatórios, ao Henrique e as raivas passadas, e as canas bebidas, e o companheirismo que por muitas vezes me manteve forte. Á galera do formoso, Silvio, Ghustavo pelo Porco Fictício e a república Kapaloka (bons tempos), Délcio por ser um cara de ouro sinônimo de humildade e que nunca me tratou diferente por nada em nenhum momento, Hugo por ser esclerosado, muito inteligente, pelo nosso grupo de estudo, e por compartilhar das mesmas filosofias e pessimismos. A Karita, amiga de longa data que eu amo de paixão, amiga mais a distância do que pessoalmente (uma hora dá certo).

Ao pessoal da minha turma 2015.1, Karen, Suelle, Rafael, Flor, Serjão, Lucas Silva, Puff, o Bocas, Ádila, meu primo Túlio, ao Nêne, o corno do Taiuan, Batoré, Amanda, por sempre me ajudarem, e sempre me buscarem por ajuda também, AMO TODOS

IGUALMENTE, e só nos sabemos o que passamos pra chegar o dia da exaltação dos humilhados.

E aos demais que conheci na UFT ou pela UFT, ao longo dessa caminhada: o grupo d'a garupa da missiele, amo todos, Couto meu crush, Zé, Ariel líquido, Nadigirl Bicheck e sua alegria contagiante, Missi a dona da garupa. Daniel Nunes, que quando enricar não é pra esquecer dos pobres. A galera do CAA, João Paulo, Thiago e Sandro. Os chernoboyos Drogas, Nivaldo, Marcos Schmitz, Boribildi, Willy, a Ju, o Chaverin, Lucas Tosta amigo aleatório e dos mais sinceros, que transformou em chapa com tantas mudanças.

A minha orientadora Susana Cristine Siebeneichler, pela paciência, apoio moral, otimismo, gritos, e conselhos e lanches, tenho tanto a agradecer a essa mulher que ela sozinha merece uma folha em destaque, mas não posso ser parcial. Obrigado por me ouvir, me atender, me orientar, me dar um norte, num período de grande conturbação da minha vida, e no momento que eu mais precisei; a melhor orientadora do mundo, porque faz o que faz por amor. MUITO OBRIGADO ♥.

Obrigado a banca pela participação neste trabalho que envolveu grande aprendizado para todos, agradeço em especial ao João que me atendeu nos momentos de desespero.

É o fim de um ciclo e início de outro, assim é a vida... E como dizia um velho bêbado, “somando todas as coisas é claro, sinto que nossa pequena agonia é estúpida e fútil, mas nossos sonhos não são”.

RESUMO

Algumas pesquisas têm revelado que alguns defensivos podem conferir não só efeito protetor, mas também promovendo modificações na fisiologia das plantas, dando auxílio no desenvolvimento da cultura, logo, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de plantas de soja à aplicação de fungicidas em três estádios reprodutivos, levando em consideração a correlação entre as variáveis. O experimento ocorreu na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi, situada a 282 m de altitude, no período da safra 2018/2019. A cultivar utilizada foi a HO JURUENA IPRO 84I85 RSF. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos (7 fungicidas + Controle – sem aplicação) e quatro repetições: ATI - Piraclostrobina + Epoxiconazol + Fluxapirroxade; CARB - Carbendazim; EXF - Benzovindiflupir + Ciproconazol + Difenconazol; FOX - Bixafen + Prothioconazol + Trifloxistrobina; OXI - Fluxapirroxade + Oxicloreto de cobre; SPOT - Dimoxistrobina + Boscalida; TRID - Azoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe. As aplicações dos produtos químicos ocorreram 50, 64 e 78 dias após o plantio, que correspondem respectivamente aos estádios R1, R3 e R5. Decorridos 5 DAA realizou-se a avaliação para as seguintes variáveis: área foliar e área foliar específica, massa seca total, porcentagem de folhas, taxa de crescimento relativo, teores de nitrogênio, fósforo e potássio e o peso de mil sementes. Dentre as variáveis em estudo, a área foliar e a área foliar específica foram as que obtiveram maior destaque, positiva e/ou negativamente, e a variável peso de mil sementes foi a que se apresentou menos participativa na análise de variação multivariada. Dentre os tratamentos utilizados, os que tiveram maior contribuição para a variação da análise multivariada foram o TRID, ATI, OXI e SPOT em comparação com o controle, houveram respostas fisiológicas por parte das plantas em função da aplicação dos defensivos, ainda que negativas.

Palavras-chaves: Soja; Fisiologia vegetal; Efeitos secundários; Controle químico.

ABSTRACT

Some researches have revealed that some defensives can confer not only a protective effect, but also promoting modifications in the physiology of the plants, giving help in the development of the culture, therefore, this work had as objective to evaluate the response of soy plants to the application of fungicides in three reproductive stages, taking into account the correlation between the variables. The experiment occurred in the experimental area of the Federal University of Tocantins, campus of Gurupi, located at 282 m of altitude, in the period of the 2018/2019 harvest. The cultivar used was HO JURUENA IPRO 84I85 RSF. The experimental design was that of random blocks, with eight treatments (7 fungicides + Control - no application) and four repetitions: ATI - Pyraclostrobin + Epoxiconazole + Fluxapirroxade; CARB - Carbendazim; EXF - Benzovindiflupir + Ciproconazole + Difenconazole; FOX - Bixafen + Prothioconazole + Trifloxystrobin; OXI - Fluxapirroxade + Copper Oxychloride; SPOT - Dimoxystrobin + Boscalide; TRID - Azoxystrobin + Tebuconazole + Mancozeb. The applications of the chemical products occurred 50, 64 and 78 days after planting, which correspond respectively to the stages R1, R3 and R5. After 5 days after the application, the following variables were evaluated: leaf area and specific leaf area, total dry mass, percentage of leaves, relative growth rate, nitrogen, phosphorus and potassium contents and the weight of a thousand seeds. Among the variables under study, the leaf area and the specific leaf area were the ones that obtained the greatest prominence, positive and/or negative, and the variable weight of a thousand seeds was the one that presented less participation in the multivariate variation analysis. Among the treatments used, those that had the greatest contribution to the multivariate analysis variation were TRID, ATI, OXI and SPOT in comparison with the control, there were physiological responses by the plants due to the application of the defensives, even if negative.

Keywords: Soy; Plant physiology; Side effects; Chemical control.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1	Variáveis avaliadas	14
2.2	Análise estatística.....	15
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1	Estágio R1	18
3.2	Estágio R3	20
3.3	Estágio R5	22
4.	CONCLUSÃO.....	24
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

A demanda pela cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] encontra-se em expansão mundial, que segundo o MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2020), o consumo de soja no país mostra-se maior a cada ano. Na safra 2019/20, o Brasil obteve a maior produção já registrada que corresponde a cerca de 120,3 milhões de toneladas. Como a ampliação de terras para o cultivo apresenta-se limitada em certa medida, o desafio é aumentar a produtividade das áreas já abertas. Nesse sentido, deve-se atentar para a ocorrência de doenças, que prejudicam gravemente a produtividade da soja, fato que pode causar danos irreversíveis na lavoura (ZAMBOLIM, 2000).

No Brasil, uma doença fúngica na cultura da soja que tem crescido em importância devido ao aumento da sua incidência, e que tem resultado em perdas de produtividade é chamada de mancha-alvo (*Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei. Essa doença acomete as vagens, folhas e ramos, e pode incidir em qualquer fase da cultura, sendo mais notada início do florescimento. Os sintomas observados são pontuações amarronzadas ou pardas com bordas amarelas, que se desenvolvem em manchas circulares de cor castanha, e chega a medir até 2 cm de diâmetro e apresenta anéis concêntricos (CARDOSO et al., 2019)

Algumas pesquisas têm revelado que determinados defensivos químicos podem conferir não só efeito protetor, como certos tipos de efeitos “adicionais” na fisiologia das plantas, dando auxílio no desenvolvimento inicial da cultura, e ainda alguns resultados no aumento de produtividade (TAVARES et al., 2013). Outro exemplo citado por Nason et al., (2007) é o emprego do ingrediente ativo epoxiconazol, um fungicida triazol que retarda a senescência e aumenta a atividade das enzimas antioxidativas.

A designação Análise Multivariada representa uma grande quantidade de métodos e técnicas que usam, ao mesmo tempo, todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados adquiridos. Os métodos multivariados são escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa, pois se sabe que a análise multivariada é uma análise exploratória de dados, prestando-se a gerar hipóteses, e não redigir confirmações a respeito dos próprios, o que seria uma técnica confirmatória, como nos testes de hipótese, nos quais se tem uma afirmação a respeito da amostra em estudo (VICINI, 2005).

A análise canônica é também um método fatorial, que leva a representação gráfica e terá, por isso, traços comuns com a Análise de Componentes Principais. O que diferencia a ACP é que ela trata, exclusivamente, de variáveis numéricas, que desempenham todas o

mesmo papel, enquanto na análise canônica as variáveis são repartidas em grupos bem distintos (BOUROCHE & SAPORTA, 1982).

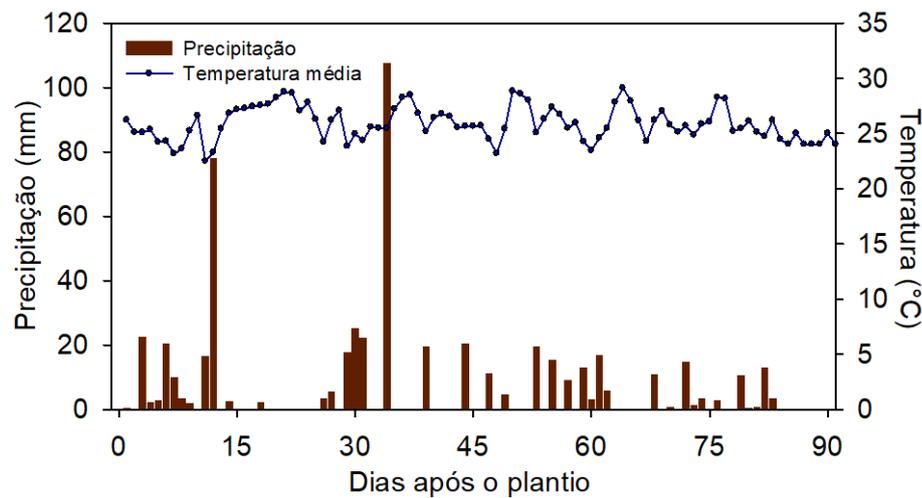
Dado a carência de trabalhos na região e na perspectiva de prover subsídios para uma melhor escolha de defensivos no controle da mancha-alvo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fungicidas na fisiologia da cultura da soja, levando em consideração a correlação entre as variáveis em estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi implantado na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi, situada a 282 m de altitude, no período da safra 2018/2019, em que a semeadura foi realizada do dia 29 de novembro de 2018. A classe do solo nesta área é latossolo vermelho amarelo distrófico (Embrapa, 2006). No período de condução do experimento a temperatura média foi de 24°C e umidade relativa do ar superior a 70%, com distribuição irregular das chuvas e a ocorrência de veranicos, características da região.

A cultivar utilizada foi a HO JURUENA IPRO 84I85 RSF, recomendada para as regiões centro oeste e norte, têm como atributos ciclo entre 115 e 130 dias, com hábito de crescimento determinado, pubescência de coloração cinza, flor branca, e cor de hilo marrom claro, possui ainda resistência ao nematoide da galha e ao acamamento.

Figura 1 – Pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar durante o desenvolvimento do experimento, em Gurupi-Tocantins, safra 2018/2019.



O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos (incluindo o controle) e quatro repetições cada: ATI - Piraclostrobina + Epoxiconazol + Fluxapiraxade (PIR+EPZ+FPX); CARB - Carbendazim (CARB); EXF - Benzovindiflupir + Ciproconazol + Difenconazol (BZF+CPZ+DFZ); FOX - Bixafen + Prothioconazol + Trifloxistrobina (BXF+PTZ+TFB); OXI - Fluxapiraxade + Oxicloreto de cobre (FPX+OXC); SPOT - Dimoxistrobina + Boscalida (DXB+BSC); TRI - Azoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe (AZT+TBZ+MCZ).

Ingredientes ativos	P.C. (L ha⁻¹)	I.A. (g ha⁻¹)	Fabricante
Piraclostrobina (estrobilurina) + Epoxiconazol (triazol) + Fluxapiroxade (carboxamida)	0,8	64,8 + 40 + 40	BASF
Carbendazim (benzimidazol)	1	500	Nortox
Benzovindiflupir (estrobilurina) + Ciproconazol (triazol) + Difenconazol (triazol)	0,75	30 + 45 + 75	Syngenta
Bixafen (carboxamida) + Prothioconazol (triazol) + Trifloxistrobina (estrobilurina)	0,5	62,5 + 87,5 + 75	BAYER
Fluxapiroxade (carboxamida) + Oxicloreto de cobre (inorgânico)	1,2	60 + 504	BASF
Dimoxistrobina (estrobilurina) + Boscalida (carboxamida)	1	200 + 200	BASF
Azoxistrobina (estrobilurina) + Tebuconazol (triazol) + Mancozebe (ditiocarbamatos)	2,0	94 + 112 + 1194	UPL

Quadro 1 - Tratamentos e seus respectivos ingredientes ativos e quantidades recomendadas para aplicação objetivando o controle da mancha-alvo.

As aplicações dos tratamentos foram efetuadas aos 50, 64 e 78 dias após o plantio (DAP) correspondendo respectivamente ao início do florescimento (R1), a segunda aplicação no início da formação de vagens (R3) e a terceira no início do enchimento de grãos (R5).

2.1 Variáveis avaliadas

As coletas foram feitas 5 DAA, ou seja, aos 55, 69, e 83 DAP. As três plantas foram escolhidas ao acaso e se localizavam na quinta fileira de cada parcela (posição central da linha), as quais foram separadas somente as folhas (pecíolo e limbo) (Folha%) e o restante da planta (exceto o sistema radicular), secos em estufa de circulação forçada a 68°C durante 72h, pesados isoladamente em balança analítica, e utilizados para estimar a massa seca total (MST).

Para a determinação da área foliar (AF) e área foliar específica (AFE), empregou-se o método de contornos foliares (BENINCASA, 2003), onde foi cortado o limbo foliar com cortadores cilíndricos formando discos de área conhecida, discos esses que passaram pelo mesmo processo de secagem para mensuração de massa em balança analítica, e então esses pesos são utilizados para a determinação aproximada de um trifólio totalmente expandido no terço superior da folha

Com os valores de massa das parcelas obteve-se as taxas de crescimento relativo (TCR), segundo as equações propostas por Benincasa (2003), que leva em consideração as massas da última (R5) e da primeira coleta (R1).

De maneira simultânea foi coletado um trifólio superior inteiramente desenvolvido de outras quatro plantas, também da quinta linha de cada parcela, e acondicionadas em sacos de papel previamente identificados. No total havia 32 amostras (4 folhas completas por tratamento), para cada época, que foram secas igualmente em estufa com ventilação forçada, a 60°C durante 48h.

Logo após, foram trituradas em moinho de facas do tipo Willey (STAR FT 50), e colocados em sacos plásticos já identificados, para em seguida serem utilizados na determinação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Tais determinações foram realizadas em conformidade com o procedimento proposto por Tedesco et al. (1995) e Mendonça & Matos (2005) e as análises feitas no Laboratório de Solos do próprio campus.

O PMS foi estimado pela coleta e trilhamento de plantas em uma área central de 7,5m² de cada parcela, pesadas cem sementes em oito repetições, daí foi retirada a média e esta multiplicada por 10, ajustou-se ainda a umidade para 13% (BRASIL, 2009).

2.2 Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade (*Shapiro-Wilks*) e de homoscedasticidade da variância (*Bartlett*), quando não atendidos os pressupostos foi aplicado à transformação Box-Cox. Em seguida, os dados para cada estágio reprodutivo (R1, R3 e R5) foram avaliados mediante a aplicação de testes de análises de variação multivariada (MANOVA), e das análises de discriminantes canônicos para determinar a relação entre as variáveis e os fungicidas. As análises foram realizadas no programa R versão 4.0.2 (TEAM, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância multivariada indicaram dissimilaridade dos fungicidas nos estádios R1 ($p < 0,001$), R3 ($p < 0,001$) e R5 ($p < 0,001$) das plantas de soja para variáveis de acúmulo de biomassa e teores de nutrientes foliares.

Na tabela 1 encontram-se o número de funções discriminantes e o percentual de explicação de cada uma das funções avaliadas. As funções canônicas discriminantes (DCF) para três estádios fenológicos da cultura cada função representam o percentual acumulado de participação de cada variável dentro de cada um dos tratamentos na variação total do experimento, este percentual é utilizado para explicar o quanto correta é a interpretação com base nas dimensões canônica resultantes da análise. A importância de cada variância é dada através do percentual de variância acumulada que esta absorve.

Tabela 1. Número de funções discriminantes e o percentual de explicação de cada uma das funções discriminantes avaliadas para os estádios fenológicos R1, R3 e R5 que resume a resposta da soja a aplicação de fungicidas.

Dimensões	Estádios					
	R1		R3		R5	
	Percentual (%)	Acumulado (%)	Percentual (%)	Acumulado (%)	Percentual (%)	Acumulado (%)
DCF 1	77.23	77.22***	60.20	60.197***	55.43	55.42***
DCF 2	13.94	91.17***	21.54	81.74***	20.47	75.89***
DCF 3	5.93	97.09 ***	10.71	92.44**	13.28	89.18***
DCF 4	1.79	98.89 ^{ns}	5.68	98.12 ^{ns}	6.06	95.23***
DCF 5	0.49	99.38 ^{ns}	0.91	99.03 ^{ns}	3.34	98.57 **
DCF 6	0.39	99.77 ^{ns}	0.68	99.72 ^{ns}	0.88	99.45 ^{ns}
DCF 7	0.23	100.00 ^{ns}	0.28	100.00 ^{ns}	0.55	100.00 ^{ns}

Estádios da soja: R1, R3 e R5. DCF: funções canônicas discriminantes; ***: significativo a 1% de probabilidade ($P \leq 0,001$); **: significativo a 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$); *: significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq P < 0,05$); ns: não significativo ($P > 0,05$).

Pela avaliação da variância acumulada para as duas primeiras funções discriminantes canônicas, detecta-se que os dados para R1, R3 e R5 explicam respectivamente, 91,17%, 81,74% e 75,89%. De acordo com Cruz & Carneiro (2003) mencionam que os primeiros discriminantes canônicos (variação canônica) em estudos de divergência genética são utilizados quando explicam pelo menos 80% da variação acumulada que é justificada pela dificuldade de visualização em gráfico em plano bidimensional.. Todavia, de acordo com Rencher (2002), que empregou uma técnica semelhante de análise multivariada, denominada de componentes principais, recomenda que no mínimo 70% da variância total devam ser explanadas pelo primeiro e o segundo componentes principais. Como os resultados

verificados para o estágio R5 foram de 75,89% da variação, que é bem próximo de 80%, pode-se lançar do uso de um gráfico em três dimensões, ou seja, que inclua a terceira função canônica discriminante, totalizando assim 89,18% da variação disponível. Por outro lado, é possível continuar a análise com gráfico bidimensional, porém deve-se tomar cuidado com a distorção gráfica, que para os dados de R5 foi de 24,11%.

Na Figura 2 são apresentados os *scores* das variáveis que têm a maior participação dentro das DCFs 1 e 2 para os dados obtidos em R1, R3 e R5, e que são utilizados para plotar os tratamentos dentro dos gráficos de distribuição *biplot* (Figura 3, 4 e 5). Logo, observa-se que a TCR, com valor negativo, em todos os estádios, não contribuiu com a discriminação dos tratamentos. Essa variação negativa está em concordância com o esperado, sendo que qualquer acréscimo em peso, altura ou área foliar ao longo do tempo decorrido da planta no campo, são comparados com o peso, altura ou área foliar alcançado anteriormente, logo a tendência desses valores é que eles reduzam a cada fase fenológica da cultura (DE LIMA et al., 2007).

Figura 2. *Scores* das variáveis com destaque nos valores em que houve uma maior variação nas duas primeiras funções canônicas discriminantes (DCF) para cada estágio fenológico avaliado.

Variáveis	Estádio					
	R1		R3		R5	
	DCF 1	DCF 2	DCF 1	DCF 2	DCF 1	DCF 2
N	-0.006	0.171	-0.409	-0.036	0.157	0.739
P	-0.372	0.027	0.004	0.082	0.174	-0.276
K	0.413	0.253	0.138	0.216	-0.573	-0.196
PMS	0.160	-0.202	-0.192	0.025	0.076	0.032
MST	0.375	0.604	0.281	0.255	-0.511	-0.445
Folha%	-0.757	0.456	0.449	0.313	-0.326	0.061
AF	0.003	0.640	0.282	0.732	-0.567	-0.139
AFE	-0.562	-0.315	-0.515	0.388	0.608	0.123
TCR	-0.369	-0.408	-0.437	-0.142	-0.263	-0.312

DCF: funções canônicas discriminantes; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; PMS: peso de mil grãos; MST: massa seca total; Folha%: percentual de folhas; AF: área foliar; AFE: área foliar específica; e TCR: taxa de crescimento relativo.

A massa seca total apresenta maior importância na discriminação dos dados até R3 e decai em R5, nesse estágio, início do enchimento dos grãos ocorre a translocação de nutrientes e metabólitos orgânicos para os grãos, que continuam o enchimento, até o começo de R6 (NEUMAIER et al., 2000). O mesmo ocorre em R1 onde a variável K apresenta maior

contribuição para a diversidade entre os tratamentos, e os valores decaem progressivamente até R5.

Entre R1 e R3, quem se destaca na discriminação das variáveis canônicas é o percentual de massa de folhas e a área foliar apresentam valores representativos superiores, estando de acordo com Yokoyama et al. (2018) nesta fase da cultura da soja há um pico linear de índice de área foliar com o incremento de densidade de plantas. A diferença entre IAF e AF é que o índice é a área foliar em relação à área do solo.

O teor de nitrogênio tem um efeito em DCF 2 de R1 e novamente a partir de R5, o que pode ser associado a fixação biológica de nitrogênio que possui dois picos, no início da floração plena (R2) e depois no início de enchimento de grãos (em R5) (SHIBLES, 1998) o que explica essa alteração dentre os estádios, já que este macronutriente se encontra nos nódulos, e que mesmo que o pico ocorra em R2 o N chegará na parte aérea somente em R5.

O P apresenta um aumento significativo da sua contribuição em R5, atingindo valor superior para variação da análise, Yamada (2000) descreve que aproximadamente 70% do total de fósforo acumulado durante o ciclo é absorvido e translocado entre a formação de vagens e o enchimento de grãos, em que as sementes representam cerca de 65% do dreno, justificando a importância dada a esta variável no estágio R5 na análise de variáveis canônicas.

Para AFE observa-se que a influência na variação dos dados não pode ser considerada (valores negativos) até DCF 1 em R3, sendo esta, positiva e alta em R5. No estágio R5 as plantas de soja estão no início da fase de enchimento de grãos, logo a planta aumenta sua fotossíntese, aumentando o seu conteúdo celular para ser translocado (redistribuído) para os grãos, demonstrando que esta variável tem uma grande importância no estágio fenológico R5.

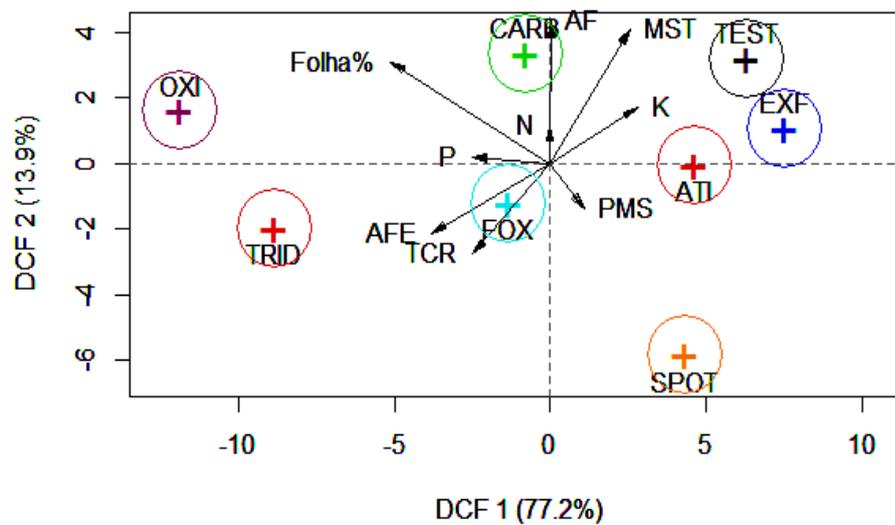
O PMS, nos estádios avaliados tem pouca contribuição para a diversidade da análise, visto ela ser uma consequência das variáveis consideradas nestes estádios.

3.1. Estádio R1

Na Figura 3 ressalta-se os tratamentos OXI, TRID e SPOT, que se encontram distantes tanto do controle como da origem dos eixos (18,26; 15,99 e 9,26 respectivamente, pela distância euclidiana), demonstrando grande representatividade na variação total, destes TRID e SPOT compartilham princípios ativos de mesmo grupo químico das estrobilurinas e OXI e SPOT possuem princípios ativos do grupo das carboxamidas.

Observa-se a proximidade entre o tratamento OXI e o percentual de massa folhas (figura3), além da distância euclidiana em relação ao controle no valor de 18,26 (a maior distância), o que indica que a utilização do tratamento interfere positivamente no acréscimo da variável, no entanto não foi demonstrada correlação entre o percentual de massa de folhas com o aporte de massa seca e início do pico da atividade fotossintética para suprir as necessidades nutricionais da fase reprodutiva do ciclo. Ajigboye et al., (2014) cita que em trigo as carboxamidas podem aumentar o rendimento de plantas e sua coaplicação com isopyrazam e epoxiconazole elevou a produção de biomassa das plantas de trigo, bem como aumentou a produção de grãos em 4%, além de demonstrarem maior atividade fotossintética que estrobilurinas. No entanto, os mecanismos envolvidos a nível celular neste processo ainda não foram totalmente elucidados.

Figura 3. *Biplot* dos dois primeiros discriminantes canônicos para o estágio R1 da cultura da soja cultivar JURUENA IPRO 84I85 RSF na safra 2018/2019.



DCF: funções canônicas discriminantes; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; PMS: peso de mil grãos; MST: massa seca total; Folha%: percentual de massa folhas; AF: área foliar; AFE: área foliar específica; e TCR: taxa de crescimento relativo; TEST: controle; ATI: Piraclostrobina + Epoxiconazol + Fluxapirroxade; CARB: Carbendazim; EXF: Benzovindiflupir + Ciproconazol + Difenconazol; FOX: Bixafen + Protiocozazol + Trifloxistrobina; OXI: Fluxapirroxade + Oxicloreto de cobre; SPOT: Dimoxistrobina + Boscalida; TRID: Azoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe.

Nota-se ainda que as variáveis nitrogênio, área foliar e fósforo se encontram muito próximos aos eixos do plano (figura 3), o que indica que os tratamentos utilizados possuem pouca ou nenhuma influência sobre estas variáveis em R1 (utilizando estas duas funções canônicas discriminantes).

Além do mais, se destaca o TRID dentre os fungicidas, que apresenta a segunda maior distância em relação ao controle (15,99, de acordo com a distância euclidiana), e se encontra no mesmo quadrante que a taxa de crescimento relativo e a área foliar específica. Apesar de

não haver estudos equiparando a relação entre estas variáveis e o tratamento, Alves (2018) observou que o mancozebe aplicado isoladamente proporcionou um maior número de grãos por vagem comparando-se com a testemunha e também demonstra a existência de algum modo de proteção ao aparato fotossintético em especial à clorofila *b*, e a mistura de mancozeb com azoxistrobina + tebuconazol + difenoconazol proporcionou uma maior concentração de clorofila *a* que a testemunha e a mistura pura de mancozebe, corroborando a interferência do tratamento no desenvolvimento das plantas.

O tratamento SPOT se encontra no mesmo quadrante da variável PMS indicando que há uma relação entre estes. Sirtoli et al., (2011) relata que aplicações do IA boscalida no final do ciclo da cultura do pepino japonês favoreceu a atividade da enzima nitrato redutase e assimilação de nitrato, promovendo um maior acúmulo de compostos orgânicos nitrogenados, o que pode explicar a relação direta deste tratamento com a variável em questão.

Pela distribuição das variáveis no *Biplot*, deduz-se que as plantas que obtiveram maior AFE, também resultaram em menor MST e absorveram uma menor quantidade de potássio (Figura 3). Isso pode ser explicado por estas plantas expostas ao TRID possuírem folhas com uma grande área foliar específica, porém são folhas com menor massa seca total, menor conteúdo celular devido a alguma alteração metabólica não estudada até o momento.

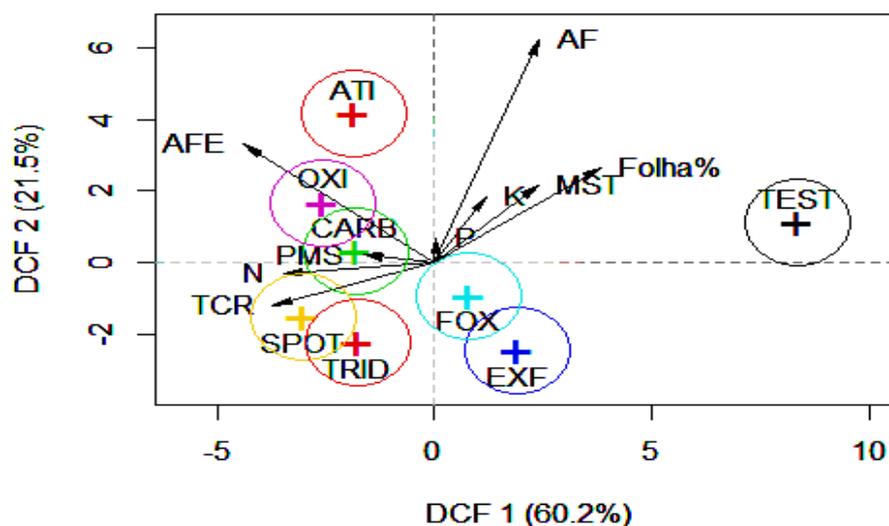
Na Figura 3 é possível notar que o percentual de massa foliar está relacionado ao tratamento OXI. Este fungicida é composto por Fluxapiraxade + Oxicloreto de cobre, o primeiro IA atua na enzima succinato desidrogenase do fungo e o segundo é um fungicida inorgânico podendo causar fitotoxidez em algumas condições (MARQUES, 2020). Pela representação no *Biplot* (Figura 3) observa-se que neste trabalho foi observada esta fitotoxidez no início do florescimento (Estádio R1), visto que o percentual de massa foliar não acompanha a variável área foliar e nem a área foliar específica.

3.2. Estádio R3

Para o estágio R3, início da formação de vagens (Figura 4), houve dissimilaridade expressiva dos fungicidas com o controle, com distância euclidiana média de 9,92 ($\pm 1,63$) tendo CARB, ATI, TRID, OXI e SPOT com valores acima da média. Além disso, os fungicidas que contribuem em maior proporção para a dissimilaridade das variáveis são ATI, OXI, SPOT, TRID e o EXF. O FOX e o EXF apresentaram respostas divergentes das variáveis avaliadas, sugerindo que estes fungicidas tenham retardado o metabolismo da planta no estágio R3.

O SPOT e o TRID influenciaram principalmente a variável TCR. O OXI e o ATI influenciaram a variável AFE. O tratamento ATI possui como principal IA a Piraclostrobina, segundo Venâncio et al.(2003), este IA induz a síntese de óxido nítrico (NO), o que explicaria os diversos efeitos das estrobilurinas na fisiologia das plantas, admitindo seu modo de ação como a inibição da cadeia respiratória nas mitocôndrias, em que ativa a via oxidase alternativa (AOX), reduz os níveis celulares de ATP, enquanto no citosol incide o aumento da concentração de H^+ , procedendo a ativação da NADH-nitrato redutase (NR) (GLAAB e KAISER, 1999). A ativação desta enzima resulta em um acréscimo dos níveis de nitrato nas folhas logo, aumento da assimilação de nitrogênio, por conseguinte, melhora o desenvolvimento das plantas (VENÂNCIO et al., 2003). Desta forma a ação dos tratamentos ATI e OXI é de redução da AFE, visto que o OXI também tem como modo de ação a redução da taxa respiratória do fungo, provavelmente ambos os fungicidas intensificaram a atividade fotossintética da planta. Para esclarecimento a AFE corresponde a área foliar necessária para se atingir uma determinada massa de folha, por exemplo uma grama (BENINCASA, 2003)

Figura 4. *Biplot* do discriminante canônico para o estágio R3 da cultura da soja cultivar JURUENA IPRO 84I85 RSF na safra 2018/2019.



DCF: funções canônicas discriminantes; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; PMS: peso de mil grãos; MST: massa seca total; Folha%: percentual de massa folhas; AF: área foliar; AFE: área foliar específica; e TCR: taxa de crescimento relativo; TEST: controle; ATI: Piraclostrobina + Epoxiconazol + Fluxapiraxade; CARB: Carbendazim; EXF: Benzovindiflupir + Ciproconazol + Difenconazol; FOX: Bixafen + Protiocanazol + Trifloxistrobina; OXI: Fluxapiraxade + Oxicloreto de cobre; SPOT: Dimoxistrobina + Boscalida; TRID: Azoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe.

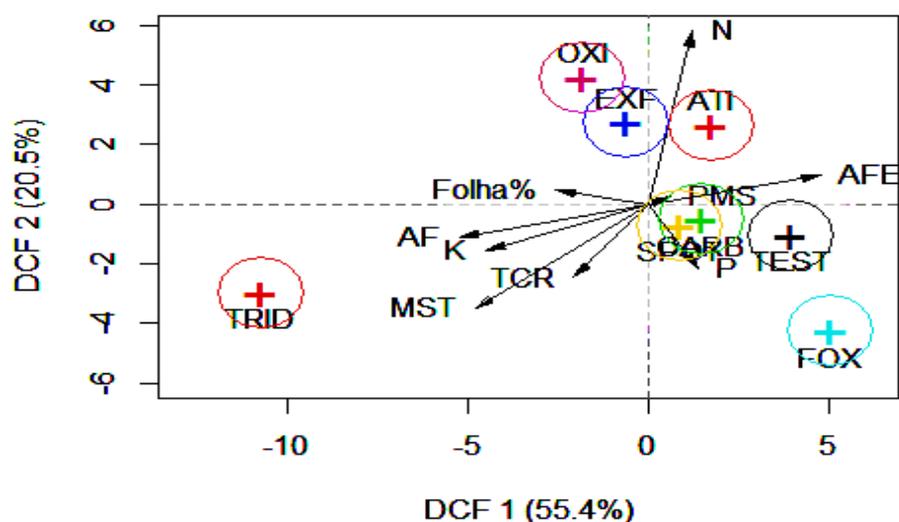
As variáveis que neste estágio não foram influenciadas pelos fungicidas foram a MST, AF, percentual de folha e o teor de K.

No estágio de desenvolvimento R3 verifica-se que os efeitos dos fungicidas sobre a fisiologia da planta tem menor intensidade, visto que seus pontos estão mais próximos da origem do *biplot* em relação ao controle (Figura 4).

3.3. Estádio R5

No estágio R5 (Figura 5), quando as plantas estão em pleno enchimento de vagens, nota-se que os tratamentos com maior dissimilaridade do controle são TRID, OXI e EXF (com distâncias euclidianas de 14,78; 7,79 e 5,93 respectivamente), sendo que estes dois últimos se encontram com maior proximidade da origem do *biplot*.

Figura 5. *Biplot* do discriminante canônico para o estágio R5 da cultura da soja cultivar JURUENA IPRO 84I85 RSF na safra 2018/2019.



DCF: funções canônicas discriminantes; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; PMS: peso de mil grãos; MST: massa seca total; Folha%: percentual de massa folhas; AF: área foliar; AFE: área foliar específica; e TCR: taxa de crescimento relativo; TEST: controle; ATI: Piraclostrobina + Epoxiconazol + Fluxaproxade; CARB: Carbendazim; EXF: Benzovindiflupir + Ciproconazol + Difenconazol; FOX: Bixafen + Protioconazol + Trifloxistrobina; OXI: Fluxaproxade + Oxicloreto de cobre; SPOT: Dimoxistrobina + Boscalida; TRID: Azoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe.

Nesse estágio ainda, ressalta-se que a variável área foliar se apresenta similar à taxa de crescimento relativo, massa seca total, teor de potássio e porcentagem de folhas, contudo se localizam em um quadrante negativo, o inverso ao encontrado por Kolar & Grewal (1994), estes relatam que neste estágio a cultura apresenta uma rápida resposta fisiológica em razão do aumento do crescimento e produção de biomassa. E estas variáveis se encontram dissimilares e inversamente proporcionais à área foliar específica.

O teor de nitrogênio apresenta uma sensibilidade maior que as outras variáveis, e se mostra inversamente proporcional a MST e a TCR, e não possui relação direta com o percentual de massa foliar das plantas, já que a principal fonte do nutriente advém da fixação biológica, em que a eficiência é máxima em R5.2 segundo Zambon (2020). No estágio R5, as plantas de soja estão enchendo o grão, sendo este o principal dreno para a planta nesta fase,

como a soja tem uma reserva óleo-proteica, o N fixado está sendo translocado para o grão e não mais permanecendo na folha.

O teor de fósforo e o peso de mil sementes se encontram próximos a origem do *biplot*, e, portanto não contribuem para a heterogeneidade dos dados.

Ao se comparar os estádios de desenvolvimento observa-se que em R3 a resposta das plantas aos fungicidas se difere da resposta apresentada no estádio R1, provavelmente em função da nova demanda de fotoassimilados que existe neste estádio, onde há o início da formação de vagens para o seu posterior enchimento.

Em R5 as variáveis apresentam repostas fisiológicas opostas das encontradas em literatura, o que pode indicar o efeito desvantajoso da aplicação dos fungicidas em especial o tratamento TRID.

4. CONCLUSÃO

Dentre as variáveis em estudo a área foliar e a área foliar específica foram as que obtiveram maior destaque, positiva e/ou negativamente, e a variável PMS foi a que se apresentou menos participativa na MANOVA.

Dentre os tratamentos utilizados, os que tiveram maior contribuição para a variação da análise multivariada foram o TRID, ATI, OXI e SPOT, levando em conta as distâncias euclidianas em relação ao controle e ao centro dos gráficos gerados para as três fases reprodutivas da cultura, elucidando a necessidade de um estudo mais aprofundado com estes tratamentos.

A proximidade dos tratamentos com as variáveis nos gráficos *biplot* demonstram que houveram respostas fisiológicas por parte das plantas em função da aplicação dos defensivos, ainda que negativas. O que suplanta a carência de estudos com ingredientes ativos ou grupos químicos isolados, para que os resultados se mostrem mais expressivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJIGBOYE O. O., MURCHIE E., RAY R. V. (2014) Foliar application of isopyrazam and epoxiconazole improves photosystem II efficiency, biomass and yield in winter wheat. **Pestic Biochem Physiol** 114:52–60
- ALVES, V. M., & JULIATTI, F. C. (2018). Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, 44(3), 245-251.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2019/20 a 2029/30, projeções de longo prazo**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio_2019_20-a-2029_30.pdf/@download/file/PROJEC%CC%A7O%CC%81ES%20DO%20AGRONEGO%CC%81CIO_2019-20%20a%202029-30.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.
- CARDOSO, R. S., BENCHIMOL, R. L., BARBOSA, P. S. P., El-Husny, J. C., & do Rosário, R. G. A. (2019). Mancha-alvo em cultivares de soja no município de Paragominas, PA. **In Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019.
- CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1990. 188p. (Tese de Doutorado) - Escola Superior "Luiz de Queiroz", 1990.
- DE LIMA, J. F., PEIXOTO, C. P., & DA SILVA, C. A. (2007). Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e agrotecnologia**, 31(5), 1358-1363.
- DA SILVA, L.L. & NETO, N.. Análise de eficiência de diferentes fungicidas no controle do fungo *Phakopsora pachyrhizi* na cultura da soja. **CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, v. 3, n. 1, p. 44-51, 2019.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- FIALLOS, R. R. G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. **Ciencia y Tecnologia**, Garcés, v.4, n.2, p.45-60, 2011.
- GLAAB, J.; KAISER, W.M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissue after application of the fungicide Kresoxim-methyl. **Planta**, v.207, n.1, p.442-448, 1999.
- KOLAR, J.S., GREWAL, H.S. Effect of split application of potassium on growth, yield and potassium accumulation by soybean. **Fertilizer Research** 39, 217–222 (1994).

MARQUES, L. N., Nem todo produto com cobre é fungicida. Mais Soja, 2020. Disponível em: < <https://maissoja.com.br/nem-todo-produto-com-cobre-e-fungicida2/>> Acesso em: 13 nov. 2020

MENDONÇA, E. S. & MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.

NEUMAIER, N., NEPOMUCENO, A. L., FARIAS, J. R. B., & OYA, T. (2000). Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. **Embrapa Soja-Capítulo em livro científico (ALICE)**.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019.

SIRTOLI, L. F., RODRIGUES, J. D., & GOTO, R. (2011). Efeito fisiológico do fungicida boscalida na atividade da nitrato redutase e nas características fitotécnicas de pepineiro japonês enxertado e não enxertado. **Scientia Agraria Paranaensis**, 58-69.

TAVARES, S.; CASTRO, P. R. C.; RIBEIRO, R. V.; ARAMAKI, P. H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, v.82, n.1, p.47-54, 2007.

TEDESCO, MARINO JOSE et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. Boletim técnico, v. 5.

VEIGA, J. S. **Análise dos efeitos secundários decorrentes da aplicação de fungicidas sistêmicos à cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*)**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VENÂNCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E. ; SOUZA, N. L. de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publication UEPG Ciências Exatas e da Terra**, v.9, n.3, p.59-68, 2003.

WYCH, R. D.; RAINS, D. W. Nitrate absorption and acetylene reduction by soybeans during reproductive development. **Physiologia Plantarum**, v. 47, n. 3, p. 200-204, 1979.

YOKOYAMA, A. H., JUNIOR, A. A. B., ZUCARELI, C., & RIBEIRO, R. H. (2018). Índice de área foliar e SPAD durante o ciclo da soja em função da densidade de plantas e sua relação com a produtividade de grãos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 17(4), 531-538.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 585-595, 2000.

ZAMBON, L. M., **Caracterização do crescimento e acúmulo de nitrogênio em uma cultura de soja de elevada produtividade**. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.