

IMPACTO DE MANEJOS DE FUNGICIDAS NA SOJA COM BASE EM ANÁLISE DE TRILHA

Gabriel Nunes Moraes¹

Madiessa Cristiéli Lemanski²

Lucas Candido Ferreira²

Gabriele Lima de Souza²

Rayssa Rocha Camargo Vasconcelos²

Luiz Leonardo Ferreira³

Resumo: A soja é uma das culturas mais importantes do agronegócio mundial e nacional, sendo altamente influenciada por fatores de manejo que afetam seu desempenho agrônomo. Entre esses fatores, destaca-se a aplicação de fungicidas, tradicionalmente associada ao controle de doenças foliares, mas que também pode repercutir sobre características morfoagronômicas da planta, refletindo no rendimento final. Nesse contexto, compreender os efeitos dos diferentes programas de aplicação é essencial para orientar estratégias de manejo mais eficientes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho morfoagronômico da soja sob diferentes manejos de fungicidas, utilizando análises multivariadas e seleção multicaracterística. O experimento foi conduzido no município de Mineiros, Goiás. Os tratamentos consistiram em um manejo comercial (MC) e três manejos seletivos (MS1, MS2 e MS3), aplicados sequencialmente nos estádios fenológicos V4, R1, R3 e R5. Foram avaliadas variáveis vegetativas e reprodutivas, como número de ramos laterais, número de nós, componentes de vagens, número de grãos por planta, altura de plantas, diâmetro do caule e rendimento. O teste de Roy mostrou efeito altamente significativo dos manejos de fungicidas sobre as variáveis da soja, comprovando alterações consistentes no desempenho da cultura. A análise de trilha apontou o número de ramos laterais como principal fator direto para o rendimento, seguido por vagens com quatro grãos e altura de planta, enquanto vagens com um grão tiveram efeito negativo. Os manejos de fungicidas impactaram de forma integrada as características vegetativas e produtivas da soja, confirmando que a produtividade depende da interação equilibrada entre múltiplos atributos.

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma – gabrielnunes.gn922@gmail.com

² Graduando(a) em Engenharia Agrônoma.

³ Professor Titular do Centro Universitário de Mineiros – GO.

Palavras-Chaves: Correlação. Fungicidas. *Glycine max*. Rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.)) é atualmente uma das culturas de maior relevância socioeconômica no cenário agrícola mundial, ocupando posição de destaque como principal fonte de proteína vegetal e óleo comestível. No Brasil, a cultura representa não apenas uma *commodity* estratégica para exportação, mas também um pilar de sustentação para a cadeia produtiva de carnes, rações e biocombustíveis (Bandeira; Rosa; Porazzi, 2024). A constante expansão da área cultivada, aliada ao desenvolvimento de novas cultivares, tem contribuído para o aumento da produção, mas também impõe desafios relacionados ao manejo adequado da lavoura e à manutenção de níveis elevados de produtividade.

Entre os fatores que limitam a expressão do potencial produtivo da soja estão as doenças fúngicas, as quais podem reduzir significativamente a produtividade quando não manejadas de forma eficiente. Nesse contexto, os fungicidas têm assumido papel central no manejo da cultura, garantindo maior proteção ao dossel foliar e ampliando as condições para que a planta expresse seu potencial (Almeida *et al.*, 2022; Costa *et al.*, 2020). Contudo, o efeito dessas moléculas não se restringe à sanidade: estudos recentes têm demonstrado que diferentes programas de aplicação de fungicidas podem influenciar variáveis morfoagronômicas da soja, alterando atributos vegetativos e reprodutivos que, em conjunto, determinam o rendimento final (Silva *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2023).

A avaliação desses efeitos exige uma abordagem multivariada, uma vez que a produtividade da soja não depende de um único caráter, mas da interação simultânea entre múltiplas variáveis. Trabalhos conduzidos por Nogueira *et al.* (2012) mostraram que o número de vagens por planta exerce o maior efeito direto sobre o rendimento, seguido pelo peso de 100 grãos. De forma complementar, Rigon *et al.* (2012) verificaram que a massa de grãos foi determinante no desempenho de cultivares, destacando o potencial da análise de trilha para diferenciar efeitos diretos e indiretos. Bandeira, Rosa e Porazzi (2024) também evidenciaram que, sob estresse hídrico, o número de legumes por planta foi o componente mais associado à produtividade, enquanto em safras sem limitação hídrica o peso de mil grãos assumiu maior importância.

Estudos utilizando análises multivariadas reforçam essa perspectiva. Queiroz, Silva e Hongyu (2023) aplicaram a análise de componentes principais (PCA) para sintetizar variáveis produtivas da soja e verificaram que poucas variáveis explicaram a maior parte da variabilidade, especialmente aquelas ligadas à produção e planejamento da lavoura. Santi *et al.* (2012), por sua vez, associaram atributos químicos e físicos do solo ao rendimento, destacando que a variabilidade espacial da produtividade pode ser explicada por um conjunto restrito de fatores-chave. No mesmo sentido, Viegas Neto *et al.* (2021) demonstraram que programas de fungicidas contendo mancozebe resultaram em melhor desempenho de massa de mil grãos e produtividade, reforçando que a resposta agrônômica depende de uma combinação de variáveis morfofisiológicas.

Quando a avaliação envolve múltiplas variáveis simultaneamente, ferramentas como o índice MGIDI têm se mostrado promissoras. Esse índice permite identificar tratamentos mais próximos ao ideótipo ideal, considerando um conjunto de atributos de interesse. Rigon *et al.* (2012) destacaram que a seleção multicaracterística favorece a escolha de cultivares mais equilibradas em termos produtivos, enquanto Shah *et al.* (2021) mostraram, por meio de aprendizado de máquina, que o efeito dos fungicidas sobre o rendimento é variável, mas pode representar ganhos significativos em ambientes de alto potencial. Floyd *et al.* (2021) e Brown *et al.* (2024) complementam que fungicidas de múltiplos modos de ação tendem a proporcionar maiores rendimentos e retornos econômicos, embora a magnitude da resposta dependa da interação entre ambiente e manejo.

Apesar dos avanços, ainda são escassos os estudos que exploram de forma aprofundada o efeito dos manejos de fungicidas não apenas sobre a sanidade, mas também sobre os atributos morfoagronômicos da soja. A compreensão desse impacto é fundamental, pois o rendimento final resulta do equilíbrio entre crescimento vegetativo e eficiência reprodutiva, ambos passíveis de serem modulados pelas práticas de manejo.

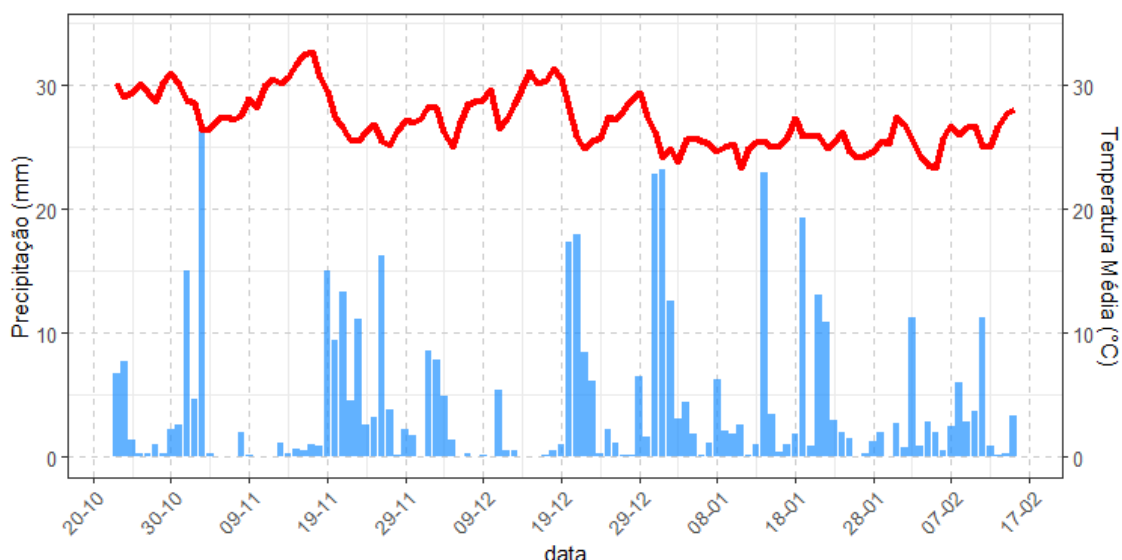
Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho morfoagronômico da soja sob diferentes manejos de fungicidas, utilizando análises multivariadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Invernadinha, zona rural do município de Mineiros, Goiás, Brasil. Geograficamente está a 17°23'07.3"S de latitude e 52°16'54.3"W de longitude e

com aproximadamente 800 m de altitude. A área experimental é classificada como clima do tipo Aw (quente a seco) (Köppen e Geiger, 1936). Durante o período de execução do experimento foram registradas as temperaturas (máxima: 32.68°C, mínima: 23.33°C e média: 27.19°C), além da precipitação total de 472.90 mm (Figura 1).

Figura 1. Variação da precipitação e temperatura média durante o período experimental.



Fonte: Autores

Os resultados das análises químicas das amostras de solo na camada 0-20 cm coletadas na área do experimento são: potencial de hidrogênio 5.7; cálcio 5.62, magnésio 1.77, alumínio 0.0, hidrogênio + alumínio 2.4, capacidade de troca catiônica 9.9, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; potássio 105, fósforo 5.5, cobre 1, ferro 54, manganês 17.9, zinco 2, sódio 2.4, em mg dm^{-3} ; argila 46.5, silte 10, areia 43.5, matéria orgânica 4.07 e carbono orgânico 2.36, em %. Os dados foram tomados de acordo com metodologia da (Embrapa, 2009).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela foi composta por oito linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m, totalizando área útil de 18 m². O semeio ocorreu em 23 de outubro de 2023 e a colheita em 15 de fevereiro de 2024. Foram avaliados quatro manejos de fungicidas: um manejo comercial (MC) e três manejos seletivos (MS1 – Vessarya, MS2 – Alade e MS3 – Belvan), com aplicações sequenciais nos estádios fenológicos V4, R1, R3 e R5 (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos e aplicações de fungicidas na cultura da soja sob diferentes manejos seletivos e comerciais

Tratamento	Nome comercial	Dose L/ha	Fenologia	Operação	Data Aplicação
Manejo Comercial	Score Flex	0,3 + 0,5	V4	Pós emergente	30 de nov/23
	AgroÓleo + Evolution + Sintronela	0.25 + 2 + 0.2	R1	1ª de fungicida	18 de dez /23
MC	AgroÓleo + Tridium (UPL) + Sintronela	0.2 + 1.75 + 0.2	R3	2ª de fungicida	03 de jan/24

	AgroÓleo + Echo + Cypress	0,2 + 1,5 + 0,3	R5	3ª de fungicida	18 de jan/24
Manejo Seletivo (Vessarya) 1	Abacus + Mees	0,3 + 0,5	V4	Pós emergente	30 de nov/23
	Vessarya (Corteva) + clorotalonil + Mees	0,6 + 1,2 + 0,5	R1	1ª de fungicida	18 de dez/23
	Blavity + Mancozeb + Mees	0,25 + 1,5 + 0,25	R3	2ª de fungicida	03 de jan/24
MS1	Keyra + Mancozebe + Mees	0,5 + 0,5 + 0,25	R5	3ª de fungicida	18 de jan/24
Manejo Seletivo (Alade) 2	Abacus + Mees	0,3 + 0,5	V4	Pós emergente	30 de nov/23
	Alade (Syngenta) + clorotalonil + Mees	0,5 + 1,2 + 0,5	R1	1ª de fungicida	18 de dez /23
	Blavity + Mancozeb + Mees	0,25 + 1,5 + 0,25	R3	2ª de fungicida	03 de jan/24
MS2	Keyra + Mancozebe + Mees	0,5 + 0,5 + 0,25	R5	3ª de fungicida	18 de jan/24
Manejo Seletivo (Belvan) 3	Abacus + Mees	0,3 + 0,5	V4	Pós emergente	30 de nov/23
	Belyan (BASF) + clorotalonil + Mees	0,6 + 1,2 + 0,5	R1	1ª de fungicida	18 de dez/23
	Blavity + Mancozeb + Mees	0,25 + 1,5 + 0,25	R3	2ª de fungicida	03 de jan/24
MS3	Keyra + Mancozebe + Mees	0,5 + 0,5 + 0,25	R5	3ª de fungicida	18 de jan/24

Fonte: Autores

Antes da semeadura foi realizada dessecação em pré-plantio (Cobucci *et al.*, 1999). A adubação constou da aplicação de 173 kg ha⁻¹ de MAP (09-52-00) no sulco de semeadura e 150 kg ha⁻¹ de KCl em cobertura, parcelados em 50% no pré-plantio e 50% aos 20 dias após a emergência. O controle de plantas daninhas, pragas e insetos foi realizado conforme a necessidade, respeitando os princípios do manejo integrado (Quintela, 2001).

As aplicações de fungicidas foram realizadas com pulverizador costal pressurizado por CO₂, mantido a pressão constante de 30 lb pol⁻² (psi), equipado com barra contendo bicos de jato plano XR 110.02, espaçados a 0,50 m. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹, assegurando cobertura uniforme das plantas e reprodutibilidade entre as parcelas.

Ao final do ciclo foram coletadas 30 plantas ao acaso na área útil de cada parcela, destinadas à avaliação das seguintes características agrônômicas: número de ramos laterais (NRL), número de nós na haste principal (NNH), número de vagens com um grão (NV1G), dois grãos (NV2G), três grãos (NV3G) e quatro grãos (NV4G), número total de vagens (NTV), número de grãos por planta (NGP), grãos por vagem (GPV), diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP) e rendimento de grãos (REN).

Os dados foram inicialmente submetidos à verificação das pressuposições do modelo estatístico, avaliando-se a normalidade dos resíduos por meio do teste de Shapiro-Wilk:

$$W = (\sum a_i x_{(i)})^2 / \sum (x_i - \bar{x})^2$$

e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett:

$$\chi^2 = [(N - k) \ln(S_p^2) - \sum (n_i - 1) \ln(S_i^2)] / [1 + (1/3(k - 1))(\sum 1/(n_i - 1) - 1/(N - k))].$$

Atendidas as pressuposições, a análise multivariada foi conduzida por meio do Teste de Roy, no contexto da MANOVA, considerando o modelo:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

em que Y representa a matriz de respostas ($n \times p$), X é a matriz do delineamento experimental, β é o vetor de parâmetros fixos (efeitos de tratamentos) e ε a matriz de erros aleatórios, assumidos com distribuição normal multivariada $\varepsilon \sim N(0, \Sigma)$. A hipótese nula testada foi:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k.$$

Além disso, foi realizada a Análise de Trilha para decompor correlações em efeitos diretos e indiretos sobre o rendimento, considerando o modelo matricial:

$$r = P + RQ$$

onde r é o vetor de correlações fenotípicas, P o vetor de efeitos diretos das variáveis independentes sobre a variável dependente (rendimento), e RQ a soma dos efeitos indiretos via outras variáveis explicativas. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2024).

RESULTADOS

O teste multivariado de Roy indicou efeito altamente significativo ($p < 0,01$) dos diferentes manejos de fungicidas sobre o conjunto das variáveis morfoagronômicas analisadas (Tabela 2). Esse resultado demonstra que os tratamentos alteraram de maneira consistente o desempenho da soja, reforçando que a resposta da cultura não pode ser explicada por um único caráter isolado, mas pelo padrão integrado de crescimento e produção. Além disso, o fator Bloco também apresentou significância, evidenciando a influência de variações ambientais inerentes ao campo experimental. Contudo, essas variações foram devidamente controladas pelo delineamento, assegurando que as diferenças detectadas entre os tratamentos sejam atribuídas principalmente às estratégias de manejo avaliadas.

De forma geral, a MANOVA mostrou-se uma ferramenta sensível e adequada para capturar a complexidade das respostas da soja, permitindo identificar efeitos multivariados que poderiam passar despercebidos em análises univariadas. Assim, confirma-se que os diferentes manejos de fungicidas impactaram simultaneamente as características vegetativas e produtivas, apontando para diferenças reais de desempenho agrônomo entre os tratamentos testados.

Tabela 2. Teste de Roy aplicado à cultura da soja sob diferentes manejos de fungicidas.

Efeito	Df	Roy	Approx F	num Df	den Df	Pr(>F)
Bloco	3	1438.688	479.5628	9	3	0.000142
Tratamento	3	5240.034	1746.678	9	3	2.04E-05
Resíduo	9					

Fonte: Autores

A análise de trilha evidenciou que o número de ramos laterais (NRL) foi o caráter de maior contribuição direta para o rendimento de grãos, destacando-se como variável-chave para explicar a variação observada na produtividade. Em seguida, o número de vagens com quatro grãos (NV4G) e a altura de planta (AP) também se mostraram determinantes, reforçando que caracteres ligados tanto à arquitetura vegetativa quanto à eficiência reprodutiva da planta exercem papel central na definição do rendimento. As demais variáveis apresentaram efeitos diretos positivos, embora de menor magnitude, indicando que contribuem de forma complementar, mas não decisiva, para o desempenho produtivo. O único caráter com efeito direto negativo foi o número de vagens com um grão (NV1G), sugerindo que a formação excessiva de estruturas pouco produtivas pode comprometer a eficiência da planta em converter flores e vagens em grãos bem desenvolvidos (Figura 2).

O elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,99$) demonstra a forte capacidade explicativa do modelo, evidenciando que a produtividade da soja pode ser entendida de maneira consistente a partir da interação entre variáveis morfoagronômicas. Esse resultado confirma a utilidade da análise de trilha como ferramenta para identificar atributos prioritários em programas de manejo e seleção de cultivares, permitindo ao produtor e ao pesquisador direcionar estratégias que favoreçam ramos laterais bem desenvolvidos, maior proporção de vagens cheias e plantas de porte equilibrado.

Figura 2. Análise dos efeitos diretos das variáveis explicativas sobre o rendimento de grãos (REN) via análise de trilha



Fonte: Autores

De forma integrada, os resultados confirmam que os diferentes manejos de fungicidas promoveram alterações consistentes no desempenho morfoagronômico e produtivo da soja. As análises estatísticas multivariadas mostraram que a produtividade não depende de um único

caráter isolado, mas da interação equilibrada entre variáveis vegetativas e reprodutivas, como número de ramos laterais, formação de vagens cheias e porte das plantas. Essa abordagem evidenciou a importância de compreender a cultura como um sistema complexo, no qual múltiplos atributos contribuem de maneira simultânea para o rendimento final.

DISCUSSÃO

O teste de Roy empregado neste estudo mostrou-se adequado para avaliar simultaneamente o efeito dos diferentes manejos de fungicidas sobre múltiplas variáveis agronômicas. Essa abordagem é recomendada por Costa *et al.* (2020) e Almeida *et al.* (2022), que destacam a capacidade da MANOVA em aumentar o poder de detecção de diferenças reais entre tratamentos correlacionados. Os resultados aqui obtidos evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os manejos, corroborando com Silva *et al.* (2022), que demonstraram a utilidade da análise multivariada na avaliação conjunta de fungicidas em soja.

Do mesmo modo, Souza *et al.* (2022) ressaltam que a aplicação da MANOVA reduz o risco de erro tipo I, tornando as conclusões mais robustas. Oliveira *et al.* (2023) complementam que a técnica é particularmente eficaz quando se pretende identificar tratamentos que promovam ganhos simultâneos em múltiplas características agronômicas, como rendimento, crescimento vegetativo e tolerância a doenças. Resultados semelhantes foram observados por Saleh *et al.* (2019; 2019), que aplicaram MANOVA em experimentos fatoriais e constataram diferenças significativas de fatores ambientais e de manejo sobre o crescimento e germinação da soja. Esses achados convergem com os resultados do presente trabalho, onde a análise multivariada confirmou a eficácia diferenciada dos manejos de fungicidas.

A análise de trilha permitiu identificar que o número de ramos laterais foi o caráter com maior efeito direto positivo sobre o rendimento. De forma semelhante, Nogueira *et al.* (2012) apontaram o número de vagens por planta e o peso de 100 grãos como variáveis com efeito direto elevado sobre a produtividade. Rigon *et al.* (2012) também relataram efeitos diretos significativos da massa de 100 grãos sobre o rendimento em cultivares de soja. Esses resultados estão em consonância com Pereira *et al.* (2021), que destacaram a análise de trilha como ferramenta indispensável para discriminar efeitos diretos e indiretos, permitindo selecionar variáveis confiáveis para a predição de produtividade.

Assim, os resultados do presente estudo, que apontam efeitos positivos de ramos laterais e vagens com quatro grãos, reforçam que caracteres ligados à capacidade reprodutiva exercem

maior influência direta sobre o rendimento, enquanto outros, como vagens com um grão, podem inclusive impactar negativamente.

Shah *et al.* (2021), aplicando aprendizado de máquina em mais de 2.700 áreas nos EUA, mostraram que fungicidas foliares ocuparam a sétima posição em importância entre 20 fatores de rendimento, mas geraram ganhos significativos em ambientes de alto potencial. Floyd *et al.* (2021) reforçam que fungicidas de múltiplos modos de ação, resultaram em maiores rendimentos e retornos econômicos em comparação com produtos de ação isolada.

CONCLUSÃO

De forma integrada, os resultados confirmam que os diferentes manejos de fungicidas exerceram influência significativa sobre as características vegetativas e reprodutivas da soja, impactando diretamente o rendimento. A produtividade não se mostrou dependente de um único caráter isolado, mas do equilíbrio entre variáveis estruturais e de produção, com destaque para ramos laterais bem desenvolvidos, maior proporção de vagens cheias e porte equilibrado das plantas. Assim, a associação entre a MANOVA e a análise de trilha mostrou-se eficaz para identificar padrões multivariados e variáveis-chave, reforçando a importância do manejo adequado de fungicidas como estratégia para maximizar o desempenho agrônomo e produtivo da cultura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. A.; SANTOS, R. C.; FERREIRA, M. G.; MORAES, L. J.; BARROS, T. F. Efeito de fungicidas na proteção da área foliar sadia e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 45, n. 2, p. 123-131, 2022.

BANDEIRA, A. T.; ROSA, H. T.; PORAZZI, L. F. B. Correlação entre componentes de produtividade e rendimento de cultivares em diferentes safras. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 13, n. 12, e222131247898, 2024.

BANDARA, A. Y.; WEERASOORIYA, D. K.; CONLEY, S. P.; BRADLEY, C. A.; ALLEN, T. W.; ESKER, P. D. Modeling the relationship between estimated fungicide use and disease-associated yield losses of soybean in the United States I: Foliar fungicides vs foliar diseases. **PLoS ONE**, v. 15, n. 6, e0234390, 2020.

BIANCHINI, A.; MORAES, P. V. D.; LONGHI, S. J.; ADAMI, P. F.; ROSSI, P.; BATISTA, V. Multivariate analysis using a discriminant method for evaluating the techniques of weed management in soybean crop. **Planta Daninha**, v. 38, e020210864, 2020.

BROWN, M. T.; SHIM, S.; DA SILVA, C. R.; WAIBEL, K. G.; TELENKO, D. E. P. Assessing foliar fungicides for soybean disease management and yield in Indiana. **Plant Health Progress**, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2024.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. Análise de trilha em caracteres de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 311-320, 2002.

COBUCCI, T.; DI STEFANO, J. G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 35).

COSTA, J. R.; MOURA, G. S.; ALVES, F. O.; PEREIRA, A. A. Estratégias de manejo químico de doenças foliares na soja: uma abordagem multivariada. **Scientia Agraria**, v. 21, n. 4, p. 87-95, 2020.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Informação Tecnológica, 2009. 628 p.

FLOYD, C. A.; IRBY, J. T.; ALLEN, T. W.; CATCHOT, A. L.; DODDS, D. M.; SARVER, J. M.; MAPLES, W. E.; SCHOLTES, A. B.; CARVER, S. M. Evaluation of fungicide application timing on soybean yield, quality, and economic return. **Crop, Forage & Turfgrass Management**, v. 7, n. 1, e20102, 2021.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N.; TOMEN, A. **Eficiência de fungicidas para o controle das doenças de final de ciclo da soja, na safra 2023/2024: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2024.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der klimatologie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936.

LIMA, A. P.; MARTINS, E. F.; BATISTA, L. A.; SOARES, G. R.; COSTA, H. J. Eficiência de fungicidas no controle de doenças da soja: avaliação estatística multivariada. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 8, n. 1, p. 52-61, 2021.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, É. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

OLIVEIRA, M. C. N.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Análise de componentes principais entre as variáveis respostas óleo, proteína e ácidos graxos em germoplasma de soja**. [s.l.]: [s.n.], [s.d.].

OLIVEIRA, M. F.; ALMEIDA, T. R.; CASTRO, L. H.; PEREIRA, R. C.; BORGES, J. F. Aplicação de análise multivariada para seleção de estratégias de manejo de doenças na soja. **Revista Científica de Agronomia**, v. 44, n. 1, p. 71-80, 2023.

PEREIRA, L. M.; SANTOS, S. C. C. C.; NASCIMENTO, J. M.; SECRETTI, M. L. Correlação da produtividade da soja com os atributos químicos do solo e o NDVI. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 430-438, 2021.

PEREIRA, R. C.; MARTINS, F. A.; DIAS, M. P.; REZENDE, L. A.; FONSECA, A. M. Análise de trilha e correlações entre variáveis agrônômicas de soja sob diferentes condições fitossanitárias. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 15, n. 2, p. 102-111, 2021.

QUEIROZ, T. R.; SILVA, F. L.; HONGYU, K. Análise multivariada em dados de produção de soja. **Engineering and Science**, v. 12, n. 3, p. 1-9, 2023.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024.

RIGON, J. P. G.; CAPUANI, S.; BRITO NETO, J. F.; ROSA, G. M. D.; WASTOWSKI, A. D.; RIGON, C. A. G. Dissimilaridade genética e análise de trilha de cultivares de soja avaliada por meio de descritores quantitativos. **Revista Ceres**, v. 59, p. 233-240, 2012.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; MARTIN, T. N.; PIRES, J. L. F.; FLORA, L. P. D.; BASSO, C. J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1346-1357, 2012.

SALEH, H.; HASANAH, S. I.; SUBAIDI, A. Implementation of multivariate analysis of variance (MANOVA) in experiments factorial two factors (Study: Growth and development of soybean germination). **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1375, p. 012013, 2019.

SANTOS, F. R.; MELO, A. P.; ANDRADE, D. S.; GOMES, R. L.; BARBOSA, L. J. Relações entre doenças foliares e produtividade em soja: uma abordagem multivariada. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, n. 6, p. 450-458, 2020.

SHAH, D. A.; BUTTS, T. R.; MOURTZINIS, S.; RATTALINO EDREIRA, J. I.; GRASSINI, P.; CONLEY, S. P.; ESKER, P. D. A machine learning interpretation of the contribution of foliar fungicides to soybean yield in the north-central United States. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 18769, 2021.

SILVA, J. A.; COSTA, P. B.; FERREIRA, R. A.; SANTANA, L. M.; MORAIS, E. J. Análise de componentes principais e agrupamento na avaliação de fungicidas aplicados na cultura da soja. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 129, n. 4, p. 601-610, 2022.

SOUZA, P. H.; ALMEIDA, R. J.; GOMES, F. L.; TEIXEIRA, M. V.; SANTOS, C. P. Aplicação de MANOVA e métodos multivariados no estudo da proteção fitossanitária da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e70705, 2022.

VIEGAS NETO, A. L.; SOUZA, C. M. A.; BERTONCELLO, B. F.; LIMA JÚNIOR, I. D. S.; PILETTI, L. M. M. S.; RIGOTTE, M. R. Fungicide management in the Asian soybean rust. **Revista Agrogeoambiental**, v. 13, p. 36-46, 2021.