

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA INCIDÊNCIA DE CERCOSPORIOSE NA CULTURA DO CAFÉ: Monitoramento e Análise

João Augusto Vilas Boas dos S. GONÇALVES¹; Lucas Eduardo De Oliveira APARECIDO²

RESUMO

A cercosporiose, doença causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke), representa uma das principais ameaças fitossanitárias aos cafezais, ocasionando perdas significativas de produtividade. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência de fatores climáticos na incidência da cercosporiose, buscando identificar as variáveis mais determinantes para o seu desenvolvimento. A pesquisa foi conduzida em algumas das principais regiões produtoras de café do Brasil, utilizando dados meteorológicos disponibilizados pela plataforma NASA POWER e registros de incidência da doença fornecidos pela Fundação Procafé. Para análise da relação entre as variáveis climáticas e a cercosporiose, aplicou-se o coeficiente de correlação de Pearson, com o auxílio do software Excel. Os resultados indicaram que a evapotranspiração potencial (ETP) apresentou a maior correlação com a ocorrência da doença, destacando-se como um importante parâmetro para subsidiar estratégias de previsão e manejo preventivo.

Palavras-chave: Big Data, Fitopatologia, Modelagem

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura constitui uma das principais cadeias produtivas da economia brasileira, desempenhando papel estratégico tanto no mercado interno quanto nas exportações. Apesar de sua ampla difusão, a cultura do café ainda enfrenta diversos desafios que comprometem a produtividade, entre os quais se destacam as doenças fúngicas. Dentre elas, a cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke), é considerada uma das mais relevantes. Miguel et al. (1975) relatam que, em situações de alta intensidade, a doença pode reduzir em até 30% a produção de café.

A ocorrência e a severidade da cercosporiose estão diretamente relacionadas às condições climáticas. De acordo com Matiello et al. (2020), o desenvolvimento da doença é favorecido em ambientes onde fatores meteorológicos são propícios. Estudos apontam que o fungo apresenta maior incidência em temperaturas do ar variando entre 17 e 24 °C, associadas à elevada umidade relativa (superior a 90%), condições consideradas ótimas para sua proliferação (Boer et al., 2020; Chaves et al., 2018). Nesse sentido, períodos chuvosos em estações quentes representam maior ameaça à

¹Bolsista PIBIC - IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho.

²Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br

sanidade dos cafezais (Vale et al., 2019).

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender a interação entre variáveis climáticas e a dinâmica da cercosporiose para subsidiar estratégias de manejo mais eficazes. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento da cercosporiose do cafeeiro em função da evapotranspiração potencial (ETP) e de condições meteorológicas associadas, de modo a apoiar a previsão da doença e orientar medidas preventivas de controle.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma das principais regiões produtoras de café do Brasil, o município de Varginha, localizado no Sul de Minas Gerais. Os dados meteorológicos diários necessários ao cálculo da evapotranspiração potencial (ETP) foram obtidos a partir de modelos de circulação global (Global Circulation Models – GCMs), disponibilizados pela plataforma NASA POWER (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

O cálculo da ETP foi realizado com base na metodologia de Camargo (1971), que consiste em uma adaptação simplificada do método de Thornthwaite, utilizando a temperatura média do ar e a insolação relativa como variáveis principais. Assim, a utilização da metodologia de Camargo (1971) garantiu a adequação entre a disponibilidade de dados, a escala do estudo e a necessidade de estimativas confiáveis de ETP para a cultura do café no Sul de Minas Gerais.

A equação da **Evapotranspiração Potencial (ETP)** segundo **Camargo (1971)** é:

$$ETP = 0,01 \times (T + 25) \times \left(\frac{Rs}{Ra} \right)$$

Onde:

- **ETP** = evapotranspiração potencial (mm/dia)
- **T** = temperatura média do ar (°C)
- **Rs** = radiação solar global incidente na superfície (cal cm⁻² dia⁻¹ ou MJ m⁻² dia⁻¹, dependendo da unidade utilizada)
- **Ra** = radiação solar extraterrestre (mesma unidade de Rs), que depende da latitude, do dia do ano e da declinação solar

Os dados de incidência da Cercosporiose utilizados neste estudo foram fornecidos pela instituição Fundação Procafé, por meio de avaliações de campo realizadas nos locais de estudo. Essas avaliações foram conduzidas sem o uso de tratamento fitossanitário, visando obter informações sobre a ocorrência natural da doença nas regiões analisadas.

Com o banco de dados foi realizada uma análise de regressão não linear. O modelo de regressão foi definido com base no comportamento dos dados obtidos. Para avaliar a qualidade dos

modelos de regressão, foram utilizados índices estatísticos de precisão e acurácia. A precisão do modelo foi avaliada pelo coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), que é uma medida da proporção da variação na incidência da doença que pode ser explicada pela variável ETP. Além disso, a acurácia do modelo foi avaliada pelo Erro Quadrático Médio (RMSE), que é uma medida da diferença média entre os valores observados e os valores previstos pelo modelo.

Todas essas análises foram realizadas utilizando o software Excel, proporcionando informações sobre a qualidade do modelo de regressão e sua capacidade de explicar a variação na incidência da Cercosporiose com base na variável ETP. Esses resultados são fundamentais para compreender a relação entre o clima e a doença, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na localidade de Varginha, em anos de carga alta (Figura 1A), o modelo de previsão destacou-se como o mais adequado. O índice de acurácia, expresso pelo erro quadrático médio (RMSE), foi de 0,36, valor considerado satisfatório segundo Funari (2021), uma vez que valores menores de RMSE indicam menor discrepância entre os dados observados e previstos. Esse resultado corresponde a uma variação de apenas 4,62% em relação à média de incidência, que foi de 7,78% para essa localidade em anos de carga alta.

A soma dos quadrados do erro (SQE) foi de apenas 1,32, reforçando o baixo grau de erro associado ao modelo. Além disso, o coeficiente de determinação ajustado (R^2) alcançou 0,94, o que é considerado elevado. De acordo com Funari (2021), valores de R^2 próximos de 1 indicam alta precisão e capacidade de explicação da variabilidade dos dados, o que confirma a robustez do modelo.

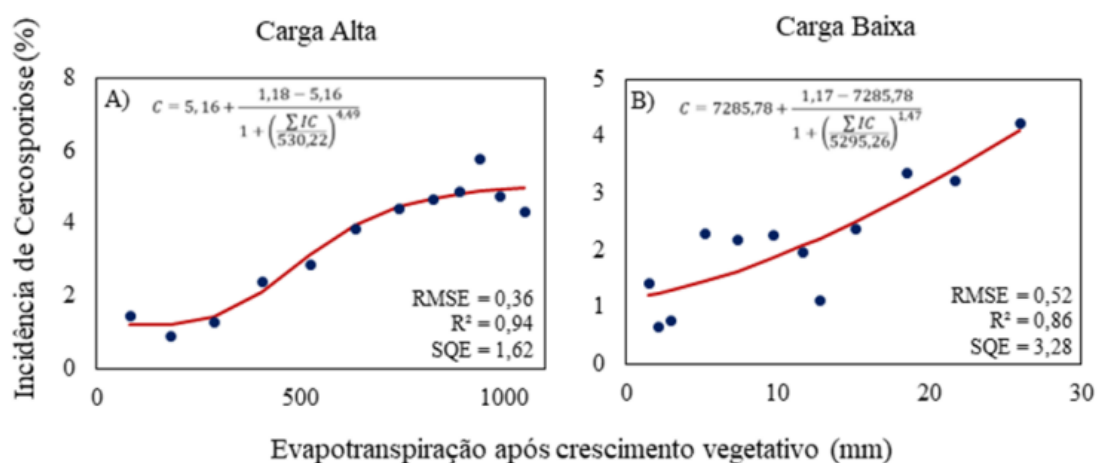


Figura 1. Lâmina de gráficos de regressão não linear da incidência de cercosporiose sobre influência da evapotranspiração potencial. A – Carga alta, Varginha, B – Carga baixa, Varginha.

A análise da equação ajustada para Varginha, em anos de carga alta (Figura 1A), permite compreender melhor o comportamento da doença. Os parâmetros estimados $X_0 = 530,22$, $p = 4,49$ e $Y_{max} = 5,16$ indicam que, após um acúmulo de 530,22 mm de evapotranspiração potencial (ETP), ocorreu um aumento de 4,49 vezes, atingindo a incidência máxima de 5,16%. Esses resultados fornecem subsídios relevantes para a tomada de decisão no manejo fitossanitário, permitindo maior precisão nas estratégias de controle da doença em lavouras cafeeiras.

4. CONCLUSÃO

A análise da equação do modelo para a localidade de Varginha, em anos de carga alta, evidenciou a relação direta entre a evapotranspiração potencial (ETP) e a dinâmica da doença, indicando que períodos de maior ETP estão associados a elevações significativas na sua incidência. Essa compreensão possibilita a antecipação do surgimento da cercosporiose e o planejamento de medidas de manejo mais eficientes, como o uso criterioso de fungicidas cúpricos e outras alternativas de controle.

Os resultados obtidos reforçam a importância de integrar variáveis climáticas em sistemas de previsão, fornecendo subsídios técnicos para a adoção de estratégias preventivas que reduzem não apenas os impactos da doença sobre a produtividade do cafeeiro, mas também os custos associados ao manejo fitossanitário. Dessa forma, o modelo constitui uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, contribuindo para a sustentabilidade e a competitividade da cafeicultura na região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSULDEMINAS pelo apoio e incentivo por meio do **Edital nº 73/2023 - PIBIC FAPEMIG/IFSULDEMINAS - Edital de Pesquisa**, bem como à COOPAM e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BOER, R. et al. Managing Climate Risk in a Major Coffee-Growing Region of Indonesia. In: Global Climate Change and Environmental Policy. [s.l.] Springer, p. 147–205, 2020.
- CHAVES, E. et al. Temporal analysis of brown eye spot of coffee and its response to the interaction of irrigation with phosphorus levels. *Journal of Phytopathology*, v. 166, n. 9, p. 613–622, 2018.
- FUNARI, L. M. Motivações e métodos de previsão de demanda aplicados a eventos. 2021.
- MIGUEL, A.E. et al. Efeito de fungicidas no controle de *Cercospora coffeicola* em frutos de café. Resumos 3º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Curitiba, PR. p.18-21, 1975.
- VALE, P. A. S. et al. Epitypification of *Cercospora coffeicola* and its involvement with two different symptoms on coffee leaves in Brazil. *European Journal of Plant*, v. 159, n. 2, p. 399–408, 2021.