

IMPACTO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE CAFÉ ARÁBICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Josiel Dutra Moura¹, Guilherme Chrisóstomo Pianissolli¹, Taísa de Fátima Rodrigues de Almeida¹, Tafarel Victor Colodetti², Wagner Nunes Rodrigues², Marcelo Antonio Tomaz¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/nº, Guararema – 29500-000 – Alegre -ES, Brasil, josieldutra@hotmail.com, guilhermehrisco@gmail.com, aalmeida049@gmail.com, marcelo.tomaz@ufes.br.

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/ CPDI Sul, Rod. João Domingo Zago, ES km 2.5, s/n, Pacotuba - 29323-000 - Cachoeiro de Itapemirim-ES, Brasil, tafarel.colodetti@incaper.es.gov.br, wagner.rodrigues@incaper.es.gov.br.

Resumo

A cafeicultura do Espírito Santo tem no café arábica uma de suas principais atividades, cuja produtividade depende fortemente de condições adequadas de temperatura e precipitação. Este estudo objetivou analisar os impactos das condições climáticas ocorridas no período de 2011 a 2021, sobre a produção de café arábica no Espírito Santo. Para isso, utilizou-se de dados meteorológicos do INMET e CEMADEN, e informações de produção e área cultivada da CONAB. Os resultados evidenciaram que variações climáticas afetam diretamente a produção do arábica no estado. A seca ocorrida entre 2014 e 2016 reduziu significativamente as áreas em produção, comprometendo a oferta. Entretanto, observou-se recuperação produtiva nos anos seguintes, mesmo com menor área cultivada, em função do aumento da produtividade. Esse desempenho está relacionado à adoção de técnicas de cultivo mais eficientes. Ressalta-se, ainda, a alteração na bialidade do café arábica decorrente do evento climático extremo.

Palavras-chave: Cafeicultura. Mudanças climáticas. Produtividade.

Área do Conhecimento: Área - Ciências Agrárias. Subárea - Agronomia.

Introdução

O cultivo de café arábica (*Coffea arabica* L.) no Brasil apresenta elevada relevância econômica e social, sendo responsável por grande parte da produção nacional de café e pela geração de milhares de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva. Essa espécie possui exigências edafoclimáticas específicas, necessitando de temperatura média anual entre 18 °C e 23 °C, precipitação ideal variando entre 1.200 e 1.800 mm por ano e recomendação de cultivo em regiões com altitudes de 600 a 1.200 metros (Mesquita *et al.*, 2016). O estado do Espírito Santo, embora mais reconhecido pela produção de café conilon, também possui áreas expressivas de cultivo de arábica, sobretudo em regiões de maior altitude, como nas serras do Caparaó e na região serrana central, onde as condições climáticas são favoráveis ao seu desenvolvimento.

A cultura do café arábica tem se consolidado ao longo do tempo como um dos principais propulsores do desenvolvimento econômico do Brasil, com significativa participação no Produto Interno Bruto (PIB) agrícola, além de exercer papel central na geração de renda e empregos, especialmente na agricultura familiar (Tavares, 2017; Cubry *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2014). Entretanto, a produção é altamente vulnerável às mudanças climáticas, uma vez que variações de temperatura e precipitação influenciam diretamente a floração, a frutificação e o enchimento dos grãos. Eventos extremos, como estiagens prolongadas, chuvas irregulares ou ondas de calor, podem comprometer tanto a produtividade quanto a qualidade do produto final (Hamada; Ghini; Gonçalves, 2006; Tomaz *et al.*, 2012).

Um exemplo emblemático foi a crise hídrica ocorrida entre 2014 e 2016 no Espírito Santo, que afetou severamente a cafeicultura, resultando em queda expressiva da produção de arábica devido à redução da disponibilidade hídrica e à consequente limitação da irrigação (Diniz, 2016; Araújo, 2019). Esse

período revelou a fragilidade da cultura frente à variabilidade climática e reforçou a necessidade de estratégias de mitigação, como o manejo eficiente da água, a adoção de tecnologias de irrigação mais racionais e a seleção de cultivares mais resistentes ao estresse hídrico.

Estudos prospectivos indicam que, caso a temperatura média global aumente de forma contínua, poderá ocorrer uma redução de até 15% na área mundial apta ao cultivo de café arábica nos próximos 50 anos, deslocando zonas produtivas e alterando profundamente a geografia da cafeicultura (Lane; Jarvis, 2007; Tavares, 2017). Isso implica não apenas desafios produtivos, mas também impactos socioeconômicos significativos para os municípios dependentes da cultura. Assim, compreender a relação entre clima e produção de café arábica no Espírito Santo é fundamental para a formulação de políticas públicas, direcionamento de pesquisas e definição de estratégias de adaptação capazes de garantir a sustentabilidade da atividade a longo prazo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos da temperatura e da precipitação sobre os aspectos produtivos do café arábica em municípios representativos do estado do Espírito Santo, considerando a influência das variações climáticas na cafeicultura regional.

Metodologia

A O trabalho foi realizado a partir do levantamento de variáveis climáticas, área em formação, área em produção, produtividade e produção do café arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo. A seleção dos municípios considerou diferentes regiões produtoras e a disponibilidade de séries históricas completas entre 2011 e 2021.

Foram coletados dados de precipitação e temperatura junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e ao CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). As informações referentes à produção, produtividade, área em produção e área em formação foram obtidas por meio dos levantamentos da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Os municípios selecionados para análise foram Santa Teresa (19°59'16.4"S; 40°34'45.2"W; código da estação A613; altitude de 976 m), Afonso Cláudio (20°06'15.0"S; 41°06'25.0"W; código da estação A657; altitude de 507 m) e Muniz Freire (20°27'59.0"S; 41°24'44.3"W; código da estação 83013; altitude de 530 m).

A partir dos dados obtidos, calcularam-se as médias mensais de precipitação e temperatura entre os municípios no período de 2011 a 2021. Em seguida, foi realizada a análise de correlação de Pearson (Steel *et al.*, 1997) entre as variáveis climáticas (precipitação média e temperatura média) e os indicadores produtivos (produção, produtividade, área em produção e área em formação). A significância das correlações foi testada pelo teste t a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico GENES (Cruz, 2013).

Resultados

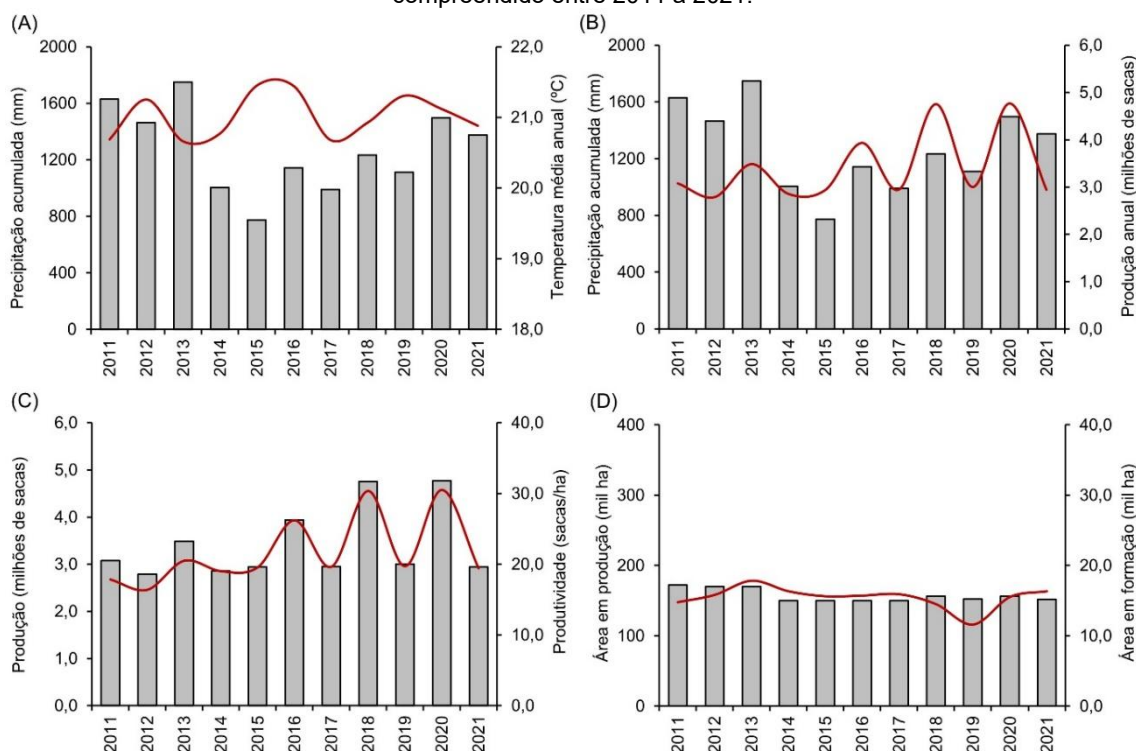
Na figura 1A, foi observado o comportamento da precipitação e temperatura em cada ano do período estudado (2011 a 2021) para os municípios produtores de café arábica. A temperatura média anual tem uma tendência inversa à precipitação acumulada. Observou-se que nos anos que a precipitação foi menor a temperatura foi maior, e nos anos onde a precipitação foi maior a temperatura média anual foi mais amena. Na figura 1B traçou-se um comparativo da precipitação anual acumulada com a produção anual de café arábica. Nota-se que a redução da precipitação ocorrida no período de 2014 a 2017 afetou o padrão bienal da produção do cafeeiro arábica, o que ocasionou dois anos consecutivos de baixa produção (2014 e 2015).

Na figura 1C observou-se a produção e produtividade de lavouras de cafeeiro arábica no estado do Espírito Santo. A produção tem um comportamento muito semelhante a produtividade. Também pode-se observar a inversão na bienalidade a partir de 2015, ocorrida em função das secas severas de 2014 e 2015. Pode-se observar também que no período de 2011 a 2015 a produção e a produtividade não oscilaram tanto em função da bienalidade, mas a partir de 2015 a oscilação foi mais expressiva com o aumento da bienalidade e da produção. Quanto à área em produção e área de formação do cafeeiro arábica (Figura 1D), observou-se uma redução da área de formação um pouco mais expressiva somente nos anos de 2011 e 2019.

Figura 1 - Média entre os municípios (Santa Teresa-ES, Afonso Cláudio-ES e Muniz Freire-ES) da precipitação

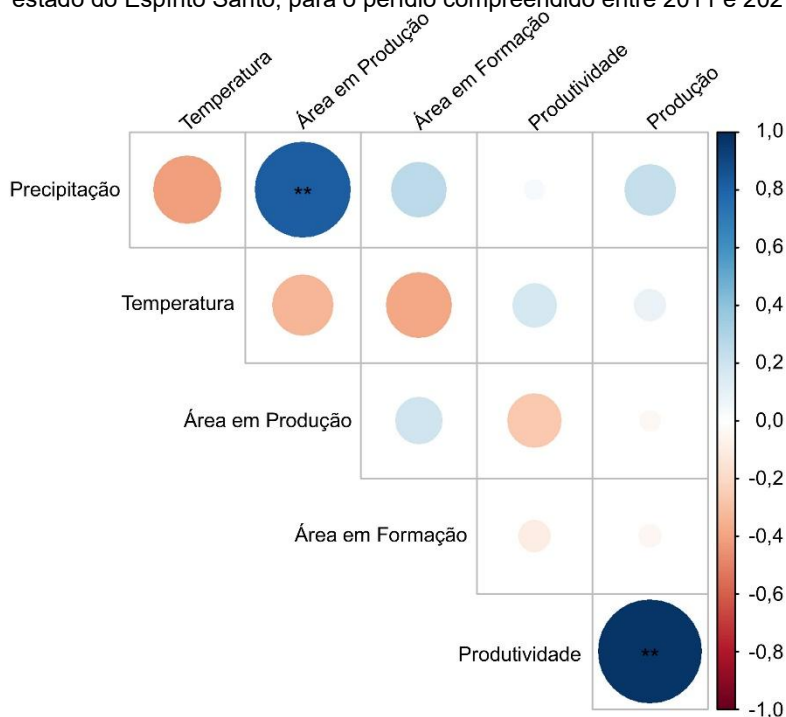
A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

anual acumulada (barras) e temperatura (linha) média anual (A), da precipitação anual acumulada (barras) e produção anual (linha) (B), da produção anual (barras) e produtividade (linha) (C) e da área em produção (barras) e área em formação (linha) (D) de café arábica no estado do Espírito Santo. Período de estudo compreendido entre 2011 a 2021.



Fonte: os autores.

Figura 2 - Análise de correlação de Pearson entre as características climáticas e produtivas do café arábica no estado do Espírito Santo, para o período compreendido entre 2011 e 2021.



A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Fonte: os autores. *Significativo a 5% e **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

Ao analisar a correlação entre as características climáticas e produtivas do café arábica (Figura 2), evidenciou-se correlação significativa e positiva entre precipitação e área em produção, indicando que o regime pluviométrico anual exerce influência direta sobre a manutenção das lavouras em produção. Esse resultado é esperado, uma vez que grande parte do cultivo de arábica no Espírito Santo ocorre em condições de sequeiro, o que torna os produtores mais dependentes da regularidade das chuvas para a condução das lavouras.

No que se refere às variáveis produtivas, observou-se correlação significativa e positiva entre produtividade e produção. Tal relação demonstra que o aumento da produção está mais associado ao ganho de eficiência por área cultivada do que à expansão da área plantada. Em outras palavras, sob condições climáticas favoráveis, as plantas apresentam melhor desempenho fisiológico, refletindo em maior produtividade e, conseqüentemente, em maior produção total.

Discussão

Apesar de uma tendência de aumento na produção e produtividade do cafeeiro arábica sem aumento expressivo de área de cultivo, pode-se observar, ao longo do período de 2016 a 2021, um maior efeito da bienalidade, com oscilações de produção e produtividade mais expressivas. Porém, essa bienalidade pode ser minimizada com o uso de práticas de manejo cultural adequadas, onde, a partir do uso de medidas e tecnologias que modifiquem alguns fatores no ecossistema e predisposição das plantas, é possível manter uma produção mais uniforme com o passar do tempo (Mendonça *et al.*, 2011).

É possível que esse aumento no efeito oscilante na bienalidade produtiva do cafeeiro arábica a partir de 2015, seja devido ao período de secas expressivas ocorridas em 2014 e 2015. Também é possível atribuir os aumentos de produção e produtividade, após 2016, como reflexos do período de seca, onde muitas lavouras antigas e com manejo rudimentar foram perdidas, forçando os produtores a renovarem suas lavouras utilizando cultivares mais novas e produtivas, e com algumas características de tolerância.

A análise de correlação de Pearson evidenciou algumas relações significativas entre as variáveis avaliadas. A relação entre precipitação e área em produção, indicou que a disponibilidade hídrica exerceu influência direta sobre a manutenção das lavouras ativas, corroborando com estudos que destacam a importância da chuva para a sustentabilidade do cafeeiro em regiões tropicais (Matiello *et al.*, 2015; DaMatta *et al.*, 2018).

Além disso, verificou-se forte correlação positiva entre produção e produtividade, o que demonstra que o incremento produtivo esteve associado, principalmente, ao aumento da eficiência por área cultivada, e não apenas à expansão da área plantada. Essa relação também foi observada por Venancio *et al.* (2020), que ressaltam a adoção de melhores práticas de manejo como fator determinante para ganhos de produtividade no café arábica. Alguns autores já evidenciaram que correlações negativas entre temperatura e variáveis produtivas sugerem que aumentos térmicos podem impactar negativamente o desempenho da cultura, em consonância com projeções de impactos das mudanças climáticas sobre a cafeicultura (Camargo, 2010; Lane; Jarvis, 2007). No presente estudo, tal relação inversa com a temperatura média anual foi observada para a área em produção e área em formação do cafeeiro arábica, porém, com correlações não significativas.

Conclusão

A baixa precipitação associada a temperaturas elevadas impacta diretamente a produção e a produtividade do cafeeiro no Espírito Santo. A crise hídrica ocorrida entre 2014 e 2017 provocou efeitos marcantes, como a inversão da bienalidade do café arábica e a maior expressividade da mesma a partir de então. No período de 2011 a 2021, observou-se uma sensível diminuição das áreas em produção e em formação, reflexo das condições climáticas adversas enfrentadas. Contudo, mesmo diante da diminuição da área cultivada, houve incremento nos índices de produtividade e produção, resultado que pode ser atribuído ao aperfeiçoamento das práticas de manejo e à adoção de tecnologias mais eficientes na cafeicultura.

Referências

ARAÚJO, P. Q. **Crise hídrica na área da sudene no Espírito Santo: um limitador do potencial da produção de café conilon**. 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Regional) - Faculdade Vale do Cricaré, São Mateus, 2019.

CAMARGO, M. B. P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Brasília: Conab, v. 3. n. 4, 2016. 77p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Conjunturas da agropecuária**. Brasília: Conab, v. 31, 2021. 1p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Produção de café deve atingir 55,7 milhões de sacas na safra de 2022**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4473-producao-de-cafe-deve-atingir-55-7-milhoes-de-sacas-na-safra-de-2022>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.

CUBRY, P.; BELLIS, F.; MUSOLI, P.; LEROY, T. Global analysis of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae) from the Guineo Congolese region reveals impacts from climatic refuges and migration effects. **Genetic Resources Crop Evolution**, v. 60, p. 483-501, 2013.

DaMATTA, F. M.; AVILA, R. T.; CARDOSO, A. A.; MARTINS, S. C. V.; RAMALHO, J. C. Physiological and agronomic performance of the coffee crop in the context of climate change and global warming: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 66, n. 21, p. 5264–5274, 2018.

DINIZ, I. Agricultura só deve se recuperar em 2019. **A Gazeta**, Vitória, 17 set. 2016. Cidades, Seca no ES, p. 3.

HAMADA, E.; GHINI, R.; GONÇALVES, R. R. V. Efeito da mudança climática sobre problemas fitossanitários de plantas: metodologia de elaboração de mapas. **Engenharia ambiental**, v. 3, n. 2, p. 073-085, 2006.

LANE, A.; JARVIS, A. Changes in climate will modify the geography of crop suitability: agricultural biodiversity can help with adaptation. **SAT eJournal**, v. 4, n. 1, p. 1–12, 2007.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/Procafé, 2015.

MENDONÇA, R. F. *et al.* Abordagem sobre a bienalidade de produção em plantas de café. **Encicl. Biosf.**, v. 7, n. 13, p. 1-9, 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/abordagem%20sobre%20a%20bienalidade.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2025.

MESQUITA, C. M.; MELO, E. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; JÚNIOR, M. A. F.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M.; ARAÚJO, W. G. **Manual do café: Implantações de cafezais**. Belo Horizonte: Emater, 2016. 50p.

RODRIGUES, N. A.; REIS, E. A.; TAVARES, M. Influências dos fatores climáticos no custo de produção do café arábica. **Custos e agronegócio**, v. 10, n. 13, 2014.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical**

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

approach. New York: McGrawHill, 1997. 666p.

TAVARES, P. S. **Impactos das mudanças climáticas na produtividade do cafeeiro em áreas do sudeste do Brasil - um estudo de modelagem**. 2017. Tese (Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre) - INPE, São José dos Campos, 2017.

TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; JUNIOR, W. C. J.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N. Mudanças climáticas: potencial impacto na sustentabilidade da cafeicultura. In: JÚNIOR, W. C. J.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; MORAES, W. B.; AMARAL, J. F. T.; TOMAZ, M. A.; ALVES, F. R. **Inovação, Difusão e Integração**: Bases para a Sustentabilidade da Cafeicultura. Alegre: CAUFES, 2012. 270p.

VENANCIO, L. P.; FERNANDES, A. L. T.; FONSECA, A. F. A.; PEREIRA, L. L. Impactos da variabilidade climática na produção de café arábica no Brasil. **Coffee Science**, Lavras, v. 15, p. 1-12, 2020.