VARIABILIDADE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Coffea Canephora* SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

Autores: Hallan da Silva Santorio[1], Marcelo Antonio Tomaz[1], Tafarel Victor Colodetti[2].

[1]Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Agronomia, Alto Universitário, S/N, Guararema - 29.500-000 - Alegre - ES, Brasil, hallan.santorio@gmail.com, marcelo.tomaz@ufes.br.

[2]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Rodovia João Domingo Zago, km 2,5, Pacotuba - 29.323-000 - Cachoeiro de Itapemirim - ES, Brasil, tafarelcolodetti@hotmail.com.

Resumo

O experimento foi conduzido em Lagoa Seca, Alegre-ES, a 647 m de altitude, com plantas de cafeeiro conilon implantadas em fevereiro de 2015. O objetivo dessa pesquisa foi analisar a variabilidade do crescimento e produção de genótipos de *Coffea canephora* sob dois regimes hídricos em altitude de transição. Foram avaliadas características do crescimento vegetativo de 27 genótipos de diferentes ciclos de maturação. No período da colheita, mediu-se o volume, rendimento e produtividade média de grãos. Os resultados mostraram que o comportamento vegetativo e produtivo dos genótipos foi influenciado pelos manejos de água no solo. A irrigação manejada promoveu incrementos no comprimento do ramo ortotrópico mediano, diâmetro de projeção da copa, número de ramos plagiotrópicos, produção e produtividade. Na safra 2023/2024, o genótipo 203 apresentou a maior produção, enquanto o genótipo 204 foi o menos produtivo. Conclui-se que existe variabilidade entre os genótipos estudados para as condições e características avaliadas, sendo a escolha do material genético importante para o sucesso da produção de café conilon em altitude de transição.
Palavras-chave: Café conilon. Produtividade. Irrigação. Genótipo.
Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

A cafeicultura é uma das principais atividades agrícolas do país, contribuindo para a geração de renda, empregos e permanência do homem no campo (Ferrão *et al*., 2019). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, com o cultivo comercial de café arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*C. canephora*), que representam aproximadamente 70% e 30% da produção nacional, respectivamente (Conab, 2023; Ferrão *et al*., 2019). O Espírito Santo destaca-se como principal produtor nacional de café conilon, respondendo por 67% da produção da espécie na safra de 2024 (Conab, 2024).

O café conilon é predominantemente cultivado em altitudes inferiores a 500 m (Matiello, 1991), sob temperaturas entre 22 °C e 27,5 °C e necessidade hídrica anual próxima de 1.200 mm (Partelli; Bonomo, 2016). Entretanto, as mudanças climáticas, caracterizadas pelo aumento da temperatura e pela irregularidade das precipitações, podem modificar as condições de cultivo e favorecer a expansão da espécie para áreas de maior altitude (Assad *et al*., 2004; IPCC, 2023).

A deficiência hídrica é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento do café conilon. No Espírito Santo, aproximadamente 63% da área cultivada apresenta restrições hídricas (Silva *et al*., 2010; Araujo *et al*., 2011; Taques; Dadalto, 2019). O déficit hídrico pode provocar fechamento estomático e reduzir a fotossíntese, o crescimento e a produtividade (Garcia *et al*., 2019), tornando o manejo da irrigação e a utilização de genótipos tolerantes à escassez de água estratégias importantes para a cultura (Ferrão *et al*., 2016; Silva; Reis, 2019).

A variabilidade genética do cafeeiro proporciona diferentes respostas às condições ambientais, especialmente quanto ao crescimento, arquitetura de copa, tolerância ao déficit hídrico e produção (Pinheiro *et al*., 2015; Correa *et al*., 2015; Pereira, 2015). Dessa forma, a avaliação de genótipos de *C. canephora* em altitude de transição e sob diferentes regimes hídricos pode contribuir para a identificação de materiais mais adaptados a essas condições.

Diante disso, objetivou-se avaliar a variabilidade do crescimento e da produção de genótipos de *C. canephora* submetidos a diferentes regimes hídricos em condições de altitude de transição.

Metodologia

O experimento foi conduzido em campo na localidade de Lagoa Seca, Alegre-ES, região do Caparaó Capixaba, a 647 m de altitude. As plantas de *C. canephora* foram implantadas em fevereiro de 2015, no espaçamento de 3,0 × 1,0 m, conduzidas com três ramos ortotrópicos e poda programada de ciclo, encontrando-se no segundo ciclo de poda (Verdin Filho *et al*., 2014), seguindo as recomendações de manejo da cultura no Espírito Santo (Ferrão *et al*., 2019).

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, com 27 genótipos nas subparcelas e dois regimes hídricos nas parcelas, em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por unidade experimental. Os genótipos pertenciam às cultivares clonais 'Diamante ES8112' (101 a 109), de maturação precoce; 'Jequitibá ES8122' (201 a 209), de maturação intermediária; e 'Centenária ES8132' (301 a 309), de maturação tardia, desenvolvidas e registradas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper).

Os regimes hídricos foram irrigado e não irrigado. No irrigado, a umidade do solo foi monitorada por tensiômetros instalados até 25 cm de profundidade, realizando-se irrigação por gotejamento quando a água disponível no solo atingia entre 70 e 60% (34 e 46 kPa, respectivamente), com reposição até a capacidade de campo. No não irrigado, a entrada de água ocorreu principalmente por precipitação natural.

As avaliações foram realizadas na terceira safra produtiva do segundo ciclo de poda, no estágio de maturação dos frutos. Foram avaliadas altura da planta (ALT; m), altura da copa (ALC; m), diâmetro do caule do ramo ortotrópico (DC; mm), diâmetro da copa (DCO; m), número de ramos plagiotrópicos (NRP; unidades) e ângulo de inserção dos ramos plagiotrópicos (ANG; °). A colheita foi realizada quando mais de 80% dos frutos estavam no estádio "cereja", determinando-se o volume de café colhido, o rendimento (REND; g L^{-1}) e a produtividade (PROD; sacas de 60 kg ha^{-1}).

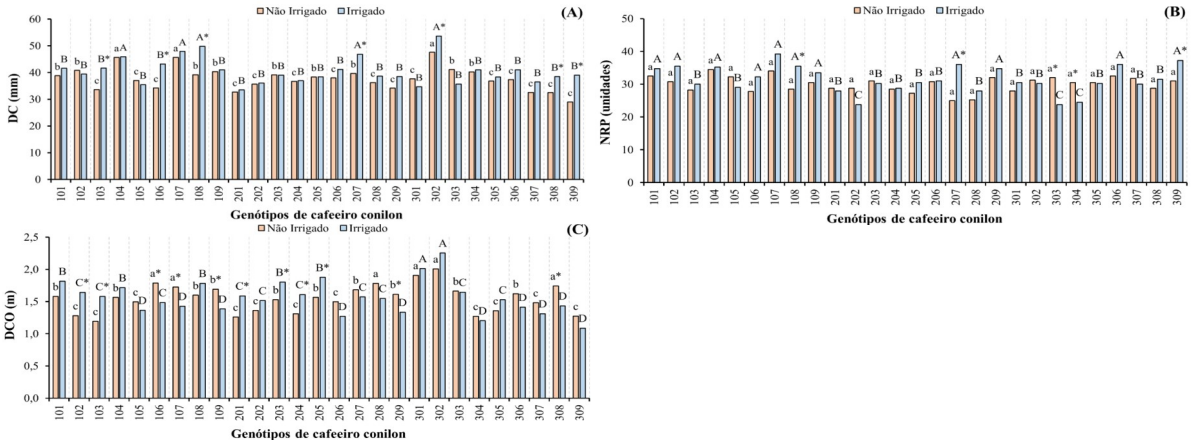
Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Quando observada significância, as médias foram comparadas pelo teste estatístico apropriado.

Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou interação significativa entre genótipos e regimes hídricos para diâmetro do caule (DC) (Figura 1A), número de ramos plagiotrópicos (NRP) (Figura 1B), diâmetro da copa (DCO) (Figura 1C), , rendimento (REND) (Figura 3A) e produtividade (PROD) (Figura 3B). Analisando os dados, para altura da planta (ALT) (Figura 2A), altura da copa (ALC) (Figura 2B) e o ângulo de inserção dos ramos plagiotrópicos (ANG) (Figura 2C), não houve interação significativa, indicando efeito independente dos fatores. Os coeficientes de variação foram inferiores a 20%, indicando boa precisão experimental.

Para o DC (Figura 1A), no sistema irrigado, destacaram-se os genótipos 104, 107, 108, 207 e 302, enquanto no não irrigado os maiores valores ocorreram em 104, 107 e 302. A irrigação proporcionou maiores valores de DC nos genótipos 103, 106, 108, 207, 302, 308 e 309. O NRP (Figura 1B) também apresentou resposta diferenciada. Sob irrigação, os genótipos 101, 102, 104, 106, 107, 108, 109, 207, 209, 306 e 309 apresentaram maiores médias, enquanto 202, 303 e 304 apresentaram as menores; no sistema não irrigado, não houve diferença entre os genótipos. Na comparação entre manejos, 108, 207 e 309 apresentaram maior NRP com irrigação, enquanto 303 e 304 se destacaram sem irrigação, com ganhos de 24,49 e 34,74%, respectivamente. O maior número de ramos plagiotrópicos pode contribuir para a produtividade, uma vez que os frutos se desenvolvem nesses ramos, conforme também observado por Pereira *et al*. (2014) em cafeeiros irrigados.

Figura 1 - Desdobramento das médias de diâmetro de caule (A), número de ramos plagiotrópicos no ramo ortotrópico (B) e diâmetro da copa (C) de 27 genótipos de cafeeiro conilon, em função de dois regimes hídricos de cultivo (Irrigado e Não Irrigado). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (comparação entre os genótipos no manejo Irrigado) e minúscula (comparação entre os genótipos no manejo Não Irrigado), não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott (p≤0,05). Médias seguidas por asterisco (*) demonstram diferença significativa entre os manejos hídricos (Irrigado e Não Irrigado) para aquele genótipo, de acordo com teste de Tukey (p≤0,05).

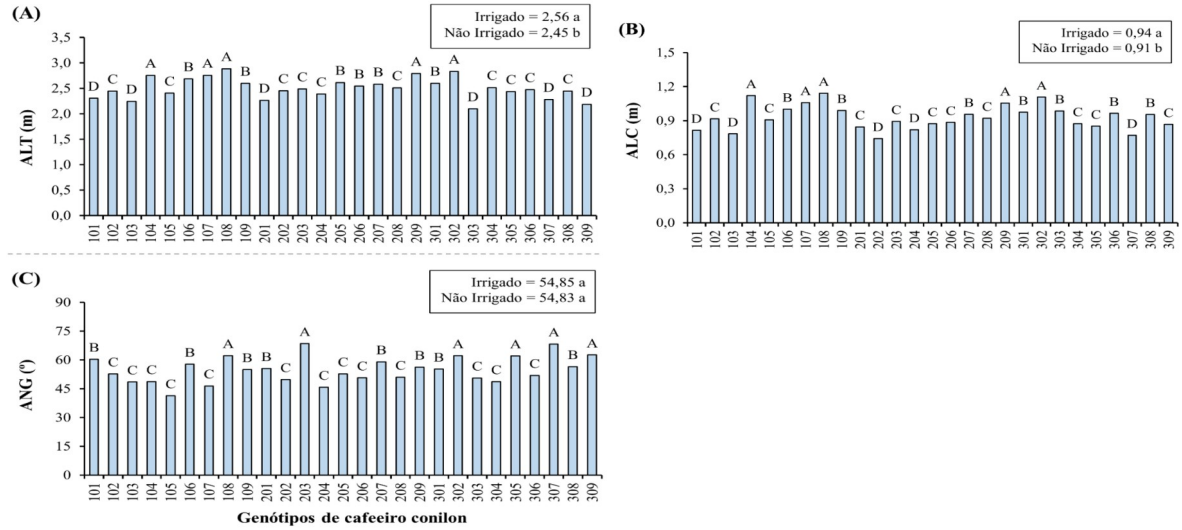


Fonte: elaborado pelo próprio autor. (2024).

Para o DCO (Figura 1C), no sistema irrigado, os genótipos 301 e 302 apresentaram as maiores médias, enquanto 105, 107, 109, 206, 209, 304, 306, 307 e 309 apresentaram as menores. No sistema não irrigado, destacaram-se 106, 107, 208, 301, 302 e 308, enquanto 102, 103, 105, 201, 202, 204, 206, 304, 305, 307 e 309 apresentaram menores valores. A irrigação aumentou o DCO em 18 a 33% nos genótipos 102, 103, 201, 203, 204 e 205, enquanto 106, 107, 109, 209 e 309 apresentaram maior desempenho sem irrigação, evidenciando diferenças na capacidade de exploração do solo e utilização da água disponível, conforme discutido por Covre *et al*. (2015).

Considerando os fatores isoladamente, a irrigação promoveu ganhos na ALT (Figura 2A) e ALC (Figura 2B), enquanto não houve diferença entre regimes para ANG (Figura 2C). Os genótipos 104, 107, 108, 209 e 302 destacaram-se quanto à ALT e ALC, e 108, 203, 302, 305, 307 e 309 apresentaram maiores valores de ANG. A variabilidade observada demonstra diferentes respostas morfológicas dos genótipos às condições ambientais, característica relevante para a adaptação do cafeeiro em ambientes de altitude de transição.

Figura 2 - Comparação das médias entre os genótipos para a altura de planta (A), altura da copa (B) e ângulo de inserção do ramo plagiotrópico no ramo ortotrópico (C) e entre os dois regimes hídricos de cultivo (Irrigado e Não Irrigado). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (comparação entre os genótipos) não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott (p≤0,05). Médias seguidas pela mesma letra minúscula (comparação entre os manejos hídricos) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) (647 m, Alegre-ES, 108 meses de idade).



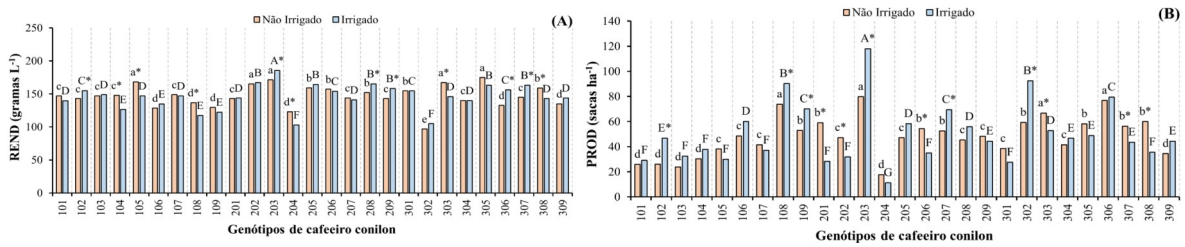
Fonte: elaborado pelo próprio autor. (2024).

Em relação ao REND (Figura 3A), o genótipo 203 apresentou a maior média no sistema irrigado, enquanto 204 e 302 apresentaram os menores valores. Os genótipos 102, 203, 208, 306 e 307

apresentaram maiores rendimentos sob irrigação, enquanto 104, 105, 108, 204, 303 e 308 tiveram maior desempenho sem irrigação, com ganhos de 11 a 20%. O desempenho do genótipo 203 foi consistente nos dois manejos, indicando maior estabilidade para essa característica. Partelli *et al*. (2021), avaliando 43 genótipos de *C. canephora* no Espírito Santo, também observaram variabilidade quanto ao rendimento.

Quanto à PROD (Figura 3B), sob irrigação destacaram-se os genótipos 102, 108, 109, 203, 207 e 302, com ganhos de 22 a 81%, enquanto, no sistema não irrigado, 201, 202, 206, 303, 307 e 308 apresentaram incrementos de 26 a 114% em relação ao sistema irrigado. Na produção, o genótipo 203 apresentou maior desempenho sob irrigação; sem irrigação, destacaram-se 108, 203, 303 e 306, enquanto 204 apresentou baixo desempenho nos dois manejos e 309 menor desempenho sem irrigação.

Figura 3 - Desdobramento das médias de rendimento, gramas de café beneficiado por litro de café cereja (A) e produtividade, sacas de 60 kg/ha (B) de 27 genótipos de cafeeiro conilon, em função de dois regimes hídricos de cultivo (Irrigado e Não Irrigado). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (comparação entre os genótipos no manejo Irrigado) e minúscula (comparação entre os genótipos no manejo Não Irrigado), não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott (p≤0,05). Médias seguidas por asterisco (*) demonstram diferença significativa entre os manejos hídricos (Irrigado e Não Irrigado) para aquele genótipo, de acordo com teste de Tukey (p≤0,05).



Fonte: elaborado pelo próprio autor. (2024).

O genótipo 203 destacou-se pela elevada produtividade e rendimento nos diferentes regimes hídricos, demonstrando comportamento consistente. Os genótipos 108, 203 e 303 apresentaram destaque quanto à produtividade, com ganhos de 20 a 48%, além de maior angulação dos ramos plagiotrópicos e maior produção. A distribuição e a angulação dos ramos podem influenciar o fechamento da lavoura e o aproveitamento da radiação, sendo que maior angulação pode favorecer a penetração de luz no interior da planta e contribuir para a fotossíntese e a capacidade produtiva (Righi, 2005; Carvalho, 2007). De modo geral, os resultados evidenciam ampla variabilidade entre os genótipos e respostas diferenciadas aos regimes hídricos, reforçando a importância da escolha do material genético para o cultivo de *C. canephora* em condições de altitude de transição.

Conclusão

Existe variabilidade entre os genótipos de *C. canephora* quanto ao crescimento, rendimento e produtividade em condições de altitude de transição. Os regimes hídricos influenciaram o desempenho dos genótipos, evidenciando respostas distintas à disponibilidade de água.

A irrigação favoreceu características vegetativas e produtivas de determinados genótipos, enquanto outros apresentaram melhor desempenho sob condições não irrigadas. O genótipo 203 destacou-se pelo elevado rendimento e desempenho produtivo consistente nos diferentes regimes hídricos.

Os resultados evidenciam a importância da escolha do genótipo e do manejo da disponibilidade hídrica para o cultivo de café conilon em condições de altitude de transição.

Referências

ARAUJO, G. L.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café Conilon. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 115-124, 2011. Disponível em: http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2011v16n2p115. Acesso em: 07 jul. 2024.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; AVILA, A. M. Impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.

CARVALHO, C. H. S. de. **Cultivares de café**. Brasília: Embrapa, 2007. 247 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v.11, n. 4 quarto levantamento, dezembro 2023.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Brasília, DF, v. 11, n. 2, segundo levantamento, maio 2024.

CORREA, J. M.; VIEIRA, G. H. S.; LOSS, J. B.; BIRCHLER, R.; PARTELLI, G. Maturação e produtividade do cafeeiro conilon submetidos a diferentes épocas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 25., 2015, São Cristóvão, SE. **Anais...** Aracaju, 2015.

COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; GONTIJO, I.; ZUCOLOTO, M. Distribuição do sistema radicular de cafeeiro conilon irrigado e não irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 11, p. 1006-1016, 2015.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. *Coffea canephora*. *In*: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. **Conilon Coffee**. 3. ed. atual. e ampl. Vitória: Incaper, 2019. p. 29-49.

FERRÃO, R. G.; MOREIRA, S. O.; FERRÃO, M. A. G.; RIVA, E. M.; ARANTES, L. O.; COSTA, A. F. S.; CARVALHO, P. L. P. T.; GALVÊAS, P. A. O. Genética e melhoramento: desenvolvimento e recomendação de cultivares com tolerância à seca para o Espírito Santo. **Incaper em Revista**, v. 6 e 7, n. 4, p. 51-71, 2016.

GARCIA, F. H. S.; MATUTE, A. F. M.; SILVA, L. C.; SANTOS, H. R. B.; BOTELHO, D. S. B. *et al*. Análise fisiológica em mudas de cafeeiro com cercosporiose submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 1, p. 83-88, 2019.

IPCC. Summary for Policymakers. *In*: Climate Change 2023: **Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2023.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.

PARTELLI, F. L.; BONOMO, R. **Café conilon: o clima e o manejo da planta**. Alegre, ES: CAUFES, 2016.

PARTELLI, F. L.; OLIOSI, G.; DALAZEN, J. R.; SILVA, C. A.; VIEIRA, H. D.; EPINDULA, M. C. Proportion of ripe fruit weight and volume to green coffee: differences in 43 genotypes of *Coffea canephora*. **Agronomy Journal**, v. 113, p. 1050-1057, 2021.

PEREIRA, A. A.; MORAIS, A. R.; SCALDO, M. S.; FERNANDES, T. J. Descrição do crescimento vegetativo do cafeeiro cultivar Rubi MG 1192, utilizando modelos de regressão. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 266-274, 2014.

PEREIRA, L. **Crescimento, produção e rendimento dos clones da variedade 'Conilon Vitória' em condições de déficit hídrico e irrigado**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2015.

PINHEIRO, H. A.; DaMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; LOUREIRO, M. E.; DUCATTI, C. D. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v. 96, p. 101-109, 2005.

RIGHI, C. A. **Avaliação ecofisiológica do cafeeiro (Coffea arabica L.) em sistema agroflorestal e em monocultivo**. 2005. 113 f. Tese (Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

SILVA, J. G.; REIS, E. F. **Irrigation and water management in conilon coffee**. *In*: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. Conilon Coffee. 3. ed. atual. e ampl. Vitória: Incaper, 2019. p. 439-471.

SILVA, V. A.; ANTUNES, W. C.; GUIMARÃES, B. L. S.; PAIVA, R. M. C.; SILVA, V. F.; FERRÃO, M. A. G.; DaMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 45, n. 5, p. 457-464, 2010.

TAQUES, R. C.; DADALTO, G. G. **Agroclimatic zoning for conilon coffee culture in the state of Espírito Santo**. *In*: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. Conilon Coffee. 3. ed. atual. e ampl. Vitória: Incaper, 2019. p. 70-83.

VERDIN FILHO, A. C.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; RODRIGUES, W. N. Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. **Coffee Science**, v. 9, n. 4, p. 489-494, 2014.