



VI Jornada de Iniciação Científica

VII SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO UNIFACIG

Sociedade, Ciência e Tecnologia

MANEJO HÍDRICO COM IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR: ASPECTOS VEGETATIVOS DE GENÓTIPOS DE CAFEEIRO ARÁBICA

Wagner Nunes Rodrigues¹, Tafarel Victor Colodetti², Lima Deleon Martins³,
Sebastião Vinícius Batista Brinate¹, Inês Viana de Souza⁴, Marcelo Antonio
Tomaz⁵

¹Doutor em Produção Vegetal, Professor do Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu-MG, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, wagner.nunes@sempre.unifacig.edu.br, sebastiao.vinicius@sempre.unifacig.edu.br.

²Doutor em Produção Vegetal, Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional do CNPq/FAPES, CCAE-UFES, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, tafarecolodetti@hotmail.com.

³Doutor em Produção Vegetal, Professor do Centro Universitário São Camilo, Cachoeiro do Itapemirim-ES, Grupo Geotechnology Applied to Global Environment, CCAE-UFES, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, limadeleon@saocamilo-es.br.

⁴Graduanda em Agronomia, CCAE-UFES, Alegre-ES, ines.viana.18@gmail.com.

⁵Doutor em Fitotecnia, Professor do Departamento de Agronomia, CCAE-UFES, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, tomazamarcelo@yahoo.com.br.

Resumo: Objetivou-se analisar o crescimento vegetativo de genótipos de cafeeiro arábica, cultivados em condição de sequeiro e com irrigação suplementar. O experimento foi desenvolvido em campo de competição, com seis genótipos de cafeeiro arábica e dois sistemas de manejo hídrico (sequeiro e irrigado). Características de crescimento vegetativo da copa das plantas foram avaliadas durante dois ciclos consecutivos. Os resultados indicam que é possível identificar genótipos com maior desempenho de crescimento para cada um dos sistemas de cultivo analisados, com comportamento diferencial para as características de crescimento vegetativo em função dos manejos hídricos adotados. No entanto, as expressões de algumas características, como a altura das plantas e a área foliar dos ramos plagiotrópicos, podem ser intensificadas pelo fornecimento da irrigação suplementar.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; Taxa de crescimento; Manejo de irrigação; Estresse hídrico.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias.

WATER MANAGEMENT WITH SUPPLEMENTARY IRRIGATION: VEGETATIVE ASPECTS OF GENOTYPES OF ARABICA COFFEE

Abstract: The objective of this study was to analyze the vegetative growth of genotypes of Arabica coffee, cultivated under rainfed conditions and supplementary irrigation. The experiment was carried out in a competition field, with six genotypes of Arabica coffee and two water management systems (rainfed and irrigated). Characteristics of vegetative growth of the canopy of the plants were evaluated during two consecutive cycles. The results indicate that it is possible to identify genotypes with faster growth performance for each of the analyzed systems, with differential behavior for the vegetative growth characteristics as a function of the water management used. However, the expressions of some traits, such as plant height and leaf area of plagiotropic branches, can be intensified by providing supplementary irrigation.

Keywords: *Coffea arabica*; Growth rate; Irrigation management; Water stress.

INTRODUÇÃO

Nas safras 2013/14 (bienalidade positiva) e 2014/15 (bienalidade negativa) no Brasil, as produções de café (arábica e conilon) foram as menores dos últimos 10 anos, para as referidas bienalidade (CONAB, 2021). No entanto, esses resultados podem ser explicados pelas temperaturas elevadas e deficiências hídricas prolongadas que acometeram as principais regiões produtoras de café

do Brasil nesse período, principalmente nos estágios de formação e granação dos frutos (CONAB, 2021).

Condições climáticas atípicas ou estressantes não afetam apenas a produtividade dos cultivos, mais comprometem consideravelmente o crescimento vegetativo e a formação das lavouras. Nesse contexto, o emprego de técnicas para suplementação hídrica via irrigação se faz fundamental, pois visa repor a necessidade de água nos períodos em que a reposição natural (precipitações) é escassa. Até 2015, cerca de 300 mil hectares de café no Brasil foram cultivados com irrigação, o que representava apenas 10% da área total cultivada. Porém, o diferencial se consistia na contribuição produtiva, onde essa pequena proporção da área total contribuiu com 30% da produção nacional (FERNANDES, 2015).

O estresse hídrico é um dos principais fatores limitantes para o cultivo do cafeeiro, principalmente porque grande parte das áreas cultivadas com essa cultura se encontram com limitações hídricas (BATISTA et al., 2010). Nesse sentido se faz necessária a realização de estudos para identificação das respostas dos genótipos de cafeeiros em condições de estresse hídrico, de modo a quantificar até quanto cada material é capaz de suportar o déficit sem comprometimento significativo de seu crescimento, metabolismo e produtividade (CAVATTE et al., 2012).

Outros pontos relevantes são os efeitos das mudanças climáticas sobre as regiões tipicamente produtoras de café, sobretudo a modificação nos regimes hídricos e o aumento na frequência de eventos climáticos adversos e extremos (IPCC, 2014), onde a irrigação representa uma prática necessária para a manutenção da atividade (SILVA et al., 2008). Nesse contexto, objetivou-se analisar o crescimento vegetativo de genótipos de cafeeiro arábica, cultivados em condição de sequeiro e com irrigação suplementar.

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido em campo de competição, instalado em uma região de cultivo típico do cafeeiro arábica (*C. arabica* L.), localizado no interior do município de Alegre, estado do Espírito Santo, região sudeste do Brasil (20°52'07"S e 41°28'43"W). A área apresenta altitude de 642 m, com temperatura média do ar durante o estudo de 20,85 °C e precipitação acumulada anual de 1290 mm, sendo o período chuvoso de outubro a abril e o período seco de maio a setembro.

O experimento seguiu esquema de parcelas subdivididas, com seis genótipos de *C. arabica* L. (compondo as parcelas) e dois sistemas de cultivo referentes à suplementação hídrica (compondo as subparcelas), em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. O espaçamento de plantio foi de 2,5 × 0,8 m, resultando em uma população total de 5000 plantas por hectare, mantendo-se um ramo ortotrópico por planta desde o plantio. Todas os tratamentos culturais e técnicas de manejo foram empregadas conforme as recomendações normalmente utilizadas (PREZOTTI et al., 2007; REIS; CUNHA, 2010), ocorrendo sempre de acordo com a necessidade.

Os seis genótipos de cafeeiro arábica utilizados no estudo foram originados de programas de melhoramento de instituições referenciais no desenvolvimento de cultivares de café, sendo eles: Paraíso MG/H 419-1, Catucaí 24-137, Sacramento MG1, Catucaí 144 CCF, Catucaí 2-SL e Oeiras MG-6851. Os dois manejos referentes à suplementação hídrica consistiram em condição de sequeiro (fornecimento de água apenas por precipitação natural) e condição de irrigação suplementar (fornecimento de água por precipitação natural e por irrigações durante períodos de estresse hídrico ou elevada demanda por água).

As plantas foram cultivadas nas condições descritas e avaliadas nos ciclos reprodutivos das safras de 2015 e 2016. Ao término da colheita de 2015, dois ramos plagiotrópicos localizados na região central do dossel e representativos do crescimento e produção foram marcados para serem utilizados ao final da colheita do ano seguinte. O mesmo foi realizado no ramo ortotrópico da planta.

A altura da planta (ALT; m) foi determinada no estágio de maturação dos frutos da safra de 2016, por meio de régua graduada (mm). A taxa de crescimento do ramo ortotrópico (TCO; cm dia⁻¹) foi calculada com base na variação temporal da ALT no período entre a colheita da safra 2015 e a colheita da safra 2016. Essas avaliações foram realizadas seguindo a metodologia de Silva et al. (2000).

O número de novos nós nos ramos ortotrópicos (NNO; unidades) foi contabilizado após a colheita das safras 2015 e 2016. Por diferença, obteve-se o número absoluto de novos nós no período, e que suportaram o desenvolvimento das estruturas vegetativas das plantas. Após a colheita da safra 2016, os ramos plagiotrópicos marcados foram coletados e suas folhas analisadas em integrador de área foliar (LI-3100C, Li-Cor, precisão: 0,01 cm²) para determinação da área foliar total do ramo plagiotrópico (AFR; cm²).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, por meio do teste F (5% de probabilidade), a fim de identificar a existência de diferenças entre os tratamentos com base no

comportamento para cada variável. As comparações entre genótipos e manejos hídricos foram realizadas por meio de análise combinada: $Y_{ijk} = \mu + B_j + P_i + \varepsilon_{ij} + S_k + PS_{jk} + \delta_{ijk}$, onde Y_{ijk} representa o valor fenotípico da ijk -ésima observação, μ é a média geral, B_j representa o efeito do j -ésimo bloco, P_i é o efeito fixo do i -ésimo genótipo (parcela), ε_{ij} é o erro aleatório relacionado à ij -ésima observação, S_k é o efeito aleatório do k -ésimo manejo hídrico (subparcela), δ_{ijk} é o erro aleatório relacionado à ijk -ésima observação.

Após os resultados das análises de variância, as interações entre genótipos e manejos hídricos foram estudadas para cada variável, empregando o critério de Scott-Knott para comparação entre os genótipos e o teste de Tukey para comparar os manejos, ambos à 5% de probabilidade. As análises foram realizadas por meio do software estatístico “GENES” (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação significativa entre os fatores genótipos e manejos hídricos para a altura das plantas (ALT), taxa de crescimento absoluto (TCA) e número de novos nós nos ramos ortotrópicos (NNO), sendo realizada a análise dos desdobramentos dos níveis dos fatores. Para a área foliar total dos ramos plagiotrópicos (AFR) não foi observado efeito significativo da interação, onde analisou-se os efeitos isolados dos níveis dos fatores (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e comparação de médias entre os genótipos de cafeeiro arábica cultivados com irrigação suplementar e em sequeiro (Lagoa Seca, Alegre-ES).

Parâmetro	ALT (m) ⁽⁶⁾	TCA (cm/dia) ⁽⁷⁾	NNO (unid.) ⁽⁸⁾	AFR (cm ²) ⁽⁹⁾
QM _{genótipos} ⁽¹⁾	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	68,22 ^{ns}	10997,66 ^{ns}
QM _{água} ⁽²⁾	0,17*	0,01*	85,41*	126649,65*
QM _{interação} ⁽³⁾	0,08*	0,01*	36,72*	13299,91 ^{ns}
Média geral	1,70	0,09	14,97	542,56
CV _{parcela} (%) ⁽⁴⁾	3,54	15,10	7,16	13,76
CV _{subparcela} (%) ⁽⁵⁾	5,67	13,60	7,18	15,79
Genótipos		Cultivo em sequeiro		
Paraíso MG/H 419-1	1,51 c	0,06 c	12,17 d	-
Catucaí 24-137	1,75 a	0,10 b	14,00 c	-
Sacramento MG1	1,64 b	0,09 b	21,17 a	-
Catucaí 144 CCF	1,63 b	0,10 b	17,50 b	-
Catucaí 2-SL	1,48 c	0,05 c	15,50 c	-
Oeiras MG-6851	1,85 a	0,18 a	17,50 b	-
Genótipos		Cultivo com irrigação suplementar		
Paraíso MG/H 419-1	1,56 c	0,06 d	8,50 c	-
Catucaí 24-137	1,78 b	0,01 e	13,50 b	-
Sacramento MG1	1,92 a	0,14 a	13,50 b	-
Catucaí 144 CCF	1,75 b	0,08 c	18,83 a	-
Catucaí 2-SL	1,91 a	0,11 b	17,50 a	-
Oeiras MG-6851	1,66 c	0,11 b	10,00 c	-

* Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾quadrado médio dos genótipos; ⁽²⁾quadrado médio dos manejos hídricos; ⁽³⁾quadrado médio de interação; ⁽⁴⁾coeficiente de variação para as parcelas; ⁽⁵⁾coeficiente de variação para as subparcelas; ⁽⁶⁾altura da planta; ⁽⁷⁾taxa de crescimento absoluto dos ramos ortotrópicos; ⁽⁸⁾número de novos nós nos ramos ortotrópicos; ⁽⁹⁾área foliar total dos ramos plagiotrópicos. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a comparação entre os genótipos em cada manejo hídrico, não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott (5% de probabilidade). Fonte: os autores.

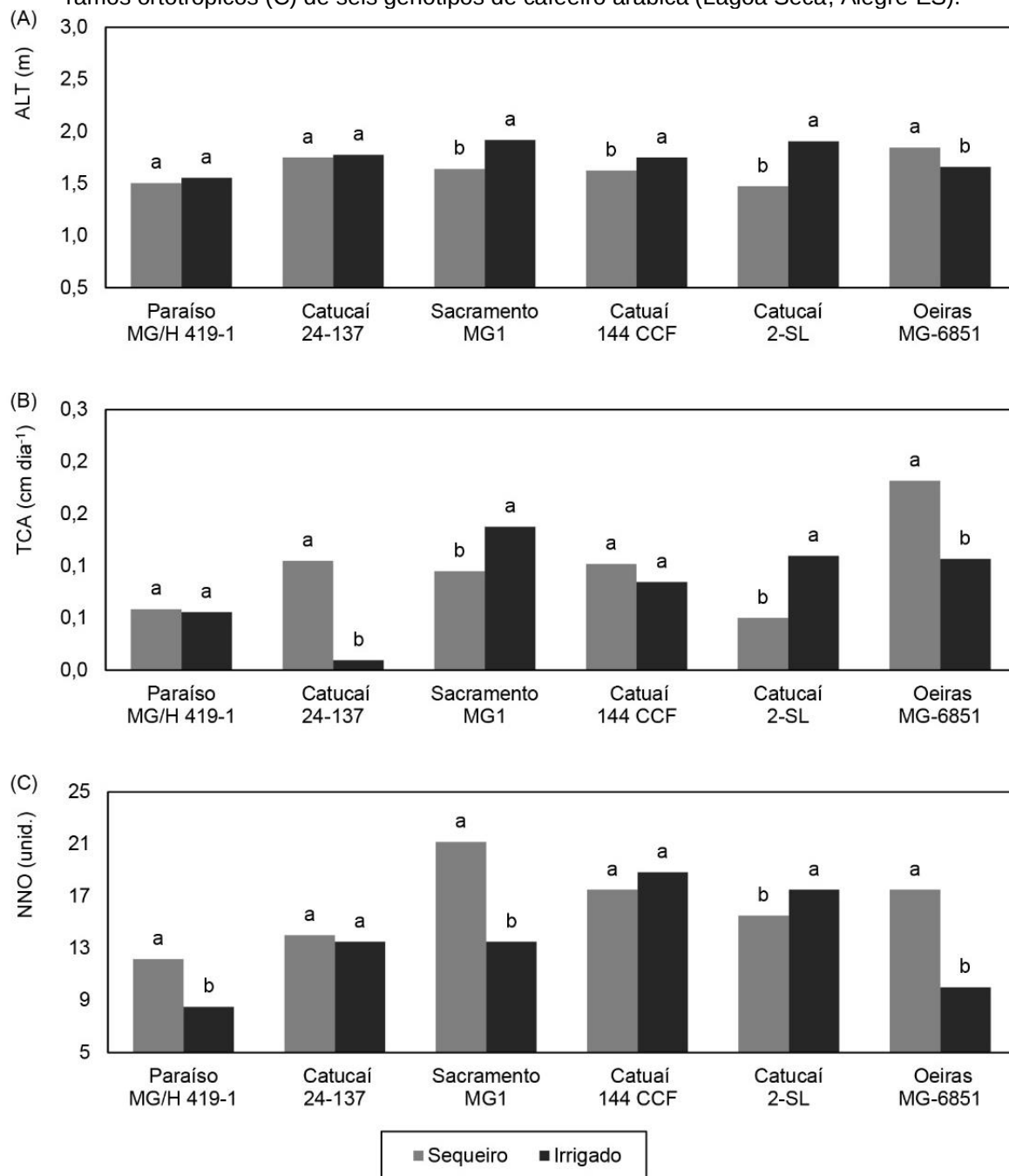
No cultivo do cafeeiro arábica em condição de sequeiro, foi possível notar a formação de três grupos de médias entre os genótipos para a ALT e TCA, e quatro grupos para o NNO. Já no cultivo com irrigação suplementar, observou-se três grupos de médias para a ALT e NNO, além de cinco grupos de médias entre os genótipos para a TCA. Para a AFR, não se observou efeito significativo da interação e nem dos efeitos da parcela (genótipos), o que indica que não houve formação de grupos entre os genótipos para essa variável (Tabela 1).

As maiores amplitudes entre os genótipos foram observadas para o NNO na condição irrigada, com 10,33 nós de diferença entre os genótipos, enquanto na condição de sequeiro foi de 7,17 unidades. Para a ALT, a amplitude foi de 0,37 m no manejo em sequeiro e 0,36 m no manejo irrigado. Já para a TCA, observou-se uma amplitude de 0,13 cm dia⁻¹ em ambos os manejos hídricos (Tabela 1).

Maiores ALT foram observadas em plantas dos genótipos Sacramento MG1, Catucaí 144 e

Catuaí 2-SL com irrigação suplementar, enquanto menores ALT no Oeiras (Figura 1A). A velocidade de crescimento do ramo ortotrópico foi maior com a irrigação para os genótipos Sacramento MG1 e Catuaí 2-SL, e menor para os genótipos Catuaí 24-137 e Oeiras (Figura 1B). Maiores quantidades de NNO foram observados no cultivo em sequeiro para os genótipos Paraíso, Sacramento MG1 e Oeiras. Já para o Catuaí 2-SL houve maior NNO com irrigação suplementar (Figura 1C).

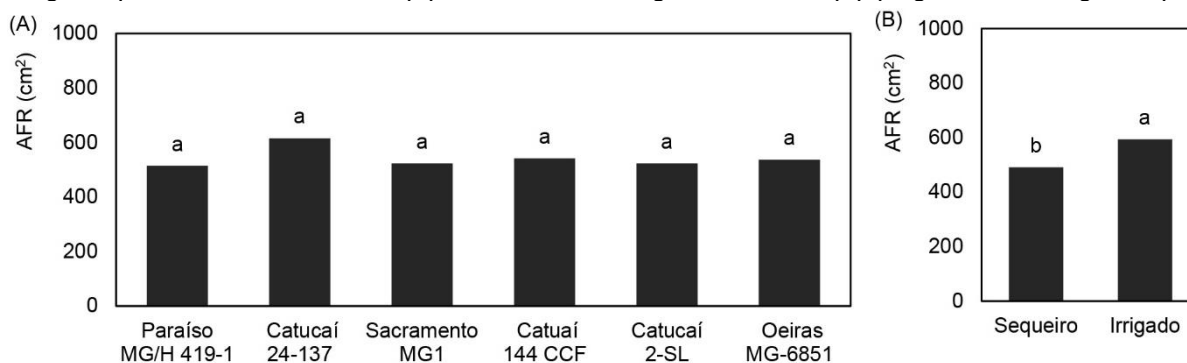
Figura 1 – Comparação de médias entre dois regimes hídricos (sequeiro e irrigado) para a altura de plantas (A), taxa de crescimento absoluto dos ramos ortotrópicos (B) e número de novos nós nos ramos ortotrópicos (C) de seis genótipos de cafeeiro arábica (Lagoa Seca, Alegre-ES).



Médias seguidas pela mesma letra na comparação entre os manejos hídricos, para cada genótipo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Os autores.

Ao analisar individualmente as fontes de variação para a AFR, notou-se que não houve diferenciação significativa entre os genótipos (Figura 2A), porém, o cultivo irrigado favoreceu as maiores médias, com ganhos de, aproximadamente, 21% na AFR das plantas (Figura 2B).

Figura 2 – Comparação de médias da área foliar total dos ramos plagiotrópicos entre os seis genótipos de cafeeiro arábica (A) e entre os dois regimes hídricos (B) (Lagoa Seca, Alegre-ES).



Médias seguidas pela mesma letra na comparação entre os genótipos (A) e entre os manejos hídricos (B), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey, respectivamente (ambos em 5% de probabilidade). Fonte: Os autores.

Os genótipos apresentaram comportamentos distintos para as variáveis de crescimento analisadas em função de cada manejo estudado, não havendo uma predominância de determinados genótipos em ambos os manejos. Tal constatação reforça a hipótese de que a expressão dos genótipos pode ser suprimida por uma eventual escassez hídrica em determinados períodos de elevada exigência, o que dificulta a observação do potencial máximo do genótipo.

No entanto, os resultados indicam que é possível identificar genótipos com melhor desempenho de crescimento para cada um dos sistemas de cultivo analisados, sendo que alguns genótipos parecem apresentar maior tolerância ao cultivo em sequeiro (e.g., Oeiras), tendo como base as condições climáticas observadas no local. De modo semelhante, foi possível constatar respostas mais expressivas de crescimento de determinados genótipos com irrigação (e.g., Sacramento MG1 e Catucaí 2-SL). Independentemente do sistema de cultivo, a diversidade em que os genótipos expressam diferentes características agrônomicas pode ser explorada, mas não se pode descartar a necessidade de mais pesquisas sobre o manejo hídrico do cafeeiro arábica (RODRIGUES et al., 2017).

O abastecimento adequado de água via irrigação tem-se mostrado uma técnica muito promissora para permitir o cultivo do cafeeiro em áreas que, de outra forma, seriam impossibilitadas pelo déficit hídrico no sistema (SILVA et al., 2008). Além disso, a suplementação hídrica com irrigação tem apresentado ganhos de produtividade de diversas culturas (COELHO; SILVA, 2005; SILVA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010; ARÊDES et al., 2010; SERRA et al., 2013), bem como permitido a sincronização e homogeneização do amadurecimento dos frutos (MASARIRAMBIA et al., 2009).

CONCLUSÃO

Os genótipos de cafeeiro arábica apresentam comportamento diferencial para as características de crescimento vegetativo em função dos manejos hídricos adotados. No entanto, as expressões de algumas características, como a altura das plantas e a área foliar dos ramos plagiotrópicos, podem ser intensificadas pelo fornecimento da irrigação suplementar.

AGRADECIMENTOS

Ao cafeeiro José Augusto Demartini Landi e sua família por ceder a área de estudo. Ao CNPq pela bolsa de desenvolvimento científico regional (processo 300971/2021-4) e à FAPES pelo auxílio financeiro no âmbito do projeto de pesquisa (nº FAPES 535/2020) do segundo autor. Ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCA) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pelo acesso aos equipamentos e instalações. À FAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas e auxílios financeiros.

REFERÊNCIAS

ARÊDES, A. F.; PEREIRA, M. W. G.; SANTOS, M. L. A irrigação do cafezal como alternativa econômica ao produtor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, p. 193-200, 2010.

BATISTA, L. A.; GUIMARÃES, R. J.; PEREIRA, F. J.; CARVALHO, G. R.; CASTRO, E. M. Leaf anatomy

and water potential in the coffee cultivars tolerance to water stress. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 475-481, 2010.

CAVATTE, P. C.; RODRÍGUEZ-LÓPEZ, N. F.; MARTINS, S. C.; MATTOS, M. S.; SANGULARD, L. M.; DAMATTA, F. M. Functional analysis of the relative growth rate, chemical composition, construction and maintenance costs, and the payback time of *Coffea arabica* L. leaves in response to light and water availability. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 8, p. 3071-3082, 2012.

COELHO, G.; SILVA, M. A. O efeito da época de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre a produtividade do cafeeiro em três safras consecutivas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 400-408, 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. v. 8, n. 2. Brasília: CONAB, 2021. 63p.

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

FERNANDES, A. L. T. **Fenicafé - Feira Nacional de Irrigação em Cafeicultura**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2520700/minas-gerais-promove-maior-evento-de-cafeiculturairrigada-do-pais>. Acesso em: 16 Ago. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate change 2014: Regional Aspects - Central and South American**. Geneva: IPCC, 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap27_FINAL.pdf. Acesso em: 16 Ago. 2021.

MASARIRAMBIA, M. T.; CHINGWARAB, V.; SHONGWE, V. D. The effect of irrigation on synchronization of coffee (*Coffea arabica* L.) flowering and berry ripening at Chipinge, Zimbabwe. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 34, p. 786-789, 2009.

OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; REINS, R. P.; SILVA, M. L. O. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro Acaia considerando seis safras. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 887-896, 2010.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.

REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: Epamig, 2010.

RODRIGUES, W. N.; BRINATE, S. V. B.; MARTINS, L. D.; COLODETTI, T. V.; TOMAZ, M. A. Genetic variability and expression of agro-morphological traits among genotypes of *Coffea arabica* being promoted by supplementary irrigation. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, p. 1-12, 2017.

SERRA, E. L.; SCALCO, M. S.; GUIMARÃES, R. J.; COLOMBO, A.; MORAIS, A. R.; CARVALHO, C. H. M. Production functions of irrigated coffee under different planting densities. **Coffee Science**, v. 8, p. 149-157, 2013.

SILVA, C. A.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 387-394, 2008.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. M.; AMORIM NETO, M. S. **Análise do Crescimento de Comunidades Vegetais**. Brasília: Embrapa, 2000.