

CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS EDAFOCLIMÁTICAS E PRODUÇÃO DE CAFEIROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL¹

Ueliton Soares de Oliveira², Sylvana Naomi Matsumoto³, Luanna Fernandes Pereira⁴, Paula Acácia Silva Ramos⁵, Ednilson Carvalho Teixeira⁶, Aline Novais Santos Gonçalves⁷, Romana Mascarenhas Andrade Gugé⁸, Virgiane Amaral Silva⁹, Érica Santos do Vale¹⁰, Tâmara Moreira Silva¹¹, Paula e Silva Matos¹², Elói Meinen Júnior¹³, Rafael Leite Godoi¹⁴, Carla de Souza Almeida¹⁵

¹Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB)

²Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, uelitonsoares0@gmail.com

³Professora, DSc, Departamento de Fitotecnia, UESB, Estrada do Bem Querer, Km 04, Caixa Postal 95, 45083-900, Vitória da Conquista, BA snaomi@uesb.edu.br

⁴Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, luanna.gbi@hotmail.com

⁵Professora colaboradora, DSc, programa de pós-graduação em agronomia, UESB, Vitória da Conquista – BA, paula_agro_ramos@yahoo.com.br

⁶Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), UESB, Vitória da Conquista - BA, ed.cezar@hotmail.com

⁷Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, lineagrob@gmail.com

⁸Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, romanamascarenhas@outlook.com

⁹UESB, Vitória da Conquista – BA, vigiane@yahoo.com.br

¹⁰Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, erica.dovale@hotmail.com

¹¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), UESB, Vitória da Conquista - BA, tammoreiras@gmail.com

¹²Mestranda do Programa de Pós- Graduação em Ciências Florestais, UESB, Vitória da Conquista – BA, paula.eng.florestal@hotmail.com

¹³Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista – BA, eloi-junior@uergs.edu.br

¹⁴Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, rafaelgodoi70@gmail.com

¹⁵Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), UESB, Vitória da Conquista - BA, carla.bdo@hotmail.com

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo verificar se a produtividade de cafeeiros arábica é correlacionada com condições as edafoclimáticas no sistema agroflorestal. O cafeeiro foi implantado com espaçamento de 3,3 x 0,5m, em SAF com cedro. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos definidos como a distância entre as linhas de café e o primeiro renque de cedro australiano (3,3; 6,6; 9,9; 12,2; 16,5m). Avaliou-se as características morfológicas e as inerentes ao ambiente. Os dados foram submetidos à análise geral de variância e análise de regressão. As melhores respostas para as características morfológicas do cafeeiro em função do nível de sombreamento deram-se à distância de 8,8 a 10,88 m da linha de renque de cedro. A serapilheira apresentou alta correlação com a umidade do solo, contudo, a umidade do solo não apresentou efeito no crescimento. A produção não apresentou correlação com a altura, tampouco com a umidade do solo, sendo verificada alta correlação positiva da produção com o diâmetro do caule e a temperatura do solo, atribuído à maior taxa fotossintética devido ao período de exposição da planta à radiação solar e à uma maior atividade cambial.

PALAVRAS-CHAVE: PRODUÇÃO, CAFÉ, RESTRIÇÃO LUMINOSA.

CORRELATION BETWEEN EDAFFOCLIMATE VARIABLES AND COFFEE PRODUCTION IN AGROFORESTRY SYSTEM

ABSTRACT: The present study aimed to verify if the yield of arabica coffee trees is correlated with the edaphoclimatic conditions in the agroforestry system. The coffee tree was implanted with a spacing of 3.3 x 0.5m in SAF with cedar. A randomized block design was used, with five treatments defined as the distance between the coffee lines and the first Australian cedar row (3.3; 6.6; 9.9; 12.2; 16.5m). The morphological and inherent characteristics of the environment were evaluated. Data were subjected to general analysis of variance and regression analysis. The best responses to the morphological characteristics of the coffee tree as a function of shading level were from 8.8 to 10.88 m from the cedar rind line. Litter showed a high correlation with soil moisture, however, soil moisture had no effect on growth. The production did not correlate with the height, nor with the soil moisture, being verified a high positive correlation of the production with the stem diameter and the soil temperature, attributed to the higher photosynthetic rate due to the period of exposure of the plant to solar radiation. to greater exchange activity.

KEY WORDS: PRODUCTION, COFFEE, LIGHT RESTRICTION.

INTRODUÇÃO

No sistema de cultivo tradicional, os cafeeiros estão sujeitos constantemente às intempéries ambientais, como altas temperaturas, incidência de radiação solar, ventos, e predisposição à consideráveis níveis de perda de água por meio da evapotranspiração (NETO et al., 2014). Os sistemas agroflorestais (SAF) apresentam grande potencial para mitigação dos efeitos adversos do clima (CHARBONNIER, 2017; MOREIRA et al., 2018). Não obstante, a adoção do sistema de cultivo do café em consórcio com plantas arbóreas deve ser criteriosa, considerando-se a individualidade da espécie

florestal a ser utilizada, como sua predisposição a competir por água e nutrientes com os cafeeiros, presença de compostos tóxicos (DE LEO et al., 2018), densidade da folhagem e sua viabilidade para a região (RICCI, 2013).

A utilização da espécie e o manejo adequados é determinante no sucesso dessa prática, influenciando diretamente na produção e na qualidade do grão. O sombreamento quando moderado, atenua o microclima dentro da lavoura, favorecendo as trocas gasosas, a fotossíntese e consequentemente a produtividade dos cafeeiros (RICCI et al., 2006). A utilização dos SAFs proporciona uma maturação mais lenta dos frutos, produzindo assim uma bebida mais leve, muito apreciada no mercado de cafés especiais (CAPELINI et al., 2017). Entretanto, o sombreamento excessivo provoca perdas consideráveis na produtividade (JARAMILLO-BOTERO et al., 2010).

As árvores contribuem ainda para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo pela deposição de matéria orgânica. A serapilheira fornece insumos de nutrientes que podem exceder os de fertilizantes inorgânicos aplicados no manejo tradicional (PRADO et al., 2019), além disso a liberação é lenta e constante, favorecendo o desenvolvimento e produtividade da cultura principal.

As interações que ocorrem no sistema são muito complexas, envolvem fatores bióticos e abióticos, e não se limitam apenas na restrição da luminosidade promovida pela barreira física das plantas sombreamentes e sua relação direta com os cafeeiros. As relações que ocorrem dentro do sistema definem a produção, longevidade das plantas e consequentemente a viabilidade da atividade. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo verificar se a produtividade de cafeeiros arábica é correlacionada com condições as edafoclimáticas no sistema agroflorestal.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na fazenda Vidigal, localizada no município de Barra do Choça, Região Sudoeste da Bahia, situado às coordenadas (14°55'15.04"S e 40°36'36.86"O). A área experimental foi constituída por cinco linhas de cafeeiros, *Coffea arabica* L., var. Catucaí amarelo dispostos entre dois renques de cedro australiano *Toona ciliata* M. Roem, implantados no sentido nordeste-sudoeste.

O café foi plantado com espaçamento de 3,3 x 0,5m e o cedro australiano com espaçamento de 19,8 m entre linhas. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, constituído por cinco blocos e cinco tratamentos, estes sendo definidos como a distância das plantas de café, em relação à primeira linha do cedro: 3,3 m (T1), 6,6 m (T2), 9,9 m (T3), 13,2m (T4), e 16,5 m (T5). Cada parcela foi constituída por cinco plantas, num total de vinte e cinco plantas por tratamento.

Realizou-se avaliações de altura da planta, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, temperatura do solo, radiação fotossinteticamente ativa, umidade do solo potencial hídrico foliar e serapilheira.

A altura da planta foi tomada da superfície do solo até a gema apical do ramo ortotrópico mais alto, com o auxílio de uma régua graduada. O diâmetro do caule, com um paquímetro digital modelo DC-6 e o número de ramos por contagem direta. Para verificar a Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), utilizou-se um ceptômetro de barra (EMS-1 PP System, UK). Para a avaliação da deposição da serapilheira, foi lançada ao acaso, uma moldura quadrada, com área de 0,25 m², em um ponto em cada parcela. A cobertura morta, existente dentro da área da moldura foi coletada e desidratadas em estufa à 65 °C por um período de 48 horas e posteriormente pesadas. A determinação da umidade do solo seguiu a metodologia padrão de estufa e o potencial hídrico (Ψ_w), determinado a partir da metodologia descrita por Scholander (1964), por meio de uma câmara de pressão PMS 1000, PMS, Corvallis.

Após coletados, os dados foram submetidos a teste de homogeneidade (Cochran) e normalidade (Lilliefors). Posteriormente realizou-se a análise geral de variância (ANOVA) e cálculo dos coeficientes de correlação linear de Pearson (r). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAEG versão 9.1

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da distância entre cafeeiros e renque de cedros foram verificados para todas as variáveis dependentes relativas à morfologia (altura da planta, diâmetro do caule, número de ramos e número de folhas). Foi observado impacto dos tratamentos apenas para características do ambiente relativas à radiação fotossinteticamente ativa e serapilheira (Tabela 1).

As distâncias dos cafeeiros às linhas de renques das arvores do SAFs determina a intensidade e a qualidade da radiação que chega até a copa das plantas, induzindo alterações adaptativas, observadas principalmente na morfologia. Características relacionadas ao crescimento e produtividade, por terem caráter cumulativos, são mais influenciadas pelas variações ambientais enquanto que as relacionadas às condições do solo apresentam efeitos mais moderados, por estarem sujeitos a variações momentâneas.

Os resultados obtidos corroboram com Partelli et al. (2014) verificaram fortes influencias das distâncias de renques de seringueira na morfologia de cafeeiros. Araújo et al. (2015) observaram homogeneidade nessas características quando o sistema agroflorestal foi composto por bananeira (*Musa* sp.), indicando que a arquitetura da copa da planta sombreamente é fator de grande impacto no crescimento de cafeeiros.

TABELA 1 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) da altura (ALT), diâmetro do caule (DCA), número de ramos plagiotrópicos (NRP), temperatura do solo (TS), umidade do solo (UMS), potencial hídrico (Ψ_w), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), serapilheira (SER) e rendimento (REND) de cafeeiros *Coffea arabica* L. ‘Catuaí Amarelo’ sombreadas com cedro australiano *Toona ciliata* M. Roem.

FV	GL	Quadrados Médios								
		ALT (cm) $\times 10^{-1}$	DCA (mm)	NRP	TS (°C)	UMS (%)	Ψ_w (MPa) $\times 10^{-2}$	RFA (%)	SER (g) $\times 10^{-2}$	REND (%)
Dist	4	0,36**	0,40*	88,28**	3,44	1,93	0,20	521,99*	64,16**	1097,33**
Bloco	4	0,04	15,97*	108,19*	20,52	1,96	0,04	86,58	14,13	204,79
Res.	16	0,08	5,39	27,90	8,16	0,70	0,10	174,77	11,39	313,96
CV (%)		8,17	11,46	13,87	12,01	4,38	9,90	14,69	0,35	77,20

** , * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Não foi verificada correlação do rendimento com crescimento em altura das plantas e o número de ramos plagiotropicos. Para o diâmetro do caule a correlação existiu de forma expressiva (Tabela 2).

O diâmetro do caule é um bom indicador da assimilação líquida, uma vez que é dependente de carboidratos produzidos pela fotossíntese. Caule de maior diâmetro favorece os processos de transporte de água, minerais e carboidratos pelos vasos condutores impactando diretamente a produção (MINIUSSI, M. et al. 2015). A absorção dos solutos da matriz do solo, em especial pela absorção ativa, é influenciada por alguns fatores, como a concentração salina, sistema radicular, condutividade hidráulica e pela temperatura do solo.

Carvalho et al. (2011) afirmam que ocorrem altas correlações entre a produtividade de cafeeiros e as características morfológicas de cafeeiros, principalmente a altura da planta, comprimento dos ramos plagiotrópicos, e diâmetro de caule.

Os fatores de maior impacto na correlação com a produção foram a temperatura do solo, diâmetro do caule e o potencial hídrico foliar. A elevação térmica do solo pode afetar os processos de absorção de água pelas raízes, devido às alterações da condutância pelas aquaporinas. A correlação positiva mantida entre o rendimento do café e o diâmetro do caule e potencial hídrico foliar foram associadas ao desenvolvimento de maior capacidade de condutância hidráulica da raiz para a parte aérea da planta, resultando em maior potencial hídrico foliar e consequentemente, maior produção.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson entre componentes principais e a altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), número de ramos plagiotrópicos (NRP), temperatura do solo (TS), umidade do solo (US), potencial hídrico (Ψ_w), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e serapilheira (SERA) de cafeeiros *Coffea arabica* L. ‘Catuaí Amarelo’ sombreadas com cedro australiano *Toona ciliata* M. Roem.

	ALT	DC	NRP	TS	UMS	Ψ_w	RFA	SERA
Produção	0,310 ^{ns}	0,576**	0,101 ^{ns}	-0,379*	-0,020 ^{ns}	0,349*	0,031 ^{ns}	-0,229 ^{ns}
Serapilheira	-0,630**	-0,467**	-0,484**	-0,182 ^{ns}	0,613**	-0,016	-0,679**	1,000

** , * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Foi verificada correlação negativa entre o crescimento dos cafeeiros e o acúmulo de serapilheira. A importância de uma barreira física para a restrição dos processos de evaporação foi evidenciada neste estudo pela elevada correlação entre serapilheira e umidade do solo. A disponibilidade de água no solo geralmente está associada ao maior vigor das plantas e, em consequência, à maior produção.

Vicente et al. (2017), verificaram uma correlação positiva entre o a disponibilidade de água no solo a produtividade de cafeeiros, além de apresentarem maior presença de grãos no estágio verde, indicando retardo na maturação.

Para o presente estudo, a maior disponibilidade hídrica do solo proporcionada pela serapilheira, não foi suficiente para consolidar uma correlação positiva entre o crescimento dos cafeeiros e o acúmulo de matéria orgânica no solo. Esses resultados evidenciam que outro fator, diferente da umidade do solo, afetou o padrão de crescimento das plantas de café. Segundo De Leo et al., (2018), alguns compostos alelopáticos presentes nas plantas do gênero *Toona*, como as cumarinas, terpenóides e limonóides afetam negativamente o crescimento de plantas adjacentes. Portanto, as características da espécie de sombra é um fator a ser considerado na associação com os cafeeiros.

CONCLUSÕES

1. A serapilheira apresentou alta correlação com a umidade do solo, contudo, a umidade do solo não apresentou efeito no crescimento.
2. A produção não apresentou correlação com a altura, tampouco com a umidade do solo, sendo verificada alta correlação positiva da produção com o diâmetro do caule e a temperatura do solo, atribuído à maior taxa fotossintética devido ao período de exposição da planta à radiação solar e à uma maior atividade cambial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A.V.; PARTELLI, F.L.; OLIVEIRA, M.G.; PEZZOPANE, J.R.M.; FALQUETO, A.R.; CAVATTE, P.C. Microclimatic and vegetative growth in coffee and banana intercrop. *Coffee Science*, v.10, p.214-222, 2015.
- CAPELINI, V. A.; ALMEIDA, S. L. H.; ROSAS, J. T. F.; OLIVEIRA, G. D.; SOUZA, G. S.; SOUZA LIMA, J. S.; ASSIS SILVA, S. Variáveis morfofisiológicas e qualidade de café conilon sombreado com ingá (*Inga edulis*). *Revista Univap*, v. 22, n. 40, p. 675, 2017.
- CARVALHO, A. M., MENDES, A. N., CARVALHO, G. R., BOTELHO, C. E., GONÇALVES, F. A., & FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 45, n. 3, p. 269-275, 2011.
- CHARBONNIER, F.; ROUPSARD, O.; LE MAIRE, G.; GUILLEMOT, J.; CASANOVES, F.; LACOINTE, A.; CLÉMENT-VIDAL, A. Increased Light-Use Efficiency Sustains Net Primary Productivity of Shaded Coffee Plants In Agroforestry System. *Plant, Cell & Environment*, v. 40, n. 8, p. 1592-1608, 2017.
- DE LEO, M.; MILELLA, L.; BRACA, A.; DE TOMMASI, N. Cedrela and Toona genera: a rich source of bioactive limonoids and triterpenoids. *Phytochemistry reviews*, v. 17, n. 4, p. 751-783, 2018.
- JARAMILLO-BOTERO, C; SANTOS, R.H.S; MARTINEZI; CECON, P.R; FARDINI, M.P. Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. *Scientia Agricola*, v.67, p.639-645, 2010.
- MINIUSSI, M.; DEL TERRA, L.; SAVI, T.; PALLAVICINI, A.; NARDINI, A. Aquaporins in *Coffea arabica* L.: identification, expression, and impacts on plant water relations and hydraulics. *Plant physiology and biochemistry*, v. 95, p. 92-102, 2015.
- NETO, J. N. P.; ALVARENGA, M. I. N.; CORRÊA, M. P.; OLIVEIRA, C. C. Efeito das variáveis ambientais na produção de café em um sistema agroflorestal. *Coffee Science*, v. 9, n. 2, p. 187-195, 2014.
- PARTELLI, F. L.; ARAÚJO, A. V.; VIEIRA, H. D.; DIAS, J. R. M.; MENEZES, L. F. T. D.; RAMALHO, J. C. Microclimate and development of 'Conilon' coffee intercropped with rubber trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 11, p. 872-881, 2014.
- PRADO, S. G.; COLLAZO, J. A.; STEVENSON, P. C.; IRWIN, R. E. A comparison of coffee floral traits under two different agricultural practices. *Scientific reports*, v. 9, n. 1, p. 7331, 2019.
- RICCI, M. S. F.; COCHETO JUNIOR, D. G.; ALMEIDA, F. F. D. Condições microclimáticas, fenologia e morfologia externa de cafeeiros em sistemas arborizados e a pleno sol. *Coffee Science*, v. 8, n. 3, p. 379-388, 2013.
- RICCI, M. S. F; COSTA, J. R; PINTO, A. N; SANTOS, V. L. S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.569-575, 2006.
- VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. C.; FERNANDES, A. L. T.; NEVES, J. C. L.; DELAZARI, F. T.; FIGUEREDO, E. M. Efeitos da irrigação na produção e no desenvolvimento do cafeeiro na região Oeste da Bahia. *Coffee Science*, v. 12, n. 4, p. 544 - 551, 2017.