

ALTERAÇÕES MORFO-FISIOLÓGICAS EM UM AGROSSISTEMA COMPOSTO POR CAFEIROS E GREVÍLEAS EM ÉPOCA CHUVOSA E SECA

Carmem Lacerda Lemos Brito¹; Perla Novais de Oliveira²; Sylvana Naomi Matsumoto³; Mirlene Nunes de Oliveira⁴;
Jerffson Lucas Santos⁵; Greice Marques Barbosa⁶; Luan Santos de Oliveira⁷.

¹Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Bolsista CAPES, Vitória da Conquista-BA, lemoscarmem@yahoo.com.br

²Mestranda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas na Universidade de São Paulo (USP). E-mail: perla_oliveira2@hotmail.com.

Graduanda do Curso de Agronomia - UESB, Bolsista CNPq, Vitória da Conquista-BA, perla_oliveira2@hotmail.com

³D.Sc. Professora do Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, UESB. Estrada do Bem Querer, km 4, CEP 45.083-900 - Vitória da Conquista-BA, sylvanaonami@yahoo.com.br

⁴Graduanda do Curso de Agronomia - UESB, bolsista FAPESB, Vitória da Conquista-BA, milanunes57@yahoo.com.br

⁵Mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Fitotecnia) – UESB, Vitória da Conquista-BA, je.lucas@hotmail.com

⁶Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Fitotecnia) - UESB, Bolsista FAPESB, Vitória da Conquista-BA, greiceagro@yahoo.com.br

⁷Graduando do Curso de Agronomia – UESB, Bolsista FAPESB, Vitória da Conquista-BA, luanoliveirac@yahoo.com.br

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito da estação úmida e seca sobre as alterações morfo-fisiológicas em um agrossistema composto por cafeeiros e grevileas, foi realizado este experimento. O estudo foi conduzido na área experimental do campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, município de Vitória da Conquista – BA, sendo composto por seis campos de observação definidos por diferentes espaçamentos de grevileas nos cafezais. Os cafeeiros da variedade Catuaí vermelho (IAC 144) foram conduzidos em espaçamento 3 x 1 m e as grevileas foram plantadas em seis diferentes espaçamentos, constituindo seis variações de densidades: (T1: 6 X 6 m, 277 plantas ha⁻¹; T2 : 6 X 12 m, 138 plantas ha⁻¹; T3: 9 X 9 m, 123 plantas ha⁻¹; T4: 12 X 9 m, 69 plantas ha⁻¹; T5: 9 X 18 m, 61 plantas ha⁻¹; T6: 18 X 18 m, 30 plantas ha⁻¹). As avaliações foram realizadas em novembro (período chuvoso) e maio (período seco) de 2011/2012. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, análise de variância da regressão e a correlação de Pearson ao nível de 5% de probabilidade por meio do programa SAEG, versão 9.1. O crescimento das plantas de grevileas foi influenciado pela densidade populacional, onde as maiores densidades determinaram uma maior altura das árvores. Foi verificada forte interação entre a densidade populacional de grevileas e o crescimento dos cafeeiros entre as épocas seca e chuvosa.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., arborização, sombreamento, densidade populacional.

PHYSIOLOGICAL CHANGES AGROSYSTEM IN A COMPOSITE COFFEE AND GREVILLEA TREES IN RAINY SEASON AND DRY

ABSTRACT: With the objective of evaluating the effect of the wet season and dry on the morpho-physiological changes in a agroecosystem consists of coffee and grevillea trees, this experiment was done. The study was conducted at the experimental field of the agriculture of the State University of Southwest Bahia, Vitória da Conquista - BA, consisting of six fields of observation defined by different spacings grevillea trees in coffee plantations. The coffee of Catuaí red (IAC 144) were conducted in 3x1m spacing the grevillea trees were planted in six different spacings, making six variations of densities: (T1: 6 X6m, 277plantsha⁻¹, T2: 6X 12m, 138plantsha⁻¹, T3: 9 X9m, 123plantsha⁻¹, T4: 12X 9m, 69plantsha⁻¹, T5: 9X 18m, 61plantsha⁻¹, T6 :18X 18m, 30plantsha⁻¹). The evaluations were conducted in November (rainy season) and May (dry season) of 2011/2012. Data were subjected to analysis of variance, F test, analysis of variance of the regression and Pearson correlation at 5% probability by SAEG program, version 9.1. Plant grow grevillea trees was influenced by population density, where higher densities led to a greater height of the trees. Strong interaction was observed between the density of grevillea trees and the growth of the coffee between dry and rainy seasons.

KEY WORDS: *Coffea arabica* L., tree planting, shade, population density.

INTRODUÇÃO

O *Coffea arabica* L., pertencente à família das Rubiaceas, é originário da Etiópia, nas áreas de maior altitude, em meio às florestas tropicais, onde se desenvolve sob sombreamento, como vegetação de sub-bosque (Moraes, 2008; Brito, 2012; Mancuso, 2012). A Bahia segundo a CONAB (2012) é o quarto maior produtor nacional de café arábica, destacando-se a região do Planalto da Conquista pela sua produção e tradição de cultivo (Dutra Neto, 2004). O cultivo do café arábica no Brasil, se desenvolveu extensivamente em ambiente a pleno sol, apresentando cultivares selecionada para alta produtividade, desde que se faça uso intensivo de insumos, conduzidas em monocultivo, de composição homogênea, com inexistência de mecanismos de auto-regulação e equilíbrio (Pezzopane, 2007). A proposta de cultivos arborizados por meio do sombreamento moderado visa atenuar os efeitos de condições climáticas extremas e proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas. Essa prática é muito utilizada nos países equatoriais para a proteção de cafezais contra as adversidades climáticas e promoção da sustentação da cultura (Lunz, 2006). Para a otimização desse sistema, a escolha criteriosa das espécies arbóreas e das densidades de plantio adequadas às diversas condições edafo-climáticas são fatores decisivos. Dentre as plantas que estão sendo utilizadas no Brasil para arborização de cafezais, podem ser citadas o cajueiro (Matiello et al., 1989), a seringueira (Matiello & Almeida, 1991), grevilea (Baggio et al., 1997), sendo que esta última espécie apresenta baixo nível de competição com o cafeeiro, por possuir um sistema radicular pivotante e bastante profundo, além do formato de copa que permite a passagem de luz direta, essencial para a produção de café (Caramori et al., 2002). Vários autores apontam que cafeeiros sob sombra apresentam maiores taxas fotossintéticas, maior crescimento, maior resistência à seca e produções mais constantes ao longo dos anos, uma vez que a redução da radiação pelas árvores e a manutenção do microclima ao longo do ano pode evitar danos por fotoinibição e fotooxidação, reduzindo o efeito da bianualidade sobre a produção (Beer et al., 1998; Freitas et al., 2003; Campanha et al., 2004). Com base na proposição de que a arborização, além do efeito direto na redução da radiação, também altera o microclima e o balanço hídrico da lavoura como efeitos indiretos da disponibilidade de água no solo e na atmosfera (Gomes et al., 2008). Atroch et al. (2001) e Paiva et al. (2003) relatam que pode ocorrer tanto alterações fisiológicas como déficit hídrico, estresse térmico, concentração interna e externa de gases como alterações morfológicas, proporcionando plantas mais altas, folhas maiores e mais finas, em resposta a habilidade de adaptação das plantas as condições de intensidade luminosa do ambiente.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações morfo-fisiológicas em agrossistema composto por cafeeiros e grevileas na estação úmida e seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, município de Vitória da Conquista, Bahia, a 14° 53' latitude Sul e 40° 48' longitude Oeste, a uma altitude de 960 metros. Na figura 1, está apresentada a precipitação pluviométrica (mm) obtida durante o período de avaliação do experimento.

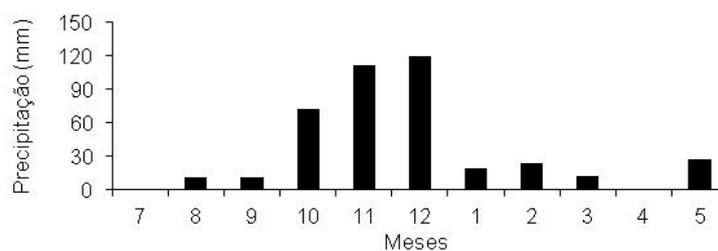


Figura 1. Médias mensais de precipitação pluviométrica no período de setembro de 2011 a maio de 2012. Vitória da Conquista, Bahia, 2012. Fonte: Estação meteorológica INMET/ Vitória da Conquista – BA, 2012.

O ensaio foi composto por seis campos de observação definidos por diferentes espaçamentos de grevileas nos cafezais. Os cafeeiros da variedade Catuaí vermelho (IAC 144) foram conduzidos em espaçamento 3 x 1m e as grevileas foram plantadas em seis diferentes espaçamentos, constituindo seis variações de densidades: (T1: 6 X 6 m, 277 plantas ha⁻¹; T2 : 6 X 12 m, 138 plantas ha⁻¹; T3: 9 X 9 m, 123 plantas ha⁻¹; T4: 12 X 9 m, 69 plantas ha⁻¹; T5: 9 X 18 m, 61 plantas ha⁻¹; T6: 18 X 18 m, 30 plantas ha⁻¹). Os dados foram coletados em dois períodos: chuvoso (novembro) e seco (maio) de 2011/2012, referentes às plantas de grevilea e café. Para as plantas de café foram avaliados: índice SPAD, teor relativo de água foliar, altura, área foliar individual e diâmetro da copa. Nas plantas de grevileas foram realizadas medidas do diâmetro do caule e da copa, sendo utilizadas a suta, e uma trena, colocada transversalmente aos ramos, no sentido leste oeste, respectivamente. Foi realizada no ano de 2012 a colheita do café, por meio de derriça manual do café “cereja”, sendo seu rendimento determinado pelo peso. Os resultados foram submetidos à análise de variância, teste F, análise de variância da regressão ao nível de 10% de probabilidade e a correlação de Pearson ao nível

de 5% de probabilidade por meio do programa SAEG, versão 9.1. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, adotou-se o procedimento do software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, Saeg, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que maiores densidades de grevileas condicionaram maior altura dos cafeeiros para a época chuvosa (novembro) e seca (maio), sendo delineado o modelo linear crescente (Figura 2 A). Entretanto, verificou-se que as plantas de café atingiram maior altura na estação seca em maiores densidades de grevilea (277 grevileas ha^{-1}), em que as plantas de café atingiram um valor médio de 2,55 m. Tem-se verificado que a restrição de luz pode gerar um aumento do comprimento dos internódios das plantas, resultando em um aspecto de estiolamento e, conseqüentemente, elevando os valores de altura das plantas. De acordo Morelli & Ruberti (2002) em ambientes sombreados a maior altura das plantas pode ser explicada pela diminuição no fluxo de transporte das auxinas para as raízes, condicionando maior acúmulo deste hormônio na parte aérea. Esse fenômeno está relacionado à redução da velocidade de transporte das auxinas biossintetizadas nos tecidos apicais da parte aérea da planta, em direção ao sistema radicial.

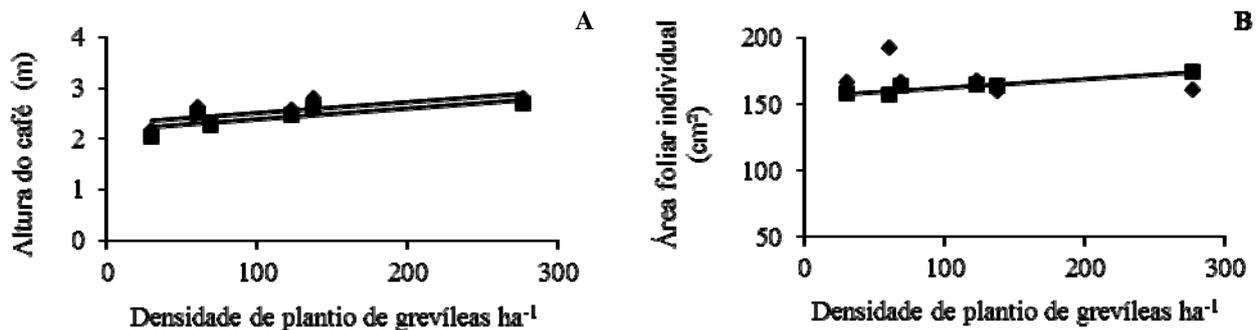
Para área foliar individual do café foi constatada para o período chuvoso (novembro), uma relação direta com a densidade da população de grevileas, ou seja, quanto maior a densidade do componente arbóreo, maior a área foliar das plantas de café (Figura 2 B). No período seco (maio) não se verificou tendência para nenhuma das densidades de plantio de grevilea. Segundo Paiva et al. (2003) o aumento da área foliar pelo sombreamento é uma das maneiras da planta aumentar a superfície fotossintetizante, gerando um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas. Resultados semelhantes foram observados por Lemos (2008) ao avaliar a associação de cafeeiros com abacateiros e ingazeiros no município de Barra do Choça, Bahia, observando maiores valores da altura e área foliar quando comparado ao ambiente a pleno sol.

Para a característica diâmetro da copa das plantas de café avaliada no período chuvoso (novembro) foi definido o modelo linear crescente para a relação entre densidade e diâmetro da copa de café. Sendo verificada uma similaridade direta entre esse parâmetro e a densidade da população de grevileas, ou seja, quanto maior densidade do componente arbóreo, maior o diâmetro da copa de café (Figura 2 C). No período seco (maio) foi delineado o modelo quadrático, observando-se tendência de menor diâmetro da copa à medida que se eleva a densidade de plantio de grevileas. Os mesmos resultados foram encontrados por Carelli et al. (2002) ao avaliar os efeitos de níveis de sombreamento no crescimento e na produtividade do cafeeiro verificou que o sombreamento aumentou o diâmetro da copa das plantas.

Para a produção de frutos de café cereja, em relação à densidade populacional das grevileas, foi definido o modelo polinomial de segunda ordem (Figura 2 D). A estimativa de maior produção de frutos tipo cereja (7,167 ton ha^{-1}) foi condicionada pela densidade populacional de 205 grevileas por hectares. A partir desse índice até o máximo de 277 plantas por hectare ocorreu um decréscimo da produção dos cafeeiros. Conforme Lunz (2006), nas plantas sobre maior restrição luminosa a alocação de biomassa se distribuiu por diversas partes da planta, ao contrário das plantas com menor restrição luminosa em que a alocação de biomassa é direcionada para a produção de frutos em detrimento das partes vegetativas.

Em todos os estádios de crescimento avaliados foi definido o modelo linear decrescente para a relação entre densidade e diâmetro de caule de grevileas para as épocas chuvosa (novembro) e seca (maio), ocorrendo comportamento uniforme do componente arbóreo. Os menores valores de diâmetro do caule foram verificados para a época chuvosa (novembro) (Figura 2 E). Em associações entre cafezais e bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham), Caramori et al. (1996) verificaram que as menores densidades de bracatinga associada à cafezais (50 e 250 plantas por hectare) foram relacionadas à maiores valores de diâmetro de caule.

Da mesma forma, para a característica diâmetro da copa das plantas de grevilea avaliada em época chuvosa (novembro) e seca (maio) foi definido o modelo linear decrescente para a relação entre densidade e diâmetro da copa de grevilea, ou seja, quanto maior a densidade do componente arbóreo, menor o diâmetro da copa da grevilea (Figura 2 F). Em estudos realizados por Phillips (1975), condição de elevada restrição de luz natural favorece a dominância apical, devido a decréscimo na síntese de fotoassimilados e maior concentração de auxina no ápice caulinar. Leal et al (2005) ao estudar a arborização de cafeeiros com bracatinga, afirmaram que este comportamento ocorre devido a um aumento da competição entre árvores.



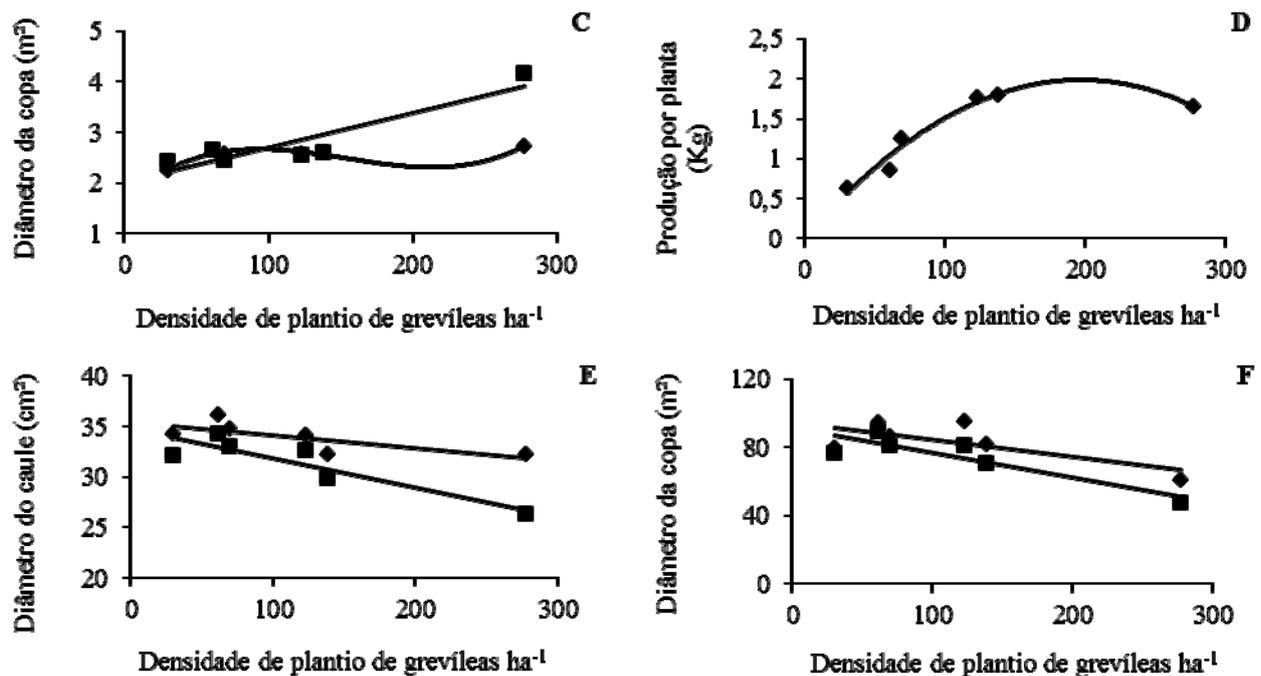


Figura 2. (A) Altura, (B) área foliar individual, (C) diâmetro da copa e (D) produção de café cereja das plantas de cafês e (E) diâmetro do caule e da (F) copa de greivileas, em sistema agroflorestal associadas a diferentes densidades de greivileas (30, 61, 69, 123,138 e 277), Vitória da Conquista, Bahia. Equações obtidas pela análise de regressão: (A) ■ nov: $\hat{Y}^* = 2,1664 + 0,0022 * X$ ($r^2 = 0,6368$), ◆ mai: $\hat{Y}^{\circ} = 2,2921 + 0,0021 * X$ ($r^2 = 0,5762$); (B) ■ nov: $\hat{Y}^{**} = 155,666 + 0,0661 * X$ ($r^2 = 0,9069$), ◆ mai: $\hat{Y} = 168,9301$; (C) ■ nov: $\hat{Y}^* = 2,0046 + 0,006895 * X$ ($r^2 = 0,9355$), ◆ mai: $\hat{Y}^{\circ} = 1,6837 + 0,02475 * X - 0,00019 * X^2 + 0,00000041 * X^3$ ($r^2 = 0,9328$); (D) ◆ mai: $\hat{Y}^{**} = -0,00978 + 0,0209 * X - 0,000051 * X^2$ ($R^2 = 0,9562$); (E) ■ nov: $\hat{Y}^* = 34,7311 - 0,02897 * X$ ($r^2 = 0,8097$), ◆ mai: $\hat{Y}^{\circ} = 35,4513 - 0,0128 * X$ ($r^2 = 0,5519$); (F) ■ nov: $\hat{Y}^* = 90,9875 - 0,1441 * X$ ($r^2 = 0,7008$), ◆ mai: $\hat{Y}^{**} = 82,9271$. **, *, ° p < 0,01, p < 0,05 e p < 0,10, respectivamente.

Foi verificada correlação positiva entre os parâmetros área foliar individual (AFI) e diâmetro da copa do cafeeiro quando avaliado em época chuvosa (novembro) (Tabela 1). Esse comportamento de incremento observado nas características de crescimento vegetativo está relacionado ao efeito da menor incidência da luz com as alterações de radiação solar, promovido pelo componente arbóreo. Segundo Fahl et al. (1994), cafeeiros sombreados desenvolvem plantas mais altas, com folhas maiores e mais finas, permitindo melhor captação da energia solar disponível. Não houve correlações significativas entre alguns parâmetros estudados, entre eles altura (ALT), teor relativo de água foliar (TRA), diâmetro da copa (DCO), índice relativo de clorofila (SPAD) quando avaliado em época chuvosa (novembro). A falta de correlações demonstra a independência entre estes caracteres.

Na maioria das características avaliadas, observou-se similaridade em magnitude e significância entre os coeficientes correlacionados, para diâmetro da copa (DCO) na época seca (maio) observou-se correlação positiva entre as características altura (ALT) e teor relativo água foliar (TRA) (Tabela 1). Esse incremento entre essas variáveis avaliadas na segunda avaliação pode ser decorrente do acúmulo na disponibilidade hídrica e melhores condições observadas entre os meses de coleta de dados (novembro e maio). Segundo Morais et al. (2003) cafeeiros sombreados com guandu (*Cajanus cajan* L.) no Estado do Paraná apresentaram maior crescimento em altura que as plantas a pleno sol. Para área foliar individual (Tabela 1) verificou-se correlação negativa com índice relativo de clorofila (SPAD) para a época seca (maio). A maioria dos estresses ambientais se manifesta através de sintomas como redução do índice de área foliar, devido a um efeito combinado de redução da produção de área foliar e de incremento na taxa de senescência; decréscimo no teor de clorofila total, aumentos na temperatura do dossel, devido a menores fluxos transpiratórios caule. Desta forma o nitrogênio torna-se mais diluído nessas plantas, proporcionando um verde menos intenso em comparação com as plantas não adubadas (Baret et al., 2007).

Tabela 1 – Valores da correlação de Pearson entre altura (ALT), teor relativo de água foliar (TRA), área foliar individual (AFI), diâmetro da copa (DCO) e índice relativo de clorofila (SPAD), produção (PROD) em um agrossistema composto por cafeeiros (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí e grevileas (*Grevillea robusta* A. Cunn) em época chuvosa e seca. Vitória da Conquista, Bahia, 2011/2012.

Novembro			
CARACTERÍSTICAS	ALT	TRA	AFI
DCO	0,6287 ^{NS}	-0,2041 ^{NS}	0,8667*
SPAD	0,5654 ^{NS}	-0,0355 ^{NS}	0,5654 ^{NS}
Maio			
	ALT	TRA	SPAD
DCO	0,8144*	0,7599*	0,0816 ^{NS}
AFI	0,0909 ^{NS}	0,6228 ^{NS}	-0,7786*
PROD	0,7260*	-	0,8511*

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pela análise de correlação de Pearson.
ns = correlação não significativa.

A produção de café apresentou correlações positivas e significativas, a 5% de probabilidade, com altura e índice SPAD para o mês de maio (Tabela 1). Essas correlações podem estar relacionadas com a plasticidade das plantas de café que se aclimatam a diferentes restrições de luz provocadas pelas densidades de grevileas. Segundo Feng et al. (2004) essas adaptações se dão pelo aumento no teor de clorofila e expansão da área foliar, o que garante uma maior captura da luz disponível e conversão em energia química, determinando a produtividade e produção (Bastos et al., 2012). Porém com o aumento da população de plantas de grevileas, ocorreu um decréscimo da produção de cafeeiros. As plantas sobre maior restrição luminosa aumentam a eficiência na partição dos fotoassimilados para diferentes partes da planta e a rapidez em ajustar variáveis morfofisiológicas no sentido de maximizar a aquisição dos recursos primários (Dias Filho, 1997).

CONCLUSÕES

1. O crescimento das plantas de grevileas foi influenciado pela densidade populacional, onde as maiores densidades determinaram uma maior altura das árvores;
2. Foi verificada forte interação entre a densidade populacional de grevileas e o crescimento dos cafeeiros entre as épocas seca e chuvosa;
3. As maiores densidades populacionais de grevileas provocaram um maior crescimento das plantas de café.
4. No período chuvoso (novembro), área foliar individual do café relacionou diretamente com a densidade da população de grevileas.
5. A maximização da produção de frutos de café ocorreu numa densidade populacional de 205 grevileas por hectares, com 2,15 g de café cereja por planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 25, n. 4, p. 853- 862, 2001.
- BAGGIO, A. J.; CARAMORI, P. H.; ANDROCIOLO, A.; MONTOYA, L. Productivity of southern Brazilian coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. *Agroforestry Systems*, Amsterdam, v.37, n.2, p.111-120, 1997.
- BARET, F.; HOULÈS, V.; GUÉRIF, M. Quantification of plant stress using remote sensing observations and crop models: the case of nitrogen management. *Journal of Experimental Botany*, v. 58, p. 869–880, 2007.
- BASTOS, E.A., RAMOS, H.M.M., ANDRADE J, A. S.de, NASCIMENTO, F.N. do, CARDOSO, M.J. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. *Water Resources and Irrigation Management*, v.1, n.1, p.31-37, 2012.

- BEER, J. MUSCHLER, D. K.; SOMARRIBA, E. et al. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*, Baltimore, v.38, n.1-3, p.139-164, 1998.
- BRITO, I. P. F. S. Toxicidade do oxyfluorfen aplicado via água de irrigação na cultura do café. 2012. 117f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2012.
- CAMPANHA, M.M.; SANTOS, R.H. S.; FREITAS, G.B.; MARTINEZ, E.P.; GARCIA S.; FINGER, F.L. Rowth and yield of coffee plants in agroforetery and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. *Agrofor Syst* 63: 75-82, 2004.
- CARAMORI, P.H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; LEAL, A. C. Coffee shade with *Mimosa scabrella scabrella* Benth. for frost protection in southern Brazil. *Agroforestry Systems*, v. 33, p. 205-214, 1996.
- CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I.; ALFONSI, E.L. Efeitos de níveis de sombreamento no crescimento e na produtividade do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÊS DO BRASIL, II, 2002, Vitória – ES. Resumos Expandidos... Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN, 2002. p. 120-124.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira. Café Safra 2012: quarta estimativa. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_20_16_01_51_boletimcafe_dezembro_2012.pdf>. Acesso em: 25 de jun. 2013.
- Dias-filho, M.B. 1997. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light enviroments. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, n.8, p. 789-796.
- DUTRA NETO, C. Café e desenvolvimento sustentável: perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Planalto de Vitória da Conquista. Vitória da Conquista-BA, p. 168, 2004.
- FAHL, J.L.; CARELLI, M.L.C.; VEGA, J.; MAGALHÃES, A. C. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of Young coffee plants (*Coffea arabica* L.). *Journal of Horticultural Science*, v. 69, p. 161-169, 1994.
- FENG, Y.L., CAO, K.F., ZHANG, J.L., 2004. Photosynthetic characteristics, dark respiration, and leaf mass per unit area in seedlings of four tropical tree species grown under three irradiances. *Photosynthetica*. v.42, n.3, p.431-437.
- FREITAS, R. B.; OLIVEIRA, L. E. M.; FILHO, N. D.; SOARES, A. M. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). *Ciências e Agrotecnologia*, v. 27, n. 4, p. 804-810, 2003.
- GOMES, I. A. C. CASTRO, E. M. de; SOARES, A. M.; ALVES, J. D.; ALVARENGA, M. I. N.; ALVES, E.; RODRIGUES, J. P. A. D. B.; FRIES, D. D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. “Oeiras” sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. *Ciência Rural*, v.38, n.1, 2008.
- LEAL, A. C.; SOARES, R. V. CARAMORI, P. H.; BATISTA, A. C. Arborização de cafeeiros com bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham). *Floresta*, v. 35, n.1, 2005.
- LEMOS, C. L. Características morfo-fisiológicas e assimilação de nitrogênio em cafeeiros em sistema a pleno sol e associados com abacateiro (*Persea amareciana*) e ingazeiro (*Inga edulis*) em Barra do Choça, Bahia. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2008.
- LUNZ, A. M. P. Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol. 2006. 94f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2006.
- MANCUSO, M. A. C. Fontes e doses de potássio na cultura do café (*Coffea arabica* L.). 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2012.
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Sistemas de combinação de café com seringueira, no sul de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 17, 1991, Varginha. Resumos... Rio de Janeiro: MARA/SNPA/EMBRAPA, 1991. p.112-114.
- MATIELLO, J. B.; DANTAS, F. A. S.; CAMARGO, A. P. de; RIBEIRO, R. N. C. Níveis de sombreamento em cafezal na região serrana de Pernambuco. Parte III. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 15, 1989. Resumos... Rio de Janeiro: IBC, 1989. p.182.
- MORAIS, H.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; KOGUSHI, M. S.; GOMES, J. C.; RIBEIRO, A. M. Desenvolvimento de gemas florais, florada, fotossíntese e produtividade de cafeeiros em condições de sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n.4, p. 465-472, 2008.
- MORAIS, H.; MARURU, C. J., CARAMORI, P.H. RIBEIRO, A.M.A.; J.C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 38, n. 10, p. 1131-1137, 2003.
- MORELLI, G.; RUBERTI, I. Light and shade in the photocontrol of *Arabidopsis* growth. *Trends plant science.*, v. 7, n.9, p. 399- 404, 2002.
- PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciências e agrotecnologia*, v.27, n.1, p.134-140, 2003.
- PEZZOPANE J. R. M.; PEDRO, Jr. M. J.; GALLO P. B. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/banana. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.3, p.256–264, 2007.
- PHILLIPS, I. D. J. Apical dominance. *Annu. Ver. Plant Physiol.*, v. 26, p. 341-367, 1975.
- SILVA, A.M.; LIMA, E.P.; COELHO, M.R.; COELHO, G.S.; FREITAS, R.A. Comportamento fisiológico de cafeeiro sob diferentes condições hídricas e seu efeito na produção. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÊS DO BRASIL, I, 2000, Poços de Caldas, MG. Resumos Expandidos... Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN, 2000. p. 66-72.