

TEMPERATURA FOLIAR E LUMINOSIDADE AO LONGO DO DOSSSEL DE CAFEIEIRO ARÁBICA EM MONOCULTURA OU SISTEMAS CONSORCIADOS¹

Renan Gonçalves Quintino²; Pedro Henrique da Silva³; Rilarity Xavier dos Santos⁴; Kattiely Wruck⁵; Cássio Fernandes Torres⁶; Dionicio Belisario Luis Olivas⁷; Tafarel Victor Colodetti⁸; Bruno Fardim Christo⁹; Wagner Nunes Rodrigues¹⁰; Marcelo Antonio Tomaz¹¹; José Francisco Teixeira do Amaral¹²

¹ Trabalho financiado pela FAPES

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, renan041696@hotmail.com

³ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, pedro.agroufes@gmail.com

⁴ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, rilarity-agronoma@hotmail.com

⁵ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, kattielywruck@gmail.com

⁶ Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, cassim.torres@hotmail.com

⁷ Professor, D. Sc., Universidade Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Peru, dibeli@hotmail.com

⁸ Doutorando em Produção vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, tafarecolodetti@hotmail.com

⁹ Mestre em produção vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, brunochristo@hotmail.com

¹⁰ Doutor em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, wagnernunes@outlook.com

¹¹ Professor, D. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, tomazamarcelo@cca.ufes.br

¹² Professor, D. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, jose.amaral@pq.cnpq.br

RESUMO: Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito de três sistemas de cultivo de cafeeiro arábica, com diferentes níveis de biodiversidade, sobre a temperatura foliar e a luminosidade ao longo do dossel. O experimento foi conduzido na localidade de Lagoa Seca, zona rural do município de Alegre (ES), em uma propriedade tipicamente produtora de café arábica, a uma altitude de 740 m, de topografia ondulada-acidentada, Latossolo Vermelho Amarelo. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, caracterizado por ter verão chuvoso e inverno seco. Os dados experimentais foram obtidos em cafeeiro arábica cultivar Catuaí IAC-44, sob três sistemas de cultivo: cafeeiro em monocultivo (CM), cafeeiro consorciado com bananeira (CB) e cafeeiro consorciado com bananeira e palmeira juçara (CBP). Os cultivos se desenvolveram em condições de sequeiro e sem uso de controle químico para o manejo das pragas e doenças. As plantas daninhas foram controladas mecanicamente. Os dados de temperatura do ambiente foram coletados por estação meteorológica automática instalada no local de estudo e os dados de temperaturas foliares foram obtidos por meio de termômetro de infravermelho, medindo-se a temperatura foliar no terço médio da planta de cafeeiro. Os dados de luminosidade foram obtidos utilizando-se luxímetro digital, avaliando-se a luminosidade em três extratos da planta: terço superior, médio e inferior. O fluxo de luminosidade diminui à medida que a luz incidente atravessa a copa do cafeeiro, do terço superior até o inferior, independentemente do sistema de cultivo adotado. A intensidade do fluxo luminoso que incide sobre as plantas de café em monocultura (CM) é maior do que o observado nos sistemas consorciados com banana e palmeira juçara (CB e CBP), sendo cerca de 84,7 % mais intenso e a temperatura foliar tende a ser maior no cafeeiro em monocultura (CM) que no cafeeiro consorciado com banana e palmeira juçara (CB e CBP), principalmente em dias ensolarados, com temperaturas, em média, 3,9 °C mais elevadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, iluminância, monocultivo, consórcio.

LEAF TEMPERATURE AND LUMINOSITY ALONG THE CANOPY OF ARABICA COFFEE TREES IN MONOCULTURE OR CONSORTIUM SYSTEMS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of three cultivation systems of Arabica coffee over the leaf temperature and luminosity along the canopy. The experiment was carried out in the locality of Lagoa Seca, a rural area of the municipality of Alegre (ES), in a farm where Arabica coffee is typically produced. The site presents altitude of 740 m, rugged topography and soil classified as red yellow Oxisol. The climate of the region, according to the classification of Köppen, is of the type Cwa, characterized by rainy summer and dry winter. The experimental data were obtained in Arabica coffee, cultivar Catuaí IAC-44, under three management systems: coffee in monoculture (CM), coffee tree intercropped with banana (CB) and coffee tree intercropped with banana and juçara palm (CBP). The crops were developed under rainfed conditions and without the use of chemical control to manage pests and diseases. Weeds were mechanically controlled. The environmental temperature data were collected by automatic weather station installed at the study site and the leaf temperature data were obtained by infrared thermometer, measuring the leaf temperature in the middle third of the plant of coffee. The luminosity data were obtained using a digital luxmeter, the luminosity being evaluated in three plant sections: upper, middle and lower third. The intensity of the luminous flux that affects coffee plants in monoculture (CM) is higher than that observed in the systems consorted with banana and juçara palm (CB and CBP), being about 84,7 % more intense and the leaf temperature tends to being higher in coffee in monoculture (CM) than in coffee tree intercropped with banana and juçara palm (CB and CBP), mainly on sunny days, with average temperatures around 3.9 °C higher.

KEY WORDS: *Coffea arabica*, light, monoculture, consortium.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea* sp.) destaca-se como uma das culturas mais comercializadas e consumidas no mundo, exercendo um papel de extrema importância na economia de um país. A produção brasileira de café na safra 2017/2018 foi de 61,7 milhões de sacas beneficiadas, apresentando um crescimento de 37% em relação à safra anterior. Esta é a maior colheita registrada na série histórica do grão, superando em cerca de 10 milhões de sacas o melhor desempenho registrado em 2016 (CONAB, 2018). No Espírito Santo, a cafeicultura exerce grande importância econômica e social. A atividade cafeeira é responsável por 35% do Produto Interno Bruto (PIB) agrícola capixaba, gerando em torno de 400 mil empregos diretos e indiretos (INCAPER, 2018). O Estado é o 2º maior produtor brasileiro de café, com uma produção na safra 2017/2018 de 13,73 milhões de sacas (8,98 milhões de sacas de Conilon e 4,75 milhões de arábica), sendo responsável por 22% da produção brasileira (CONAB, 2018).

A espécie *Coffea arabica* L. é nativa de florestas tropicais da Etiópia, em altitudes de 1600 a 1800 m. Nessa região, a temperatura do ar mostra pequenas flutuações sazonais, com média anual de 20°C (DaMATTa; RAMALHO, 2006). Logo, a temperatura ótima para o seu crescimento varia de 18 a 25°C (DaMATTa et al., 2007). No entanto, a temperatura do ar nos atuais sistemas de cultivo frequentemente excede esse nível ótimo, causando injúrias a vários processos fisiológicos e metabólicos. Estresses abióticos, incluindo alta intensidade luminosa, temperaturas extremas, seca, salinidade e deficiências de nutrientes minerais, são os principais fatores ambientais que resultam em perdas significativas na produtividade de muitas culturas (MENGUTAY et al., 2013).

Estudos que abordam o aquecimento global preveem um efeito dramático na cultura do cafeeiro, uma vez que foram estimadas grandes perdas no seu rendimento (GAY et al., 2006). O sombreamento, como uma prática cultural regular, foi praticamente abandonado no cultivo do cafeeiro, entretanto, cafezais a pleno sol são geralmente conduzidos com alta dependência de uso de insumos, principalmente adubos nitrogenados, além da necessidade cada vez maior de sistemas de irrigação. Dessa forma, o uso de sistemas mais sustentáveis torna-se fundamental como forma de mitigação de possível agravamento do cenário de mudanças climáticas (JESUS JUNIOR et al., 2012).

O crescimento do dossel da planta de cafeeiro e das plantas do seu entorno não somente modificam as condições ambientais, como também a estrutura da copa cafeeiro e a distribuição dos fotoassimilados entre as diversas partes da planta. Essas mudanças alteram a eficiência com que a luz é capturada e utilizada pelos vegetais (COSTA et al., 1999). Dessa forma, são necessários estudos que monitorem a temperatura e a luminosidade ao longo do dossel visando esclarecer e quantificar possíveis ganhos causados pelas alterações nestes parâmetros em plantas cultivadas em sistemas consorciados ou biodiversos.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar os efeitos do aumento do nível de biodiversidade no sistema de cultivo do cafeeiro arábica, obtido através do cultivo em consórcio com outras espécies, sobre a temperatura foliar e a luminosidade ao longo do dossel.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na localidade de Lagoa Seca, zona rural do município de Alegre (ES), em uma propriedade tipicamente produtora de café arábica, a uma altitude de 740 m a latitude 20°53'30" S; longitude 41°28'0" W. De topografia ondulada-acidentada, Latossolo Vermelho Amarelo. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, caracterizado por ter verão chuvoso e inverno seco.

Os dados experimentais foram obtidos em cafeeiro de *Coffea arabica* L. var Catuaí IAC-44, sob três sistemas de cultivo: cafeeiro em monocultivo (CM), cafeeiro consorciado com bananeira (CB) e cafeeiro consorciado com bananeira e palmeira juçara (CBP). O cafeeiro foi plantado em 1991 com linhas de cultivo em curva de nível, voltadas para face oeste, com espaçamento de 3 m entre linhas e 2 m entre covas, com duas plantas por cova. Em 2010, foi realizada a poda do tipo decote baixo e efetuado o plantio de bananeira (*Musa* sp.) nanicão nas entrelinhas do cafeeiro, no espaçamento 5 x 3 m. Da mesma forma, em 2013, nas mesmas linhas da bananeira plantou-se palmeira juçara (*Euterpe edulis*), no espaçamento 5 x 3 m (Figura 1).

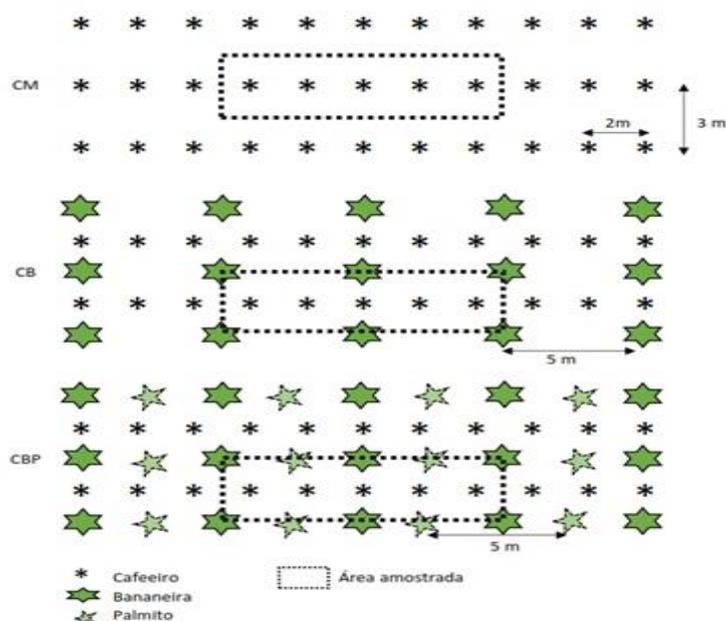


Figura 1. Representação esquemática dos sistemas de cultivo: (CM) café em monocultivo, (CB) café consorciado com bananeira e (CBP) café consorciado com bananeira e palmeira juçara.

Os cultivos se desenvolveram em condições de sequeiro e sem emprego de controle químico para o manejo das pragas e doenças. As plantas daninhas foram controladas mecanicamente e colocadas como cobertura do solo. Na Tabela 1 são descritas algumas características dos sistemas de condução.

Os dados de temperatura do ambiente foram coletados pela estação meteorológica automática (Modelo E5000-IRRPLUS) instalada no local de estudo e os dados de temperaturas foliares foram obtidos através de termômetro de infravermelho (ScanTemp modelo ST – 600.00), medindo-se a temperatura foliar no terço médio da planta do café. Os dados de luminosidade na lavoura foram obtidos através do equipamento luxímetro digital (modelo 5 in 1 multi function Environment Meter), avaliando a luminosidade em três setores da copa da planta, terço superior, médio e inferior.

As avaliações foram realizadas a cada quinze dias entre os meses de março e junho de 2019 em diferentes condições climáticas, nublado (12/03/2019 e 15/05/2019), sol entre nuvens (09/06/2019) e sol (06/04/2019; 20/04/2019 e 16/06/2019). Em cada sistema de cultivo foram estabelecidas cinco parcelas experimentais de 30 m² de área.

Tabela 1. Características dos três sistemas de condução: café em monocultivo (CM), café consorciado com bananeira (CBP), café consorciado com bananeira e palmeira juçara (CBP), Alegre-ES.

Características	CM	CB	CBP
Número de espécies cultivadas na mesma área	1	2	3
Espécies cultivadas	<i>Coffea arabica</i> L. var. Catuaí IAC-44	<i>Coffea arabica</i> L. var. Catuaí IAC-44 <i>Musa</i> sp. var. Nanicão	<i>Coffea arabica</i> L. var. Catuaí IAC-44 <i>Musa</i> sp. var. Nanicão <i>Euterpe edulis</i>
Número médio de plantas/ha	3333 plantas de café	3333 plantas de café 666 plantas de bananeira	3333 plantas de café 666 plantas de bananeira 666 plantas de palmeira juçara
Altura média das plantas	2,40 m para plantas de café	2,40 m para plantas de café 5,00 m para plantas de bananeira	2,40 m para plantas de café 5,00 m para plantas de bananeira 3,00 m para plantas de palmeira juçara

As médias foram obtidas considerando a avaliação de todas as plantas de café de cada uma das parcelas experimentais (cinco áreas de 30 m² por sistema de cultivo).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os valores medidos seguem o mesmo padrão, apresentando maiores valores de luminosidade para CM seguido por CB e CBP em todos os estratos da planta (Figura 2).

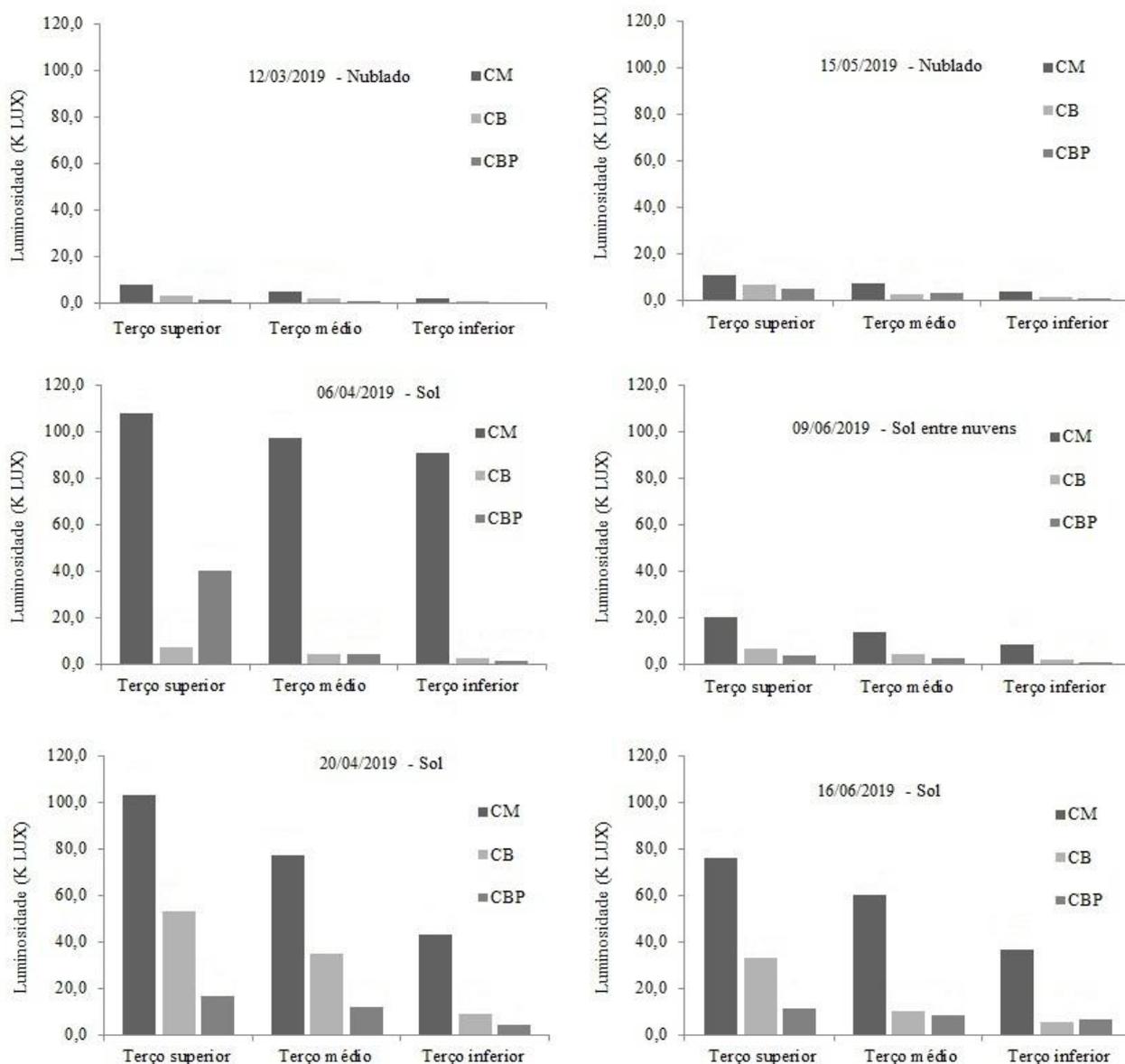


Figura 2. Médias de luminosidade ao longo do dossel do cafeeiro em diferentes épocas do ano nos três sistemas de cultivo: cafeeiro em monocultivo (CM), cafeeiro consorciado com bananeira (CB), cafeeiro consorciado com bananeira e palmeira juçara (CBP).

Em dias quando o estado da condição meteorológica era nublado, a diferença de luminosidade ao longo do dossel da planta não foi tão pronunciada, porém, em dias de sol é aparente a diferença entre os tratamentos, sendo que os valores médios de luminosidade para CM superaram os observados para CB e CBP. A luminosidade é o fator principal para a ocorrência da fotossíntese, intimamente ligada à produção. Os sistemas de cultivo CB e CBP devem ser manejados de forma que a luz também penetre ao longo do dossel, evitando a competição por luz pelas plantas. Esse manejo pode ser realizado através de podas das plantas consorciadas.

A exposição direta das folhas à radiação solar faz com que sua temperatura seja elevada intensificando a diferença de pressão de vapor entre o ar e o mesófilo foliar o que resulta em taxas mais elevadas de transpiração, que por sua vez tem um papel termorregulador (SUTCLIFF, 1980). Nos cafeeiros sombreados, as folhas apresentam-se mais frias o que resulta em menor transpiração (MORAIS et al., 2003).

Isso pode ser verificado nos valores de temperatura observados nas diferentes condições de cultivo (Figura 3A). No período onde o estado da condição meteorológica era nublado (15/05 e 09/12/2019), apresentando temperaturas abaixo da ótima para o cafeeiro, que é entre 18 a 25°C, e temperaturas dentro do intervalo considerado ótimo (12/03/2019). Em

condição meteorológica ensolarada (06/04, 20/04 e 16/06/2019), o CM apresentou valores de temperatura muito acima da ótima para o cafeeiro, com médias acima de 35 °C. Já o CB e CBP apresentaram temperaturas dentro da faixa ótima e acima da ótima em no máximo 3,4 °C.

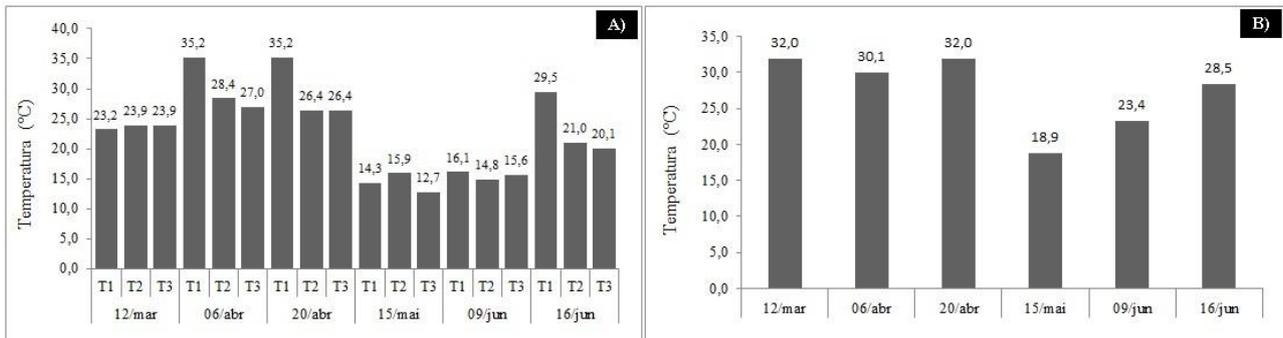


Figura 3. Médias de temperatura no terço médio de plantas do cafeeiro em diferentes épocas do ano nos três sistemas de cultivo: cafeeiro em monocultivo (CM), cafeeiro consorciado com bananeira (CB) e cafeeiro consorciado com bananeira e palmeira juçara (CBP) (A). Temperatura na estação meteorológica (B).

A exposição contínua de plantas de café a temperaturas superiores a 30 °C pode resultar não somente em redução no seu crescimento, mas também no amarelecimento de suas folhas (FRANCO, 1963). Temperaturas relativamente altas durante o período de florescimento, especialmente se associado com uma estação de seca prolongada, pode causar o abortamento de flores (CAMARGO, 1985).

O período em que foram realizadas as avaliações segundo a esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica proposta por Camargo e Camargo (2001), engloba a fase final da granação dos frutos que ocorre de janeiro a março e o período de maturação de abril a junho. Neste caso, temperaturas mais amenas como verificado no sistema CB e CBP, proporcionam melhores condições para a maturação dos frutos, favorecendo a manifestação plena de todas as etapas bioquímicas necessárias para o desenvolvimento da qualidade da bebida, em comparação com regiões e condições mais quentes (GUYOT et al., 1996; DECAZY et al., 2003). Em trabalho realizado por Silva et al. (2004), verificou-se que temperaturas médias mais baixas desempenham papel importante no desenvolvimento dos atributos que conferem boa qualidade de bebida ao café.

CONCLUSÕES

- 1 - O fluxo de luminosidade diminui à medida que a luz incidente atravessa a copa do cafeeiro, do terço superior até o inferior, independentemente do sistema de cultivo adotado.
- 2 - A intensidade do fluxo luminoso que incide sobre as plantas de café em monocultura (CM) é maior do que o observado nos sistemas consorciados com banana e palmeira juçara (CB e CBP), sendo cerca de 84,7 % mais intenso.
- 3 - A temperatura foliar tende a ser maior no cafeeiro em monocultura (CM) que no cafeeiro consorciado com banana e palmeira juçara (CB e CBP), principalmente em dias ensolarados, com temperaturas, em média, 3,9 °C mais elevadas.

AGRADECIMENTOS

À FAPES pelo apoio financeiro ao referido projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, A.P. de. O clima e a cafeicultura no Brasil. *Informe Agropecuário*, v. 11, n. 126, p. 13-26, 1985.
- CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira: café*, v. 5, Safra 2018, n. 4 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-84, 2018.
- COSTA, L.C.; CONFALONE, A.E.; PEREIRA, C.R. Effect of water stress on the efficiency of capture of water and radiation by soybean. *Tropical Science*, v. 39, p. 1-7, 1999.
- DaMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, p. 485-510, 2007.
- DaMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, 55-81, 2006.
- DECAZY, F.; AVELINO, J.; GUYOT, B.; PERRIOT, J.J.; PINEDA, C.; CILAS, C. Quality of different honduran coffees in relation to several environments. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 68, n. 7, p. 2356–2361, 2003.

- FRANCO, C.M. Fotoperíodismo em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Revista do Instituto do Café*, v. 27, n. 164, p. 1556-1592, 1963.
- GAY, C.; ESTRADA, F.; CONDE, C.; EAKIN, H.; VILLERS, L. Potential impacts of climate change on agriculture: a case of study of coffee production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*, v. 79, p. 259-288, 2006.
- GUYOT, B.; GUEULE, D.; MANEZ, J.C.; PERRIOT, J.J.; GIRON, J.; VILLAIN, L. Influence de l'altitude et de l'ombrage des cafés Arabica. *Plantations, Recherche, Développement*, v. 3, n. 4, p. 272-283, 1996.
- INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. *Cafeicultura*. 2018. Disponível em <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>>. Acesso em 02/07/2019.
- JESUS JUNIOR, W.C.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; MORAES, W.B.; AMARAL, J.F.T.; TOMAZ, M.A.; ALVES, F.R. Mudanças Climáticas: Potencial Impacto na Sustentabilidade da Cafeicultura. In: TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T.; JESUS JUNIOR, W.C. (Org.). *Inovação, Difusão e Integração: Bases para a Sustentabilidade da Cafeicultura*. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2012. p. 179-201.
- MENGUTAY, M.; CEYLAN, Y.; KUTMAN, U.B.; CAKMAK, I. Adequate magnesium nutrition mitigates adverse effects of heat stress on maize and wheat. *Plant Soil*, v. 368, n. 1-2, p. 57-72. 2013.
- MORAIS, H.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; GOMES, 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.
- SUTCLIFF, J.F. *As plantas e a água*. São Paulo: EDUSP, 1980. 67p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood: The Benjamin/Cummings Publ., 1991. 565p.