CARACTERIZAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO EM CAFÉ SOMBREADO COM GLIRICIDIA, BANANA E INGA COMPARADO COM CAFÉ EM PLENO SOL[1]

Renato Corrêa Taques[2]; Maria da Penha Padovan[3]; Ivaniel Foro Maia[4]; Almir Bressan Jr[5]; Nathielly Bertollo Marques[6]; Idalina Sturião Milheiros[7]

[1] Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - FAPES em parceria com a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG (Edital FAPES/SEAG 06/2015).
[2] Pesquisador, MSc, Incaper, renato@incaper.es.gov.br
[3] Pesquisadora, DSc, Incaper, padovan@incaper.es.gov.br
[4] Pesquisador, Bs, Incaper, ivaniel.maia@incaper.es.gov.br
[5] Extensionista, Bs, Incaper, almir.bressan@incaper.es.gov.br
[6] Bolsista, Bs, FAPES, natybertollo@gmail.com
[7] Bolsista, TA, FAPES, isturiaom@gmail.com

RESUMO: Árvores de sombra podem influenciar positivamente no cultivo de café. No entanto, as árvores também utilizam a água disponível no solo e, em condições de limitações de água, podem estabelecer uma relação de competição com os cultivos. O teor de umidade do solo vai depender das características das espécies utilizadas no sombreamento, do manejo, das condições ambientais e do solo. Neste trabalho foram feitas medições do teor de umidade do solo (Ug) em um Neossolo Flúvico Tb Eutrófico, a partir do método gravimétrico, nas camadas de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade. Foi avaliado o efeito no Ug de diferentes espécies de árvores associadas ao café, de diferentes distancias dos troncos das árvores (0,50 m, 1,50 m e 4,25 m) e das estações seca e chuvosa. A análise comparativa de Ug mostrou que a parcela de café conilon (*Coffea canephora*) sombreado com gliricídia (*Gliricidia sepium*) foi a que apresentou maior Ug ao longo do ano, enquanto que a parcela de café sombreado com banana (*Musa sp*) apresentou o menor Ug. Este resultado pode ter sido influenciado pela maior densidade de plantas de banana e pelo manejo dado a gliricídia visando a manutenção dos níveis de sombra. A Ug da parcela de café conilon sombreado com ingá (*Inga edulis*) não difere significativamente da Ug da parcela de café plantado a pleno sol.

PALAVRAS-CHAVE: sistema agroflorestal, café conilon, água no solo.

SOIL MOISTURE CHARACTERIZATION IN COFFEE SHADED WITH GLIRICIDIA, BANANA, INGA AND UNSHADED COFFEE COMPARED

ABSTRACT: Shade trees may influence coffee cultivation in a positive way. However, trees also use available water from the soil profile, and under water limitation conditions, a competitive relationship with crops may occur. Soil moisture content depends on shade tree species characteristics, management, environmental and soil conditions. In this work, measurements of soil moisture content (Ug) were carried out in a Neossolo Flúvico Tb Eutrofico by using the gravimetric method, in the 0-20 and 20-40 cm depth layers. The effect in the Ug by different tree species associated to coffee, different tree trunk distances (0.50 m, 1.50 m and 4.25 m) and the dry and rainy seasons was evaluated. Comparative analysis of the Ug showed that conilon coffee (*Coffea canephora*) shaded by gliricidia (*Gliricidia sepium*) presented the highest Ug throughout the year, while conilon coffee associated with banana (*Musa* sp) presented the lowest Ug. This result may have been influenced by the higher density of banana plants, as well as, by the management given to gliricidia aiming the shade levels maintenance. The Ug in conilon coffee shaded by inga (*Inga edulis*) does not differ significantly from the Ug in the full sun coffee.

KEY WORDS: agroforestry systems, conilon coffee, soil water.

INTRODUÇÃO

O cultivo de café sombreado pode apresentar vantagens quando comparado com café em pleno sol. A presença das árvores pode minimizar os efeitos da radiação solar e altas temperaturas (Pezzopane *et al*., 2010), pode contribuir para o incremento da matéria orgânica e melhoria das condições físicas do solo (Souza *et al.*, 2016) e para a redução da perda de água por evaporação da superfície do solo (Lin, 2010). Além disso, a sombra das árvores pode favorecer a maturação mais lenta do grão e consequentemente produzir melhor qualidade de bebida com potenciais vantagens na comercialização (Vaast *et al*., 2006). No entanto, as árvores também consomem água e nutrientes disponíveis no perfil do solo e, em condições de escassez de água, podem estabelecer uma relação de competição com o café (Padovan *et al*., 2018). A competição ou complementariedade no uso da água em café sombreado pode ser melhor entendido por meio da avaliação da umidade nas camadas superficiais do solo onde se concentram a maior parte das raízes finas de café e também de árvores (Padovan *et al.*, 2015). A disponibilidade de água no perfil do solo para o cultivo de café sombreado depende das características das espécies de sombra, do manejo, das condições ambientais e do solo. No contexto das mudanças climáticas e com as perspectivas de aumento da competição por água em sistemas integrados de produção,

especialmente nos cultivos sem irrigação, a seleção das espécies e o manejo adotado podem ser decisivos para o êxito do sistema. Embora o ingá, a gliricídia e a banana sejam espécies amplamente utilizadas em associação com o cultivo de café, poucos estudos estão relacionados com a dinâmica água em sistemas integrados de produção de café com estas espécies nas condições ambientais estudadas. O presente estudo avaliou comparativamente o teor de umidade do solo nas parcelas de café conilon sombreado e a pleno sol. Além do efeito das diferentes espécies de árvores de sombra, foi analisado o efeito da distância do tronco das árvores e a influência das épocas seca e chuvosa no teor de umidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental Bananal do Norte do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, estado do Espírito Santo, Brasil (20^0 45'S e 41^0 47'W, 146 m de altitude). O clima na região se caracteriza como quente e úmido sendo Aw na classificação climática de Köppen-Geiger. A temperatura mínima varia de 11.8 °C a 18 °C e a máxima de 30.7 °C a 34 °C. A precipitação média anual é de 1293 mm. O período seco vai de maio a setembro e o período chuvoso de outubro a abril. O solo da área é um Neossolo Flúvico Tb Eutrófico. O relevo do terreno é suave ondulado. O cultivo de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehnera) variedade "EMCAPER 8151" - Robusta Capixaba, propagado por semente com manejo orgânico e em sequeiro foi instalado em 2013. O café foi plantado no espaçamento 3,0 m x 1,0 m com densidade de 3,33 plantas ha^{-1} em parcelas de 0,124 ha de café em pleno sol e de café associado com gliricídia (*Gliricidia sepium*), banana sp (*Musa sp. cultivar Vitoria*) e ingá (*Inga edulis*). O ingá e a gliricídia foram plantados no espaçamento 6,0 m x 6,0 m com densidade de 276 plantas ha^{-1}. As plantas de ingá e gliricídia foram podadas periodicamente visando a manutenção de 30 % no nível de sombreamento da parcela. A banana foi plantada no espaçamento 3 m x 3 m com densidade de 552 touceiras ha^{-1} sendo em média 1,7 plantas por touceira. A caracterização dos atributos do solo das parcelas avaliadas (Tabela 1) indica que não existe diferença significativa na densidade do solo e no teor de matéria orgânica. Os demais atributos apresentam diferenças significativas (Souza *et al.*,2016).

Tabela 1. Atributos do solo das parcelas sob café conilon consorciado gliricídia (T1), banana (T2) e ingá (T3) e a pleno sol (T4). Ds - densidade do solo; Mi - microporosidade; Ma - macroporosidade; CAD - capacidade de água disponível; MO - matéria orgânica; S- índice S.

Manejo	T1	T2	T3	T4
Ds (Mg m^{-3})	1,23a	1,31a	1,21a	1,33a
Mi (m^3 m^{-3})	0,43a	0,25b	0,29b	0,34ab
Ma (m^3 m^{-3})	0,11b	0,25a	0,25a	0,16b
CAD (l m^{-3})	135a	48c	56c	115b
MO (dag kg^{-1})	1,04a	0,91a	0,93a	0,80a
S	0,040a	0,029b	0,035ab	0,041a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ($p<0,05$).
Adaptada de Souza *et al.* (2016).

As medições de umidade do solo foram realizadas com base no método gravimétrico ($kg.kg^{-1}$). Foram coletadas amostras em diagonal em relação ao tronco das árvores de referência nas parcelas de café sombreado com gliricídia, banana e ingá a 3 distancias dos troncos: 0,50 m, 1,50 m e 4,25 m. Foram feitas coletas em área correspondente na parcela em pleno sol. As coletas foram feitas em duas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. As amostras levadas a estufa a 105 graus por 24 horas. Foram feitas 5 medições da umidade do solo ao longo de um ano: agosto/2017, dezembro/2017, fevereiro/2018, maio/2018 e julho/2018. As análises estatísticas foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019), considerando um delineamento experimental em parcelas subdivididas, com cinco parcelas (data de coleta das amostras), quatro tratamentos (consórcio com gliricídia, banana, ingá e o pleno sol) e três blocos (distâncias do tronco), por meio da análise de variância pelo teste F ($p<0,01$). Também foi realizado o teste de Tukey ($p<0,01$) na análise de comparação dos valores médios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento da umidade do solo (Ug) da camada 0-20 cm (Figura 1) foi muito semelhante ao da camada de 20-40 cm (Figura 2). Os maiores valores da umidade do solo foram registrados no mês de dezembro de 2017 (época chuvosa) e os menores valores em agosto de 2017 (época seca). O coeficiente de variação (cv) da umidade do solo, ao longo do ano, da camada 0-20 cm foi maior para a parcela do plantio pleno sol (cv = 0,20), seguindo do plantio sombreado com banana (cv = 0,16), sombreado com ingá (cv = 0,15) e sombreado com gliricídia (cv = 0,10) que apresentou menor cv. Para a camada de 20 a 40 cm, os valores do coeficiente de variação da umidade do solo ao longo do ano foram ligeiramente menores, com plantio pleno sol (cv = 0,17), sombreado com banana (cv = 0,10), sombreado com ingá (cv = 0,08) e sombreado com gliricídia (cv = 0,09).

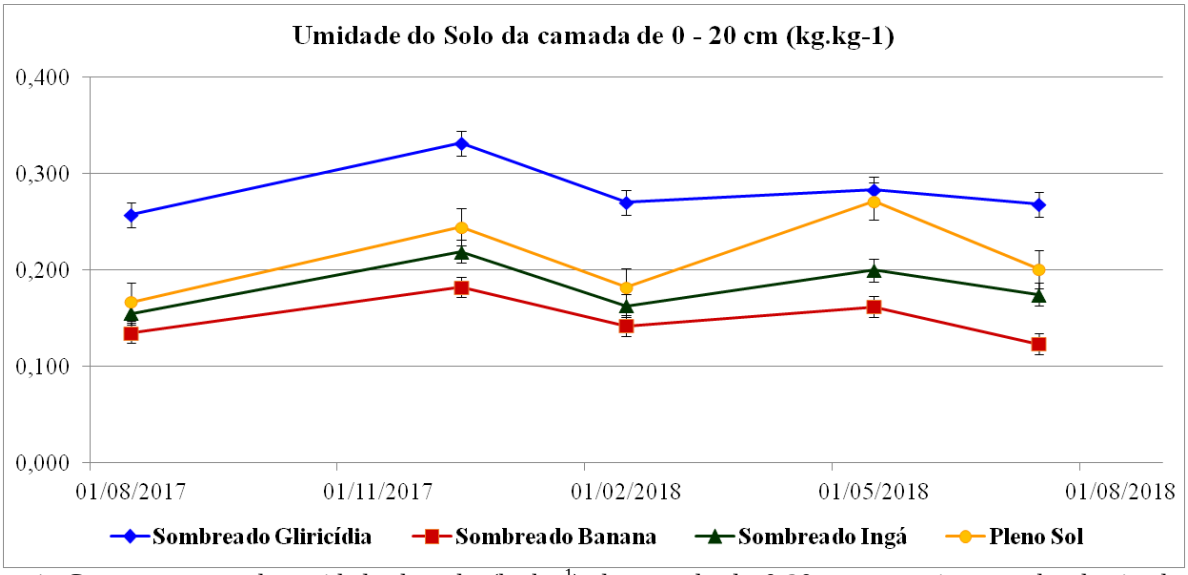

Figura 1. Comportamento da umidade do solo (kg.kg^{-1}) da camada de 0-20 cm, nos sistemas de plantio de café sombreado com gliricídia, banana e ingá e a pleno sol. Barras na vertical indicam o erro padrão.

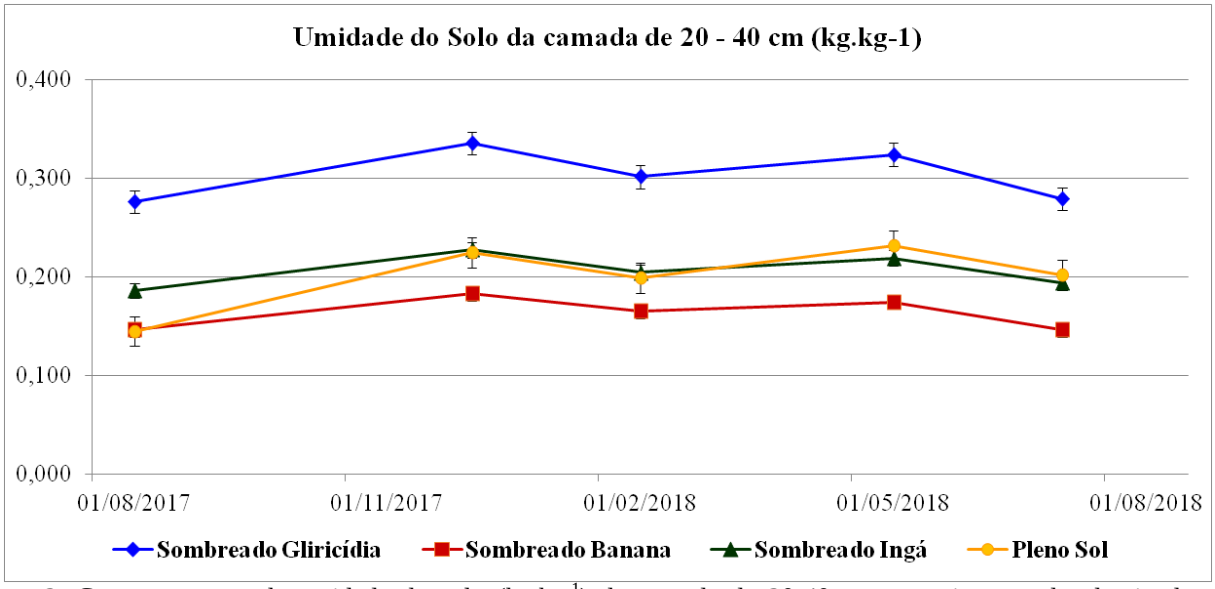

Figura 2. Comportamento da umidade do solo (kg.kg^{-1}) da camada de 20-40 cm, nos sistemas de plantio de café sombreado com gliricídia, banana e ingá e a pleno sol. Barras na vertical indicam o erro padrão.

A análise de variância (ANOVA) da umidade do solo da camada de 0-20 cm (Tabela 2) e também da camada de 20-40 cm (Tabela 3) demonstrou que existe diferença significativa ($p<0,01$) para os Tratamentos (Café sombreado com Gliricídia, Banana, Ingá e a Pleno Sol). Os testes não foram significativos para a Distância do ponto de coleta da amostra de solo até o tronco das árvores, para as 2 camadas de solo, ou seja, a umidade do solo não difere significativamente em relação a distância da arvore. As interações entre Tratamento x Distância também não foram significativas, indicando que os fatores agem de forma independentemente sobre a umidade do solo, nas camadas avaliadas. Este resultado pode ser devido ao desenvolvimento das plantas e distribuição das raízes das árvores no tempo de implantação do experimento e espaçamento adotado. Morinigo *et al*. (2017), também avaliaram o efeito da distância do tronco das árvores sobre o teor de umidade do solo em área de café sombreado e não foi observado efeito significativo. Esse resultado corrobora com o encontrado no presente estudo.

Tabela 2. Analise de variância (ANOVA) da umidade do solo da camada de 0-20 cm de profundidade.

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Bloco	4	0,06499	0,01625		
Trat	3	0,24214	0,08071	63,13	0,000
Resíduo a	12	0,01534	0,00128		
Parcelas	19	0,32247			
Dist	2	0,00136	0,00068	1,04	0,359
Interação Trat x Dist	6	0,00521	0,00087	1,32	0,259
Resíduo b	72	0,04731	0,00066		
Total	99	0,37635			

cv = 12,40007

Tabela 3. Analise de variância (ANOVA) da umidade do solo da camada de 20-40 cm de profundidade.

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Bloco	4	0,03149	0,00787		
Trat	3	0,29759	0,09920	95,40	0,000
Resíduo a	12	0,01248	0,00104		
Parcelas	19	0,34156			
Dist	2	0,00301	0,00151	2,45	0,093
Interação Trat x Dist	6	0,00122	0,00020	0,33	0,919
Resíduo b	72	0,04421	0,00061		
Total	99	0,39000			

cv = 11,26152

As análises comparativas dos valores médios do teor de umidade do solo (Ug) ao longo do ano mostram que a parcela de café conilon (*Coffea canephora*) sombreado com gliricídia (*Gliricidia sepium*) apresentou os maiores Ug (Tabela 4). Do outro lado, a parcela de café sombreado com banana (*Musa sp*) apresentou os menores Ug. O teor de umidade do solo da parcela de café conilon sombreado com ingá (*Inga edulis*) não apresenta diferença significativa ($p<0,01$) do Ug da parcela de café plantado a pleno sol, nas camadas avaliadas. Para a camada de 0-20 cm de profundidade, não há diferença significativa entre o teor umidade do solo da parcela de café sombreado com banana e da parcela de café a pleno sol.

Tabela 4. Média da umidade do solo ao longo do ano nas parcelas de café conilon sombreado com gliricídia (T1), banana (T2), ingá (T3) e café conilon a pleno sol (T4).

Camada	T1	T2	T3	T4
0-20 cm	0,282a	0,149c	0,213b	0,182bc
20-40 cm	0,310a	0,163c	0,206b	0,200b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ($p<0,01$).

Neves *et al.* (2007) avaliaram a umidade do solo em café sombreado com diferentes espécies e encontraram que os tratamentos com bananeira apresentaram valores de umidade no solo sempre menores, quando comparados com os tratamentos de café sombreado com fedegoso e de café a pleno sol. Além disso, o tratamento com maior número de plantas de bananeira foi o que apresentou menores teores de umidade. Esse estudo reforça o resultado obtido no presente trabalho. Além disso, valores de umidade obtidos para café associado com gliricídia estão em consonância com Araujo-Junior *et al.* (2015), que encontraram valores de umidade residual mais altos em café com gliricídia quando comparado com café a pleno sol. Souza *et al.* (2016) avaliou a qualidade física do solo das parcelas utilizada no presente estudo e concluiu que o manejo do café consorciado com gliricídia apresenta melhores qualidades físicas do solo, com maior capacidade de retenção de água, que resulta em maior teor de umidade do solo em relação aos demais tratamentos. Coelho *et al.* (2010) não observou diferenças significativas ($p<0,05$) na umidade do solo comparando o café cultivado a pleno sol e sistemas agroflorestais (SAF) de café associado com vinhático (*Plathymenia spp.*) e SAF de café associado com ingá (*Inga edulis*) e abacateiro (*Persea americana*) na época chuvosa. Já na época de menor índice de precipitação, o teor de umidade do solo foi maior no café a pleno sol, seguido do SAF de café com vinhático e por último o SAF de café com ingá e abacate. Tais resultados concordam em parte com os resultados observados, considerando que o SAF com gliricídia não foi avaliado no trabalho citado.

CONCLUSÕES

1. As espécies de árvores utilizadas no sombreamento do café proporcionaram efeitos diferentes no teor de umidade do solo das parcelas avaliadas.
2. O baixo teor de umidade observado nas parcelas de café com banana poderia indicar potencial competição por água, especialmente na época seca.
3. Teores maiores de umidade no solo em café associado com gliricídia, quando comparado com os demais tratamentos, poderia indicar a influência do manejo dado à cultura.
4. Os mecanismos fisiológicos que afetam a relação solo-água-planta em sistemas de café sombreado precisam ser mais bem avaliados visando a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES) e à Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG) pelo financiamento do projeto de pesquisa. E ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO-JUNIOR, C. F.; GUIZILINI, I.; SANTORO, P. H.; HAMANAKA, C. A.; SILVA, A. S. Qualidade física de um Latossolo em sistema agroflorestal de cafeeiros orgânicos. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 24 a 26 de junho de 2015, Curitiba - PR

COELHO, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; LEMOS, C. L.; SOUZA F. A. Nível de sombreamento, umidade do solo e morfologia do cafeeiro em sistemas agroflorestais. Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 95-102, 2010.

LIN, B. B. The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. Agricultural and Forest Meteorology, v. 150, p. 510–518, 2010.

MORINIGO, K. P. G.; GUIMARÃES, N. F.; STOLF, R.; SAIS, A. C.; SOUZA, M. D. B.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A. Efeitos da distribuição de árvores sobre atributos do solo em cafeeiro sombreado. Coffee Science, Lavras, v. 12, n. 4, p. 517-525, 2017.

NEVES, Y. P.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, C. M.; CECON, P. R. Teor de água e fertilidade do solo com cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal. Revista Árvore, v. 31, n. 4, p. 575-588, 2007.

PADOVAN, M.P.; CORTEZ, V.J.; NAVARRETE, L.F.; NAVARRETE, E.D.; DEFFNER, A.C.; CENTENO, L.G.; MUNGUÍA, R.; BARRIOS, M.; VÍLCHEZ-MENDOZA, J.S.; VEGA-JARQUÍN, C.; COSTA, A.N.; BROOK, R.M.; RAPIDEL, B. Root distribution and water use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* DC. compared to full sun coffee in sub-optimal environmental conditions. Agroforestry Systems, v. 89, n.5, p. 857-868, 2015.

PADOVAN M.P.; BROOK, R.M.; BARRIOS, M.; CRUZ-CASTILLO, J.B.; VILCHEZ-MENDOZA, S.J.; COSTA, A.N.; RAPIDEL, B.Water loss by transpiration and soil evaporation in coffee shaded by *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* dc. compared to unshaded coffee in sub-optimal environmental conditions. Agricultural and Forest Meteorology, v. 248, p.1–14, 2018.

PEZZOPANE, J. R. M.; MARSETTI, M. M. S.; SOUZA, J. M.; PEZZOPANE, J. E. M. Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com nogueira macadamia. Ciência Rural, v. 40, n. 6, p. 1257-1263, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. The R Project for Statistical Computing. Disponível em: < http://www.r-project.org/ > Acesso em: maio de 2019.

SOUZA G. S.; DAN. M. L.; ARAÚJO J. B. S. Qualidade física do solo sob cafeeiro conilon consorciado e em monocultivo. Coffee Science, Lavras, v. 11, n. 2, p. 180-186, 2016.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J. J.; GUYOT, B.; GENARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006.