10.30612/agrarian.v13i48.8337

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Crescimento inicial do cafeeiro robusta submetido a consórcios culturais nas entrelinhas

Initial growth of robust coffee trees submitted to cultural consortia between the lines

Núbia Pinto Bravin[1], Leonardo Augusto de Brito Correia Ferro[1], Tiago Pauly Boni[1], Cleiton Gonçalves Domingues[1], Cleidson Alves da Silva[1], Jairo Rafael Machado Dias[1]

[1]Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Av. Norte Sul, nº 7300, Nova Morada, CEP 76940-000 Rolim de Moura, RO, Brasil. E-mail: nubiabravin@gmail.com.

Recebido em: 24/06/2018 Aceito em:29/04/2019

Resumo: O manejo cultural nas estrelinhas do cafeeiro pode influenciar diretamente na produtividade da cultura. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento inicial de clones de cafeeiro robusta, irrigados por gotejamento, submetidos a diferentes manejos culturais nas entrelinhas. A área de pesquisa foi conduzida em uma lavoura cafeeira com 30 dias de transplantada até aproximadamente 12 meses, adotando-se delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco cultivos distintos nas entrelinhas do cafeeiro: vegetação espontânea (plantas daninhas), milho e feijão em sucessão, estilosantes campo grande, *Brachiaria ruziziensis* e ausência de vegetação (limpo). Avaliaram-se as características biométricas do cafeeiro: altura de planta, diâmetro da copa, diâmetro do caule, e número de ramos plagiotrópicos do cafeeiro; a densidade, umidade e porosidade do solo até os 0,40 m de profundidade; índice de Clorofila Falker e trocas gasosas entre as 7h-18h. O manejo com vegetação espontânea *e B. ruziziensis* interferiram negativamente no diâmetro da copa e nos índices de clorofila do cafeeiro. Maiores valores de transpiração (2,67 mmol m^{-2} s^{-1}) foram observados na ausência de cobertura, e os menores valores (2,19 mmol m^{-2} s^{-1}) no cultivo com milho e feijão em sucessão. As trocas gasosas não são influenciadas pela presença do consórcio cultural nas entrelinhas e, são mais efetivas no início da manhã e final da tarde. Pode-se adotar manejos com estilosantes; milho e feijão em sucessão; e ausência de vegetação nas entrelinhas do cafeeiro em fase de formação.

Palavras-chave: cobertura do solo, competição, fotossíntese

Abstract: Cultural management interrow in the coffee can directly influence crop productivity. The aim of this work was to evaluate the initial development of robust coffee clones, irrigated by drip irrigation, submitted to different cultural management interrow. The research area was conducted in a coffee plantation with 30 days of transplanting up to approximately 12 months, adopting a randomized block design with five replications. The treatments consisted of five distinct crops in the coffee interrow: spontaneous vegetation (weeds), maize/beans in succession, large field styles, Brachiaria ruziziensis and absence of vegetation (clean). The biometric characteristics were evaluated: plant height (cm), crown diameter, stem diameter, and number of plagiotropic branches of the coffee tree; soil bulk density, soil water content and porosity up to 0.40 m depth; Chlorophyll Falker index and gas exchanges between 7h-18h. The management with spontaneous vegetation and B. ruziziensis interfered negatively on the crown diameter and on the chlorophyll indices of the coffee tree. Higher values of perspiration (2,67 mmol m^{-2} s^{-1}) were observed in the absence of cover and the lowest values (2,19 mmol m^{-2} s^{-1}) in the maize and bean crop in succession. Gas exchanges are not influenced by the presence of the cultural consortium between rows and are more effective in the late afternoon and early morning. Managements can be adopted with styles, maize/beans and all clean between rows of the coffee in the formation phase.

Keywords: soil cover, competition, photosynthesis

CC BY NC SA

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

A adequação da cafeicultura às atuais exigências do mercado requer o uso de novas tecnologias que priorizem a conversão dos recursos ambientais no intuito de manter a sustentabilidade do sistema, aliados a redução dos custos de produção e a melhoria da produtividade. Neste sentido, o manejo nas entrelinhas com o cultivo de diferentes espécies nas fases iniciais de estabelecimento da lavoura pode ser recorrido na cafeicultura tendo importante papel no controle de plantas daninhas, na regulação da disponibilidade de água no solo e como alternativa de uso da área (Partelli et al., 2010).

A melhoria de processos na produção do cafeeiro envolve, sobretudo o manejo das plantas daninhas nas entrelinhas, pois sua ocorrência em lavouras mal manejadas interfere negativamente no desenvolvimento da planta (Fialho et al., 2010). Este manejo de plantas daninhas pode ser realizado com combinação, sucessão e rotação de diversos métodos de controle, podendo ser feito através do cultivo de adubos verdes, cobertura viva e uso de cultivos intercalares (Partelli et al., 2010).

A presença de outras espécies nas entrelinhas do cafeeiro e a manutenção dos restos culturais pode trazer diversos benefícios para a cultura, aumentando a diversidade biótica e a proteção da superfície do solo contra o processo de erosão e imobilização de grandes quantidades de nutrientes (Fialho et al., 2010). Além da proteção do solo, algumas espécies têm a capacidade de elevar o nível de matéria orgânica e ainda promover a ciclagem de nutrientes no sistema, contribuindo para melhoria da qualidade do solo e nos atributos físicos, químicos e biológicos (Effgen et al., 2012).

Várias espécies de plantas com características distintas como porte, hábito de crescimento e produção de biomassa podem ser utilizadas como cobertura de solo em sistemas de consórcio com cafeeiros (Matos et al., 2008). Espécies como o milho e feijoeiro são boas opções para esse manejo, pois além de ser um dos alimentos básicos da alimentação brasileira, são plantas de ciclo curto, pouco competitivas e com relativa tolerância à competição imposta pela planta consorte (Carvalho et al., 2010). Esse consórcio é preferido principalmente pelos agricultores familiares que aperfeiçoam o uso da área com maior diversificação de produtos, custeando a implantação da lavoura cafeeira (Silva et al., 2016).

Espécies forrageiras, como as braquiárias, mesmo sendo plantas que apresentam grande capacidade competitiva, quando manejadas de forma adequada podem trazer vários benefícios ao cultivo consorciado (Espindula et al., 2015). Por possuírem sistema radicular vigoroso, favorecem os atributos físico-hídricos do solo pela melhoria na sua estrutura e na retenção de umidade, além da grande produção de massa seca gerando incrementos na cobertura do solo (Rocha et al., 2016).

As plantas leguminosas também apresentam potencial para o cultivo intercalar com o cafeeiro, pois além de reduzirem a infestação de plantas daninhas, devido sua capacidade de estabelecimento, estimulam processos biológicos importantes, tais como a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio (Espindula et al., 2015). Entretanto, há uma carência de estudos sobre o uso dessas espécies como cobertura do solo nas entrelinhas do cafeeiro, requerendo mais trabalhos que possibilitem determinar o potencial de diferentes leguminosas em convivência com o cafeeiro.

De modo geral, as espécies intercalares devem proporcionar ao cafeeiro condições adequadas relacionadas à capacidade de se estabelecerem na área, de produzir biomassa e proteger o solo, e não serem prejudicial ao desempenho da cultura principal (Matos et al., 2008). Neste sentido, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial de clones de cafeeiros robusta, irrigados por gotejamento, submetidos a diferentes manejos culturais nas entrelinhas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR no município de Rolim de Moura – RO (11°34'54"S; 61°46'25"O). De acordo com a classificação climática de Koppen, a região tem um clima do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com período chuvoso entre os meses de setembro/outubro até abril, com maior acúmulo de chuvas no primeiro trimestre do ano e período mais quente entre os meses de agosto a outubro. Apresenta temperatura, precipitação e umidade relativa média de 26 °C, 2.000 mm ano^{-1} e 70% respectivamente (SEDAM, 2012). O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico com textura média argilosa (Santos et al., 2013), cujas características químicas se encontram na Tabela 1.

A pesquisa foi estabelecida em uma lavoura cafeeira (*Coffea canephora* Pierre ex Floehner) com 30 dias de transplantada até aproximadamente 12 meses, sendo conduzida com distintos genótipos, oriundos de cruzamentos naturais entre os grupos

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

conilon (IAC 69-5 e IAC 66-3) e robusta (IAC 2259, IAC 1647 e IAC 258-1).

A densidade de plantio da lavoura foi de 2.222 plantas ha^{-1} (3 m x 1,5 m). No preparo do solo realizou-se a correção da acidez, elevando-se a saturação de bases em 60%, e as adubações de plantio e cobertura foram realizados de acordo com a recomendação para a cultura, conforme citado por Ferrão et al. (2007). Realizou-se adubação orgânica na cova com 3 kg de esterco bovino, e aplicação de 1 litro $cova^{-1}$ de hidrogel (3 g de polímero para cada litro de calda).

Decorridos 30 dias após o transplantio da lavoura implantou-se as culturas de cobertura nas entrelinhas para a delimitação dos tratamentos, respeitando-se 0,70 m de cada lado das plantas de cafeeiro. Para o plantio do milho (BRS 2022) foi utilizado espaçamento entrelinhas de 0,80 m com 6 a 7 sementes m^{-1}. Após realizar a colheita do milho em estádio de grão leitoso realizou-se a semeadura do feijão Pérola do grupo carioca, espaçadas em 0,40 m entrelinhas e 10 sementes m^{-1}. Nas parcelas com braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) utilizou-se a densidade de 12 kg ha^{-1} de sementes com valor cultural de 75% e efetuou-se o controle com roçadora motorizada quando as plantas apresentavam 60 cm de altura, rebaixando-as para 15 cm. O estilosantes campo grande (*Stylosanthes capitata* e *Stylosanthe macrocephala*) foi semeado com densidade de 4 kg ha^{-1} de sementes com valor cultural de 72% e cortado quando estava em pleno florescimento, com aproximadamente 15 cm de altura. O controle fitossanitário foi realizado quando necessário de acordo com a recomendação para a cultura, conforme citado por Ferrão et al. (2007).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental na camada de 0-80 cm de profundidade.

Camada cm	pH	P mg kg^{-1}	K	Ca	Mg	Al+H	Al	MO g kg^{-1}	V %
			$cmol_c\ dm^{-3}$						
0-10	5,4	1	0,20	1,59	0,89	6,27	3,0	27,9	30
10-20	5,4	1	0,12	1,43	0,79	5,61	1,7	23,6	29
20-40	5,4	1	0,08	0,91	0,61	4,29	1,9	16,6	27
40-80	5,3	1	0,07	0,66	0,45	4,13	0,0	17,3	22

P (Mehlich-1); pH em H_2O (1:2,5).

Utilizou-se sistema de irrigação tipo localizado (gotejamento), com turno de rega fixo em dois dias. A lâmina de irrigação a ser aplicada foi determinada a partir de valores da evapotranspiração de referência estimados pela equação de Penman-Monteih (Allen et al., 1998) e calculado de acordo com o balanço hídrico diário. O turno de rega foi fixado de modo que atendesse a demanda hídrica das diferentes fases de desenvolvimento da cultura e a variação da demanda evapotranspirométrica ao longo do ciclo anual.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por distintos manejos culturais nas entrelinhas do cafeeiro: vegetação espontânea (plantas daninhas), milho/feijão em sucessão cultural, estilosantes campo grande (*S. capitata* e *S. macrocephala*), Braquiária (*B. ruziziensis*) e ausência de vegetação (limpo). A parcela experimental foi constituída por cinco plantas de cafeeiro, utilizando-se as três centrais como área útil.

Aos 90 e 240 dias após a implantação do cafeeiro, avaliaram-se as características biométricas: altura de planta (cm), diâmetro da copa, diâmetro do caule, e número de ramos plagiotrópicos. Com os dados procedeu-se os cálculos para obtenção da taxa de crescimento absoluto (TCA) do diâmetro de caule (Dcaule, em mm dia^{-1}), altura de planta (AP, em mm dia^{-1}) e diâmetro de copa (Dcopa em mm dia^{-1}), calculada pela equação:

$$TCA = (P2 - P1) \div 150$$

Em que: *P1* = comprimento aos 90 dias, em mm; P2 = comprimento aos 240 dias, em mm.

Aos 240 dias avaliou-se a densidade, conteúdo de água e porosidade do solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm para os distintos manejos de solo. Para determinação da densidade do solo utilizou-se o método do anel volumétrico com base na relação massa $volume^{-1}$. A umidade do solo foi definida pelo método padrão estufa 105-110°C por 48h onde determinou-se a base seca. E, a porosidade total foi determinada pelo volume de saturação no anel volumétrico, segundo Donagema (2011).

Aos 330 dias após a implantação da lavoura foi determinado o índice de Clorofila Falker, utilizando um medidor eletrônico de teor de clorofila modelo CFL 1030 seguindo a metodologia de Falker (2008).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

A leitura foi realizada no período da manhã, entre 9 e 10 h. E aos 18 meses foram realizadas leituras das trocas gasosas das 7-9h, 10-12h, 13-15h e 16-18he as 7h-18h, determinando os índices de fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (Gs) e concentração interna de carbono (Ci), utilizando-se um analisador de gases infravermelho (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, EUA). Em cada planta útil da parcela experimental foi realizada a leitura em duas folhas na parte intermediaria (terceiro ou quarto par de folhas a partir do ápice), em lados opostos da planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Utilizou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$), para comparação entre médias e foram ajustados modelos de regressão para as variáveis quantitativas. As análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional Assistat 7.7 (Silva e Azevedo, 2016).

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças entre os diferentes manejos nas entrelinhas para as variáveis: diâmetro do caule, altura de plantas, e número de ramos plagiotrópicos, avaliadas aos 90 e 240 dias. Porém para o diâmetro da copa, notou-se que o manejo da entrelinha com vegetação espontânea (mato) e *B. ruziziensis* interferiram negativamente nessa característica (Tabela 2).

Da mesma forma, as variáveis: índice de clorofila Falker total, índice de clorofila Falker A e índice de clorofila Falker B apresentaram menores valores médios para os cafeeiros quando em convivência com vegetação espontânea (mato) e *B. ruziziensis*.

De acordo com Fialho et al. (2012), a competição com plantas daninhas causa redução nos teores de nitrogênio e magnésio foliar em plantas de café. O nitrogênio é utilizado na síntese de clorofila e o magnésio participa da molécula de clorofila, assim, a deficiência desses nutrientes pode limitar a síntese dessas moléculas na planta (Taiz e Zeiger, 2013).

Fialho et al. (2012) também observaram reduções nas concentrações desses nutrientes em folhas de cafeeiro em convivência com gramíneas, sugerindo que essas plantas, assim como as plantas daninhas, possuem maior capacidade de interferência ao cafeeiro que os demais cultivos.

Tabela 2. Taxa de crescimento absoluto para diâmetro de caule (D_{Caule}), altura de plantas (AP), diâmetro de Copa (D_{Copa}), número de ramos plagiotrópicos (NRP), Índice de clorofila Falker total (ICF), Índice de clorofila Falker A (ICF A) e Índice de clorofila Falker B (TRC B) de *C. canephora* submetido a distintos manejos nas entrelinhas.

Manejo	D_{Caule}^{ns}	AP^{ns}	D_{Copa}*	NRP^{ns}	ICF*	ICF A*	ICF B*
	----------mm dia^{-1}----------			Unid.	----------		
B. ruziziensis	0,30	1,74	1,46 b	8,63	530,20 b	374,20 b	156,00 c
Estilosantes	0,42	2,12	2,02 a	10,57	632,07 a	407,00 a	225,07 a
Milho/Feijão	0,40	2,06	2,11 a	10,43	613,00 a	423,80 a	189,20 b
Mato	0,38	2,06	1,72 b	9,40	441,40 c	330,87 c	110,53 d
Limpo	0,47	2,04	2,27 a	10,93	582,73 a	407,40 a	175,33 b

^{ns} e * = Não significativo e significativo pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Foi observado maior índice de clorofila B no manejo com estilosantes, o que pode ser resultante da capacidade dessa leguminosa, em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* fixar nitrogênio, que por sua vez fica disponível no solo por meio da decomposição de raízes, nódulos e restos culturais, e é passível de absorção pela planta consorciada (Matos et al., 2008).

O nitrogênio é elemento essencial para síntese de algumas moléculas, sobretudo a de clorofila, cujas concentrações foliares influenciam diretamente a eficiência fotossintética da planta. Assim, o teor de nitrogênio nas plantas se correlaciona positivamente ao de clorofila na folha (Ricci et al., 2010; Taiz e Zeiger, 2013).

O tratamento com milho e feijão em sucessão não proporcionou diferenças para as variáveis avaliadas, quando comparados ao tratamento testemunha, ausência de vegetação (Tabela 2). Diante disso, mostrou-se como uma alterativa de uso do solo nas fases de estabelecimento da lavoura, não afetando o crescimento vegetativo inicial do cafeeiro, para as

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

condições de estudo. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2016) considerado que o cultivo intercalar de culturas anuais como milho e feijão, em determinadas densidades, não interferem no desenvolvimento inicial do cafeeiro irrigado e nem o rendimento médio, quando comparados ao monocultivo.

Os valores de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração interna de carbono (Ci) não foram influenciados pelos manejos nas entrelinhas do cafeeiro (Tabela 3). Estes resultados podem ser explicados por alguns autores. Segundo Baliza et al. (2012), as principais limitações para a taxa fotossintética nas plantas, são a disponibilidade de CO_2 e de radiação. Assim, a condução adequada das plantas intercalares pouco influenciará nessa característica. Da mesma forma pode ser explicado Gs e Ci. Variações na Gs podem ser observadas em plantas submetidas a variação de radiação, sob déficit hídrico e em situação de deficiência de fósforo, o que está associada a uma baixa condutância hidráulica da planta (Baliza et al., 2012; Vieira et al., 2010; Silva et al., 2010). E os índices de Ci nas folhas é influenciado principalmente pela Gs e pelos índices de fotossíntese (Vieira et al., 2010).

Para a transpiração (E) os maiores e menores valores foram observados na ausência e presença de cobertura com milho e feijão em sucessão, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (Gs) e concentração interna de carbono (Ci) de *C. canephora* submetido a distintos manejos nas entrelinhas.

Manejo nas entrelinhas	**A^{ns} (mmol m^{-2} s^{-1})**	**E* (mmol m^{-2} s^{-1})**	**Gs^{ns} (mmol m^{-2} s^{-1})**	**Ci^{ns} (CO_2 mol^{-1})**
Milho/feijão	8,3	2,19 c	0,063	339,38
Braquiária	10,0	2,58 ab	0,074	354,12
Mato	8,2	2,23 bc	0,071	348,12
Estilosantes	10,7	2,39 abc	0,073	354,12
Limpo	7,2	2,67 a	0,076	340,81

^{ns} e * = Não significativo e significativo pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo Vieira et al. (2010), a ausência de vegetação intercalar permite que o cafeeiro se desenvolva sem competição. Dessa forma, quando as plantas recebem luz sem estresse, principalmente relacionado ao estresse hídrico, ocorre um fluxo de K^+ para as células guardas e consequente saída de H^+ e ácidos orgânicos (ácido málico), reduzindo o potencial hídrico e causando o influxo de água na célula. Este mecanismo provoca abertura estomática e logo, a perda de água por transpiração, o que resulta na elevação dessa taxa transpiratória.

Não houve interação entre as parcelas (Coberturas Vs. Tempo) de modo que todas as características fisiológicas avaliadas se comportaram de forma independente (Figura 1).

Os índices de A no decorrer do dia apresentaram comportamento quadrático. Os maiores valores foram observados no final da tarde e início da manhã, respectivamente. E, os menores valores foram entre as 11h e 14h, variando de 0,68 a 0,71 mmol m^{-2} s^{-1}.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

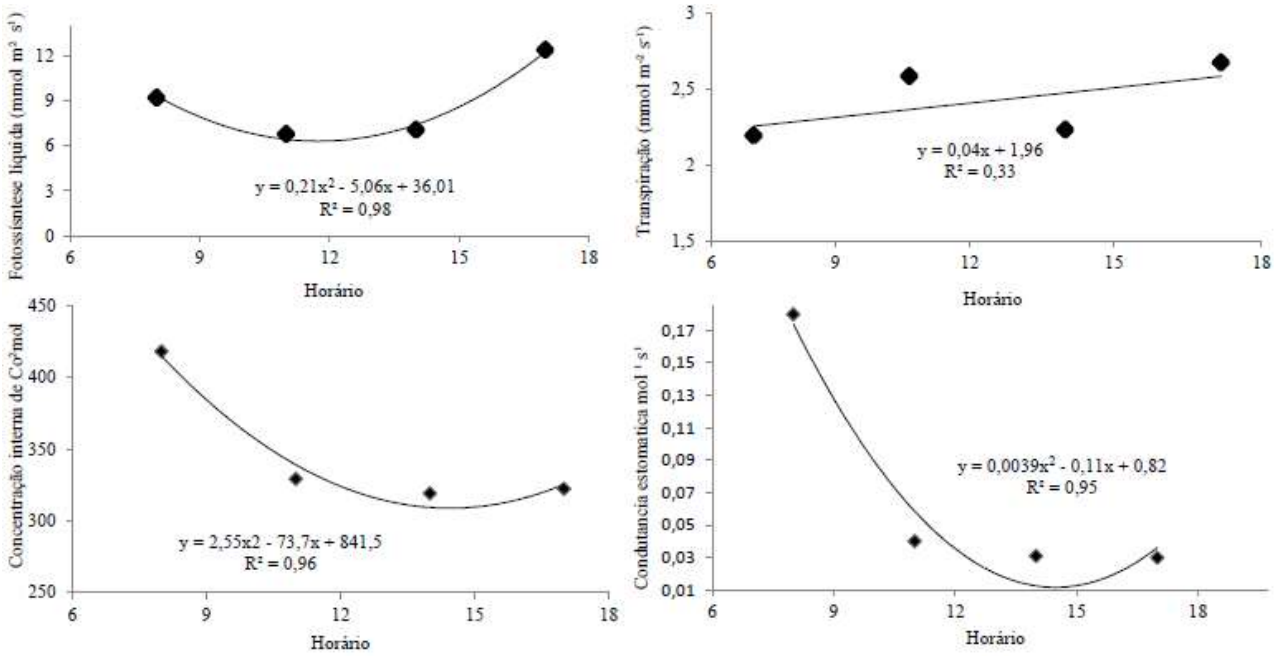

Figura 1. Fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (E), concentração interna de carbono (Ci), e condutância estomática (Gs) de *C. canephora* em função da hora do dia

Os maiores valores encontrados para a fotossíntese líquida foram antes das 9h e após as 15h, coincidindo com as menores temperaturas. A temperatura exerce efeito sobre diversos processos metabólicos nas plantas, segundo Taiz e Zeiger (2013) e Vieira et al. (2010), inclusive na fotossíntese. Quando a temperatura aumenta, há um aumento considerável na taxa de fotorrespiração, especialmente nas espécies C3, que catalisam as moléculas de CO_2 e O_2 no mesmo sítio ativo da rubisco. Como o aumento na temperatura reduz a solubilidade dos gases, principalmente o CO_2, a atividade oxigenásica da rubisco é favorecida, e reduz a fotossíntese líquida. As temperaturas ótimas para espécies C3 variam de 20 a 25ºC.

Também foi observado comportamento quadrático para Gs com acréscimos no início da manhã e no fim da tarde, variando de 0,18 a 0,03 mol m^{-2} s^{-1}. A Gs foi maior nos horários de temperaturas mais amenas, o que está relacionado à tendência do estômato em permanecer aberto nesses horários de baixas irradiâncias para realização de trocas gasosas de CO_2. Nos horários de altas temperaturas a tendência do estômato é de se manter mais fechado, evitando assim perda excessiva de água. Segundo Castro et al. (2009), as folhas adaptadas ao sol, tipicamente reconhecidas como possuidoras de características xeromorfas, demonstram maiores densidades estomáticas e estômatos menores, permitindo que os estômatos permaneçam abertos durante um tempo menor para captar a mesma quantidade de CO_2 a fim de que ocorra menor perda de água pela transpiração.

Para a variável E foi observado comportamento linear, entretanto com maiores valores observados às 11h e às 17h, variando entre 2,67 a 2,58 mmol m^{-2} s^{-1} (Figura 1). A transpiração é gerida principalmente pela diferença de pressão ou concentração de vapor de água entre os espaços internos da folha e a atmosfera externa. Como a temperatura tende a reduzir a concentração de vapor do ar exterior, a taxa de transpiração é acrescida nos horários de maiores temperaturas, porém quando não há déficit de água no solo (Taiz e Zeiger, 2013). Além disso, o mecanismo de evaporação de água dissipa a grande quantidade do calor específico das folhas para a atmosfera, impedindo a elevação prejudicial de sua temperatura. Assim, a transpiração atua como regulador térmico por ocasionar um efeito refrigerante na planta nos horários de maiores temperaturas (Vieira et al., 2010).

Entretanto, a ocorrência dos maiores índices de E às 17h sugere condições meteorológicas específicas durante o período da avaliação (7h-18h), de modo que a ocorrência de nuvens ao longo do dia resultou em variações na temperatura e no nível de irradiação emitida sobre as folhas de café, associado a alta Gs neste horário.

Silva et al. (2010) observaram valores de E em cafeeiros conilon cultivados no estado do Espírito Santo sob distintos regimes hídricos inferiores aos

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

encontrados neste trabalho (0,05 a 1,43 mmol m^{-2} s^{-1}), entretanto temperaturas mais elevadas são encontradas no estado de Rondônia, com valores de E de 2,67 mmol m^{-2} s^{-1} em cafeeiros irrigados.

Foi observado comportamento quadrático para Ci. Os maiores valores foram observados no início da manhã e final da tarde, variando de 418,2 a 322,35 CO_2 mol^{-1}, sugerindo que a concentração interna de CO_2 foi maior nos horários com temperaturas mais amenas (Figura 1). Nos horários de maiores temperaturas a assimilação do O_2 pela oxidação da rubisco é favorecida, devido ao decréscimo da razão das concentrações de CO_2 para O_2 na atmosfera. Este processo de fotorrespiração, (fixação de O_2 e liberação de CO_2), associado à baixa Gs nestes horários de maior temperatura promovem um decréscimo na Ci. Sob condições naturais de concentração em regiões tropicais com radiação e temperaturas elevadas, as perdas das plantas C3 podem superar os 40% do CO_2 fixado (Taiz e Zeiger, 2013).

Os valores de densidade do solo, porosidade total e conteúdo de água no solo não diferiram nos manejos das entrelinhas em nenhuma das profundidades avaliadas do solo, indicando não haver efeito destes manejos sobre esses atributos físicos do solo (Tabela 4).

Tabela 4. Densidade do solo, porosidade total e conteúdo de água no solo (umidade) nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm submetido a distintos manejos nas entrelinhas de *C. canephora*:

Manejo das Entrelinhas	**Densidade do solo^{ns} (kg dm^{-3})**	**Porosidade Total^{ns} (m^3 m^{-3})**	**Umidade^{ns} (m^3 m^{-3})**
Profundidade 0 – 5 cm			
Brachiaria ruziziensis	1,05	0,60	0,12
Estilosantes	1,09	0,59	0,12
Milho/Feijão	1,09	0,59	0,10
Vegetação espontânea	1,09	0,59	0,09
Ausência de vegetação	1,21	0,54	0,11
Profundidade 5 – 10 cm			
Brachiaria ruziziensis	1,19	0,55	0,13
Estilosantes	1,23	0,53	0,13
Milho/Feijão	1,25	0,53	0,12
Vegetação espontânea	1,23	0,54	0,12
Ausência de vegetação	1,28	0,52	0,13
Profundidade10 – 20 cm			
Brachiaria ruziziensis	1,34	0,49	0,15
Estilosantes	1,35	0,49	0,13
Milho/Feijão	1,31	0,50	0,13
Vegetação espontânea	1,34	0,49	0,13
Ausência de vegetação	1,36	0,49	0,15
Profundidade 20 – 30 cm			
Brachiaria ruziziensis	1,32	0,50	0,15
Estilosantes	1,31	0,50	0,14
Milho/Feijão	1,33	0,50	0,14
Vegetação espontânea	1,30	0,51	0,13
Ausência de vegetação	1,32	0,50	0,15
Profundidade 30 – 40 cm			
Brachiaria ruziziensis	1,27	0,52	0,17
Estilosantes	1,18	0,56	0,14
Milho/Feijão	1,25	0,53	0,13
Vegetação espontânea	1,24	0,53	0,14
Ausência de vegetação	1,28	0,52	0,15

^{ns} = Não significativo pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes a este trabalho para densidade do solo e porosidade total foram encontrados por Carmo et al. (2011) não verificando diferença nos diferentes sistemas de uso do solo. Indica-se que esses atributos não foram apropriados para quantificar o efeito do manejo sobre a estrutura do solo, o que provavelmente pode ser explicado pelo curto tempo de estabelecimento das culturas intercalares no sistema, não sendo capazes de ocasionar mudanças nesses atributos.

Observa-se que a maioria dos valores de densidade do solo nas profundidades de 5 a 40 cm, independente do manejo das entrelinhas, estão acima dos valores médios considerados críticos, os quais segundo Ferreira et al. (2010) estão compreendidos entre 1,27 e 1,57 kg dm^{-3} em solos de textura argilosa, indicando uma possível compactação da área.

Os valores de conteúdo de água no solo (umidade) estão considerados ideais para o cafeeiro, que segundo Guimarães e Lopes (1986) apud Effgen et al. (2012), corresponde a 50%, sendo que neste trabalho apresentou-se média total de 52,90%.

Conclusões

O cultivo de estilosantes e milho/feijão em sucessão nas entrelinhas do cafeeiro robusta irrigado durante a fase de formação da lavoura não influenciam no crescimento das plantas, deste que o cafeeiro esteja sob coroamento.

A atividade fotossintética do cafeeiro não sofre influencia pela presença de consórcio cultural nas entrelinhas do sistema de cultivo.

A densidade, umidade e porosidade do solo não são alteradas pelo consorciado cultural nas entrelinhas do cafeeiro.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p.

BALIZA, D. P.; CUNHA, R. L.; CASTRO, E. M.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; PIRES, M. F.; GOMES, R. A. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, v.7, n.3, p.250-258, 2012.

CARMO, D. L.; NANNETTI, D. C.; DIAS JÚNIOR, M. S.; SANTO, D. J. E.; NANNETTI, A. N.; LACERDA, T. M. Propriedades Físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cafeeiro em três sistemas de manejo no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.3, p.991-998, 2011.

CARVALHO, A. J.; ANDRADE, M. J. B.; GUIMARÃES, R. J.; MORAIS, A. R. Sistemas de produção de feijão intercalado com cafeeiro adensado em período de formação ou após recepa. **Rev. Ceres**, v.57, n.3, p.383-392, 2010.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos. Lavras: UFLA, 2009, 234 p.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2011, 230 p.

EFFGEN, T. A. M.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F.V.; LIMA, J. S. de S.; REIS, E. F. dos; BORGES, E. N. Propriedades Físicas do Solo em função de manejos em lavouras de cafeeiro conilon. **Revista Ceres,** v.59, n.3, p.414-421, 2012.

ESPINDULA, M. C.; MARCOLAN. A. L.; COSTA, R. S. C.; RAMALHO, A. R.; DIOCLECIANO, J. M.; SANTOS, J. C. F. Implantação da lavoura. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. Café na Amazônia. Brasília, DF: Embrapa, 2015, p. 161-173.

FALKER, Automação agrícola. Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030). Porto Alegre, 2008. 33 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H**.** Café Conilon. Vitória: Incaper, 2007. 702 p.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: VAN LIER, Q. de J. Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2010. p. 01-27.

FIALHO, C. M. T.; SILVA, G. R.; FREITAS, M. A. M.; FRANÇA, A. C.; MELO, C. A. D.; SILVA, A. A. Competição de plantas daninhas com a cultura do café em duas épocas de infestação. **Planta Daninha**, v.28, p.969-978, 2010.

FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; FARIA, A. T.; TORRES, L. G.; ROCHA, P. R. R.; SANTOS, J. B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. **Planta Daninha**, v.30, n.1, p.65-73, 2012.

MACEDO, R. S.; TEIXEIRA, W. G. Determinação da densidade de partículas de diferentes solos da Amazônia. In: Anais da I Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental, 2004, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. v.1, p.134-139.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LIMA, P. C.; COELHO, M. S.; MATEUS, R. F.; CARDOSO, I. M. Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.5, p.2027-2035, 2008.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FREITAS, S. P.; ESPINDOLA, J. A. A. Aspectos fitossociológicos e manejo de plantas espontâneas utilizando espécies de cobertura em cafeeiro Conilon orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.3, p.605-618, 2010.

ROCHA, O. C.; RAMOS, M. L. G.; VEIGA, A. D.; Guerra, A. F.; BARTHOLO, G. F.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, J. E. Chemical and hydrophysical attributes of an Oxisol under coffee intercropped with brachiaria in the Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira,** v.51, n.9, p.1476-1483, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SEDAM. Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2010. Porto Velho: SEDAM, 2012.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, V. A.; ANTUNES, W. C.; GUIMARÃES, B. L. S.; PAIVA, R. M. C.; SILVA, V. de F.; FERRÃO, M. A. G.; DaMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E.; Respostas fisiológicas de clone de café conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.457-464, 2010.

SILVA, V. A.; PASQUALOTTO, A. T.; ANDRADE, F. T.; LIMA, L. A.; CARVALHO, G. R.; REZENDE, R. M. Opção de cultivo intercalar de cafeeiro irrigado com milho e feijão no semiárido mineiro. **Coffee Science**, v.11, n.3, p.404-416, 2016.

TAIZ, L., ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 918 p.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SANTOS SILVA, J. Manual de Fisiologia Vegetal. São Luis: EDUFMA, 2010. 230 p.