

**LIMITAÇÕES DO CRESCIMENTO VEGETATIVO EM CAFEIEIRO ARÁBICA PROMOVIDO PELO DÉFICIT HÍDRICO**Anelisa de Figueiredo Peloso¹, Sandro Dan Tatagiba² & José Francisco Teixeira do Amaral³¹ Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal, UFES/Campus Alegre - ES, E-mail: anelisapeloso@yahoo.com.br² Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto do IFPA/Campus Itaituba - PA, E-mail: sandrodantatagiba@yahoo.com.br³ Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto da UFES/Campus Alegre - ES, E-mail: jftamaral@yahoo.com.br**Palavras chave:**

Coffea arabica L.
desenvolvimento inicial
estresse hídrico
lâmina de irrigação

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da disponibilidade hídrica no crescimento vegetativo do cafeeiro arábica, Catuaí Vermelho (IAC 144). Estudaram-se três disponibilidades hídricas (30, 60 e 100% da água disponível - AD), em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições, no total de 18 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída de uma planta por vaso. Aos 230 dias de experimentação avaliaram-se: altura da planta, diâmetro a nível do coleto, área foliar e as massas de matéria seca total (MST), das folhas (MSF), dos ramos ortotrópico mais os plagiotrópicos (MSR_{o+p}) e das raízes (MSR). De acordo com os resultados obtidos, foi verificado que o déficit hídrico afetou negativamente o crescimento das plantas, fato evidenciado através das reduções significativas de 62, 22, 45, 64, 66, 55 e 70% na área foliar, na altura das plantas, no diâmetro a nível do coleto, na MST, na MSF, MSR_{o+p} e na MSR, respectivamente, encontradas nas plantas a 30% de AD quando comparadas com as mantidas a 100% de AD.

Keywords:

Coffea arabica L.
initial development
water stress
irrigation depth

VEGETATIVE GROWTH LIMITATIONS IN ARABIC COFFEE PROMOTED BY THE WATER DEFICIT**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effect of water availability during vegetative growth of *Coffea arabica* L., Catuaí Vermelho (IAC 144). Three different water availability concentrations (30, 60 and 100% of available water - AW) were studied in a completely randomized experimental design, with six replications and a total amount of 18 experimental plots. Each one of these consisted of one plant per pot. At the 230th day of experimentation, the following characteristics were evaluated: plant height, diameter at the collection level, leaf area, total dry matter (TDM), leaf dry mass (LDM), dry mass of the orthotropic and plagiotropic branches (BDM_{o+p}), and root dry mass (RDM). According to the results, water deficit was verified to negatively affect plant growth, which was evidenced in plants kept at 30% AW through significant reductions of 62, 22, 45, 64, 66, 55 and 70% of leaf area, plant height, diameter at the collection level, TDM, LDM, BDM_{o+p} and RDM, respectively, when compared to those kept at 100% of AW.

INTRODUÇÃO

A importância do café na economia mundial é indiscutível. Ele é um dos mais valiosos produtos primários comercializados, ficando atrás apenas do petróleo em mercadoria mais negociada no mundo (SAKIYAMA *et al.*, 2015). A cafeicultura é uma atividade agrícola importante na geração de empregos, distribuição de renda e pela sua participação na pauta de exportação, sendo fundamental para a economia do país (BELAN *et al.*, 2011). O Brasil mantém-se como maior produtor e exportador mundial de café, destacando-se na produção de *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre (café robusta). Na safra 2015/2016 a produção brasileira representou 30,1% da produção mundial (ICO, 2016). Desse montante, o café arábica representou 76,8% da produção total (CONAB, 2016).

Embora o Brasil seja líder no mercado desse produto, a produção cafeeira tem sido afetada pelas condições climáticas, em consequência do fenômeno do aquecimento global, o que tem levado à ocorrência de períodos cada vez mais prolongados de déficit hídrico nas regiões produtoras (DAMATTA *et al.*, 2010; PEZZOPANE *et al.*, 2010; PIZETTA *et al.*, 2016), o que pode comprometer o crescimento inicial, consequentemente a produção (ARAÚJO *et al.*, 2011). Conforme Bierhals & Ferroni (2008), o déficit hídrico tem sido o problema que mais afeta a cafeicultura brasileira, colocando em risco o rendimento de safras futuras.

A capacidade de adaptação e aclimação à baixa disponibilidade de água no solo reveste-se de grande importância para o crescimento e a produtividade das culturas (GALLÉ & FELLER, 2007). A adaptação das plantas ao déficit hídrico é um mecanismo muito complexo, uma vez que envolve alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares (PASSIOURA, 1997). Uma resposta marcante das plantas submetidas à deficiência hídrica é a redução da turgescência das células e, com a progressiva desidratação do protoplasma, há o aumento na concentração do conteúdo celular, levando ao decréscimo do potencial hídrico, o que pode comprometer todos os processos vitais responsáveis pelo crescimento vegetal (SALISBURY & ROSS, 2012; TAIZ & ZEIGER, 2013). O déficit hídrico também pode contribuir para a redução da condutância estomática e, assim, promover o fechamento parcial ou total

dos estômatos. O fechamento estomático, por sua vez, bloqueia o influxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, levando à paralisação do crescimento das plantas e à perda de produtividade (TATAGIBA, PEZZOPANE & REIS, 2007).

Em adição, o estresse promovido pelo déficit hídrico ainda pode limitar o tamanho e o número das folhas (TAIZ & ZEIGER, 2013), reduzir a expansão foliar (ALMEIDA *et al.*, 2012; PIZETTA *et al.*, 2016; RODRIGUES *et al.*, 2016), a altura das plantas (FIALHO *et al.*, 2010; PIZETTA *et al.*, 2016) e o diâmetro nível do coleto (FIALHO *et al.*, 2010; ARAÚJO *et al.*, 2011;), levando a perda de biomassa vegetal (DARDENGO, REIS, PASSOS, 2009; ARAÚJO *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2016).

É de extrema importância para a expansão da cafeicultura entender a relação do déficit hídrico no crescimento dessa cultura, principalmente em regiões consideradas como as novas fronteiras agrícolas, que apresentam acentuada variação na disponibilidade hídrica do solo, o que tem dificultado a implantação da cultura. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da disponibilidade hídrica no crescimento vegetativo do cafeeiro arábica, Catuaí Vermelho (IAC 144) cultivado em vasos em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação climatizada, no período de 04 de março de 2015 a 19 de outubro de 2015, na área experimental do Núcleo de Estudos e Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado no município de Jerônimo Monteiro, situado na latitude 20°47'25" S, longitude 41°23'48" W e altitude de 120 m.

O experimento foi conduzido com o café submetido a três disponibilidades hídricas (30, 60 e 100% da água disponível - AD), em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições, no total de 18 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída de uma planta por vaso.

No interior da casa de vegetação foi instalada uma estação meteorológica automática com sensores de temperatura e umidade relativa do ar. Os dados foram coletados e armazenados em um

datalogger (CR10x, Campbell Scientific). O tempo de leitura foi de 10 segundos, e os valores médios armazenados a cada 15 minutos. Durante o período experimental a temperatura média foi de 23°C e a umidade relativa média do ar registrada foi de 85% (Figura 1).

As sementes para a produção das mudas foram obtidas da cultivar de café arábica (*Coffea arábica* L.), Catuaí Vermelho (IAC 144), proveniente do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - INCAPER, Venda Nova do Imigrante - ES. As mudas foram formadas em sacos de polietileno perfurados, de cor preta, com as dimensões usuais para mudas de café (0,15 x 0,25 m). Depois de encanteirados, foram semeadas duas sementes por saco plástico. As sementes foram cobertas por substrato, a fim de manter a umidade durante a germinação. Após a germinação das sementes, foi deixada apenas uma plântula por saco plástico.

Durante os 20 primeiros dias de desenvolvimento, as mudas foram mantidas em canteiros dentro de viveiro, apresentando 50% de sombreamento.

Posteriormente, foram selecionadas de acordo com a uniformidade e transplantadas para vasos com capacidade de 14 dm³. Na parte inferior dos vasos foram realizados furos circulares de 1 cm de diâmetro, permitindo aeração das raízes e escoamento do excesso de água.

O substrato utilizado para o enchimento dos vasos foi constituído de solo extraído à profundidade de 40 a 80 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo (70%), areia lavada (20%) e esterco bovino curtido (10%), destorroado e passado em peneira de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar. Foi realizada análise granulométrica do substrato (EMBRAPA, 1997), obtendo-se a classificação textural argilo-arenoso, apresentando textura média (Tabela 1).

Na casa de vegetação os vasos ficaram suspensos em bancadas com aproximadamente 1 m de altura, com dimensões de 2 m de comprimento e 1,20 m de largura (Figura 2c). Durante 130 dias manteve-se o teor de umidade do substrato próximo à capacidade de campo (CC) (BERNARDO, SOARES & MONTOVANI, 2006), depois desse período

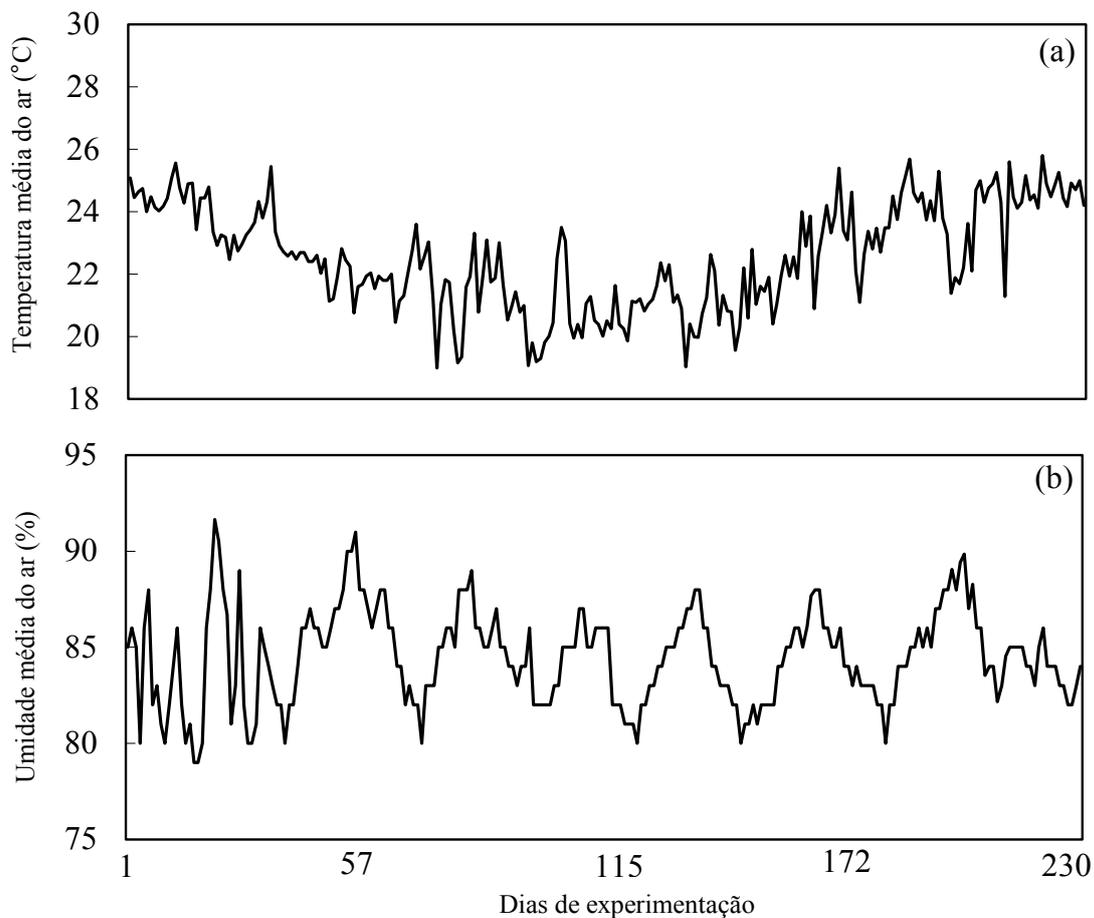


Figura 1. Temperatura (a) e umidade relativa média do ar (b) durante o período experimental.

Tabela 1. Análise granulométrica das proporções existentes de cada fração no solo

areia grossa (0,201mm)	areia fina (0,053mm)	areia total	argila (<0,002mm)	silte
(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)
334	196	530	440	30

**Figura 2.** Estrutura externa da casa de vegetação climatizada (a), painel de controle da temperatura e umidade relativa do ar (b) e estrutura interna da casa vegetação no momento da montagem do experimento (c).**Tabela 2.** Análise química do substrato

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	C	M.O
H ₂ O	----- (mg dm ⁻³) -----			----- (cmol _c dm ⁻³) -----			----- (g kg ⁻¹) -----		
7,3	35	100	2	2,8	1,2	0,0	0,0	3,1	5,3

foram iniciados os tratamentos diferenciados de disponibilidade hídrica, permanecendo por 100 dias, totalizando 230 dias de experimentação.

A necessidade da aplicação de corretivos e adubos químicos foi feita com base na análise química do substrato (Tabela 2). No plantio não foi necessário fazer adubação e correção da acidez do solo. Durante o período experimental foram realizadas quatro adubações de cobertura em intervalos de 45 dias, até o final do experimento, conforme preconizado por Prezotti *et al.* (2007).

As adubações foram realizadas de modo a fornecer 1,20 mg de nitrogênio e 1,25 mg de potássio para cada vaso, aplicados na forma de uréia e cloreto de potássio. Os adubos foram diluídos em frasco contendo 100 mL de água.

Também foi utilizado o fertilizante osmocote de formulação (15-10-10), parcelado em cobertura. As adubações foram realizadas de modo a fornecer 0,10 kg do adubo para cada vaso.

Para determinação da lâmina de água, foram utilizadas amostras do substrato deformadas e

previamente peneiradas, sendo saturadas por 12 horas (EMBRAPA, 1997) e levadas à câmara de pressão de Richards com placa porosa para estabilização. Foi adotado um tempo de três dias e, posteriormente, determinou-se a umidade gravimétrica (U) correspondente às tensões de 0,010 MPa para capacidade de campo (CC) e 1,5 MPa para o ponto de murcha permanente (PMP). A umidade volumétrica (θ) para CC e PMP foram obtidas a partir do produto da umidade gravimétrica pela densidade do solo (ds): $\theta = U \times ds$. Os valores médios resultantes de três repetições para densidade do solo (ds), umidade gravimétrica na CC e no PMP (% v/v) estão na tabela 3.

Tabela 3. Valores médios da CC - capacidade de campo, PMP - ponto de murcha permanente, ds - densidade do solo.

CC	PMP	ds
(%)	(%)	(g cm ⁻³)
23	14	1,04

Calculou-se a água disponível (AD) no substrato o valor de 9,4%, a partir da diferença dos valores de umidade volumétrica na CC (23,9%) e PMP (14,5%): $AD = \theta_{CC} - \theta_{PMP}$ (CENTURION & ANDREOLI, 2000). Os valores médios de umidade volumétrica e da tensão utilizados foram ajustados pelo modelo matemático proposto por VANGENUCHTEN (1980), com uso do software Soil Retention Curves (SWRC), versão 2.0.

O controle da irrigação foi realizado pelo método gravimétrico (pesagem diária dos vasos), adicionando água até que a massa do vaso atingisse o valor prévio determinado em cada lâmina, levando em conta a massa do solo e de água (DARDENGO, REIS & PASSOS, 2010). Ajustes nos pesos dos vasos foram realizados em intervalos de 40 dias, até o final do experimento, considerando a massa fresca total obtida pelas plantas durante o crescimento.

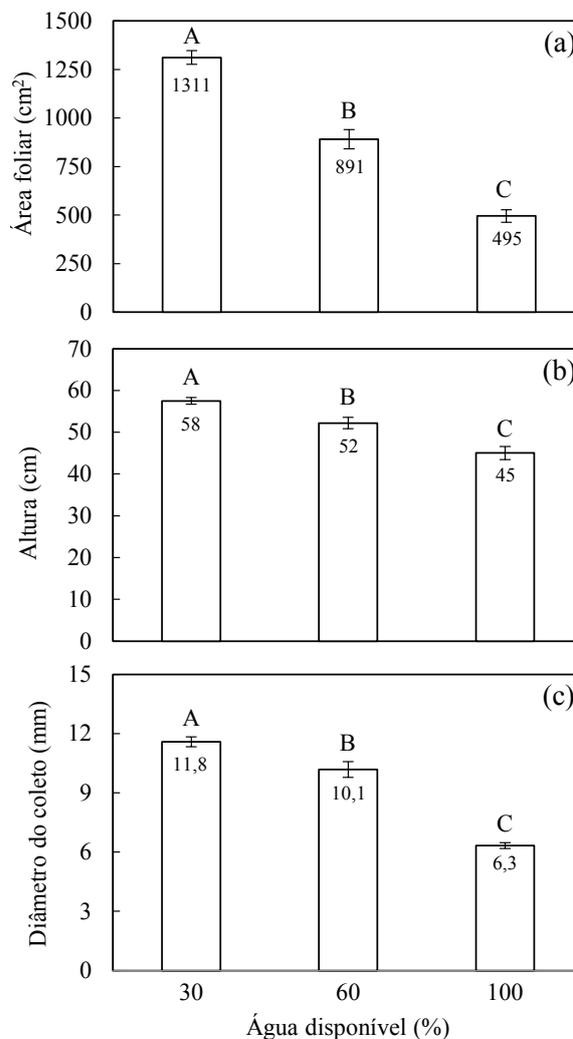
Ao final dos 230 dias de experimentação foram selecionadas aleatoriamente seis plantas por tratamento. Foram determinadas: área foliar, altura da planta, diâmetro a nível do coleto e as massas de matéria seca total (MST), das folhas (MSF), dos ramos ortotrópico mais os plagiotrópicos (MSR_{ort+pl}) e das raízes (MSR). A área foliar foi estimada com o uso do medidor LI-COR (modelo LI - 3100). O diâmetro a nível do coleto foi determinado com auxílio de paquímetro digital a 5 cm do substrato, e a altura das plantas com uso de régua milimétrica. Para obtenção da matéria seca, as plantas foram particionadas em folhas, ramos ortotrópico mais os plagiotrópicos e raízes, e colocadas em sacos de papel em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 75°C, até atingir peso constante (TATAGIBA, PEZZOPANE & REIS, 2007).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o software SISVAR®, versão 5.1.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente estudo, a área foliar, a altura da planta e diâmetro a nível do coleto foram significativamente reduzidos à medida que se diminuía a disponibilidade hídrica no substrato (Figura 3 - a, b e c). A 30 e 60% de AD foi registrada redução significativa na área foliar em 62 e 32%, respectivamente, quando comparadas com as plantas com teor de água no solo próximo a capacidade de campo (100% da AD) (Figura 3a). A altura seguiu a mesma tendência das médias do valores obtidos para a área foliar, apresentando

reduções significativas em 22 e 9% nas plantas sob 30 e 60% de AD, respectivamente, quando comparadas com as plantas mantidas a 100% de AD (Figura 3b). Reduções significativas de 45 e 12%, também foram encontradas para o diâmetro a nível do coleto nas plantas submetidas a 30 e 60% de AD, quando comparadas com as plantas mantidas a 100% de AD (Figura 3c).



Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As barras representam o erro padrão da média.

Figura 3. Valores médios da área foliar (a), altura da planta (b) e diâmetro a nível do coleto (c) de *Coffea arabica* L., Catuai Vermelho (IAC 144) submetidas a diferentes disponibilidades hídricas no substrato.

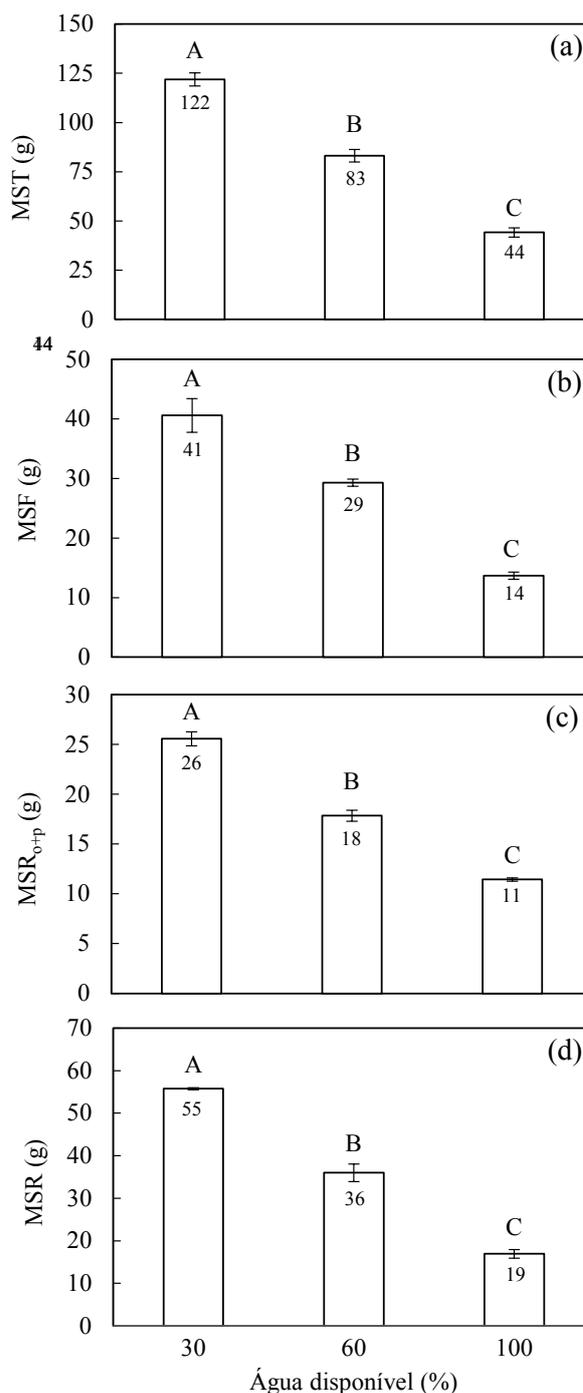
Entre os vários efeitos do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas, a redução do crescimento

foliar pode ser considerada uma das primeiras respostas decorrentes da redução da disponibilidade hídrica (TAIZ; ZEIGER, 2013). A área foliar é um parâmetro que pode indicar a produtividade das culturas, uma vez que a intensidade do processo fotossintético é proporcional à área de interceptação da energia luminosa pelas folhas (CARON et al., 2012). Em alguns trabalhos, têm sido observadas reduções da área foliar em plantas de café, submetidas ao déficit hídrico (DARDENGO, REIS & PASSOS, 2009; ZONTA et al., 2009; FIALHO et al., 2010; PIZETTA et al., 2016; RODRIGUES et al., 2016). No presente trabalho, a redução da área foliar nas plantas sob menor disponibilidade hídrica (30% de AD) se deu tanto pela abscisão foliar quanto pela redução do tamanho das folhas. Em determinadas plantas, o estresse hídrico não limitou apenas o seu tamanho, mas também o número de folhas, pois houve uma diminuição do número e do crescimento dos ramos.

Estudando o efeito do déficit hídrico sobre a altura do cafeeiro conilon, Robusta Tropical e Vitória (Clone número 5), Araújo et al. (2011) encontraram reduções significativas nas plantas submetidas ao déficit hídrico em relação as plantas mantidas com teor de água no substrato próximo a capacidade de campo. Em estudo similar, Fialho et al. (2010) verificaram em plantas de café arábica, Catuaí Vermelho, redução significativa não somente na altura das plantas, mas também no diâmetro a nível do coleto, promovidos pela redução da disponibilidade hídrico no substrato. Dardengo, Reis & Passos (2009), por sua vez, verificaram, em cafeeiro conilon, Robusta Tropical, que o diâmetro a nível do coleto foi significativamente reduzido pelo déficit hídrico.

A massa da matéria seca do cafeeiro arábica foi negativamente afetada pelos déficits hídricos, possibilitando diferenciar que a variação na disponibilidade hídrica do substrato imposta em cada tratamento limitou o crescimento das plantas (Figura 1, a - d).

A MST, a MSF, a MSR_{ortop} e a MSR foram significativamente reduzidas à medida que diminuía a água disponível no substrato. As plantas sob 30 e 60% de AD apresentaram reduções significativas na MST de 64 e 32%, respectivamente, quando comparadas com as plantas mantidas a 100% de AD (Figura 1a), indicando que o cafeeiro arábica é sensível ao déficit hídrico. A MSF, a MSR_{ortop} e a MSR apresentaram comportamento semelhante ao observado para as médias da MST, com reduções significativas em 66 e 28%, 55 e 30% e de 70 e 35%, respectivamente, encontradas nos níveis de 30 e 60% de AD, quando comparadas com as plantas mantidas a 100% de AD (Figura 1 - b, c e d).



Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As barras representam o erro padrão da média.

Figura 4. Valores médios das massas de matéria seca total (MST) (a), das folhas (MSF) (b), dos ramos ortotrópicos mais os plagiotrópicos (MSR_{ortop}) (c) e das raízes (MSR) (d) de *Coffea arabica* L., Catuaí Vermelho (IAC 144) submetido a diferentes disponibilidades hídricas no substrato.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2016) que, estudando o efeito do déficit hídrico em cafeeiro conilon, Robusta Tropical, observaram redução linear no crescimento da matéria seca, à medida que diminuía a água disponível no solo.

Dardengo, Reis & Passos (2009), estudando o déficit hídrico no cafeeiro conilon, Robusta Tropical, também verificaram que o déficit hídrico exerceu influências negativas no desenvolvimento inicial das plantas, reduzindo a MST do cafeeiro. Segundo Tatagiba et al. (2007) o estresse provocado pelo déficit hídrico é capaz de mediar a relação de sobrevivência de uma espécie, que pode ser medida pela MST ou pelo processo primário de assimilação do CO₂ (fotossíntese líquida), que estão relacionados ao crescimento geral das plantas.

À medida que o solo seca, torna-se mais difícil a absorção de água, pois há elevação das forças de retenção e diminuição da disponibilidade de água no solo (REICHARDT & TIMM, 2012). Isso contribui para murcha das plantas e posterior aceleração da senescência e abscisão das folhas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

De acordo com Araújo et al. (2011) as folhas são órgãos responsáveis pela maior parte da matéria seca da parte aérea em plantas de cafeeiro. Assim, torna-se importante salientar que o incremento na MSF é um fator significativo no crescimento vegetal, uma vez que a folha é o órgão responsável pela fotossíntese, podendo favorecer uma maior produção de fotoassimilados as plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O MSR_{o+p} tem sido menos estudado do que os demais órgãos das plantas, mas, provavelmente, ele é afetado pelas mesmas forças que limitam o crescimento das folhas durante o estresse hídrico (TAIZ E ZEIGER, 2013). Rodrigues et al. (2016) verificaram redução na taxa de expansão do caule em cafeeiro conilon, Robusta Tropical, à medida que se reduzia linearmente a disponibilidade de água no solo, tendo seu valor máximo em 100% da água disponível no solo e valores gradativamente menores para as disponibilidades de água de 50, 30 e 10%, respectivamente.

É importante observar, ainda, que a MSR foi à componente que mais contribuiu para o acúmulo

de massa seca total das plantas, independente da condição hídrica imposta no substrato. O crescimento do sistema radicular em profundidade é um mecanismo de defesa da planta contra a seca e está relacionado com sua capacidade de sobrevivência. Contudo, a exploração de grande volume de solo a maiores profundidades pode evitar que as plantas experimentem deficiência hídrica capaz de prejudicar seu crescimento em condições de campo (SASSE & SANDS, 1996). Fialho et al. (2010) em cafeeiro arábica, variedade Catuaí Vermelho, e Araújo et al. (2011) em cafeeiro conilon INCAPER 8151, Robusta Tropical, e INCAPER 8142, Vitória, clone número 5 (V5) verificaram que as plantas mantidas irrigadas durante todo o período experimental apresentaram maior produção de MSR quando comparada com as plantas submetidas aos déficits hídricos. Isso ocorre, principalmente, em função da boa disponibilidade de água encontrada no solo, fato este também ocorrido no presente estudo.

Dessa maneira, os resultados de matéria seca obtidos nessa pesquisa sugerem que decréscimos na disponibilidade hídrica do substrato reduziram significativamente o crescimento e o estabelecimento das plantas. A redução da massa seca observada no nível de 60% de AD pode ser atribuída a possíveis danos causados pela menor disponibilidade hídrica no substrato, causando um déficit hídrico suficiente para limitar processos fisiológicos importantes de crescimento e desenvolvimento a nível celular. A 30% de AD, por sua vez, a água contida no substrato pode estar retida em tensões mais elevadas do que no nível de 60% de AD. Isso não permite que as plantas mantenham um contínuo fluxo transpiratório no sistema solo-planta-atmosfera em dias ou horários de alta demanda evaporativa da atmosférica, levando ao fechamento dos estômatos e limitando temporariamente a assimilação do CO₂ atmosférico, o que, porventura, pode reduzir a síntese de compostos orgânicos, ocasionando um menor crescimento.

CONCLUSÕES

- O crescimento vegetativo das plantas de cafeeiro arábica, Catuaí Vermelho (IAC

144), foi reduzido à medida que se diminuía a disponibilidade hídrica no substrato, evidenciando a necessidade do controle adequado de água no solo como estratégia de manejo para a produção.

- A massa da MSR foi a componente que mais contribuiu para o incremento da MST, podendo ser uma estratégia do cafeeiro arábico contra o déficit hídrico e está relacionada com a capacidade de sobrevivência.
- As análises de crescimento utilizados nesse estudo mostraram-se capazes de permitir respostas satisfatórias em estudos sobre o déficit hídrico em que são utilizadas plantas do cafeeiro arábica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G. R. R.; CARVALHO, C. H. S.; GUIMARÃES, R. J.; TEIXEIRA, J. B.; PADILHA, L. Comportamento de cafeeiros propagados por embriogênese somática e por sementes em diferentes níveis de água no solo. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 114-119, 2011.
- ARAÚJO, G. L.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 155-124, 2011.
- BELAN, L. L.; SILVA, K. G.; TOMAZ, M. A.; JESUS JÚNIOR, W. C.; AMARAL, J. A.T.; AMARAL, J. F. T. Aspectos fisiológicos do cafeeiro conilon: Uma abordagem sistemática. **Nucleus**, Ituverava, v. 8, n. 1, p. 225-240, 2011.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 625p.
- BIERHALS, J. D.; FERRONI, P. H. C. Café: safra 2008/2009 encolhe e preços sobem. In: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2008. p. 213-215.
- CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; TREVISAN, R.; BEHING, A.; SHUMIDT, D.; BAMBERG, R.; ELOY, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p.833-842, 2012.
- CENTURION, J. F.; ANDREOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 701-709, 2000.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 1-68, 2016.
- DAMATTA, F. M.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Photosynthetic performance of two coffee species under drought. **Photosynthetic**, Prague, v. 34, n. 2, p. 257-264, 1997.
- DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Influência da capacidade de campo na taxa de crescimento do cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 42-47, 2010.
- DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial de cafeeiro conilon. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 1-14, 2009.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FIALHO, G. S.; SILVA, D. P.; REIS, E. F.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G. Comportamento de plantas de café arábica submetidas a déficit hídrico durante o desenvolvimento inicial. **Idesia**, Arica, v. 28, n. 3, p. 35-39, 2010.
- GALLÉ, A.; FELLER, U. Changes of photosynthetic traits in beech saplings (*Fagus sylvatica*) under severe drought stress and during recovery. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 131, n. 3, p. 412-421, 2007.
- ICO - INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Trade statistic tables**.

Disponível em :< http://www.ico.org/trade_statistics.asp>. Acesso em: 5 ago. 2016.

PASSIOURA, J. B. Drought and drought tolerance. In: BELHASSEN E. (Ed.). **Drought tolerance in higher plants: Genetical, physiological and molecular biological analysis**. Dorfrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997, p. 1-6.

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.

PIZETTA, S. C.; RODRIGUEZ, R. R.; RIBEIRO, W. R.; REIS, E. F.; COLODETTI, T. V. Análise do crescimento do cafeeiro arábica em razão da relação de água transpirável no solo. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 46-54, 2006.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/ INCAPER/ CEDAGRO, 2007. 305p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2ª ed. Barueri: Manole, 2012. 524p.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; SILVA, N. K. C.; RIBEIRO, W. R.; REIS, E. F. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 33-38, 2016.

SAKIYAMA, N.; MARTINEZ, E.; TOMAZ, M.; BORÉM, A. **Café arábica do plantio a colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 316p.

SASSE, J.; SANDS, R. Comparative responses of cottungs and seedlings of *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, n. 1, p. 287-294, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. Avaliação do crescimento e produção de *Eucalyptus* submetidos a diferentes manejos de irrigação. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2007.

VANGENUCHTEN, M. T. A closed-form for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 41, n. 5, p. 892-898, 1980.

ZONTA, J. H.; BRAUN, H.; REIS, E. F.; PAULÚCIO, D.; ZONTA, J. B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia**, Arica, v. 27, n. 3, p. 29-34, 2009.