

INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DO CAFEIEIRO CONILON

INFLUENCE OF THE WATER READINESS IN THE INITIAL GROWTH OF THE COFFEE PLANT CONILON

Maria Christina Junger Delôgo DARDENGO¹; Edvaldo Fialho dos REIS²;
Renato Ribeiro PASSOS²

1. Engenheira Agrônoma, MSc em Produção Vegetal, Professora Especial -Escola Agrotécnica Federal de Alegre, Alegre, ES, Brasil. mchrisjunger@hotmail.com; 2. Professor, Doutor, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre, ES, Brasil.

RESUMO: A capacidade de campo representa o limite superior da água disponível do solo para as plantas. Muitas tentativas tem sido feitas para associar a capacidade de campo com o conteúdo de água retido em equilíbrio com diferentes tensões, utilizando-se a câmara de pressão de Richards. Contudo, ainda não há uma posição consensual, entre os pesquisadores, quanto à correta tensão associada à capacidade de campo para diferentes solos. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da umidade do solo na capacidade de campo determinada nas tensões de 0,006 MPa (CC₁), 0,010 MPa (CC₂) e 0,033 MPa (CC₃) e de diferentes déficits de água disponível (DH 0%, DH 33% e DH 67%), no crescimento inicial do cafeeiro conilon, em um Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA). Para tanto, foram instalados dois ensaios, um para cada solo. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, distribuído em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As avaliações de crescimento foram realizadas a cada 60 dias e os dados analisados pela técnica de superfície de resposta. O teor de umidade do solo na capacidade de campo varia com a tensão adotada em sua determinação, o que implica no cálculo da água de irrigação. Em DH 0%, ou seja, a umidade do solo mantida na capacidade de campo, o crescimento inicial do cafeeiro conilon foi superior aos obtidos nos déficits hídricos de 33% e 67% da água disponível dos solos. O maior crescimento inicial do cafeeiro conilon foi observado na capacidade de campo determinada na tensão de 0,010 MPa para o LV e de 0,006 MPa para o PVA e o menor crescimento nos déficits hídricos da capacidade de campo determinada na tensão de 0,033 MPa, em ambos os solos. O acúmulo de matéria seca total no LV foi superior ao do PVA, em todos os níveis de capacidade de campo e déficits hídricos, resultando em maior crescimento inicial do cafeeiro conilon, neste solo.

PALAVRAS-CHAVE: Umidade do solo. Déficit hídrico. Crescimento vegetal. *Coffea canephora*.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e estado do Espírito Santo o maior produtor de café conilon, com 75% do total nacional. Na safra 2007/08 foram produzidas 7,36 milhões de sacas de 60 kg, segundo a COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CNA, 2009). A produção brasileira, como também a mundial, poderia ser bem mais significativa se condições desfavoráveis ao cultivo não ocorressem, particularmente o suprimento limitado de água (DIAS et al., 2005). Com isso, a irrigação passou a ser uma tecnologia necessária para a garantia da produtividade e qualidade do cafeeiro, uma vez que a maior parte das áreas cultivadas com café conilon, no Brasil, está localizada em regiões que apresenta restrição hídrica. A qualidade do café conilon tem sido avaliada, tradicionalmente, por meio de critérios que envolvem a determinação do seu tipo (número de defeitos), pelo percentual de grãos brocados e pela peneira (tamanho dos grãos) (MATIELLO, 1998).

As plantas raramente estão em plena hidratação. Quando a demanda evaporativa é elevada, toda planta ao transpirar experimenta certo déficit hídrico que, sendo de curta duração, não afeta o seu desenvolvimento. Entretanto, o déficit hídrico que atua em um período mais longo, provocado pelo esgotamento progressivo de água no solo, leva a inibição do crescimento vegetal e da fotossíntese. O crescimento do cafeeiro é influenciado por vários fatores, destacando-se os genéticos e edafoclimáticos, podendo ser expresso pelo acúmulo de matéria seca produzido num período de tempo (BRAGANÇA et al., 2005).

A umidade do solo é um dos fatores limitantes da produtividade agrícola. A capacidade de campo considerada como o máximo conteúdo de água retido pelo solo depois que o excesso tenha sido drenado, representa o limite superior da água disponível do solo para as plantas (ANDRADE et al., 1998), que pode ser determinada por métodos de campo e de laboratório. O método clássico, denominado câmara de pressão de Richards, fixou a tensão de 0,033 MPa para determinação da capacidade de campo. Segundo Bernardo (2005), a

tensão considerada equivalente à capacidade de campo é de 1/3 atm (0,033 MPa) para solos de textura fina, 1/10 atm (0,010 MPa) para solos de textura grossa e de 15 atm (1,5 MPa) para o ponto de murcha permanente. Entretanto, Reichardt (1988) afirma que na determinação da capacidade de campo dos solos característicos das regiões tropicais e úmidas, esse critério deve ser alterado para potenciais maiores da ordem de -10 a -6 KPa.

Levando-se em consideração estes aspectos, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da umidade na capacidade de campo determinada nas tensões de 0,006 MPa, 0,010 MPa e 0,033 MPa e de diferentes níveis de déficits da água disponível (DH 0%, DH 33 e DH 67%) no crescimento inicial do cafeeiro conilon, em um Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo(PVA).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), município de Jerônimo Monteiro-ES, localizado nas coordenadas 20° 47' 25" S e 41° 23' 48" W a 120 m de altitude, vinculado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES). A espécie vegetal utilizada foi *Coffea canephora* Pierre, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151), de propagação por semente, cultivada em vaso com capacidade de 12 litros por um período de 255 dias.

Para o presente estudo foram instalados dois experimentos distintos, distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas um fatorial 3 x 3, onde o fator capacidade de campo apresentou 3 níveis (CC₁= 0,006 MPa, CC₂= 0,010 MPa e CC₃= 0,033 MPa) e o fator déficit da água disponível do solo também apresentou 3 níveis (DH 0%, DH 33% e DH 67%) e as subparcelas corresponderam ao número de dias após o pegamento das mudas quando se procederam as avaliações de crescimento do cafeeiro conilon, em 4 níveis (E1= 60, E2= 120, E3= 180 e E4= 240), adotando-se o método destrutivo em cada avaliação, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando-se 108 plantas (3 CC x 3 DH = 9 tratamentos x 3 repetições= 27 x 4 épocas= 108), para cada solo (LV e PVA). Cada parcela experimental foi constituída por uma planta por vaso.

Os solos utilizados foram o Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e o Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), coletados à profundidade de 0,00 – 0,30 m, em área cultivada com café. As amostras dos solos foram submetidas ao esboroamento e passagem em peneira de 2 mm, destinadas a análise física e química. Na análise física, determinaram-se a densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e granulometria, de acordo com a EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA, 1997). Os atributos físicos dos solos são apresentados na Tabela 1. A aplicação de corretivos e de adubos químicos foi realizada com base na análise química (Tabela 2), segundo Dadalto e Fullin (2001).

Tabela 1. Atributos físicos do Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e do Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Solo	Análise Granulométrica				Ds ⁽²⁾	Dp ⁽³⁾	P _T ⁽⁴⁾
	AG	AF	Silte	Argila			
	g kg ⁻¹				kg dm ⁻³		m ³ m ⁻³
LV	236	80	105	579	1,22	2,23	0,453
PVA	360	172	256	212	1,28	2,50	0,488

⁽¹⁾ AG= areia grossa (2-0,2mm); AF= areia fina (0,2–0,05mm); Silte (0,05–0,002mm); Argila (< 0,002mm); ⁽²⁾ Ds= densidade do solo; ⁽³⁾ Dp= densidade de partículas; ⁽⁴⁾ P_T= porosidade total

Tabela 2. Resultados da análise química do Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Solo	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
		(g kg ⁻¹)	(mg dm ⁻³)	cmol _c dm ⁻³						(%)
LV	5,4	19	6,0	0,3	2,1	1,3	4,1	3,7	7,8	47,4
PVA	5,6	18	3,0	0,1	1,8	0,8	3,0	2,7	5,7	47,8

Extração e determinação: pH em água (1:2,5); P, K, Na: Mehlich 1; Ca, Mg, Al: KCl (1 M); H+Al: acetato de cálcio (0,5 M); MO: dicromato de potássio (1 mol L⁻¹) e titulação pelo sulfato ferroso (0,5 mol L⁻¹)

As curvas de retenção de água dos solos, por secamento, foram determinadas a partir de amostras deformadas (EMBRAPA, 1997), adotando-se às tensões de 0,006; 0,010; 0,033; 0,08; 0,10; 0,30; 0,50; 1,0 e 1,5 MPa, com três repetições e com o tempo mínimo de três dias. Os valores médios de umidade volumétrica dos pontos da curva de retenção de cada solo foram ajustados utilizando-se o modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980). Para a determinação da água disponível (AD) foram considerados os valores de umidade volumétrica observados na curva de retenção de cada solo para a capacidade de campo (CC) na tensão de 0,006 MPa (CC₁); 0,010 MPa (CC₂); 0,033 MPa (CC₃) e ponto de murcha permanente (PMP) na tensão de 1,5 MPa, utilizando-se a seguinte expressão: AD= CC – PMP (CENTURION; ANDREOLI, 2000). A partir da água disponível, foram estabelecidas as umidades dos déficits hídricos de 33% e 67% (DH 33% e DH 67%), destinadas ao cálculo da lâmina de irrigação, em ambos os solos estudados.

A lâmina de irrigação (L) para ausência de déficit hídrico (DH 0%), ou seja, umidade do solo mantida próxima à capacidade de campo foi calculada pela expressão: $L = AD \times V_s$, sendo AD água disponível e V_s volume de solo do vaso (0,012 m³). Todavia, as lâminas de irrigação a serem aplicadas para elevar o teor de umidade do solo (U_a) à capacidade de campo nos déficits de 33% e 67% AD, foram calculadas pela equação: $L = [(CC - U_a)/10] \times D_s \times Z$ (SOUSA et al., 2003), sendo: L - Lâmina de irrigação em mm, CC - umidade na capacidade de campo % em peso, U_a - umidade atual do solo % em peso, D_s - densidade do solo em g cm⁻³ e Z - profundidade do sistema radicular em cm. Para transformar a lâmina irrigação (L) em volume (mL/vaso), multiplicou-se L pela área do vaso (0,048 m²).

O estabelecimento e controle do teor de umidade nos déficits hídricos da CC₁, CC₂ e CC₃ foi feito pelo monitoramento do peso do vaso da repetição 1 (R₁) de cada tratamento, incluindo solo, planta e umidade. Previamente, realizou-se a uniformização dos pesos de todos os vasos após o transplântio das mudas. As irrigações foram feitas manualmente por diferença de pesagem, sendo a umidade dos solos elevada até a capacidade de campo. O ajuste dos pesos dos vasos à umidade gravimétrica para os níveis da capacidade de campo e déficits hídricos foi feito mensalmente, devido ao incremento propiciado pelo crescimento das plantas.

As avaliações de crescimento foram realizadas aos 60, 120, 180 e 240 dias para determinação da matéria seca da parte aérea e raízes, ou seja, matéria

seca total (MS_T), altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF). Para obtenção da matéria seca total, as plantas foram secas em estufa a 75°C, até atingirem massa constante (72 horas). A altura da planta foi determinada considerando-se a região compreendida entre o coleto e a gema apical e o diâmetro do caule foi medido a 2 cm do solo utilizando-se o paquímetro digital. Já a área foliar foi medida a partir de um integrador de área foliar. Nas análises estatísticas, utilizou-se a técnica de superfície de resposta para obtenção das equações de ajustes por meio do programa estatístico SAEG. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste "t", adotando-se o nível de 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos experimentos tem sido conduzidos com plantas em vasos ou salas de crescimento, submetendo os genótipos do cafeeiro conilon a diferentes graus de hidratação e, pois, não são rigorosamente comparáveis. A dissociação entre as informações básicas e aplicáveis constitui-se num gargalo adicional para avançar-se na obtenção de materiais mais tolerantes à seca (DAMATTA et al., 2008). Desse modo, há carência de informações sobre a disponibilidade hídrica do solo e sua influência no desenvolvimento do cafeeiro conilon, principalmente, para a variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151).

Na Figura 1 estão representados os valores de umidade volumétrica e lâminas de irrigação nos níveis de capacidade de campo (CC₁, CC₂ e CC₃) e de déficits da água disponível (DH 0%, DH 33% e DH 67%) para o Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA). Observa-se que o teor de umidade da capacidade de campo varia com a tensão adotada em sua determinação. Assim, a umidade volumétrica obtida nas tensões de 0,006; 0,010 e 0,033 MPa foi de, respectivamente, 38,4%; 35,8% e 30,6% para o LV e de 27,4%; 24,2% e 19,2% para o PVA. Com isso, foram estabelecidos valores distintos de água disponível, e, a partir desse, diferentes déficits hídricos, traduzidos em diferentes lâminas de irrigação para o mesmo solo. Contudo, os níveis de umidade do LV, de textura argilosa, foram superiores aos do PVA, de textura franco-argilo-arenosa, ressaltando a importância da fração argila na retenção de água pelo solo, condição essa que foi determinante para o desenvolvimento das plantas. Isto está de acordo com Soares Néto e Rezende (2000) e Carvalho (1999), que verificaram a maior retenção de água em solos de textura mais fina.

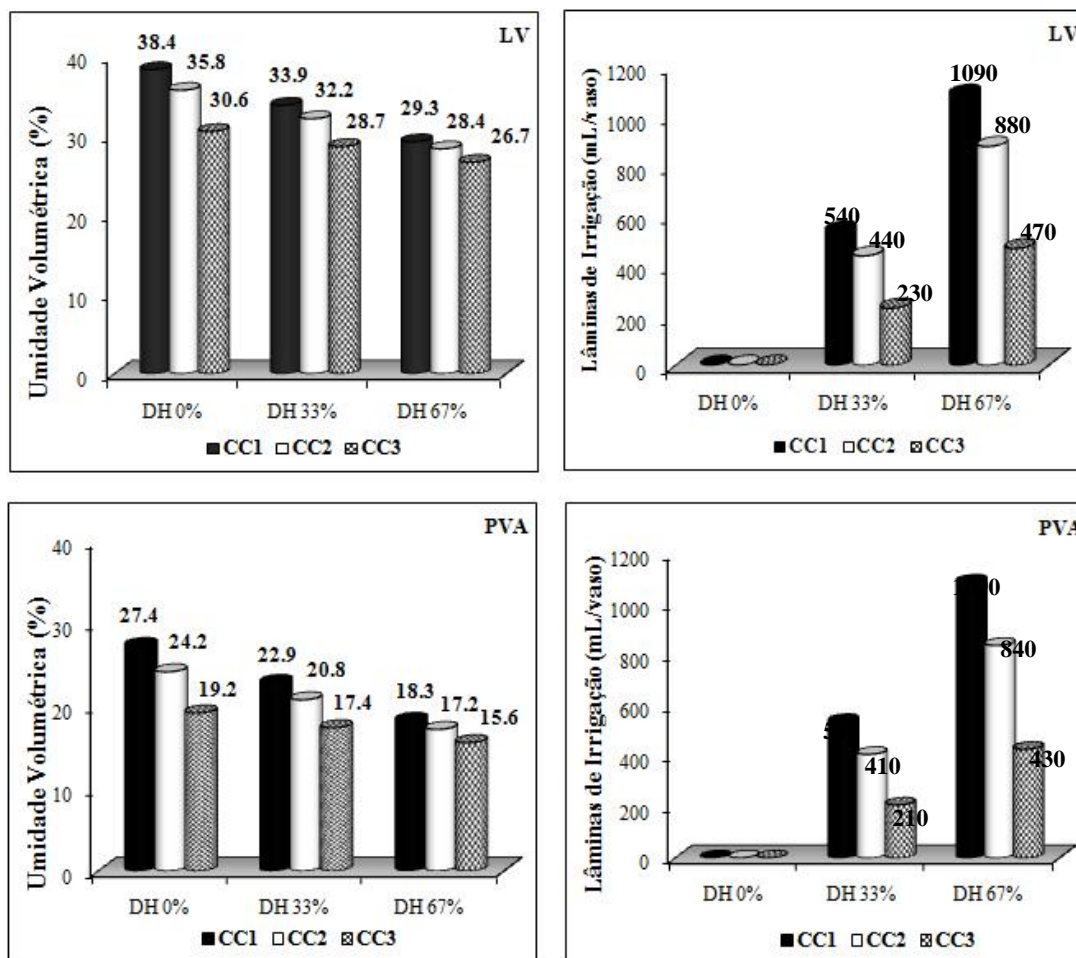


Figura 1. Valores de umidade volumétrica e lâminas de irrigação nos níveis de capacidade de campo (CC₁, CC₂ e CC₃) e de déficits hídricos (DH 0%; DH 33% e DH 67%) do Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

As Equações 1 e 2 referem-se às superfícies de resposta, em que a estimativa do acúmulo de matéria seca total (\hat{Y}_{MS_T}), foi feita em função dos déficits hídricos (DH), expressos em porcentagem, e do número de dias após à instalação do experimento (D), para a capacidade de campo determinada na tensão de 0,006 MPa no LV e PVA (Figura 2). Os valores da variável dependente matéria seca total (MS_T) no LV tenderam a crescer com o número de dias após a instalação do experimento, em todos os níveis de déficits hídricos, devido ao comportamento quadrático, e a decrescer na aplicação dos déficits hídricos de 33% e 67% em relação à ausência de déficit hídrico (DH 0%), devido a apresentar comportamento linear. Já no

PVA, a variável dependente MS_T teve comportamento quadrático em relação ao número de dias após a instalação do experimento e déficits hídricos. Os valores de MS_T tenderam a crescer com o número de dias após a instalação do experimento, em todos os níveis de déficits hídricos e a decrescer na aplicação do déficit hídrico de 33% em relação à ausência de déficit hídrico e a crescer em DH 67%. Segundo DaMatta et al. (2008), tal comportamento constitui-se em estratégias pelas quais as plantas se utilizam para desenvolver-se adequadamente em ambientes com restrição hídrica, com redução de área foliar, que também concorre para redução da transpiração e fotossíntese, e com isso, menor crescimento.

$$\hat{Y}_{MS_T} = 14,6121 - 0,1734 * D + 0,0026 * D^2 + 0,2053 * DH - 0,0038 * D * DH \quad R^2 = 0,99 \quad (1)$$

$$\hat{Y}_{MS_T} = 27,6552 - 0,1302 * D + 0,0012 * D^2 - 0,9539 * DH + 0,0124 * DH^2 \quad R^2 = 0,85 \quad (2)$$

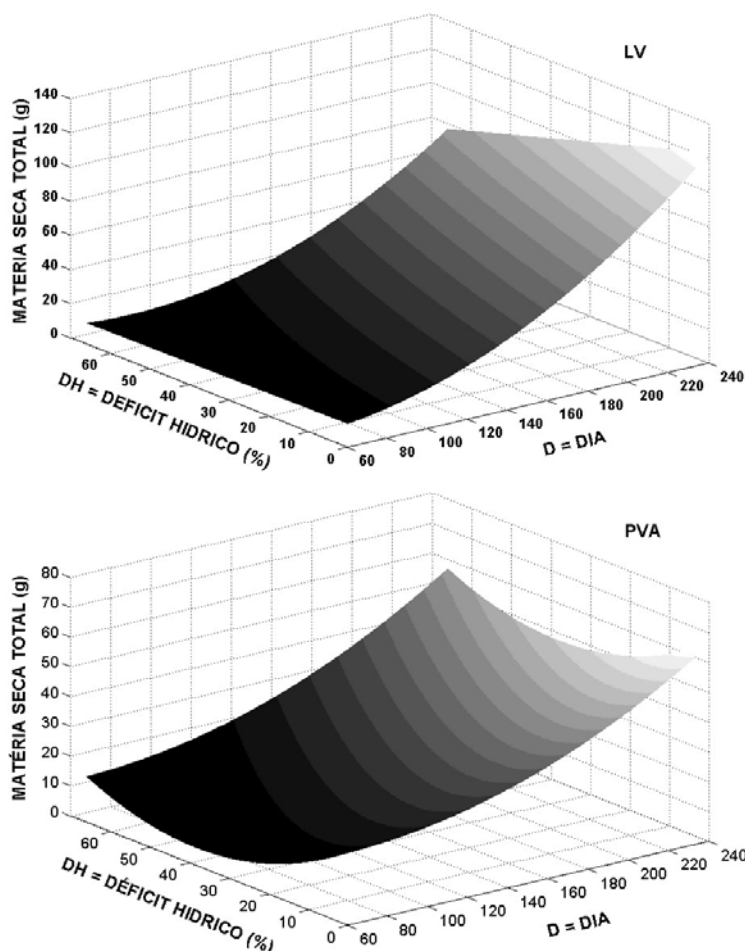


Figura 2. Superfícies de resposta de matéria seca total do cafeeiro conilon em função dos déficits hídricos (DH) da capacidade de campo determinada na tensão de 0,006 MPa (CC_1) e do número de dias após a instalação do experimento (D) no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Na Figura 3 estão representadas as curvas de matéria seca total (MS_T), obtidas de cortes das superfícies de resposta relativas às equações 1 e 2. Verifica-se que para a CC_1 determinada na tensão de 0,006 do LV, o acúmulo de MS_T do cafeeiro conilon aos 240 dias em DH 0% de 126,88 g foi superior aos obtidos em DH 33% e DH 67%. Estes resultados indicam que em DH 33% e DH 67% ocorreu uma redução de 18,4% e 37,4%, respectivamente, no acúmulo de MS_T . Para o PVA, o acúmulo de MS_T de 71,19 g em DH 0% também superou os resultados obtidos em DH 33% e DH 67%, com redução em seus valores de 25,2% e 11,5%, respectivamente. Contudo, a curva de MS_T em DH 67% chama atenção pelo posicionamento acima de DH 33% devido ao maior acúmulo de matéria seca

total do cafeeiro conilon em todo o período de avaliação do experimento, e isto deve ser melhor investigado, podendo-se supor que foi uma resposta positiva da cultura a maior lâmina de irrigação aplicada neste solo (1090 mL/vaso), ou seja, a lâmina de irrigação de 1090 mL/vaso foi necessária para elevação da umidade de 18,3% para 27,4%, o que denota maior eficiência no uso da água. Visto que as plantas da variedade robusta são caracterizadas por um vigoroso sistema radicular, o que lhe confere alta capacidade de absorção da água do solo (AFONSI et al., 2005). Assim, as respostas à disponibilidade hídrica limitada são altamente variáveis, tanto em função da espécie, como da severidade e da duração do déficit hídrico (MÜLLER; WHITSITT, 1997).

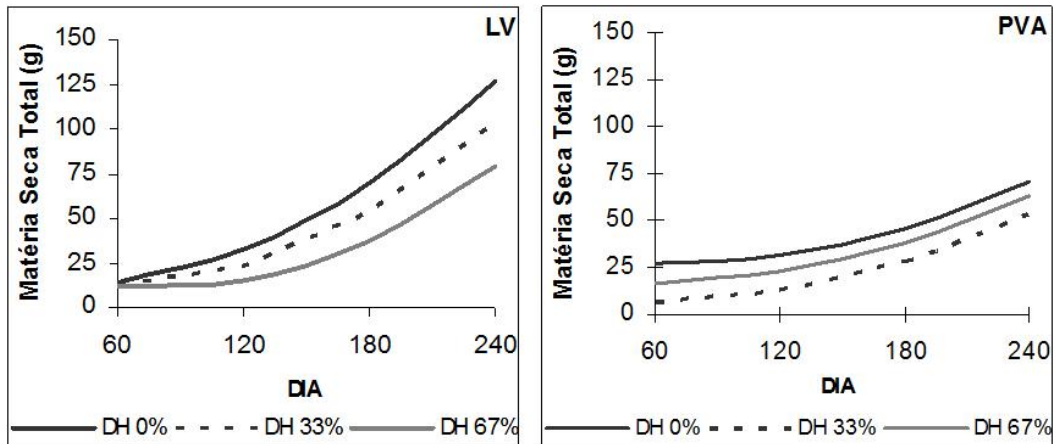


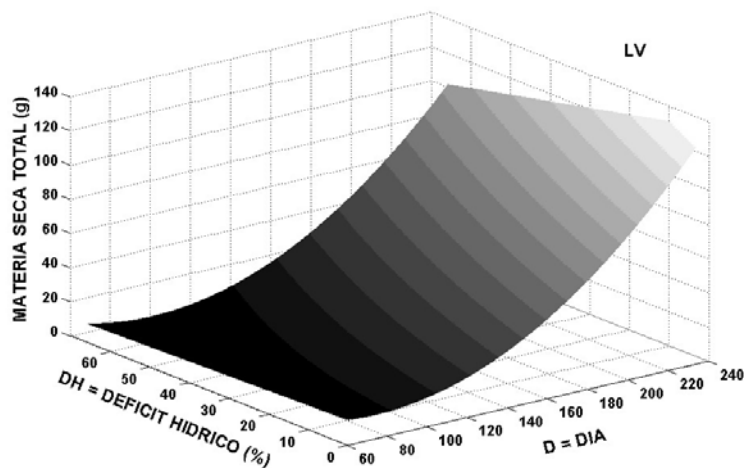
Figura 3. Acúmulo de matéria seca total do cafeeiro conilon para os déficits hídricos (DH 0%, DH 33% e DH 67%) em relação ao número de dias após a instalação do experimento (D) para a capacidade de campo determinada na tensão 0,006 MPa (CC₁) no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

As Equações 3 e 4 referem-se às superfícies de resposta para capacidade de campo determinada na tensão de 0,010 MPa no LV e PVA (Figura 4). Os valores da variável dependente MS_T tenderam a crescer com o número de dias após a instalação do experimento, em todos os níveis de déficits hídricos,

devido ao comportamento quadrático, e a decrescer na aplicação dos déficits hídricos de 33% e 67% (DH 33% e DH 67%), em relação à ausência de déficit hídrico (DH 0%), devido apresentar comportamento linear, tanto no LV como no PVA.

$$\hat{Y}_{MST} = 37,6552 - 0,6459 * D + 0,0044 * D^2 + 0,0951 * DH - 0,0026 * D * DH \quad R^2 = 0,98 \quad (3)$$

$$\hat{Y}_{MST} = 14,1219 - 0,0027 * D + 0,0006 * D^2 - 0,0358 * DH - 0,0008 * D * DH \quad R^2 = 0,94 \quad (4)$$



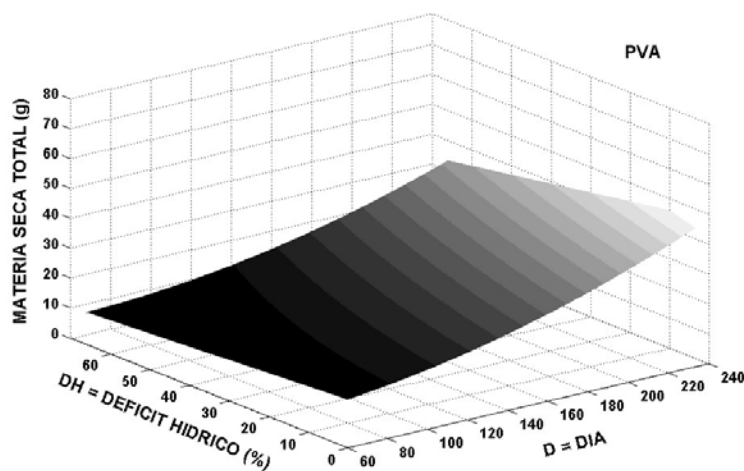


Figura 4. Superfícies de resposta de matéria seca total do cafeeiro conilon em função dos déficits hídricos (DH) da capacidade de campo determinada na tensão de 0,010 MPa (CC_2) e do número de dias após a instalação do experimento (D) no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Na Figura 5 estão representadas as curvas de matéria seca total (MS_T), obtidas de cortes das superfícies de resposta relativas às equações 3 e 4, para a capacidade de campo determinada na tensão de 0,010 MPa no LV e PVA. Os solos apresentaram comportamento distinto quanto ao acúmulo de MS_T do cafeeiro conilon, o que pode ser observado pelas diferenças entre as curvas de crescimento. Verifica-se que o acúmulo de MS_T do cafeeiro conilon no LV, aos 240 dias, foi mais elevado do que no PVA, em todos os níveis de déficits hídricos. Nota-se em

DH 33% e DH 67%, tal como ocorreu em 0,006 MPa, uma redução no acúmulo de MS_T de 13% e 26,4% no LV e de 15,5% e 31,2% no PVA, respectivamente. Contudo, comparando-se os valores de matéria seca total em DH 0%, verifica-se que o resultado obtido no PVA (51,93 g) corresponde a apenas 37,3% do LV (139,16 g), caracterizando a diferença existente entre os solos quanto ao armazenamento de água e disponibilização à cultura, refletindo em seu crescimento e, sobretudo, na produção de MS_T .

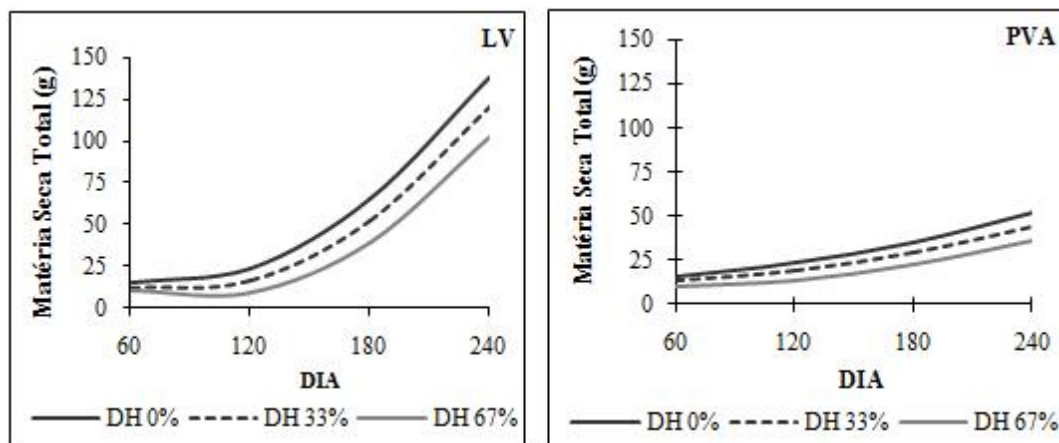


Figura 5. Acúmulo de matéria seca total do cafeeiro conilon para os déficits hídricos (DH 0%, DH 33% e DH 67%) em relação ao número de dias após a instalação do experimento (D) para a capacidade de campo determinada a 0,010 MPa (CC_2) de tensão no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

As Equações 5 e 6 referem-se às superfícies de resposta, para capacidade de campo determinada na tensão de 0,033 MPa (CC_3) no LV e PVA (Figura 6). Os valores da variável dependente MS_T , tal como aconteceu na CC_2 , tenderam a crescer com o número

de dias após a instalação do experimento, em todos os níveis de déficits hídricos, devido apresentar comportamento quadrático, e a decrescer na aplicação dos déficits hídricos de 33% e 67% (DH 33% e DH 67%), em relação à ausência de déficit

hídrico (DH 0%), devido ao comportamento linear, tanto no LV como no PVA.

$$\hat{Y}_{MST} = 16,6896 - 0,2013 * D + 0,0017 * D^2 + 0,1038 * DH - 0,0020 * D * DH \quad R^2=0,94 \quad (5)$$

$$\hat{Y}_{MST} = 15,0191 - 0,0841 * D + 0,0005 * D^2 - 0,0368 * DH - 0,0003 * D * DH \quad R^2=0,81 \quad (6)$$

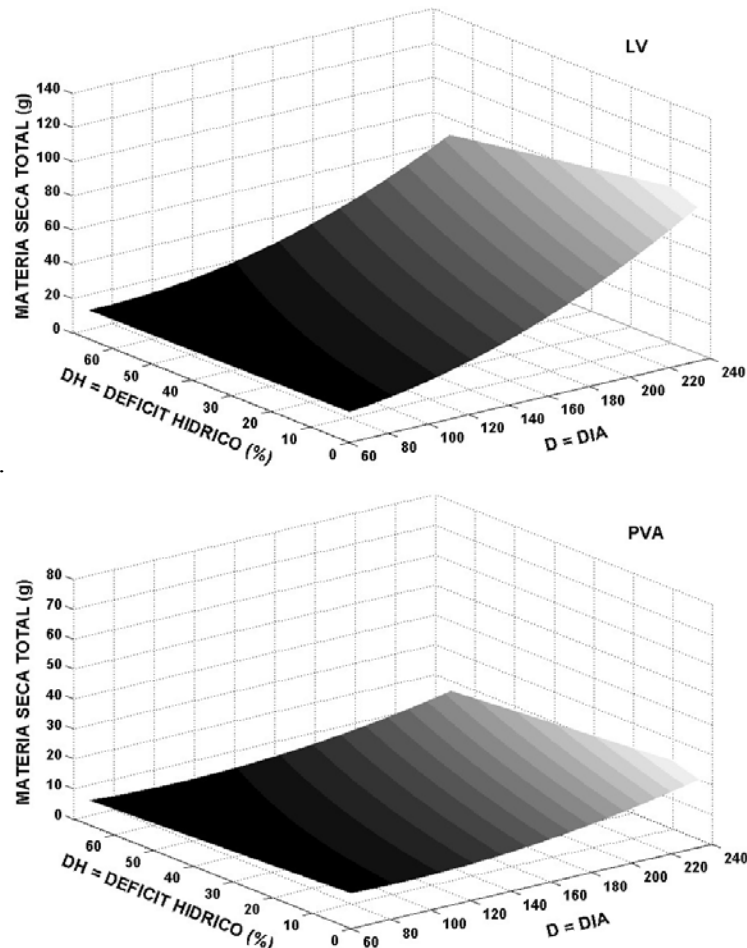


Figura 6. Superfícies de resposta de matéria seca total do cafeeiro conilon em função dos déficits hídricos (DH) da capacidade de campo determinada na tensão de 0,033 MPa (CC₃) e do número de dias após a instalação do experimento (D) no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Na Figura 7 estão representadas as curvas de acúmulo de matéria seca total (MS_T), obtidas de cortes das superfícies de resposta relativas às equações 5 e 6, para a capacidade de campo determinada a 0,033 MPa de tensão no LV e PVA. Nota-se que, aos 240 dias, a curva em DH 0% está posicionada acima das demais devido ao maior acúmulo de matéria seca no LV (70,32g) e PVA (25,15). Em DH 33% e DH 67%, houve redução no acúmulo de matéria seca de 18,2% e 36,9% no LV e de 15,5% e 31,6% no PVA, respectivamente. Contudo, ao compararmos os valores de matéria seca em DH 0%, verifica-se que o resultado obtido no PVA corresponde a apenas 35,8% do LV.

Para se avaliar a necessidade ou não da irrigação em determinado momento, pode-se fazer uso do fator de disponibilidade de água no solo, que para o cafeeiro, não deve ultrapassar o limite máximo de 60% (BONOMO, 1999). Desse modo, conforme esperado, no déficit hídrico de 67% da água disponível do LV e PVA, observou-se menor acúmulo de matéria seca total (MS_T) do cafeeiro conilon em todos os níveis da capacidade de campo (CC₁, CC₂ e CC₃) com relação aos resultados obtidos quando o teor de umidade do solo foi mantido próximo à capacidade de campo (DH 0%). Contudo, verifica-se que as lâminas de irrigação estimadas para a capacidade de campo determinada

na tensão de 0,010 MPa (CC₂) no LV e 0,006 MPa (CC₁) no PVA, promoveram o maior crescimento do cafeeiro conilon, sugerindo, assim, que a

reposição da água consumida pela cultura foi adequada nesses tratamentos e para as condições em que foi conduzido o experimento.

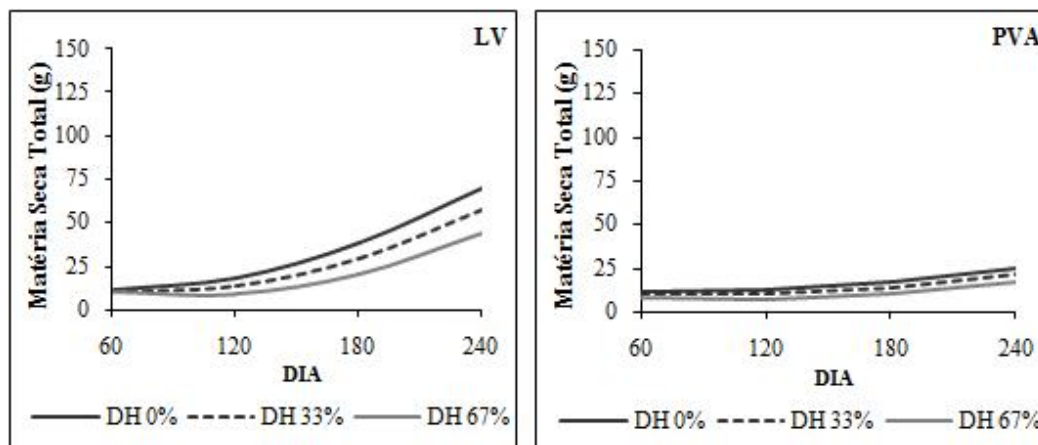


Figura 7. Acúmulo de matéria seca do cafeeiro conilon para os déficits hídricos (DH 0%, DH 33% e DH 67%) em relação ao número de dias após a instalação do experimento (D) para a capacidade de campo determinada na tensão de 0,033 MPa (CC₃) no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Para o cafeeiro conilon, as poucas informações disponíveis sobre as taxas de crescimento da parte aérea foram obtidas na região de Linhares, norte do Espírito Santo. Segundo Silveira e Carvalho (1996), no período seco e de temperatura mais amena, as taxas de crescimento são baixas, enquanto que no período chuvoso e de temperaturas mais elevadas, porém não extremas, as taxas de crescimento são mais elevadas. Já Ronchi e DaMatta (2007), afirmam que o padrão de crescimento diferencia-se consideravelmente entre lavouras não-irrigadas e irrigadas, que apresentam maior área foliar ao final do período seco. Tais informações permitem concluir que a disponibilidade hídrica, e não a temperatura tem

grande importância no crescimento após a estação seca.

As Equações de número 7 a 15 referem-se às superfícies de resposta em que, a estimativa de área foliar (\hat{Y}_{AF}), altura da planta (\hat{Y}_{AP}) e diâmetro do caule (\hat{Y}_{DC}) foi feita em função dos déficits hídricos (DH), expressos em porcentagem, e do número de dias após a instalação do experimento (D), para os níveis de capacidades de campo (CC₁, CC₂ e CC₃) do LV (Tabela 3). As curvas de área foliar, altura da planta e diâmetro do caule, obtidas de cortes das superfícies de resposta relativas às equações de número 7 a 15, estão representadas na Figura 8.

Tabela 3. Equações para estimativa da área foliar (\hat{Y}_{AF}), altura da planta (\hat{Y}_{AP}) e diâmetro do caule (\hat{Y}_{DC}) do Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)

Nº	EQUAÇÕES	R ²
7	$\hat{Y}_{AF} = 163,675 + 13,2885 * D + 0,0576 * D^2 - 1,4561 * DH - 0,1272 * D * DH$	0,98
8	$\hat{Y}_{AF} = 1245,24 - 7,8644 * D + 0,1311 * D^2 - 5,0284 * DH - 0,1158 * D * DH$	0,98
9	$\hat{Y}_{AF} = 893,579 - 2,6631 * D + 0,0594 * D^2 - 1,3645 * DH - 0,0743 * D * DH$	0,87
10	$\hat{Y}_{AP} = 32,0203 - 0,0343 * D + 0,0007 * D^2 + 0,0112 * DH - 0,0007 * D * DH$	0,95
11	$\hat{Y}_{AP} = 37,2050 - 0,1095 * D + 0,0010 * D^2 + 0,0756 * DH - 0,0018 * DH^2 - 0,0004 * D * DH$	0,98
12	$\hat{Y}_{AP} = 26,5447 + 0,0950 * D - 0,00004 * D^2 - 0,897 * DH + 0,0002 * D * DH$	0,79

13	$\hat{Y}_{DC} = 4,0136 + 0,0179 * D + 0,0001 * D^2 - 0,0070 * DH - 0,0002 * D * DH$	0,98
14	$\hat{Y}_{DC} = 5,7322 - 0,0179 * D + 0,0003 * D^2 + 0,0052 * DH - 0,0003 * D * DH$	0,98
15	$\hat{Y}_{DC} = 6,2089 - 0,0268 * D + 0,0002 * D^2 - 0,0016 * DH - 0,0001 * D * DH$	0,93

Conforme pode ser observado na Figura 8, aos 240 dias e na ausência de déficit hídrico (DH 0%) da capacidade de campo determinada na tensão de 0,010 MPa (CC₂) no LV, o cafeeiro conilon obteve maiores valores de área foliar (6913,33 cm²), altura (70,12 cm) e diâmetro do caule (18,80 mm). Resultados inferiores foram obtidos pela cultura na CC₁ (0,006 MPa), apresentando 6676,01 cm² de área

foliar, 67,16 cm de altura e 17,13 mm de diâmetro do caule. Todavia, na capacidade de campo determinada na tensão de 0,033 MPa (CC₃), as plantas apresentaram os menores valores de área foliar (3676,32 cm²), altura (46,81 cm) e diâmetro do caule (13,50 mm), também na ausência do déficit hídrico, o que corresponde a 53,18%; 66,76% e 71,8% dos valores obtidos na CC₂.

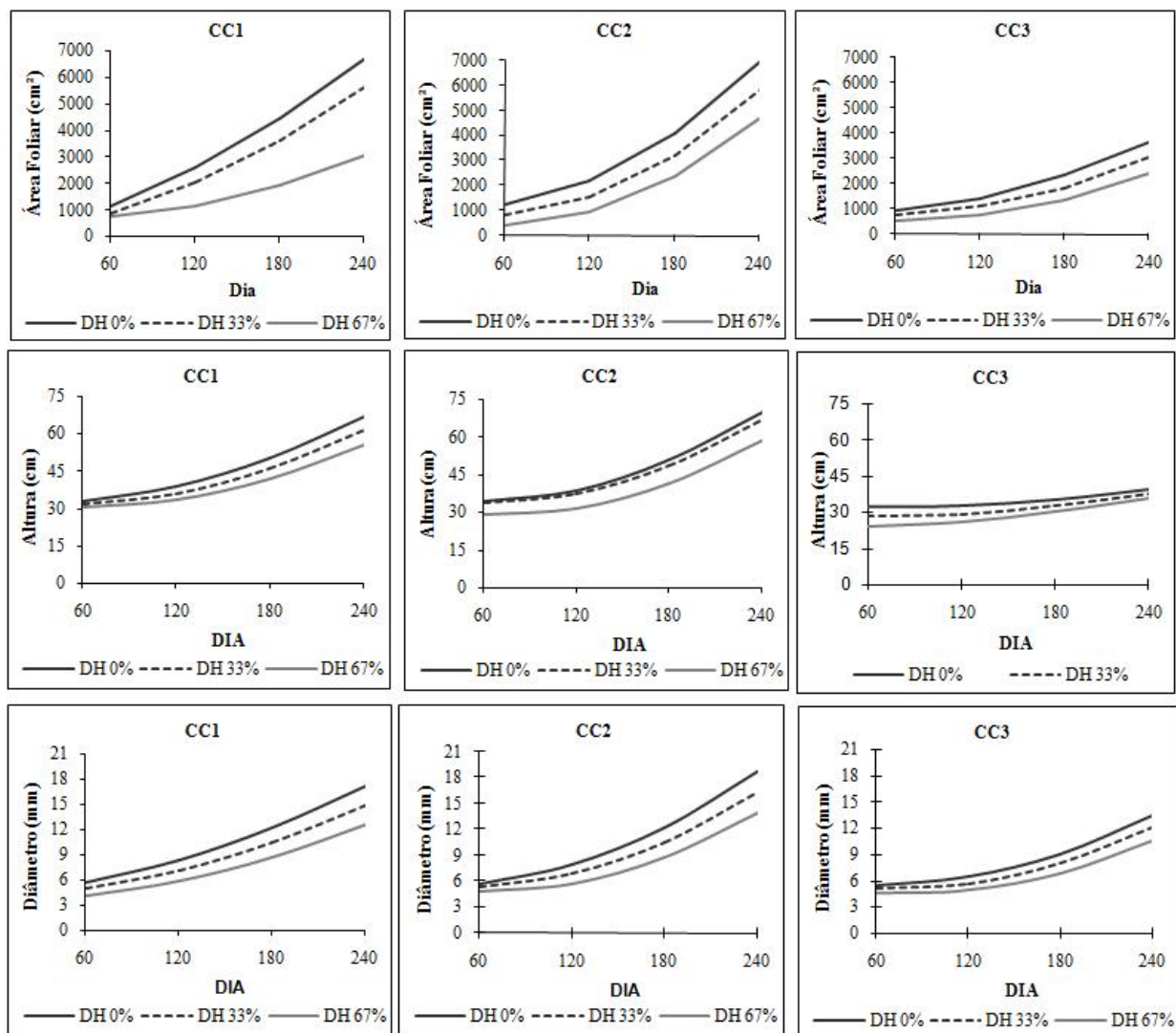


Figura 8. Área foliar, altura da planta e diâmetro do caule do cafeeiro conilon nos níveis de capacidade de campo (CC₁, CC₂ e CC₃) em função dos déficits hídricos (DH 0%, DH 33% e DH 67%) e do número de dias após a instalação do experimento (D) no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)

Nota-se, ainda, que houve redução nos valores de área foliar, altura da planta e diâmetro do

caule na aplicação dos déficits hídricos de 33% e 67% em todos os níveis da capacidade de campo. A

redução na altura das plantas, em DH 33% e DH 67% foi, respectivamente, de 8,53% e 17,33% na CC₁ e de 4,88% e 15,94% na CC₂. Já na CC₃, observa-se que a influência dos déficits hídricos na altura das plantas foi pouco pronunciada. Por sua vez, verifica-se que houve redução no diâmetro do caule em DH 33% e DH 67%, com índices médios de 12,19% e 24,75%, em todos os níveis da capacidade de campo.

As Equações de número 16 a 22 referem-se às superfícies de resposta, para os níveis de capacidade de campo (CC₁, CC₂ e CC₃) do PVA (Tabela 4). As curvas de área foliar, altura da planta e diâmetro do caule, obtidas de cortes das superfícies de resposta relativas às equações de número 16 a 22, estão representadas na Figura 9.

Tabela 4. Equações para estimativa da área foliar (\hat{Y}_{AF}), altura da planta (\hat{Y}_{AP}) e diâmetro do caule (\hat{Y}_{DC}) do Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

Nº	EQUAÇÕES	R ²
16	$\hat{Y}_{AF} = 2180,57 - 6,5563 * D + 0,0482 * D^2 - 63,2977 * DH + 0,6094 * DH^2 + 0,0728 * D * DH$	0,81
17	$\hat{Y}_{AF} = 925,55 + 7,0034 * D - 20,0363 * DH + 0,1859 * DH^2 * DH - 0,0230 * D * DH$ $\bar{Y}_{AF} = 757 \text{ cm}^2$	0,87 —
18	$\hat{Y}_{AP} = 34,7873 + 0,0757 * D - 0,3783 * DH + 0,0026 * DH^2 + 0,0006 * D * DH$	0,97
19	$\hat{Y}_{AP} = 39,0250 - 0,0752 * D + 0,0005 * D^2 - 0,3670 * DH + 0,0039 * DH^2$	0,95
20	$\hat{Y}_{AP} = 34,0978 - 0,0491 * D + 0,0003 * D^2 - 0,1380 * DH + 0,0003 * D * DH$	0,92
21	$\hat{Y}_{DC} = 4,4650 + 0,0186 * D + 0,00005 * D^2 - 0,0556 * DH + 0,0006 * DH^2$	0,94
22	$\hat{Y}_{DC} = 3,7311 + 0,0253 * D + 0,00002 * D^2 + 0,0064 * DH - 0,0001 * D * DH$ $\bar{Y}_{DC} = 5,76 \text{ mm}$	0,93 —

Conforme pode ser observado na Figura 9, aos 240 dias, na ausência de déficit hídrico (DH 0%) da capacidade de campo determinada na tensão de 0,006 MPa (CC₁) no PVA, o cafeeiro conilon obteve maiores valores de área foliar (3386,57 cm²), altura (52,97 cm) e diâmetro do caule (12,18 mm). Entretanto, no déficit hídrico de 67%, os valores de área foliar, altura e diâmetro do caule foram superiores ao obtido em DH 33%, mesmo as plantas estando menos hidratadas. Resultados inferiores foram obtidos em DH 0% na CC₂ (0,010 MPa), quando as plantas apresentaram 2606,03 cm² de área

foliar, 50,62 cm de altura e 11,53 mm de diâmetro do caule. Todavia, na capacidade de campo determinada na tensão de 0,033 MPa (CC₃), foram observados os menores valores de área foliar, altura e diâmetro do caule. Entretanto, não houve diferenças significativas nos níveis de déficits hídricos para os valores de área foliar (757 cm²) e diâmetro do caule (5,76 mm). Nota-se, ainda, que houve pequena redução na altura das plantas na aplicação dos déficits hídricos de 33% e 67%, em todos os níveis de capacidade de campo (CC₁, CC₂ e CC₃).

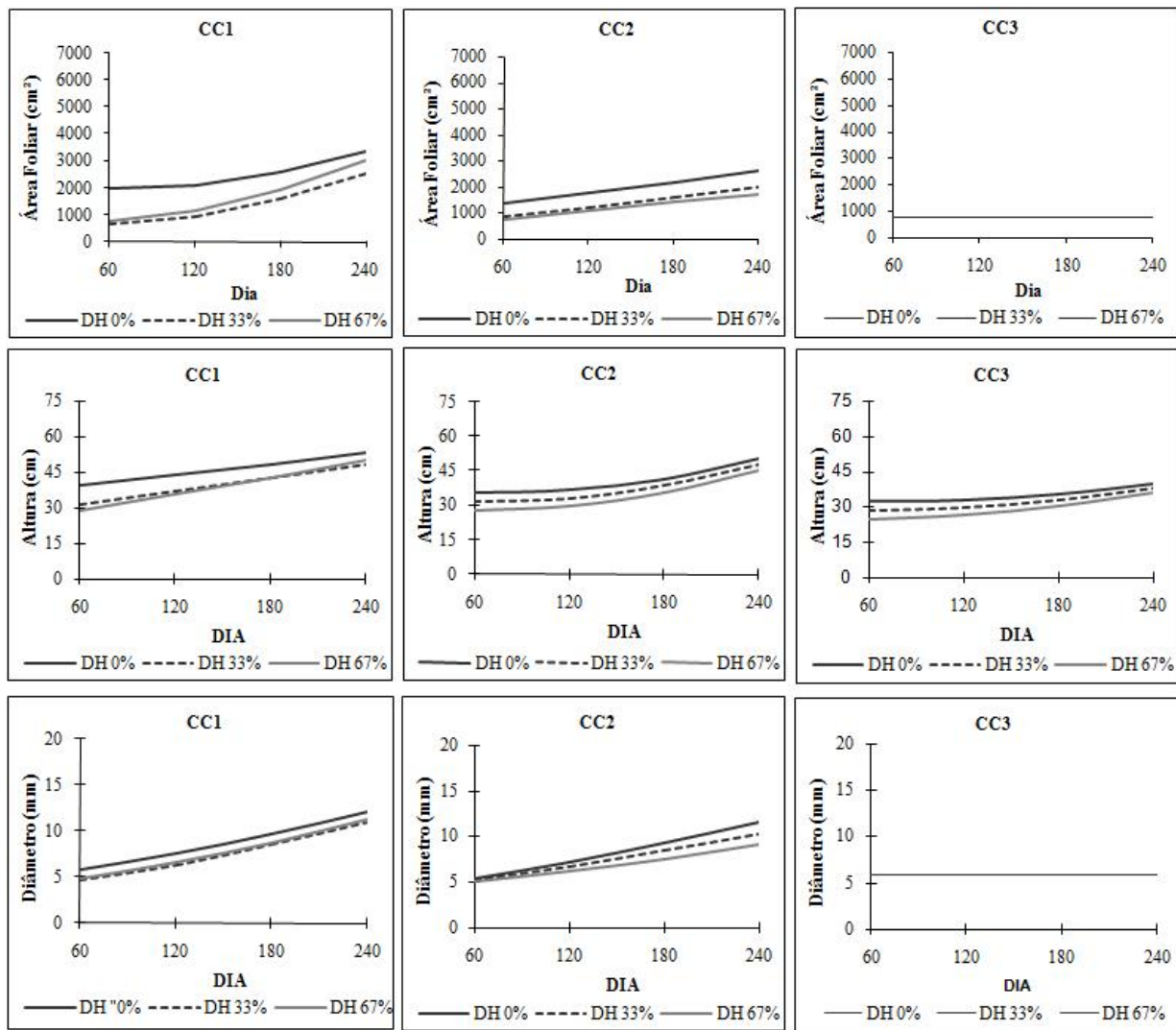


Figura 9. Área foliar, altura da planta e diâmetro do caule do cafeeiro conilon nos níveis de capacidade de campo (CC₁, CC₂ e CC₃) em função dos déficits hídricos (DH 0%, DH 33% e DH 67%) e do número de dias após a instalação do experimento (D) no Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)

CONCLUSÕES

Na ausência de déficit hídrico, o crescimento inicial do cafeeiro conilon foi superior aos obtidos nos déficits hídricos de 33% e 67% do Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo.

O maior crescimento inicial do cafeeiro conilon foi obtido na capacidade de campo determinada na tensão de 0,010 MPa no Latossolo Vermelho-Amarelo e na tensão 0,006 MPa no Argissolo Vermelho-Amarelo. Já o menor crescimento das plantas foi obtido nos déficits

hídricos da capacidade de campo determinada na tensão de 0,033 MPa, em ambos os solos estudados. Nos déficits hídricos de 33% e 67% da água disponível do Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo foram verificados os menores valores de área foliar, altura da planta e diâmetro do caule do cafeeiro conilon.

O crescimento inicial do cafeeiro conilon no Latossolo Vermelho-Amarelo foi superior aos obtidos no Argissolo Vermelho-Amarelo em todos os níveis de capacidade de campo e de déficits hídricos.

ABSTRACT: The capacity of field represents a superior limit of the available water of the soil for the plants. Many attempts have been done to associate the capacity of the field with the contents of water held in equilibrium with different tensions, using the Richard's Pressure Chamber. However, There's not an agreement between the researchers about the right tension to be associated to the capacity of the field to different soils yet. In this context, as in objective in

this work evaluate the influence of the soil humidity in the field capacity in the tensions of 0,006 MPa (FC₁), 0,010 MPa (FC₂) and 0,033 MPa (FC₃) and of different levels of water deficits (WD 0%, WD 33% and WD 67%) in the initial growth of the coffee plant conilon, in a Red-Yellow Oxisol (OR) and Red-Yellow Ultisol (URY). Then, Two test tubes have been installed, one for each soil. The adopted experimental design was entirely randomized distributed in subdivided outlines, with three repetitions. The assessments of growth were done in every sixty days and the analyzed informations by the technique of answer surface. The content of soil humidity in the field capacity varies with the adopted tension in its determination that involves the calculation of the irrigation blade. The growth of the conilon coffee plant in WD 0%, that means, that the humidity of the soil kept in the field capacity was higher than the ones got in the water deficits of 33% and 67% of OR and URY. The largest initial growth of the conilon coffee plant was watched in the field capacity in the tension of 0,010 MPa for RO and of 0,006 MPa for RYU. The smallest growth of the plants was watched in the field capacity in the tension of 0,033 MPa, in both soils. In WD 33% and WD 67% in the levels of the capacity of field of OR and URY were verified a reduction in the values leaf area, height and diameter of the stem of the plants. The total accumulation dry matter observed in OR were higher than the of URY, in all of the levels of the field capacity and water deficits, resulting in the larger initial growth of the conilon coffee plant in this soil.

KEYWORDS: Soil water content. Water deficit, Growth vegetable. *Coffea canephora*.

REFERÊNCIAS

- AFONSI, E. L.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C.; FAZUOLI, L. C. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em cultivares de *Coffea* com potencial para utilização como porta enxerto. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 1-13, 2005.
- ANDRADE, C. L. T.; COELHO, E. F.; COUTO, L.; SILVA, E. L. Parâmetros de solo-água para a engenharia de irrigação e ambiental. In: FARIA, M. A. et al. **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 1-132.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa : UFV: Imprensa Universitária, 2005. 611 p.
- BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 2005. 99 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. 1999. 224 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa UFV, 1999.
- CARVALHO, L. G. de; SAMPAIO, S. C.; SILVA, A. da. Determinação da umidade na capacidade de campo “In situ” de um Latossolo Roxo Distrófico. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 7, p. 33-39, dez., 1996.
- CENTURION, J. F.; ANDREOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 701-709, 2000.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: café. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2cafe_09>. Acesso em: 25 junho 2009.
- DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo** – 4^a aprox. Vitória: SEEA/INCAPER, 2001. 266p.
- DAMATTA, F. M.; CAVATTE, P. C.; OLIVEIRA, A. A. G.; MARTINS, S. C. V.; WOLFGRAMM, R. Desenvolvimento de variedades visando à tolerância à seca em *Coffea canephora*: um enfoque fisiológico. In: SEMINÁRIO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CEFICULTURA, 1., 2008, Alegre, ES. UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2008. p. 125-136.
- DIAS, C. P.; ARAÚJO, W. L.; MORAES, G. A. B. K. de; POMPELLI, M. F.; BATISTA, K. D.; CATEN, A. T.; VENTRELLA, M. C.; DAMATTA, F. M. Crescimento e alocação de biomassa em duas progênies de café

submetidas a déficit hídrico moderado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/Café, 2005.1 CD-ROM.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

MATIELLO, J. B. **Café conillon**: como plantar, tratar, colher, preparar e vender. Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFE/PNFC, 1998. 162 p.

MÜLLER, J. E.; WHITSITT, M. S. Plant cellular responses to water déficit. In: BELLHASSEN, E. (Ed.). **Drought tolerance in higher plants**: genetical, physiological and molecular biological analysis. Dordrecht Kluwer: Academic Publishers, 1997, p. 41-46.

SOARES NÉTO, J. P.; REZENDE, J. de O. Retenção e disponibilidade de água em solos coesos dos tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 12, n.1/2, jan./dez., 2000.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n.3, p. 211-16, 1988.

RONCHI, C. P.; DAMATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: Ferrão, R.G.; Fonseca, A.F.A.; Bragança, S.M.; Ferão, M.A.G.; De Muner, L. H. (Ed.). **Café conilon**. Vitória, SEag/Incaper, 2007. p. 95-115.

SILVEIRA, J. S.; CARVALHO, C. H. S. de. Efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e longevidade foliar do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 22., 1996, Águas de Lindoia: SDR, 1996. p. 99-100.

SOUSA, M. B. A.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O.; BUFFON, V. B.; BONOMO, R. Avaliação de irrigação em propriedades de café conilon no norte do Espírito Santo. In: IRRIGAÇÃO do cafeeiro: informações técnicas e coletâneas de trabalhos. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2003. 260 p.

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