

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE CAFÉ CONILON PRODUZIDAS EM DIFERENTES RECIPIENTES E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Maria Christina J. D. Dardengo¹, Elias Fernandes de Sousa²,
Edvaldo Fialho dos Reis³, Geraldo de Amaral Gravina⁴

(Recebido: 12 de setembro de 2012; aceito: 02 de maio de 2013)

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência de dois recipientes e diferentes níveis de sombreamento no crescimento e qualidade de mudas de café conilon, além de realizar análise de trilha visando à caracterização das inter-relações entre as variáveis relacionadas ao crescimento e quantificação de seus efeitos diretos e indiretos sobre a qualidade das mudas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, distribuído em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4, com dez repetições. Como recipientes foram utilizados tubetes de polietileno de 120 mL e sacolas plásticas com capacidade de 770 mL, preenchidos com substrato padrão. Os níveis de sombreamento testados foram 0% (pleno sol), 30%, 50% e 75%. Os resultados obtidos permitem concluir que as mudas cresceram melhor em sacolas do que em tubetes, com exceção do nível de 30% de sombreamento. As mudas sombreadas apresentaram maior crescimento e melhor qualidade em relação às mantidas a pleno sol. O índice de qualidade de Dickson foi eficiente para indicar a qualidade das mudas de café conilon nos distintos recipientes e níveis de sombreamento. A relação entre altura da planta/diâmetro do coleto e a relação entre matéria seca da parte aérea/raízes traduzem informações que auxiliam o manejo adequado das mudas em viveiro. A matéria seca total e o diâmetro do coleto são as variáveis mais propícias para indicar a qualidade das mudas de café conilon, devido ao maior grau de correlação com o índice de qualidade de Dickson.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, desenvolvimento, radiação solar, tubete, sacola.

GROWTH AND QUALITY OF CONILON COFFEE SEEDLINGS PRODUCED AT DIFFERENT CONTAINERS AND SHADING LEVELS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of two containers and different levels of shading in the growth and quality of conilon coffee seedlings, as well as to perform a path analysis to characterize the interrelationships between growth variables and quantify their direct and indirect effects on the quality of seedlings. The experimental design used was completely randomized, distributed in split-plot 2 x 4 schema, with ten repetitions. The type of containers tested were 120 ml polyethylene tubes and plastic bags with 770 cc, filled with standard substrate. The levels of shadow tested were 0% (full sun), 30%, 50% and 75%. The results showed that plants grew better in bags than in tubes, except the 30% level of shading. The shaded seedlings showed better quality and growth than the ones kept in full sun. Dickson index of quality was efficient to indicate the quality of the conilon coffee seedlings in separate containers and shading levels. The relationship between plant height / stem diameter and dry matter of the aerial part / roots translate information that assist the proper handling of seedlings in nurseries. The total dry matter and stem diameter are the more likely variables to indicate the quality of the conilon coffee seedlings, due to the higher degree of correlation with the Dickson index of quality.

Index terms: *Coffea canephora*, development, sun radiation, polyethylene tube, plastic bag.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura nacional tem requerido grandes quantidades de mudas devido ao aumento da área plantada, renovação do parque cafeeiro e adequação aos sistemas de plantio atuais. Considerando-se que o cafeeiro é uma cultura perene, é necessário o planejamento de todas as fases, particularmente daquelas ligadas diretamente à implantação e à formação da lavoura. Qualquer erro cometido nesse período pode comprometer seriamente a exploração, resultando em baixa produtividade

e menor longevidade da lavoura. Assim, o plantio de mudas vigorosas de café garante um bom “pegamento”, diminui os gastos com a operação de replantio e contribui com rápido crescimento inicial das plantas no campo, constituindo-se num fator fundamental para um cultivo bem sucedido (ALVES; GUIMARÃES, 2010; CARVALHO et al., 2008; MENDES; GUIMARÃES, 1998). Segundo Henrique et al. (2011), mudas vigorosas são caracterizadas por apresentarem folhas verdes e brilhantes, caule espesso e sistema radicular com raízes absorventes abundantes.

^{1,2,4}Universidade Estadual do Norte Fluminense/UENF - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/CCTA -28.013-602 Campos dos Goytacazes - RJ - mcjunger@ifes.edu.br - efs@uenf.br; gravina@uenf.br

³Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Departamento de Engenharia Rural/DER - Cx. P. 16 -29.500-000 Alegre - ES 29500-000 - edreis@cca.ufes.br

Vários fatores exercem influências sobre o desenvolvimento, a qualidade e os custos da produção de mudas, como por exemplo, o tamanho do recipiente e a composição do substrato, entre outros (APHALO; RIKALA, 2003; MORGADO et al., 2000). Os tipos de mudas de café mais utilizadas são as produzidas em sacolas plásticas, preenchidas com substrato constituído por terra e esterco bovino e as produzidas em tubetes de polietileno, de diferentes tamanhos, utilizando substrato comercial; adotando-se como padrão o sombreamento das mudas, para uma interceptação de cerca de 50% da radiação solar (VALLONE et al., 2010).

Alguns cafeicultores, para melhorar a adaptação das mudas às condições de campo e economizar no custo da estrutura para o viveiro, optam pela formação a pleno sol. Porém, há certa dificuldade na manutenção da umidade do substrato, sendo a irrigação mais requerida nesse sistema de produção (ALVES; GUIMARÃES, 2010). Ademais, a produção de mudas a pleno sol pode, muitas vezes, comprometer o seu desenvolvimento em função de aspectos fisiológicos decorrentes do excesso de exposição à radiação solar, havendo a necessidade de trabalhos científicos que possam mostrar a real possibilidade de utilização desse método (HENRIQUE et al., 2011; PAIVA; GUIMARÃES; SOUZA, 2003).

Assim, relacionam-se alguns trabalhos desenvolvidos para estudar o efeito do sombreamento sobre o crescimento de plantas jovens de cafeeiros. Em dois viveiros de um milhão de mudas em cada um, na região de Manhuaçu e Lajinha, na Zona da Mata mineira, Matiello et al. (1997) observaram que mudas do cafeeiro arábica formadas a pleno sol apresentaram maior crescimento do que as mudas sombreadas. Tal resultado difere do obtido por Paiva, Guimarães e Souza (2003), que verificaram que o melhor tipo de sombreamento para formação de mudas de café arábica é o de 50%. Já Braun et al. (2007) avaliaram o crescimento de mudas clonais de café conilon formadas em tubetes e submetidas a diferentes níveis de sombreamento (30%, 50% e 75%) e à luz plena, e concluíram que a 75% de sombreamento, as plantas de café conilon apresentam crescimento vegetativo maior em relação aos demais níveis. Mais recentemente, Tatagiba et al. (2010) verificaram que plantas jovens de café conilon mantidas sob 88% de sombreamento registraram os maiores valores para o acúmulo de matéria seca total, seguidos pelo nível de 22 e 50%, enquanto as mudas mantidas a pleno sol registraram os menores valores.

Em relação aos tipos e capacidades de recipientes, várias pesquisas têm sido desenvolvidas em busca da definição do conjunto ideal, que associe qualidade com redução do custo de produção da muda de café. Como exemplo, citam-se as realizadas por Cunha et al. (2002), Silva et al. (2010) e Vallone et al. (2009). Em seu estudo, Cunha et al. (2002) concluíram que o tubete com capacidade de 120 mL proporcionou melhor desenvolvimento às mudas de cafeeiro com relação aos de 50 e 275 mL. Já Silva et al. (2010) constataram que o bloco prensado, a sacola e tubete (120 mL) são os recipientes mais indicados para a produção de mudas de café conilon, nos quais foram obtidos maior crescimento vegetativo e mudas mais vigorosas. Segundo Vallone et al. (2009), a sacola e o tubete de 120 mL proporcionaram maior desenvolvimento de mudas de café arábica em relação àquelas produzidas em tubete de 50 mL.

Pela facilidade de execução, a classificação das mudas para determinação do padrão de qualidade, baseia-se em parâmetros morfológicos externos, tais como: altura da parte aérea, o diâmetro do coleto, a área foliar, fitomassa seca do sistema radicular e da parte aérea (ALEXANDRE, 2007), como também, a tonalidade de cor das folhas, ausência de pragas e de doenças. Entretanto, para representar todas essas características utilizam-se índices de qualidade, que são associações entre os parâmetros de crescimento. Dentre esses, destaca-se a relação entre a altura da planta e diâmetro do coleto (RAD), a relação da matéria seca da parte aérea e raízes (RPAR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (CHAVES; PAIVA, 2004).

Atualmente, existem poucos trabalhos sobre a utilização de índices na padronização e classificação da qualidade de mudas de café, já que são comumente usados em mudas de essências florestais. Cita-se o trabalho pioneiro de Marana et al. (2008), que estabeleceram para mudas de café arábica, os valores médios de 4,0 para relação entre altura e diâmetro do coleto; 0,21 para o índice de qualidade de Dickson e de 4,7 para relação da matéria seca da parte aérea e de raízes. Silva et al. (2011) também determinaram o índice de qualidade de Dickson em mudas de café arábica e obtiveram o valor de 0,62.

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência de dois recipientes e diferentes níveis de sombreamento no crescimento e qualidade de mudas de café conilon, além de realizar análise de trilha para identificar as variáveis de crescimento que caracterizam a qualidade dessa muda.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local, material experimental e condução do experimento

O experimento foi realizado em área anexa ao viveiro de produção de mudas do IFES (Instituto Federal de Ensino, Tecnologia e Educação do Espírito Santo), Campus de Alegre-ES, Fazenda Caixa D'Água, distrito de Rive, localizado na latitude de 20° 25' 51,61" S e longitude de 41° 27' 24,51" W e altitude de 136 m. A espécie vegetal utilizada foi a *Coffea canephora* Pierre, variedade Robusta cv. Robusta Tropical (EMCAPER 8151).

As mudas de café foram produzidas em tubetes de polietileno rígido de formato cônico com capacidade de 120 mL e sacolas plásticas nas dimensões de 11 cm de largura, 20 cm de comprimento e 0,006 cm de espessura com capacidade de cerca de 770 mL. Os recipientes foram preenchidos com substrato padrão, cuja composição foi de 70% de terra peneirada, 30% de esterco de curral e adubos químicos (2 kg de calcário dolomítico, 4 kg de superfosfato simples e 0,3 kg de cloreto de potássio, 50 g de FTE BR 12), para cada metro cúbico de mistura. Em seguida, os recipientes foram acondicionados em bancadas de 1,40 m de comprimento, 0,50 m de largura e 1,0 m de altura do nível do solo, sendo os tubetes distribuídos em bandejas.

Após o enchimento dos recipientes, foi efetuada a sementeira em 20 de abril de 2007, adotando-se uma semente para tubete e duas sementes para sacola, sendo realizado desbaste após a germinação deixando-se uma planta por sacola. Logo após a sementeira, cada bancada recebeu o nível de sombreamento determinado por sorteio, obtidos a partir da utilização de telas de polipropileno, assim caracterizados: 0% (pleno sol), 30%, 50% e 75%.

Um sistema de irrigação foi instalado sobre as bancadas, com a finalidade de manter o teor de umidade na capacidade de retenção de água do substrato (CRA), determinada na tensão de 0,01 MPa (35,5%), utilizando-se dois microaspersores do tipo Tietze nebulizador por bancada, com bocal violeta, vazão de 35 L h⁻¹ na pressão de 2,0 kgf cm⁻² e diâmetro molhado de 1,7 m. Foram realizadas três irrigações diárias para os tratamentos sombreados e quatro irrigações diárias para as mudas mantidas a pleno sol, necessária para manutenção da umidade na CRA nesse sistema de produção, cujo tempo médio de irrigação foi de 1,5 minutos para tubetes (0,35 mm/rega) e 3 minutos para sacolas (0,70 mm/rega). Após surgir

o segundo par de folhas definitivas, procedeu-se às adubações complementares conforme recomendações técnicas.

2.2 Características de crescimento e qualidade

Avaliaram-se as características de crescimento aos 160 dias após a sementeira (30/09/2007), determinando-se: a) altura da planta (AP), expressa em cm, medida com régua milimetrada, considerando-se a região compreendida entre o coleto e a gema apical; b) diâmetro do coleto (DC), expresso em mm, medido a 2 cm utilizando-se um paquímetro digital da marca Starrett, modelo 727; c) área foliar (AF), expressa em cm², estimada com medidor de área foliar LI-COR, modelo LI-3100; d) matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca de raízes (MSR) e matéria seca total (MST), obtida pela soma de MSA e MSR, expressas em gramas, determinadas em estufa de circulação forçada a 75°C até peso constante. A qualidade das mudas foi determinada observando-se: a) relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD); b) relação da matéria seca da parte aérea/raízes (RPAR), obtida da relação entre MSA e MSR; c) IQD: índice de qualidade de Dickson obtido pela fórmula: $IQD = \frac{\text{matéria seca total}}{\text{RAD} + \text{RPAR}}$ (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

2.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, distribuído em esquema de parcelas subdivididas 2 x 4, sendo nas parcelas o recipiente em dois níveis (tubete e sacola) e nas subparcelas o sombreamento em quatro níveis (0%, 30%, 50% e 75%), com dez repetições.

Os dados experimentais foram submetidos ao teste de verificação da Pressuposição de Normalidade (Teste de Lilliefors) e Homogeneidade de Variâncias (Teste de Cochran e de Bartlett). Não foram atendidas tais pressuposições para área foliar e relação entre parte aérea e raízes, cujos dados foram transformados com o uso da função $Y = \log(x + 1)$ antes da análise de variância. Após a análise dos dados transformados verificou-se o atendimento das pressuposições, entretanto, os dados foram apresentados na forma original. Os níveis de sombreamento foram analisados por meio de regressão e os níveis de recipiente foram comparados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do uso do programa computacional SAEG, versão 9.1.

Para mensurar os efeitos diretos e indiretos das características de crescimento sobre a qualidade da muda (IQD), foi realizada a análise de trilha, conforme metodologia desenvolvida por Wright (1921). Para tanto, inicialmente, procedeu-se à análise de correlação de Pearson, para se obter as matrizes de correlação e suas significâncias pelo teste “t”, no nível de probabilidade de 5%. Os coeficientes de correlação de Pearson foram desdobrados, sendo obtidos os coeficientes em análise de trilha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância das características de crescimento de mudas de café conilon, mostrou que houve interação significativa entre os fatores recipientes e níveis de sombreamento para área foliar, matéria seca da parte aérea, de raízes e total, devendo-se proceder à análise de forma desdobrada. Contudo, nenhuma interação significativa foi detectada para altura da planta e diâmetro do coleto, indicando que, para essas, os fatores atuaram de forma independente.

A altura das plantas foi influenciada pelo recipiente, sendo que, ao se aumentar a capacidade do recipiente usado na produção das mudas, aumenta-se também a sua altura. O valor médio de altura da planta em tubetes foi de 8,15 cm e de 9,61 cm em sacolas. Silva et al. (2010) também observaram que a altura de mudas de café conilon formadas em sacolas plásticas (19,13 cm) superaram aquelas formadas em tubetes de 120 mL (7,34 cm). Contudo, a estimativa de crescimento expresso em altura da planta apresentou tendência crescente com os níveis de sombreamento, sendo de efeito raiz quadrada

(Figura 1). Observou-se que o sombreamento induziu as plantas a alocarem uma maior parte de seus recursos metabólicos para crescer em altura, em busca de luz, por meio do alongamento dos entrenós (estiolamento). Assim, os níveis mais intensos de sombra contribuíram para altos valores de altura, sendo obtidos baixos valores a pleno sol. Isso vem de encontro à afirmação de Taiz e Zeiger (2004), em que as plantas alongam o caule, em resposta ao sombreamento, a fim de evitar a baixa irradiância do ambiente. Tal resultado é corroborado por Braun et al. (2007), Paiva, Guimarães e Souza (2003) e Tatagiba et al. (2010).

O diâmetro do coleto não foi influenciado pelos níveis de recipientes e de sombreamento, conforme pode ser observado na Figura 2. Tal resultado discorda do obtido por Silva et al. (2010), em que mudas de café conilon formadas em sacolas apresentaram diâmetro superior ao obtido em tubetes de 120 mL. Com relação aos níveis de sombreamento, a análise de variância foi não significativa, e com isso, nenhum modelo foi ajustado na estimativa da curva de crescimento em diâmetro, sendo representado pela média. Braun et al. (2007) também observaram que não houve diferença no diâmetro de plantas de café conilon propagadas vegetativamente, nos diferentes níveis de sombreamento e a pleno sol. Contudo, Paiva, Guimarães e Souza (2003) observaram que o diâmetro das plantas de café arábica apresentou valor máximo no sombreamento de 90%.

Analisando os resultados de área foliar (AF), os valores obtidos em sacolas superaram os de tubetes, com exceção para o nível de 30%. Em tubetes, os coeficientes de determinação

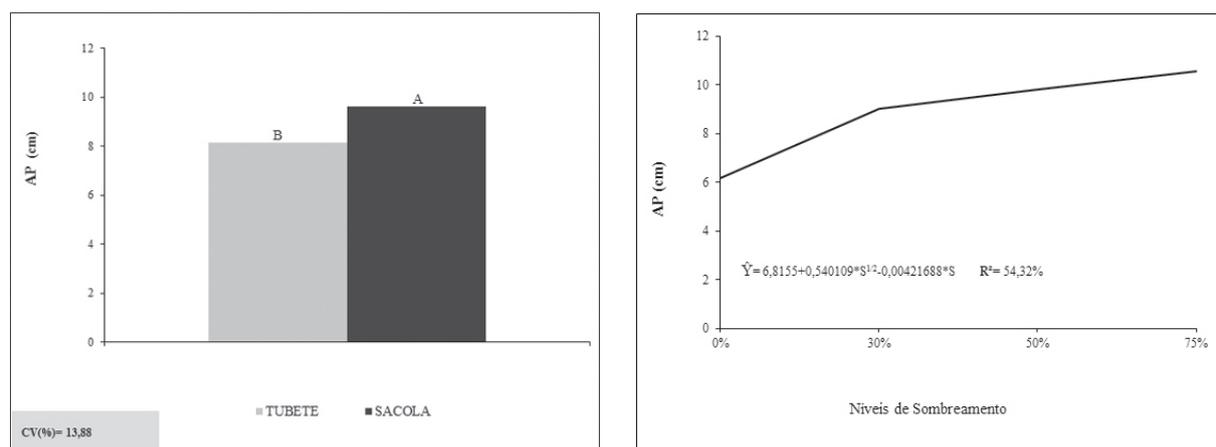


FIGURA 1 - Altura da planta de café conilon (AP), em função dos tipos de recipientes e níveis de sombreamento. As médias diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

dos modelos usados na estimativa da curva de crescimento foram muito baixos, sendo representados pela média. Contudo, em sacolas, a curva de crescimento foi de efeito linear, sendo os maiores valores obtidos no nível de 75%. Tais resultados estão em conformidade com Fahl e Carelli (1994) e Ricci et al. (2006), que consideram ser esse um mecanismo usado pelo cafeeiro, que para compensar a menor luminosidade recebida, desenvolve folhas mais finas e maior área foliar. Por sua vez, maior área foliar implica em maior superfície de interceptação de luz, o que poderá resultar em taxas fotossintéticas mais elevadas, traduzindo-se num maior crescimento do vegetal (PARTELLI et al., 2006) (Figura 3).

O comportamento das mudas no que diz respeito à matéria seca da parte aérea (MSA),

de raízes (MSR) e total (MST) são apresentados na Figura 4. Em geral, verificou-se diferença significativa para os recipientes nos níveis de sombreamento, com exceção para matéria seca da parte aérea e de raízes, nos níveis de 75% e de 0% e 30%, respectivamente. Ressalta-se que somente no nível de sombreamento de 30%, os maiores valores matéria seca da parte aérea e total foram obtidos em mudas formadas em tubetes, sendo que nos demais níveis e características avaliadas, a sacola superou o tubete.

A produção de matéria seca permite avaliar o crescimento de plantas em resposta à radiação solar incidente, em que a quantidade total acumulada constitui-se no reflexo direto da produção fotossintética líquida somada à quantidade de nutrientes (ENGEL, 1989). Em tubetes, a curva de

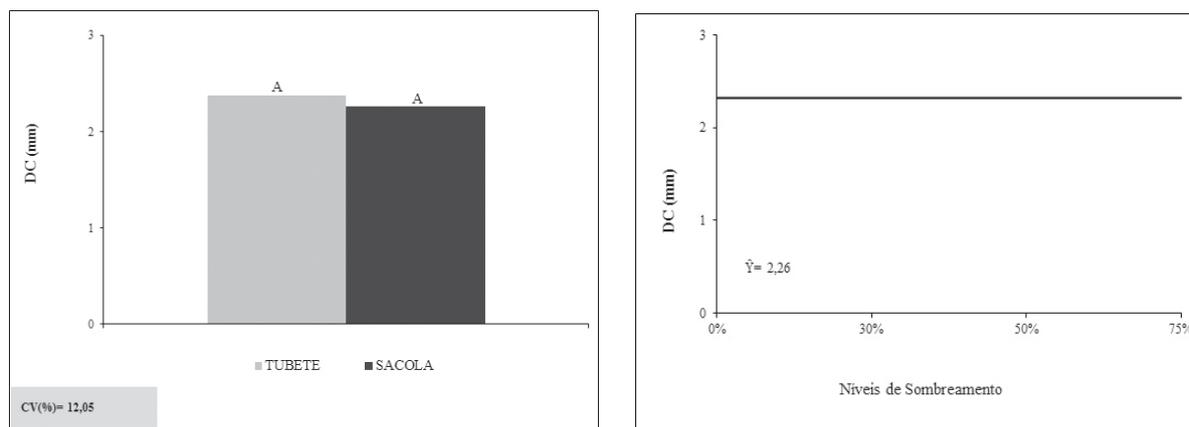


FIGURA 2 – Diâmetro do coleto de plantas de café conilon (DC), em função dos tipos de recipientes e níveis de sombreamento.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

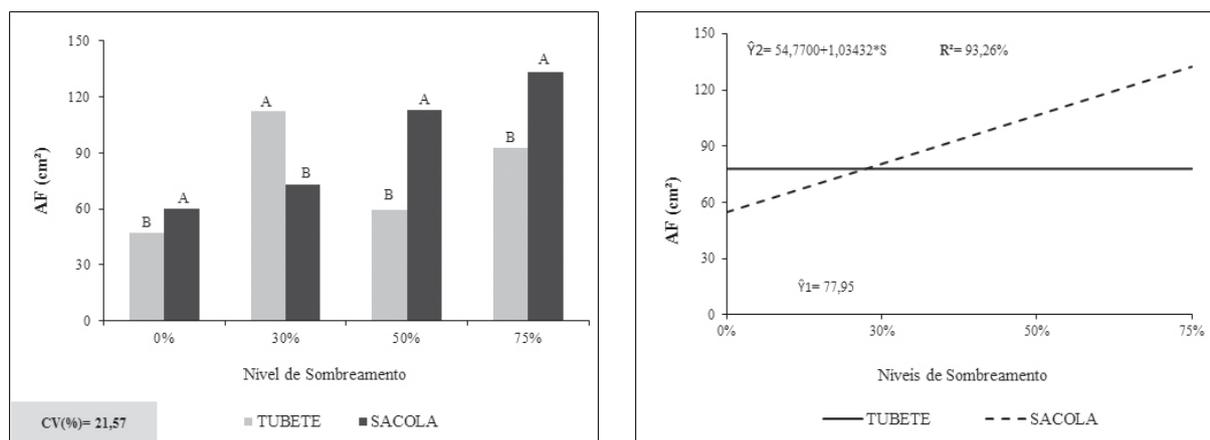


FIGURA 3 - Área foliar de plantas de café conilon (AF), em função dos tipos de recipientes e níveis de sombreamento.

As médias diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% \hat{Y}_1 = Tubete; \hat{Y}_2 = Sacola probabilidade.

crescimento de MSA, MSR e MST, mostrou efeito raiz quadrada, sendo os maiores valores obtidos nos níveis de 30% e 50%, e baixos valores a pleno sol e 75% de sombra. Já em sacolas, os modelos matemáticos usados na estimativa do crescimento apresentaram coeficientes de determinação muito baixos, tendo sido representados pela média. Desse

modo, os valores de matéria seca total de 1,43g a 3,24g obtidos em tubetes e valor médio de 2,99 g obtido em sacolas, traduzem o bom crescimento das mudas nos níveis de sombreamento, cujos valores encontram-se acima da faixa estabelecida por Marana et al. (2008) considerada como sendo razoável (1,0 a 1,8 g).

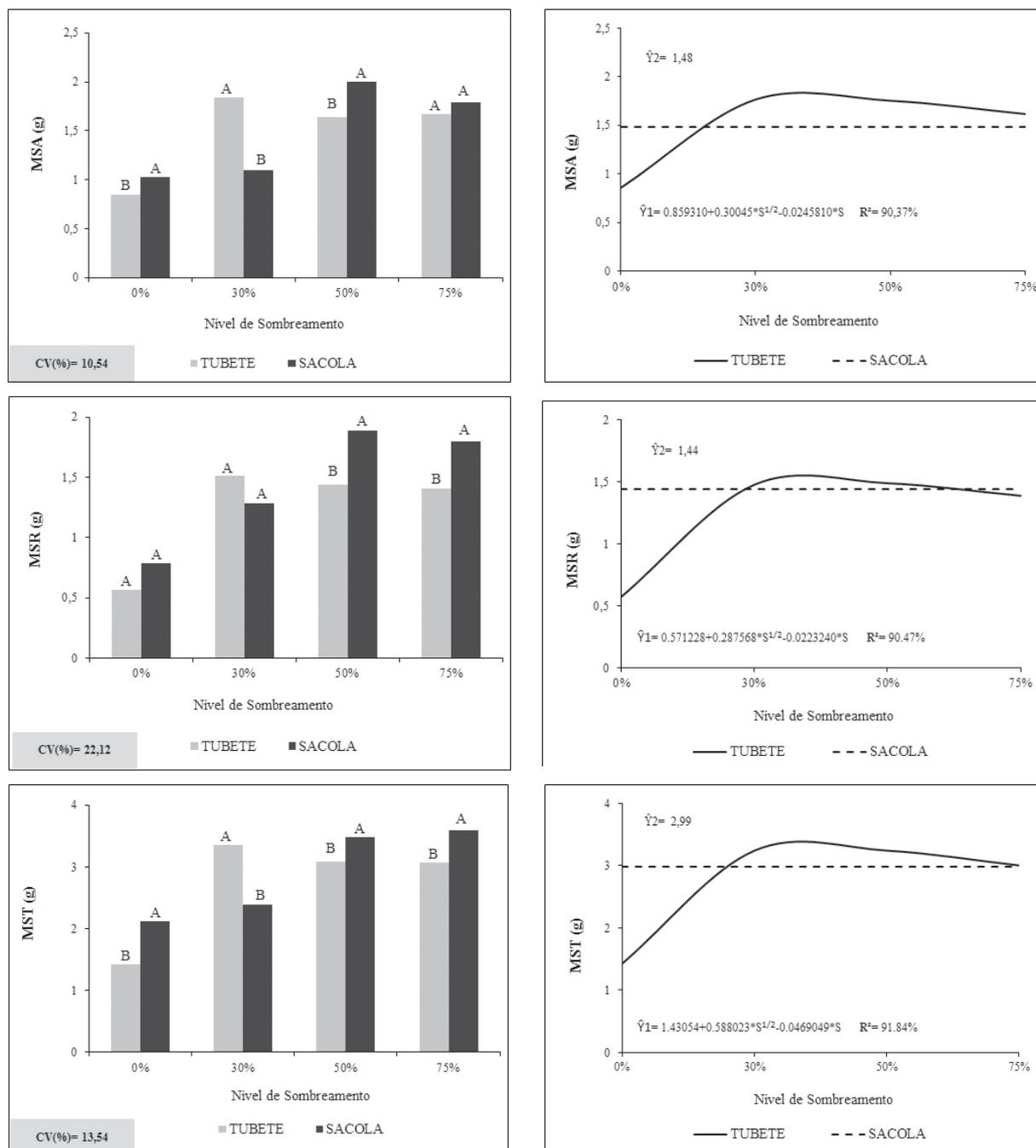


FIGURA 4 - Matéria seca da parte aérea (MSA), de raízes (MSR) e total (MST) de plantas de café conilon, em função dos tipos de recipientes e níveis de sombreamento.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de $\hat{Y}_1 =$ Tubete; $\hat{Y}_2 =$ Sacola Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

A análise de variância das características de qualidade de mudas de café conilon, indicou efeito significativo entre recipientes e níveis de sombreamento somente para o índice de qualidade de Dickson (IQD). Ressalta-se que, apenas no nível de sombreamento de 30% os maiores valores de IQD foram obtidos em tubetes e que não foram observadas diferenças significativas entre os recipientes, nos níveis de 50% e 75%. Os índices de qualidade de Dickson variaram entre 0,35 e 0,54

para tubetes e 0,58 para sacolas. Tais resultados superaram o valor mínimo de 0,20 estabelecido por Hunt (1990) para obter-se uma muda de qualidade (Figura 5). Com isso, pode-se afirmar que o IQD é um bom indicador da qualidade das mudas, por considerar para o seu cálculo a robustez (MST) e o equilíbrio da distribuição da fitomassa (RAD e RPAR), sendo mencionado por Johnson e Cline (1991) como uma promissora medida morfológica integrada.

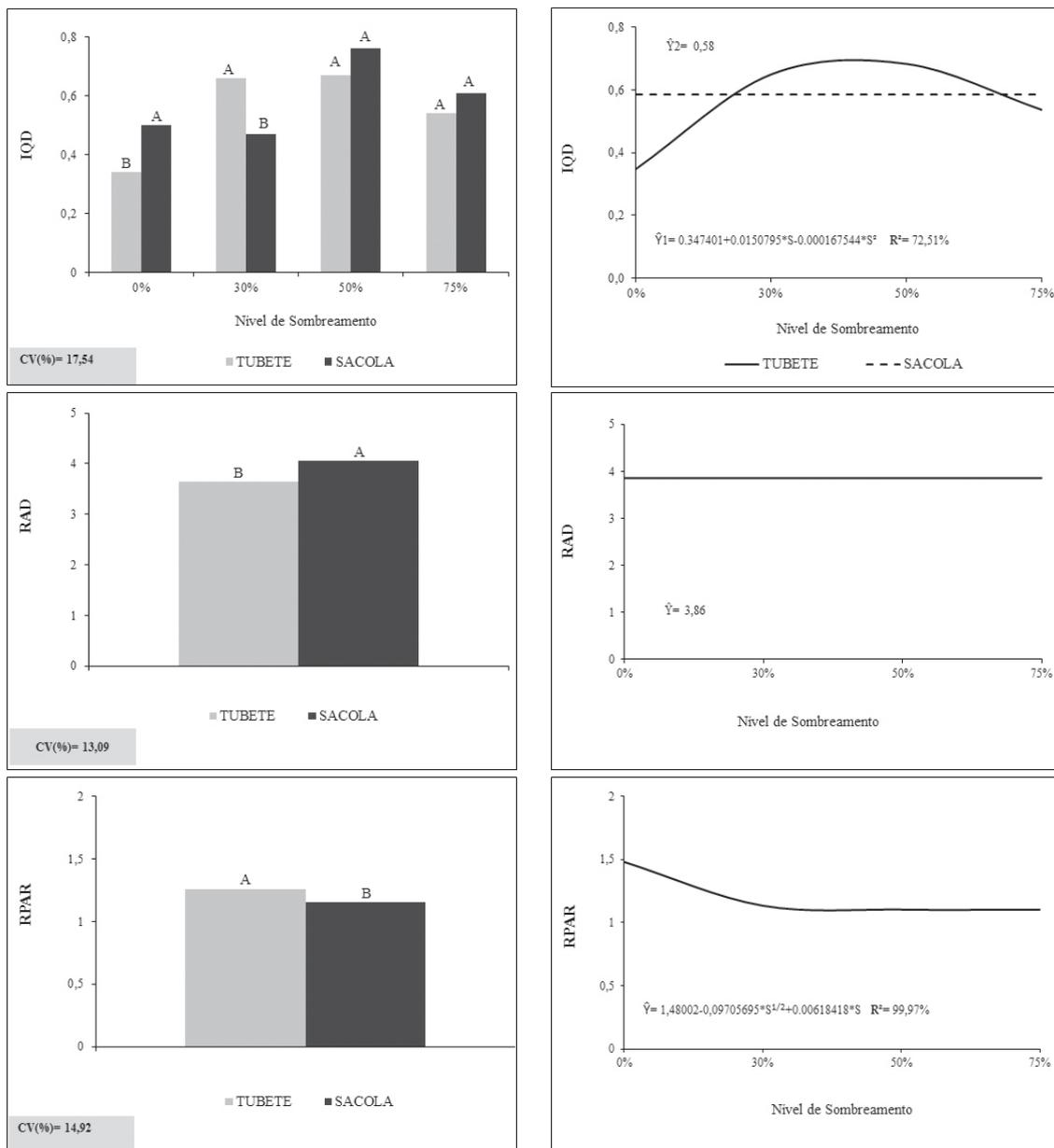


FIGURA 5 - Índice de qualidade de Dickson (IQD), relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD) e relação entre matéria seca da parte aérea e raízes (RPAR) de plantas de café conilon, em função dos tipos de recipientes e níveis de sombreamento.

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo \hat{Y}_1 = Tubete; \hat{Y}_2 = Sacola teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

A relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD), os resultados obtidos em tubetes foram inferiores aos de sacolas. Quanto à análise de RAD nos níveis de sombreamento, verificou-se que a regressão foi não significativa, tendo sido representada pelo valor médio de 3,86. Tal resultado encontra-se no intervalo entre 3,5 a 4, que é recomendado por Marana et al. (2008).

Na análise da relação entre a matéria seca da parte aérea e raízes (RPAR), os resultados obtidos em tubetes foram superiores aos de sacolas, cujos índices variaram entre 1,48 a 1,10, com efeito de raiz quadrada. Esses valores são inferiores ao estabelecido por Marana et al. (2008), que consideram o intervalo entre 4 e 7 como sendo ideal. Índices superiores a 7 parecem revelar que a muda desenvolveu muita folha em detrimento das raízes. Com relação aos baixos valores de RPAR obtidos nessa pesquisa (inferiores a 4), indicam que as mudas não apresentaram bom desenvolvimento da parte aérea. Com isso, os índices de qualidade RAD e RPAR permitem avaliar a real qualidade das mudas, traduzindo-se em informações que podem auxiliar no manejo adequado das plantas jovens de café conilon em viveiro. Assim, ao ser identificado o crescimento excessivo e/ou reduzido das mudas pode-se alterar as condições de manejo do viveiro, tais como adubações, irrigações e sombreamento.

Em geral, os valores médios dos índices de qualidade das mudas formadas em tubetes e sacolas, nos diferentes níveis de sombreamento foram: 3,95 para a relação entre a altura da planta e diâmetro do coleto; de 1,2 para a relação de matéria seca entre a parte aérea e raízes e índice de qualidade de Dickson de 0,57. Entretanto, chama atenção o fato de que as mudas formadas a pleno sol, apesar do crescimento inferior ao de mudas sombreadas, apresentaram valor de IQD superior a 0,20 tido como condição mínima para obtenção de mudas de qualidade. Desse modo, depreende-se que a formação de mudas a pleno sol é uma opção que deve ser sempre considerada pelo cafeicultor ou pelo viverista, pela qualidade das mudas assim produzidas.

Na Tabela 1 é apresentada a análise de trilha de acordo com o modelo desenvolvido por Wright (1921) para melhor compreender as associações entre diferentes variáveis. De acordo com Silva et al. (2010), caracteres com altas correlações positivas com a variável principal e, com efeito direto em sentido favorável, indicam a presença de causa e efeito. Desse modo, a matéria seca total e o diâmetro do coleto foram as variáveis que exerceram grande efeito direto sobre o índice de qualidade de Dickson (IQD). Isso evidencia a sua importância na determinação

TABELA 1- Estimativas dos efeitos direto e indireto e do coeficiente de determinação (R^2) obtidas pela análise de trilha entre o índice de qualidade de Dickson (IQD), altura da planta (AP), diâmetro do coleto (DC), área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST), relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD) e relação entre a matéria seca da parte aérea e raízes (RPAR), de mudas de café conilon, formadas em tubetes e sacolas nos níveis de sombreamento de 0% (pleno sol), 30%, 50% e 75%.

Efeito de IQD	H	DC	AF	MSF	MSR	MST	RAD	RPAR
Direto	-0,642	0,329	0,024	-0,075	-0,090	1,216	0,009	-0,201
Ind. via H	-	-0,222	-0,522	-0,418	-0,455	-0,436	-0,552	0,340
Ind. via DC	0,114	-	0,088	0,081	0,107	0,092	-0,056	-0,089
Ind. via AF	0,020	0,007	-	0,012	0,015	0,014	0,017	-0,012
Ind. via MSF	-0,049	-0,018	-0,036	-	-0,061	-0,069	-0,042	0,027
Ind. via MSR	-0,064	-0,029	-0,057	-0,073	-	-0,084	-0,052	0,070
Ind. via MST	0,826	0,341	0,686	1,129	1,134	-	0,685	-0,709
Ind. via RAD	0,008	-0,002	0,006	0,005	0,005	0,005	-	-0,004
Ind. via RPAR	0,106	0,054	0,094	0,074	0,155	0,117	0,085	-
Total	0,319*	0,460*	0,284*	0,735*	0,811*	0,855*	0,093 ^{ns}	-0,577*
Coeficiente de Determinação	0,9817							
Efeito da Variável Residual	0,1353							

da qualidade das mudas de café conilon formadas em tubetes e sacolas nos níveis de sombreamento, constituindo-se em principais determinantes de suas alterações.

A matéria seca da parte aérea (MSA) e de raízes (MSR) apresentaram altas correlações positivas com IQD, com coeficiente de trilha em sentido contrário e efeito direto menor que o da variável residual, sendo sua importância dada somente em conjunto. Por sua vez, a altura da planta apresentou efeito direto superior ao efeito residual, contudo em sentido contrário e para explicar a variação de IQD, deve ser considerada a característica de crescimento que apresentar maior efeito indireto. Já a área foliar, também apresentou coeficiente de trilha menor que o efeito residual, o que traduz pequeno efeito direto sobre IQD.

A única variável que apresentou correlação negativa com IQD foi RPAR. Segundo Ribeiro Júnior e Melo (2009), quando o coeficiente é negativo, valores altos de uma variável estarão associados a valores baixos da outra. Assim, existe uma tendência do IQD diminuir com o aumento de RPAR. Ressalta-se ainda que a relação entre altura da planta/diâmetro do coleto (RAD), indicou correlação não significativa com IQD e, portanto, não apresentou relação de causa e efeito.

4 CONCLUSÕES

As mudas crescem melhor em sacolas do que em tubetes, com exceção do nível de 30% de sombreamento.

A qualidade das mudas mantidas a pleno sol é inferior ao obtido nos níveis de sombreamento.

A matéria seca total e o diâmetro do coleto são as variáveis mais propícias para indicar a qualidade das mudas de café conilon.

5 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, F. B. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* - Engelm.** 2007. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ALVES, J. D.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas.** Lavras: UFLA, 2010. p. 169-215.

APHALO, P.; RIKALA, R. Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume. **New Forests**, Wageningen, v. 25, n. 2, p. 93-108, 2003.

BRAUN, H. et al. Produção de mudas de café conilon propagadas em diferentes níveis de sombreamento. **Idesia**, Tapará, v. 25, n. 3, p. 85-91, 2007.

CARVALHO, G. R. et al. Normas e padrões para a comercialização de sementes e mudas de cafeeiros em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 24-30, 2008.

CHAVES, A. de S.; PAIVA, H. N. de. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, 2004.

CUNHA, R. L. et al. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 7-12, jan./fev. 2002.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia.** 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba, 1989.

FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Influência do sombreamento nas características fisiológicas envolvidas no crescimento de espécies de coffeea. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., 1994, Londrina. **Resumos Expandidos...** Londrina: IAP, 1994. p. 289-290.

HENRIQUE, P. de C. et al. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 458-465, maio 2011.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY

- ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1., 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: USDA, 1990. p. 218-222.
- JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1991. p. 143-162.
- MARANA, J. P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.
- MATIELLO, J. B. et al. Viveiro de mudas a pleno sol na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: MAPA/PROCAFÉ, 1997. p. 47.
- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Plantio e formação da lavoura cafeeira**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 42 p.
- MORGADO, I. F. et al. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* ex Maiden, utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 27-33, jan./fev. 2000.
- PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, J. R.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 134-140, jan./fev. 2003.
- PARTELLI, F. L. et al. Estimativa da área foliar do cafeeiro conilon a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 306, p. 204-210, 2006.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 288 p.
- RICCI, M. dos S. F. et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, abr. 2006.
- SILVA, C. J. da et al. Índice de qualidade de Dickson em mudas de cafeeiro, em função de porções de material orgânico adicionado ao substrato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 37., 2011, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ, 2011. p. 107-108.
- SILVA, J. I. et al. Desenvolvimento de mudas de *coffea canephora* PIERRE ex A. FROEHNER em diferentes combinações de substrato e recipiente. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 38-48, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TATAGIBA, S. D. et al. Mudas de *Coffea canephora* cultivadas sombreadas e a pleno sol. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 219-226, 2010.
- VALLONE, H. S. et al. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, jan./fev. 2010.
- _____. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, set./out. 2009.
- WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 20, p. 557-585, 1921.