

Índices de qualidade e crescimento de mudas de café Conilon sob irrigação e hidrorretentor

José M. G. de Azevedo¹, Edvaldo F. dos Reis², Marcelo A. Tomaz³, Giovanni de O. Garcia²,
Natiélia O. Nogueira³, Maria C. J. D. Dardengo¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre, BR 482 - Km-1, Rive, CEP 29500-000, Alegre-ES, Brasil. Caixa Postal 47. E-mail: jmgazevedo@ifes.edu.br; mcristjunger@hotmail.com

² Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, Alto Universitário, Centro, CEP 29500-000, Alegre-ES, Brasil. Caixa Postal 16. E-mail: edreis@cca.ufes.br; giovanni.garcia@ufes.br

³ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Produção Vegetal, Alto Universitário, Centro, CEP 29500-000, Alegre-ES, Brasil. Caixa Postal 16. E-mail: marcelo.tomazo@ufes.br; natielia_nogueira@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a qualidade das mudas de café Conilon produzidas sob diferentes lâminas de irrigação, com e sem hidrorretentor, em sacolas e tubetes. O experimento foi conduzido no viveiro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo, Campus de Alegre. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com arranjo de parcelas subdivididas 4 x 2 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro lâminas de irrigação testadas nas parcelas principais (25; 40; 55; e 70% da ET_0), dois tipos de recipiente (tubete e sacola) testados nas subparcelas e dois níveis de hidrorretentor (com e sem hidrorretentor) testados nas subsubparcelas. A unidade experimental foi constituída de quatro plantas. Aos 140 dias de idade foram avaliados: altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, massa da parte aérea e raiz seca, relação da altura/diâmetro do caule, relação da parte aérea/raiz e índice de qualidade de Dickson. As mudas produzidas em sacolas apresentaram desenvolvimento superior ao das mudas produzidas em tubetes. A lâmina de 40% da ET_0 é a mais indicada para as mudas produzidas em sacolas sendo que a lâmina de 70% da ET_0 é a que proporcionou o melhor desenvolvimento para tubetes. A presença de hidrorretentor promove o melhor desenvolvimento das mudas produzidas em sacolas.

Palavras-chave: biomassa, hidrogel, lâmina de água, manejo da irrigação

Quality index and Conilon coffee seedling growth under irrigation and hydroretentive

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the quality of Conilon coffee seedling, produce under different irrigation levels, with and without hydroretentive in bags and tubes. The experiments were conducted in the Federal Institute of Education, Science and Technology's nursery in the state of Espírito Santo, Alegre's Campus. The experiments was set up in a split-plot design 4 x 2 x 2, plots of irrigation level of four depths (25; 40; 55 e 70% of ET_0), in the subplots recipients in two levels (tube and bag) and in the split split plots in two levels (with and without hydroretentive), in a completely randomize design with four replications. At one hundred and forty days of age, was evaluated the following: plant height, stem diameter, leaf area, shoot and root dry matter, ratio of height/stem diameter, ratio of matter/root and the Dickson's quality index. The seedlings grown in the bags showed higher development to the seedlings grown in tubes. For the seedlings grown in the bags in the depth 40% of ET_0 is the best, being the depth 70% of the one the provided the best development of the seedling in tubetes. The presence of hydroretentive promote the best development of the seedlings produce in bags.

Key words: biomass, hydrogel, water depth, irrigation management

Introdução

O cafeeiro Conilon é uma planta alógama e possui ampla variabilidade genética podendo ser propagada via sexuada (sementes) e assexuada (clone). Para a produção das mudas são usados diversos tipos e tamanhos de recipientes como: sacolas plásticas de polietileno e tubetes.

Um dos fatores que afetam o desenvolvimento do cafeeiro é a qualidade da muda, de fundamental importância no sucesso de uma lavoura cafeeira, influenciada pelo volume do recipiente, substrato utilizado e pela disponibilidade de água. Para melhorar a eficácia da utilização da água na irrigação polímeros hidroabsorventes têm sido utilizados com o intuito de aumentar a disponibilidade de água para as culturas. Esses polímeros são arranjos de moléculas orgânicas que, ao serem hidratados, se transformam em gel, absorvendo cerca de cem vezes, ou mais, seu peso em água (Fonteno & Bilderback, 1993).

De acordo com Zonta et al. (2009) o aumento da absorção e retenção da água pelo hidroabsorvente torna a água mais facilmente disponível para as plantas, possibilitando-lhe melhor desenvolvimento inicial.

Pesquisas comprovam efeito favorável do emprego do hidrorretentor no desenvolvimento inicial de mudas de cafeeiro (Azevedo et al., 2002; Zonta et al., 2009; Carvalho et al., 2011). No entanto, há carência de informações sobre o manejo da irrigação e uso de hidrorretentor na fase de produção dessas mudas.

Vários fatores estão envolvidos na cadeia produtiva cafeeira e, para que se obtenha sucesso no empreendimento, é de fundamental importância que as mudas sejam produzidas com padrões mínimos de qualidade (Braun et al., 2009). Para avaliar a qualidade das mudas e evitar distorções provenientes do manejo inadequado, utilizam-se índices de qualidade, que são relações entre os parâmetros de crescimento (Marana et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das mudas de café Conilon produzidas em sacolas e tubetes sob diferentes lâminas de irrigação, com e sem hidrorretentor.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no viveiro de Produção de Mudanças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo - IFES, Campus de Alegre, localizado no Distrito de Rive, Município de Alegre, ES, latitude de 20° 25' 51,61" S, longitude de 41° 27' 24,51" W e altitude de 137 m. A precipitação média anual é de 1.200 mm e o clima da região é classificado, por Köppen, como sendo do tipo Aw, com temperatura média anual de 26 °C.

Foram utilizadas sementes de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner conhecida popularmente como café Conilon, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151 - Robusta Tropical) oriundas da fazenda experimental de Marilândia do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

Os recipientes utilizados na produção das mudas foram tubetes com capacidade de 120 mL, dispostos em bandejas

plásticas de 9 x 12 células totalizando 108 tubetes por bandeja e sacolas de polietileno pretas (22 x 11 x 0,007 cm) com 22 furos na parte inferior e volume aproximado de 700 mL. Os recipientes utilizados na produção das mudas atendem à portaria nº 338, de 30/11/2010 da Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento no Estado do Espírito Santo.

Para o enchimento dos tubetes foram utilizados substrato comercial e adubo de liberação lenta (osmocote 14-14-14), na dose de 5 g L⁻¹; para as sacolas utilizou-se substrato com 70% de solo peneirado (horizonte B) + 30% de esterco bovino enriquecido com adubos químicos, de acordo com Prezotti et al. (2007). O hidrorretentor foi adicionado aos substratos na dose de 1 g L⁻¹, antes do enchimento dos recipientes e homogeneizados manualmente.

As sacolas e as bandejas de tubetes foram dispostas em bancadas com um metro de altura do solo, sob telado de sombrite com 50% de retenção da luminosidade. As bancadas foram cobertas com filme plástico transparente. Foi utilizada semeadura direta com uma semente para tubete e duas para sacola. Após a germinação realizou-se o desbaste a fim de manter apenas uma planta por recipiente.

Um sistema de irrigação por microaspersão foi instalado sobre as bancadas com controle independente para as diferentes lâminas. Foram utilizados microaspersores do tipo deflector invertido com vazão de 50 L h⁻¹. A ET₀ foi calculada de acordo com a equação proposta por Hargreaves & Samani (1985) a partir de dados de temperatura máxima e temperatura mínima diária.

Foi instalado um termômetro digital de máxima e mínima, na área do experimento. Coletavam-se, diariamente, às nove horas, os dados de temperatura máxima e mínima e se calculava a ET₀; as lâminas obtidas eram divididas em duas irrigações, às quinze horas e às nove horas do dia seguinte. Aos 70 dias após a semeadura, quando as plântulas atingiram a fase de "orelha de onça", que consiste na fase em que as folhas cotiledonares estão completamente expandidas, iniciou-se a aplicação das diferentes lâminas de irrigação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com arranjo de parcelas subdivididas 4 x 2 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro lâminas de irrigação testadas nas parcelas principais (25; 40; 55; e 70% da ET₀), dois tipos de recipiente (tubete e sacola) testados nas subparcelas e dois níveis de hidrorretentor (com e sem hidrorretentor) testados nas subsubparcelas. A unidade experimental foi constituída de quatro plantas.

As avaliações das mudas foram realizadas aos 140 dias após a semeadura e determinadas as características de crescimento: altura das mudas, diâmetro do caule, área foliar, massa da parte aérea e raiz seca e total, relação da altura/diâmetro do caule (RAD), relação da parte aérea/raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD), obtido pela fórmula: IQD = [massa seca total / (RAD + RPAR)] preconizada por Dickson et al. (1960).

Na determinação da altura das mudas foi utilizada uma régua graduada em milímetros tomando-se como referência, a distância entre o colo e o ápice da muda. O diâmetro do caule foi medido na altura de um centímetro do solo utilizando-se

um paquímetro digital. A área foliar foi determinada por meio da equação descrita por Barros et al. (1973).

Para a determinação da massa da parte aérea, raiz e massa total seca, as plantas foram cortadas, lavadas e colocadas para secar em sacos de papel previamente identificados e transferidas para estufa de ventilação forçada a temperatura de 65 °C até atingir massa constante. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), utilizando-se o Software SAEG 9.1 (2007) e quando significativos foi utilizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Para a variável altura das mudas observa-se, pela análise de variância na Tabela 1, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipiente x hidrorretentor; apenas nota efeito significativo ($p \leq 0,05$) para as interações lâminas de irrigação x recipientes e recipientes x hidrorretentor.

Tabela 1. Análise de variância de altura, diâmetro do caule e área foliar de mudas de café Conilon

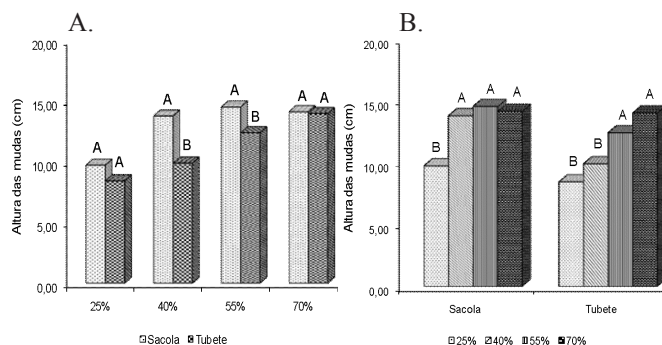
| Fonte de variação | GL | Quadrados médios | | |
|---------------------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Altura | Diâmetro | Área foliar |
| Lâminas | 3 | 79,612** | 0,9262** | 1337,4** |
| Resíduo (a) | 12 | 2,7544 | 0,0471 | 137,82 |
| Recipientes | 1 | 55,503** | 1,2100** | 5675,8** |
| Lâminas x Recipientes | 3 | 9,9767** | 0,2603** | 394,92** |
| Resíduo (b) | 12 | 3,1597 | 0,0314 | 89,373 |
| Hidrorretentor | 1 | 0,0506 ^{ns} | 0,0030 ^{ns} | 64,064 ^{ns} |
| Lâminas x Hidrorretentor | 3 | 0,9623 ^{ns} | 0,0637 ^{ns} | 18,455 ^{ns} |
| Recipiente x Hidrorretentor | 1 | 9,3025** | 0,6889** | 706,67** |
| Lâminas x Recipiente x Hidrorretentor | 3 | 0,5083 ^{ns} | 0,0563 ^{ns} | 8,6104 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 0,9106 | 0,0674 | 115,73 |
| Média Geral | | 12,141 | 2,2756 | 51,681 |
| CV % | | 7,86 | 11,405 | 20,816 |

*Significativo a 5%; e ^{ns} não significativo.

Para a interação lâminas de irrigação x recipientes constata-se, na Figura 1A, que para as lâminas de 25 e 70% da ET_0 , os valores de altura das mudas não diferem estatisticamente entre sacola e tubete. Enquanto para as mudas que receberam as lâminas de 40 e 55% da ET_0 , há diferença significativa entre os recipientes tendo-se observado os maiores valores para as mudas produzidas em sacolas.

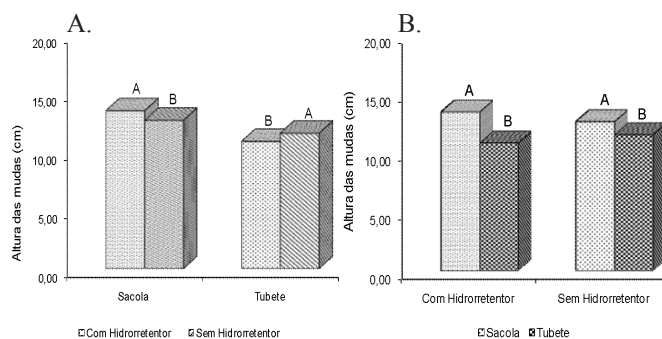
Na Figura 1B verifica-se, ao se estudar o fator lâmina de irrigação no recipiente sacola, que somente as mudas que receberam a lâmina de 25% da ET_0 diferem estatisticamente das mudas submetidas às demais lâminas e que apresentaram o menor valor de altura. Enquanto no recipiente tubete a altura das mudas submetidas às lâminas de 25 e 40% da ET_0 diferiu significativamente das produzidas nas lâminas de 55 e 70% da ET_0 .

Para a interação recipiente x hidrorretentor observa-se, ao analisar a altura das mudas produzidas em sacola, que o hidrorretentor confere os maiores valores (Figura 2A). As mudas produzidas em tubete (Figura 2A) sem hidrorretentor apresentaram maiores valores de altura que as mudas produzidas com hidrorretentor. Resultados contrários foram obtidos por Haffe et al. (2008) para mudas de maracujá doce, que observaram aumento linear da altura com o aumento da dose do hidrorretentor.



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Valores de altura das mudas (cm) de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da ET_0) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Valores de altura das mudas (cm) de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função de recipientes (sacola e tubete) (A) e hidrorretentor (com e sem) (B)

Ao analisar a altura das mudas constata-se, na Figura 2B, que tanto com, quanto sem hidrorretentor, o recipiente sacola diferiu significativamente do recipiente tubete, cujas mudas produzidas em sacolas apresentaram os maiores valores de altura.

O fato de as mudas produzidas em tubetes obterem os maiores valores de altura quando submetidas aos maiores valores de lâminas de irrigação (55 e 70% da ET_0) (Figura 1B) e as mudas obtidas por meio do recipiente sacola terem sido superiores às mudas provenientes dos tubetes (Figura 2B), pode estar associado ao menor volume de substrato no tubete, possível de ter restringido seu armazenamento de água no mesmo.

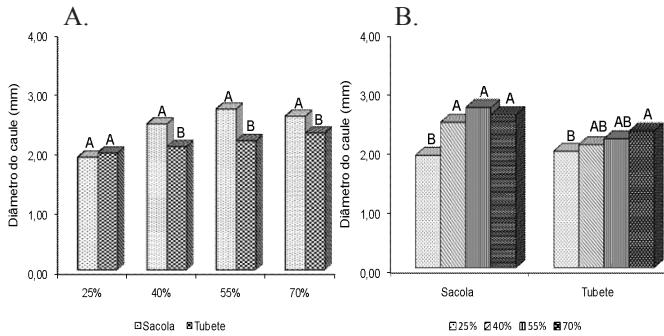
Vallone et al. (2010) verificaram, ao estudar diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros, que os recipientes de maior volume proporcionam crescimento mais acelerado das mudas. Azevedo et al. (2002) concluíram, estudando a eficiência do hidrorretentor adicionado ao substrato de transplante no armazenamento de água para o cafeeiro e utilizando quatro doses de polímero e quatro turnos de rega, que a altura das plantas aumentou com a adição do produto.

Para a variável diâmetro do caule observa-se pela análise de variância na Tabela 1, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor, com efeito significativo ($p \leq 0,05$) para as interações lâminas de irrigação x recipientes e recipientes x hidrorretentor.

Para a interação lâminas de irrigação x recipientes verifica-se, na Figura 3A, que apenas na lâmina de 25% da

ET_0 os valores de diâmetro do caule das mudas não diferem estatisticamente entre sacola e tubete.

Na Figura 3B se observa, analisando o fator lâmina de irrigação no recipiente sacola, que a lâmina de 25% da ET_0 difere estatisticamente das demais apresentando o menor valor de diâmetro do caule. Enquanto no recipiente tubete somente as mudas produzidas sob a lâmina de 70% da ET_0 apresentam diferença estatística para as mudas que receberam a lâmina de 25% da ET_0 , sendo essas as de menor diâmetro do caule. Dardengo et al. (2009) verificaram, estudando o déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, que o déficit hídrico reduziu o diâmetro do caule das plantas.

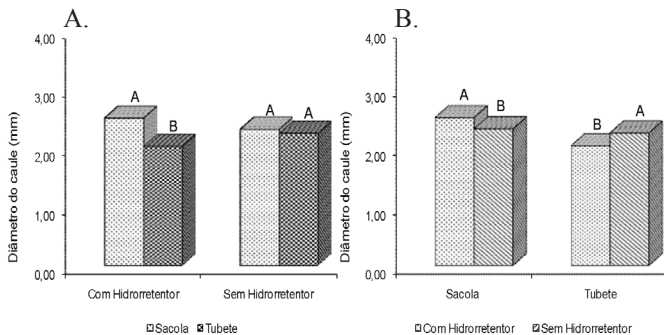


*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 3. Valores de diâmetro do caule (mm) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da ET_0) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

Para a interação recipiente x hidrorretentor e segundo a Figura 4A, somente com hidrorretentor o recipiente sacola diferiu significativamente do recipiente tubete apresentando maiores valores de diâmetro do caule; além disto se verifica que há diferença estatística para hidrorretentor nos dois recipientes sendo que na sacola o maior valor de diâmetro do caule foi observado com hidrorretentor e no tubete o maior valor de diâmetro do caule foi observado sem hidrorretentor (Figura 4B).

De acordo com Vallone et al. (2010) o aumento do diâmetro do caule em plantas de cafeeiro pode estar associado ao maior volume de substrato utilizado na produção de mudas em função da dimensão do recipiente; é válido ressaltar que o maior volume de substrato favorece o desenvolvimento do



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 4. Valores de diâmetro do caule (mm) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função do hidrorretentor (com e sem) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

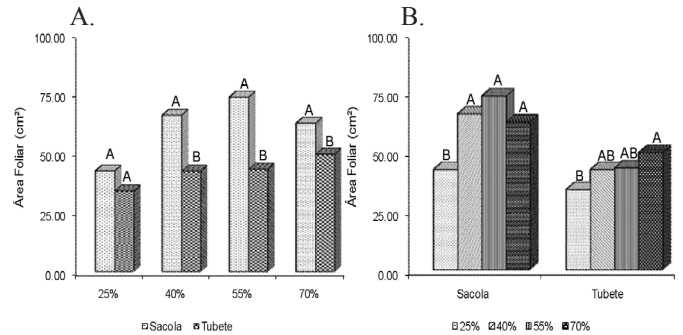
sistema radicular e, consequentemente, o diâmetro e a altura das mudas.

Para a variável área foliar nota-se, pela análise de variância na Tabela 1, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor com efeito significativo ($p \leq 0,05$) para as interações lâminas de irrigação x recipientes e recipientes x hidrorretentor.

Para a interação lâminas de irrigação x recipientes observa-se, na Figura 5A, que somente nas mudas que receberam a lâmina de 25% da ET_0 os valores de área foliar não diferem estatisticamente entre sacola e tubete enquanto nas demais lâminas há diferença significativa entre os recipientes, sendo observados maiores valores de área foliar para sacola.

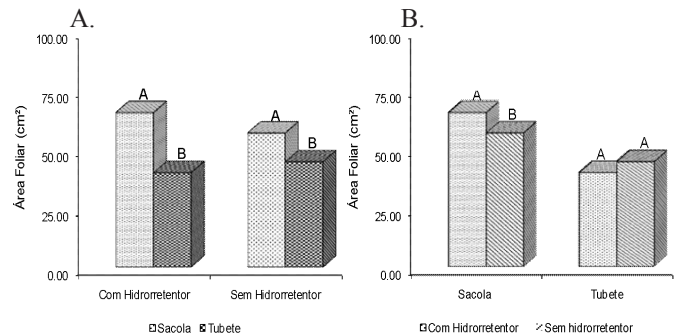
Na Figura 5B se constata, ao observar o fator lâmina de irrigação no recipiente sacola, que somente as mudas submetidas à lâmina de 25% da ET_0 diferem estatisticamente das demais apresentando o menor valor de área foliar. Enquanto no recipiente tubete as mudas irrigadas com a lâmina de 70% da ET_0 apresentam diferença estatística para as mudas que receberam a lâmina de 25% da ET_0 .

Para a interação recipiente x hidrorretentor observa-se, na Figura 6A, que com e sem hidrorretentor o recipiente sacola diferiu significativamente do recipiente tubete apresentando maiores valores de área foliar e na sacola o hidrorretentor difere estatisticamente do tubete, apresentando maior valor de área foliar. No tubete não há diferença estatística para o hidrorretentor (Figura 6B).



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 5. Valores de área foliar (cm²) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da ET_0) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 6. Valores de área foliar (cm²) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função do hidrorretentor (com e sem) (A) e recipientes de sacola e tubete (B)

Polímeros hidrorretentores foram pesquisados na produção de mudas de cafeeiros apresentando resultados ambíguos. Incrementos em altura, massa da parte aérea seca e área foliar e aumento nos intervalos entre as irrigações, foram relatados por Azevedo et al. (2002) porém, Mendonça et al. (2002) observaram resultados negativos na produção de mudas de cafeeiro em tubetes utilizando substrato comercial como menor incremento em massa da parte aérea seca e área foliar.

Para a variável massa da parte aérea seca, observa-se pela análise de variância na Tabela 2, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor com efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para as interações lâminas de irrigação x recipientes e recipientes x hidrorretentor.

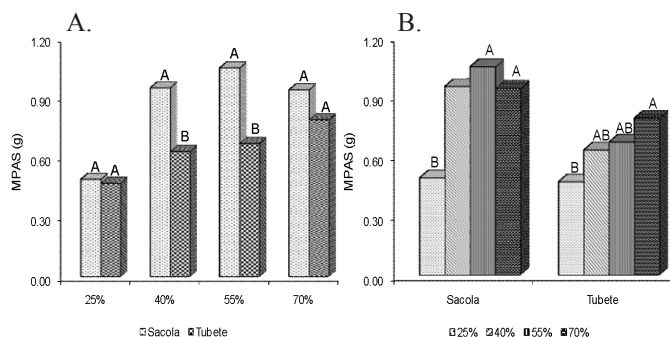
Tabela 2. Análise de variância de massa da parte aérea (MPAS), raiz (MRS) e total seca (MTS) de mudas de café Conilon

| Fonte de variação | GL | Quadrados médios | | |
|--------------------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | MPAS | MRS | MTS |
| Lâmina | 3 | 0,5338** | 0,0356** | 0,8407** |
| Resíduo (a) | 12 | 0,0270 | 0,0021 | 0,0413 |
| Recipiente | 1 | 0,7768** | 0,0440** | 1,1906** |
| Lâmina x Recipiente | 3 | 0,1128** | 0,0049 ^{ns} | 0,1527 ^{ns} |
| Resíduo (b) | 12 | 0,0300 | 0,0047 | 0,0570 |
| Hidrorretentor | 1 | 0,0047 ^{ns} | 0,0035 ^{ns} | 0,0001 ^{ns} |
| Lâmina x Hidrorretentor | 3 | 0,0049 ^{ns} | 0,0008 ^{ns} | 0,0078 ^{ns} |
| Recipiente x Hidrorretentor | 1 | 0,2187** | 0,0307** | 0,4133** |
| Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor | 3 | 0,0056 ^{ns} | 0,0022 ^{ns} | 0,0134 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 0,0422 | 0,0039 | 0,0701 |
| Média Geral | | 0,7499 | 0,1959 | 0,9458 |
| CV % | | 27,395 | 32,072 | 27,997 |

*Significativo a 5%; e ^{ns} não significativo.

Observa-se, na Figura 7A, que para a interação lâminas de irrigação x recipientes, os valores de massa da parte aérea seca das mudas não diferem estatisticamente entre sacola e tubete nas lâminas de 25 e 70% da ET_0 . Enquanto nas mudas que receberam as lâminas de 40 e 55% da ET_0 há diferença significativa entre os recipientes sendo observados maiores valores para as mudas produzidas em sacola.

Na Figura 7B verifica-se, ao observar o fator lâmina no recipiente sacola, que somente as mudas submetidas à lâmina de 25% da ET_0 diferem estatisticamente das demais apresentando o menor valor massa da parte aérea seca. Enquanto no recipiente tubete apenas as mudas irrigadas com a lâmina de 70% da ET_0 apresentam diferença estatística para



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 7. Valores de massa da parte aérea seca (MPAS) (g) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da ET_0) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

as mudas que receberam a lâmina de 25% da ET_0 , sendo essas as de menores valores de massa da parte aérea seca.

Araújo et al. (2011) estudaram a influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical e Conilon Vitória clone número 5, em vários períodos, por 180 dias e concluíram que, independentemente do momento em que as plantas passaram por déficit hídrico, houve redução da massa da parte aérea seca, massa da raiz seca, altura das mudas, diâmetro do caule e diâmetro das copas.

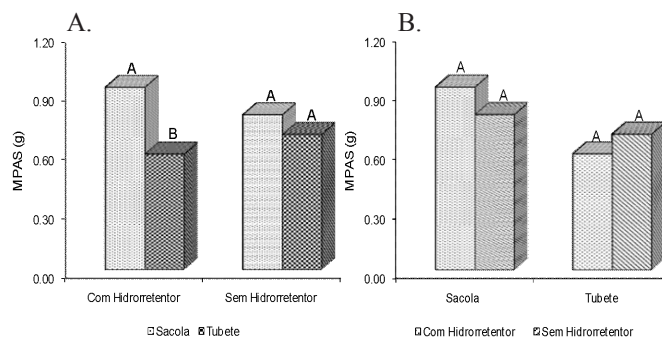
Na Figura 8A se observa diferença estatística para a interação recipiente x hidrorretentor, apenas entre sacola e tubete, com hidrorretentor e que o maior valor de massa da parte aérea seca foi observado nas mudas produzidas em sacola. Tanto para mudas produzidas em sacola quanto para mudas produzidas em tubete, não houve diferença estatística na massa da parte aérea seca com e sem hidrorretentor (Figura 8B).

Vallone et al. (2004) estudaram os efeitos da substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada e da adição de polímero hidrorretentor, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em tubetes de 120 mL e concluíram que a utilização do polímero da marca Hydrosolo provocou influência negativa nos parâmetros estudados. Por outro lado, esses autores observaram que a ausência do polímero propiciou, embora com pequena diferença, a formação de mudas em menor tempo.

As mudas produzidas na ausência de polímero também foram superiores quanto à altura e à área foliar, tendo a adição do polímero reduzido tanto a massa do sistema radicular seca como da parte aérea, sem alterar a relação entre elas prejudicando o desenvolvimento da muda, como um todo, enquanto o diâmetro de caule não foi influenciado pela presença do polímero em estudo.

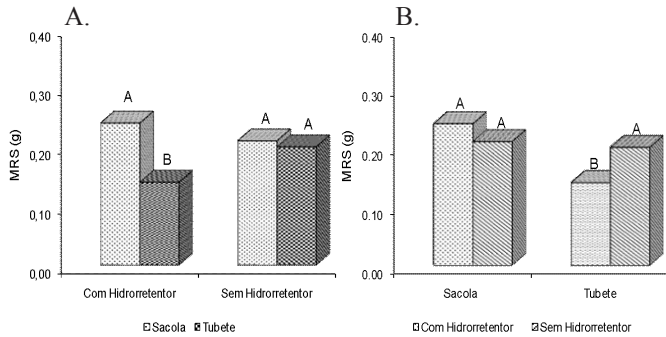
Para a variável massa da raiz seca, observa-se pela análise de variância na Tabela 2, não haver efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor com efeito significativo ($p \leq 0,05$) só para a interação recipientes x hidrorretentor.

Para a massa da raiz seca nota-se, na Figura 9A, que as mudas produzidas na sacola diferiram estatisticamente das mudas produzidas no tubete com hidrorretentor apresentando maior valor. Já sem hidrorretentor, não houve diferença entre a massa da raiz seca das mudas produzidas em sacola e tubete.



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 8. Valores de massa da parte aérea seca (MPAS) (g) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função do hidrorretentor (com e sem) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 9. Valores de massa da raiz seca (MRS) (g) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função do hidrorretentor (com e sem) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

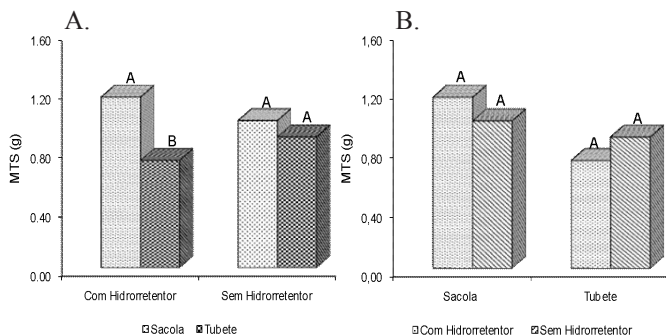
Verifica-se na Figura 9B, que no recipiente sacola não ocorreu diferença estatística entre a massa da raiz seca das mudas produzidas com e sem hidrorretentor. No tubete, porém, as mudas produzidas sem hidrorretentor apresentaram valor superior de massa de raiz seca.

Vallone et al. (2010) relatam que as mudas de cafeeiro produzidas em tubetes apresentam as menores médias para a altura das mudas e diâmetro do caule, com exceção apenas para a massa do sistema radicular e da parte aérea seca.

Resultados semelhantes foram obtidos por Vallone et al. (2010) corroborando com os resultados encontrados por Johnson et al. (1996). Destaca-se que sob estresse ambiental, as plantas desenvolvem mecanismos biofísicos como, por exemplo, o acúmulo de fotoassimilados devido à transferência da parte aérea para o sistema radicular, que apresenta uma taxa reduzida de crescimento e de pelos absorventes, para tolerar e sobreviver em situações adversas, tais como: estresse hídrico e térmico (Larcher, 2006).

Para a variável massa total seca observa-se, pela análise de variância na Tabela 2, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor com efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para a interação recipientes x hidrorretentor.

De acordo com a Figura 10A, somente com hidrorretentor houve diferença estatística entre as mudas produzidas em sacola e tubete sendo que as mudas oriundas de sacolas apresentaram maior valor de massa total seca; tanto para



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 10. Valores de massa total seca (MTS) (g) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função do hidrorretentor (com e sem) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

mudas produzidas em sacola quanto para mudas produzidas em tubete, não ocorreu diferença estatística na massa total seca com e sem hidrorretentor (Figura 10B).

Para a variável relação altura/diâmetro verifica-se, pela análise de variância na Tabela 3, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor com efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para a interação lâminas de irrigação x recipientes.

Tabela 3. Análise de variância da relação altura/diâmetro (RAD), relação parte aérea/raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de café Conilon

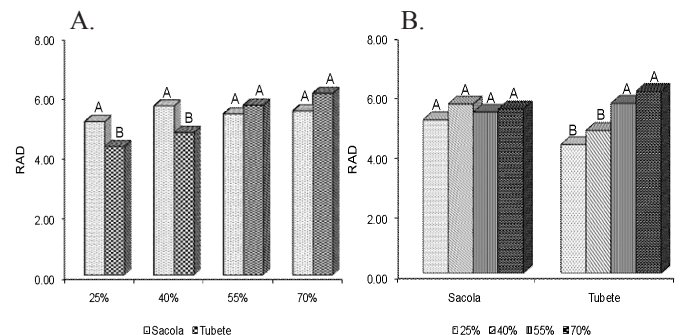
| Fonte de variação | GL | Quadrados médios | | |
|--------------------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | RAD | RPAR | IQD |
| Lâmina | 3 | 3,4194** | 0,6196 ^{ns} | 0,0073** |
| Resíduo (a) | 12 | 0,4194 | 0,4700 | 0,0005 |
| Recipiente | 1 | 0,6891 ^{ns} | 0,1163 ^{ns} | 0,0119** |
| Lâmina x Recipiente | 3 | 2,3078** | 1,0990 ^{ns} | 0,0022 ^{ns} |
| Resíduo (b) | 12 | 0,3497 | 0,6007 | 0,0010 |
| Hidrorretentor | 1 | 0,0414 ^{ns} | 3,6283** | 0,0004 ^{ns} |
| Lâmina x Hidrorretentor | 3 | 0,1199 ^{ns} | 0,3468 ^{ns} | 0,0001 ^{ns} |
| Recipiente x Hidrorretentor | 1 | 0,2296 ^{ns} | 2,3718** | 0,0085** |
| Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor | 3 | 0,0633 ^{ns} | 0,5354 ^{ns} | 0,0006 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 0,2949 | 0,3293 | 0,0012 |
| Média Geral | | 5,3227 | 3,9492 | 0,1030 |
| CV % | | 10,202 | 14,530 | 33,800 |

*Significativo a 5%; e ^{ns} não significativo.

Para a interação lâminas de irrigação x recipientes verifica-se, na Figura 11A, que para as lâminas de 25 e 40% da ET_0 os valores da relação altura/diâmetro do caule das mudas apresentaram diferença estatística entre sacola e tubete, sendo observados maiores valores para sacola e que nas mudas sob as demais lâminas não há diferença estatística entre os recipientes em estudo.

Constata-se, na Figura 11B, não haver diferença estatística entre a relação altura/diâmetro do caule das mudas produzidas em sacolas, nas diferentes lâminas de irrigação e que para as mudas produzidas em tubetes as lâminas de 25 e 40% da ET_0 diferem estatisticamente das mudas que foram submetidas às lâminas de 55 e 70% da ET_0 , que proporcionaram valores superiores para esta variável. Resultados divergentes foram obtidos por Marana et al. (2008) ao estudar os efeitos das doses de adubo de liberação lenta e de dois tipos de substratos em mudas de cafeeiro, produzidas em tubete.

Para a variável relação parte aérea/raiz observa-se, pela análise de variância na Tabela 3, que não há efeito significativo

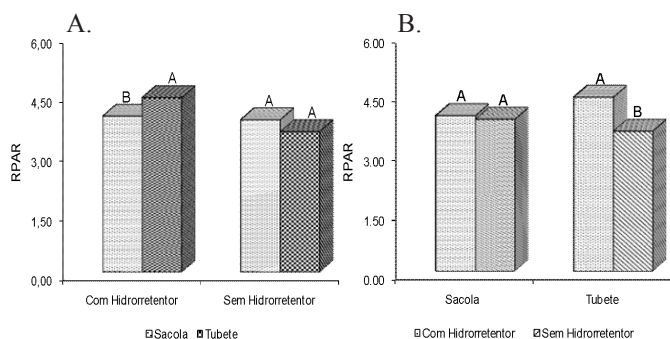


*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 11. Valores da relação altura/diâmetro do caule (RAD) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da ET_0) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor com efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para a interação recipientes x hidrorretentor; para a interação recipientes x hidrorretentor verifica-se, na Figura 12A, que com hidrorretentor o recipiente tubete difere significativamente do recipiente sacola, apresentando maiores valores para a relação parte aérea/raiz, fato passível de ser menor desenvolvimento das raízes das plantas produzidas em tubete com hidrorretentor.

Observa-se, na Figura 12B, que só houve diferença na relação parte aérea/raiz das mudas produzidas em tubete sendo que o maior valor é observado com hidrorretentor.



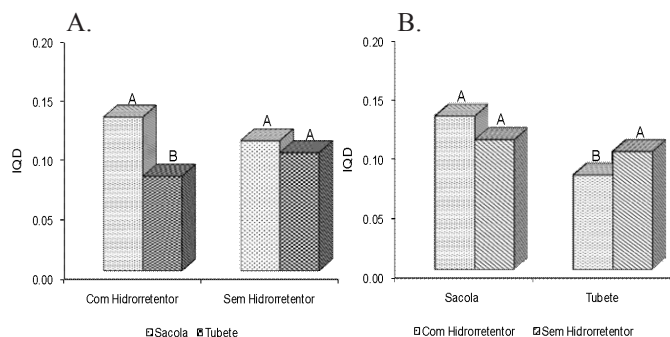
*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 12. Valores da relação parte aérea/raiz (RPAR) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função do hidrorretentor (com e sem) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

Em geral, em recipientes maiores o desenvolvimento das mudas é mais rápido e uniforme porém, de acordo com Andrade et al. (2012) no caso das características morfológicas nem sempre maiores relações indicam melhor qualidade de mudas, como é o caso da relação altura /diâmetro do colo.

Para a variável índice de qualidade de Dickson observa-se, pela análise de variância na Tabela 3, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor com efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para a interação recipientes x hidrorretentor.

Para a interação recipientes x hidrorretentor verifica-se, na Figura 13A, que com hidrorretentor o recipiente sacola diferiu significativamente do recipiente tubete apresentando os maiores valores para o índice de qualidade de Dickson e que somente no recipiente tubete o índice de qualidade de Dickson



*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 13. Valores do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical, em função do hidrorretentor (com e sem) (A) e recipientes (sacola e tubete) (B)

das mudas produzidas com e sem hidrorretentor, diferiu estatisticamente.

O maior valor foi observado nas mudas produzidas sem hidrorretentor (Figura 13B). Foram encontrados valores do índice de qualidade de Dickson intermediários aos encontrados por Marana et al. (2008) estudando os efeitos das doses de adubo de liberação lenta e de dois tipos de substratos sobre as diversas características de crescimento e sobre a qualidade das mudas de café. Ferraz & Engel (2011) obtiveram, ao estudar o efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de três espécies florestais, as melhores médias dos índices de crescimento para mudas desenvolvidas em recipientes de maiores volumes.

O fato de o hidrorretentor ter influenciado negativamente os resultados do IQD para as mudas de café Conilon cultivadas em tubetes, pode ser atribuído à expansão do hidrorretentor em contato com a água no substrato, que ocasiona redução do espaço poroso do substrato o qual, conseqüentemente, prejudica o desenvolvimento das mudas; esses resultados corroboram com os apresentados por Vichiato et al. (2004).

Conclusões

As mudas de café Conilon produzidas em sacolas apresentaram desenvolvimento superior ao das mudas produzidas em tubetes.

As mudas produzidas em sacolas nas lâminas de 40; 55 e 70% da ET_0 apresentaram desenvolvimento similar; para as mudas produzidas em tubetes a lâmina de 70% da ET_0 proporcionou o melhor desenvolvimento das mudas.

O hidrorretentor promoveu o melhor desenvolvimento das mudas produzidas em sacolas; já as mudas produzidas em tubetes se desenvolveram melhor sem hidrorretentor.

Literatura Citada

- Andrade, F. R.; Petter, F. A.; Marimon Junior, B. H.; Zuffo, A. M.; Souza, T. R. S.; Gonçalves, L. G. V. Formação de mudas de mamona em diferentes recipientes. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.2, p.274-279, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1642>>.
- 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, v.16, n.2, p.115-124, 2011. <<http://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/196>>. 30 Jul. 2012.
- Azevedo, T. L. F.; Bertonha, A.; Gonçalves, A. C. A.; Freitas, P. S. L.; Frizzone, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. Acta Scientiarum, v.24, n.5, p.1239-1243, 2002. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagr.v24i0.2271>>.
- Barros, R. S.; Maestri, M.; Vieira, M.; Braga Filho, L. J. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). Revista Ceres, v.20, n.107, p.44-52, 1973.
- Braun, H.; Zonta, J. H.; Lima, J. S. S.; Reis, E. F.; Silva, D. P. Desenvolvimento inicial do café Conilon (*Coffea canephora* Pierre) em solos de diferentes texturas com mudas produzidas em diferentes substratos. Idesia, v.27, n. 3, p.35-40, 2009. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000300006>>.

- Carvalho, J. A.; Aquino, R. F.; Mesquita, G. L.; Rezende, F. C.; Pereira, G. M. Utilização de polímero hidrorretentor no plantio de mudas de cafeeiro. *Engenharia na Agricultura*, v.19, n.2, p.64-171, 2011. <<http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/article/viewFile/294/161>>. 10 Abr. 2012.
- Dardengo, M. C. J. D.; Reis, E. F.; Passos, R. R. Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro conilon. *Bioscience Journal*, v.25, n.6, 2009. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6998>>. 05 Mai. 2012.
- Dickson, A.; Leaf, A. L.; Hosner, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, v.36, n.1, p.10-13, 1960. <<http://dx.doi.org/10.5558/tfc36010-1>>.
- Ferraz, A. V.; Engel, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). *Revista Árvore*, v.35, n.3, p.413-423, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300005>>.
- Fonteno, W. C.; Bilderback, T. E. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *Journal American Society For Horticultural Science*, v.118, n.2, p.217-22, 1993. <<http://journal.ashspublications.org/content/118/2/217.full.pdf>>. 27 Feb. 2014.
- Hafle, O. M.; Cruz, M. C. M.; Ramos, J. D.; Ramos, P. S.; Santos, V. A. Produção de mudas de maracujazeiro doce através da estaquia utilizando polímero hidrorretentor. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.3, p.232-236, 2008. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i3a292>>.
- Hargreaves, G. H.; Samani, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering Agriculture*, v.1, n.2, p.96-99, 1985. <<http://dx.doi.org/10.13031/2013.26773>>.
- Johnson, J.M.; Pritchard, J.; Gorham, J.; Tomos, A.D. Growth, water relations and solute accumulation in osmotically stressed seedlings of the *Colophospermum mopane*. *Tree Physiology*, v.16, n.8, p.713-718, 1996. <<http://dx.doi.org/10.1093/treephys/16.8.713>>.
- Larcher, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima, 2006. 550p.
- Marana, J. P.; Miglioranza, E.; Fonseca, E. P.; Kainuma, R.H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, v.38, n.1, p. 39-45, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000100007>>.
- Mendonça, F. C.; Teodoro, R. E. F.; Lima, L. M. L.; Fernandes, D. L.; Almeida, F. G.; Cunha, A. A. Produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Acaia, em tubetes com polímero hidroabsorvente adicionado ao substrato. In: *Simpósio Brasileiro de Pesquisa da Cafeicultura Irrigada*, 5., 2002. Araguari. Anais... Uberlândia: UFU, 2002. p.167-171.
- Prezotti, L. C.; Gomes, J. A.; Dadalto, G. G.; Oliveira, J. A. de. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação. Vitória: SEEA/ INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.
- Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - Saeg Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007.
- Vallone, H. S.; Guimarães, R. J.; Mendes, A. N. G.; Souza, C. A. S.; Cunha, R. L.; Dias, F. P. Diferentes recipientes e substrato na produção de mudas de cafeeiros. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 1, p. 55-60, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000100006>>.
- Vallone, H. S.; Guimarães, R. J.; Souza, C. A. S.; Carvalho, J.A.; Ferreira, R. S.; Oliveira, S. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidrorretentor. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 3, p. 593-599, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000300015>>.
- Vichiato, M.; Vichiato, M. R. M.; Silva, C. R. R. Crescimento e composição mineral do porta-enxerto Tangerineira Cleópatra cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 4, p. 748-756, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000400004>>.
- Zonta, J. H.; Braun, H.; Reis, E. F.; Paulucio, D.; Zonta, J. B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre). *Idesia*, v. 27, n. 3, 2009. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000300005>>.