

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**JOSÉ MARIA GONÇALVES DE AZEVEDO**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIROS SOB EFEITOS DE LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO, HIDRORRETENTOR E RECIPIENTES**

**ALEGRE  
2012**

**JOSÉ MARIA GONÇALVES DE AZEVEDO**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIROS SOB EFEITOS DE LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO, HIDRORRETENTOR E RECIPIENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração Planejamento e Manejo de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

**ALEGRE**

**2012**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

A994p Azevedo, José Maria Gonçalves de, 1983-  
Produção de mudas de cafeeiros sob efeitos de lâminas de irrigação,  
hidrorretentor e recipientes / José Maria Gonçalves de Azevedo. – 2012.  
86 f. : il.

Orientador: Edvaldo Fialho dos Reis.

Coorientadores: Marcelo Antonio Tomaz; Giovanni de Oliveira Garcia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Cafeeiro. 2. Mudas - Qualidade. 3. Evapotranspiração – Manejo – Irrigação. 4. Biomassa vegetal. 5. Polímeros. I. Reis, Edvaldo Fialho dos. II. Tomaz, Marcelo Antonio. III. Garcia, Giovanni de Oliveira. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

---

**JOSÉ MARIA GONÇALVES DE AZEVEDO**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIROS SOB EFEITOS DE LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO, HIDRORRETENTOR E RECIPIENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração Planejamento e Manejo de Recursos Hídricos.

Aprovado em 31 de julho de 2012.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof Dr. Edvaldo Fialho dos Reis  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

---

Prof Dr. Marcelo Antonio Tomaz  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof Dr. José Francisco Teixeira do Amaral  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Dra. Cristiani Campos Martins Busato  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Espírito Santo

*“A Deus pelo dom da vida, aos meus pais, por torná-la possível, às minhas irmãs, por fazê-la mais feliz e à minha esposa e ao meu filho, por completarem o sentido e a razão do meu viver.”*

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o Céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe.”

Leonardo da Vinci

“O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria se aprende com a vida e com os humildes.”

Cora Coralina

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela força necessária para seguir em frente, transpondo todos os obstáculos.

À minha família por todo apoio, carinho, compreensão e paciência em todas as fases de minha vida, sem os quais meus objetivos não teriam sido alcançados de forma exitosa.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por possibilitar um grande crescimento profissional, iniciado com a graduação, e agora, conclusão do mestrado.

Aos meus amigos e colegas do CCA-UFES, por toda ajuda prestada.

Às grandes amigas, Natiélia e Camila, pelo companheirismo e pelo incentivo.

Ao Professor Dr. Edvaldo Fialho dos Reis, pela orientação e conhecimentos transmitidos, fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos Professores Dr. Marcelo Antonio Tomaz e Dr. Giovanni de Oliveira Garcia, pela coorientação, pelas sugestões e pelo apoio.

Ao Professor Dr. José Francisco Teixeira do Amaral e à Dr.<sup>a</sup> Cristiani Campos Martins Busato, pelas suas contribuições.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus de Alegre, por ter permitido a realização deste trabalho. Em especial, aos servidores e alunos que participaram desta conquista.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pela doação das sementes.

A todos, que diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

## **BIOGRAFIA**

José Maria Gonçalves de Azevedo, nascido em Alegre, Espírito Santo, em 19 de janeiro de 1983, filho de Elson Teófilo de Azevedo e Penha Gonçalves de Azevedo. Em 2002, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo, na cidade de Alegre, ES. Em 2004, foi aprovado em concurso público para o cargo de Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus de Alegre. Em 2008, obteve o título de Engenheiro Agrônomo. Em 2009, ingressou e concluiu o curso de Especialização em Educação Ambiental e Recursos Naturais pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre. Em agosto de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, atuando na área de manejo da irrigação na produção de mudas de café, sob a orientação do Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.



## RESUMO GERAL

AZEVEDO, José Maria Gonçalves de. Universidade Federal do Espírito Santo. Julho, 2012. **Produção de mudas de cafeeiros sob efeitos de lâminas de irrigação, hidrorretentor e recipientes**. Orientador: Dr. Edvaldo Fialho dos Reis. Coorientadores: Dr. Marcelo Antonio Tomaz e Dr. Giovanni de Oliveira Garcia.

A qualidade da muda de café é de fundamental importância no sucesso de uma lavoura. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo analisar a qualidade de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151 – Robusta Tropical) e *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) produzidas sob diferentes lâminas de irrigação, com e sem hidrorretentor em sacolas e tubetes. Os experimentos foram conduzidos no viveiro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo, Campus de Alegre, e montados em esquema de parcelas subdivididas 4 x 2 x 2, sendo nas parcelas lâminas de irrigação em quatro níveis (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ), nas subparcelas recipientes em dois níveis (tubete e sacola) e nas subsubparcelas hidrorretentor, em dois níveis (com e sem hidrorretentor), num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. 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 de *C. canephora* e de *C. arabica*, produzidas em sacolas, apresentaram desenvolvimento superior às mudas produzidas em tubetes. A lâmina de 40% da  $ET_0$  é a indicada para as mudas de *C. canephora* e de *C. arabica* produzidas em sacolas e para as mudas produzidas em tubetes, a lâmina de 70% da  $ET_0$  foi a que proporcionou o melhor desenvolvimento das mudas. O hidrorretentor promoveu o melhor desenvolvimento das mudas de *C. canephora* produzidas em sacolas, ao contrário das mudas de *C. canephora* produzidas em tubetes, que se desenvolveram melhor sem hidrorretentor. O hidrorretentor não exerceu influência na qualidade mudas *C. arabica*.

Palavras-chave: Cafeeiro. Qualidade de mudas. Manejo da irrigação em substratos. Biomassa. Hidrogel.

## ABSTRACT

The coffee seedling quality is of fundamental importance in the success of a crop field. Therefore, the objective of this study was to analyze the quality of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner seedling, variety Robusta Tropical (EMCAPER 8151 – Robusta Tropical) and *Coffea arabica* L., cultivate Catuaí Vermelho (IAC 81) grown 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 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: 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 *C. canephora* and *C. arabica* seedlings grown in bags showed higher development to the seedlings grown in tubes. For the *C. canephora* and *C. arabica* seedlings grown in bags in the depth 40% of  $ET_0$  is the best and the tubes grown in the depth 70% of  $ET_0$  was the one that provided the best development of the seedling. The hydroretentive promoted the best development of the *C. canephora* seedlings produce in bags, unlike the *C. canephora* seedlings produce in tubes, which grew better in the absence of the hydroretentive. The hydroretentive had no influence on the quality of *C. arabica* seedlings.

Keywords: coffee, seedling quality, irrigation management in substrates, biomass, hydrogel

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	18
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	24
<b>ÍNDICES DE QUALIDADE E CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON SOB IRRIGAÇÃO E HIDRORRETENTOR</b> .....	24
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	26
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
3.1 ALTURA DAS MUDAS DE <i>Coffea canephora</i> .....	30
3.2 DIÂMETRO DO CAULE DE MUDAS DE <i>Coffea canephora</i> .....	32
3.3 ÁREA FOLIAR DE MUDAS DE <i>Coffea canephora</i> .....	34
3.4 MASSA DA PARTE AÉREA SECA DE MUDAS DE <i>Coffea canephora</i> .....	37
3.5 MASSA DA RAIZ SECA DE MUDAS DE <i>Coffea canephora</i> .....	39
3.6 MASSA TOTAL SECA DE MUDAS DE <i>Coffea canephora</i> .....	41
3.7 RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DO CAULE .....	42
3.8 RELAÇÃO PARTE AÉREA/RAIZ.....	42
3.9 ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON .....	44
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	46
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	47
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	51
<b>EFEITO DA IRRIGAÇÃO E DO HIDRORRETENTOR NO CRESCIMENTO DAS MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA</b> .....	51
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	53
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	55
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	58
3.1 ALTURA DAS MUDAS DE <i>Coffea arabica</i> .....	58
3.2 DIÂMETRO DO CAULE DE MUDAS DE <i>Coffea arabica</i> .....	60
3.5 MASSA DA PARTE AÉREA SECA DE MUDAS DE <i>Coffea arabica</i> .....	63
3.6 MASSA TOTAL SECA DE MUDAS DE <i>Coffea arabica</i> .....	68
3.7 RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DO CAULE .....	74
3.8 RELAÇÃO PARTE AÉREA/RAIZ.....	75

3.9 ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON.....	76
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>80</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE A</b> – Análise de variância de altura, diâmetro do caule e área foliar de mudas de café Conilon.....	<b>84</b>
<b>APÊNDICE B</b> – Análise de variância de massa da parte aérea (MPAS), raiz (MRS) e total seca (MTS) de mudas de café Conilon.....	<b>84</b>
<b>APÊNDICE C</b> – Análise de variância da relação altura/diâmetro do caule (RAD), relação parte aérea/raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de café Conilon.....	<b>85</b>
<b>APÊNDICE D</b> – Análise de variância de altura, diâmetro do caule e área foliar de mudas de café arábica.....	<b>85</b>
<b>APÊNDICE E</b> – Análise de variância de massa da parte aérea (MPAS), raiz (MRS) e total seca (MTS) de mudas de café arábica.....	<b>86</b>
<b>APÊNDICE F</b> – Análise de variância da relação altura/diâmetro do caule (RAD), relação parte aérea/raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de café arábica.....	<b>86</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

O cafeeiro é um arbusto da família das Rubiáceas, do gênero *Coffea*, nativo dos sub-bosques das florestas tropicais da Etiópia e sul do Sudão (CAMARGO; PEREIRA, 1994). Foi introduzido no Brasil em 1727, na região norte do país mais precisamente no Estado do Pará, expandindo-se até a Bahia, atingindo o Rio de Janeiro, passando para o Espírito Santo e Minas Gerais e depois para os Estados de São Paulo e Paraná (MATIELLO; CARVALHO, 1981).

Existe um grande número de espécies de café, entretanto, somente duas merecem destaque pela importância econômica, que são *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. Essas duas espécies atendem 100% do consumo mundial de café e as demais possuem importância para o banco de germoplasma, indispensáveis nos programas de melhoramento (FAVARIM, 2004).

Um dos fatores que afeta o desenvolvimento do cafeeiro é a qualidade da muda que é de fundamental importância no sucesso de uma lavoura cafeeira, sendo influenciada pelo volume do recipiente, substrato utilizado e disponibilidade de água.

Diante da crescente preocupação mundial com os recursos hídricos, a adoção de estratégias de manejo da irrigação que possibilitem economia de água e energia sem redução de produtividade é, hoje, de vital importância (BONOMO, 1999). Dessa forma, torna-se imprescindível a busca de alternativas para melhorar a eficiência da água na agricultura, como por exemplo, o uso de polímeros hidrorretentores para reter e disponibilizar água para as plantas por períodos prolongados.

Os polímeros hidrorretentores podem atuar como uma alternativa para situações em que há baixa disponibilidade de água no solo (SILVA; TOSCANI, 2000). A natureza do polímero hidrorretentor confere a esse material uma forma granular e quebradiça quando secos e, ao serem hidratados, transformam-se em gel, cuja forma macia e elástica possibilita absorver cerca de cem vezes, ou mais, o seu peso em água (FONTENO; BILDERBACK, 1993).

Atualmente, o cenário de produção de mudas de cafeeiro encontra-se numa fase de transição, em que o sistema tradicional vem sendo aos poucos substituído pelo sistema de tubetes. De acordo com Gervásio (2003), o enfoque principal dos pesquisadores com relação à produção de mudas de cafeeiro tem sido o tamanho de tubetes, composição e fertilização do substrato. Poucas informações sobre irrigação de mudas de cafeeiro são encontradas na literatura. As recomendações existentes não levam em consideração a demanda climática local, fazendo com que a resposta da planta seja diferenciada em função do local e da época do ano em que a muda está sendo produzida.

A estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) é de fundamental importância para o dimensionamento de sistemas e para o manejo da água de irrigação, o que requer a adoção de estudos, avaliações e ajustes para sua correta utilização.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo analisar a qualidade de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151 - Robusta Tropical) e *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) produzidas sob diferentes lâminas de irrigação, com e sem hidrorretentor em sacolas e tubetes.

## REVISÃO DE LITERATURA

A cafeicultura é uma atividade de fundamental importância do setor agropecuário e desempenha função de vital relevância para o desenvolvimento social e econômico do Brasil, contribuindo significativamente para a formação da receita cambial brasileira (FASSIO; SILVA, 2007).

O Estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor brasileiro de café (21% da produção nacional) e o maior produtor de café Conilon. Na safra de 2011, foram produzidas aproximadamente 8,5 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg ha<sup>-1</sup> de café Conilon, o que corresponde a 75% da produção nacional (CONAB, 2012). Essa produção é proveniente de uma área cultivada de 280 mil hectares (CONAB, 2011), cuja produtividade média é de 30 sacas ha<sup>-1</sup>.

No Litoral Norte, no Noroeste, em Colatina e Linhares, concentram-se 80% da produção capixaba de café Conilon, cuja adoção de tecnologias traduz a elevada produtividade das lavouras. Em contrapartida, na região Sul, a produção de café Conilon corresponde a apenas 10% do total produzido no Estado, cuja produtividade média de aproximadamente 20 sacas beneficiadas de 60 kg ha<sup>-1</sup> é a mais baixa dentre as regiões produtoras (NOVO PEDEAG, 2008).

No Estado do Espírito Santo, o café arábica apresenta produção concentrada nas regiões do Caparaó (37%), Serrana (36 %) e Sul (15%), desenvolvida em 183 mil hectares, cuja produtividade média é de aproximadamente 11 sacas beneficiadas de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Aproximadamente 51% do parque cafeeiro capixaba é constituído por lavouras acima de quinze anos de idade, com baixa densidade de plantio e com produtividade reduzida (FERRÃO et al., 2008). Na safra de 2011, a produção de café arábica no Estado de Espírito Santo foi de aproximadamente 3,1 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a cerca de 10% da produção nacional (CONAB, 2012).

A propagação do cafeeiro arábica é normalmente realizada a partir de sementes, colhidas de cultivares produtivas, bem adaptadas, sadias e vigorosas, pois mudas de qualidade influenciam diretamente na formação da estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta (BALIZA et al., 2008). Enquanto a propagação do cafeeiro Conilon é realizada por meio de sementes e de partes vegetativas, que mantêm as características genéticas da planta matriz.

A produção de mudas de alta qualidade genética e fitossanitária constitui-se um requisito indispensável para alcançar elevadas produtividades na agricultura. Apesar de ser um, entre vários fatores envolvidos na produção, as mudas devem ser produzidas com padrões mínimos de qualidade para que se obtenha sucesso no empreendimento (BRAUN et al., 2009).

Dentre os vários pontos a serem observados na produção de mudas está o preparo do substrato. A qualidade de um substrato depende de sua estrutura física e composição química. Deve ser leve, isento de pragas e organismos patogênicos, além de ser de fácil aquisição e economicamente viável.

O processo de produção de mudas de café é feito em maior escala por meio de sacolas, caracterizando-se pela necessidade de maior área requerida pelo viveiro e a elevação do custo de produção no transporte e plantio das mudas (MELO, 1999). Em menor escala, têm sido utilizados os tubetes, constituindo-se numa inovação que permite a produção de mudas a custos mais baixos pelas facilidades operacionais, como economia de espaço e mão de obra, além de evitar o envelhecimento das raízes (AMARAL et al., 2007).

De posse do resultado de várias pesquisas, convencionou-se como substrato padrão para enchimento de sacolas de polietileno a mistura constituída por terra de barranco (70%) e esterco de curral (30%), enriquecido com fertilizantes químicos. Para tubetes, constatou-se que o melhor substrato a ser utilizado é o comercial (plantimax + osmocote) (CUNHA et al., 2002).

Visando melhorar a eficiência do uso 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, transformam-se em gel, absorvendo cerca de cem vezes ou mais seu peso em água (FONTENO; BILDERBACK, 1993). Segundo Silva e Toscani (2000), os polímeros hidroabsorventes podem atuar como uma alternativa para situações em que não há disponibilidade de água no solo, tais como: estresse hídrico e períodos longos de estiagem.

Carvalho et al. (2011), ao estudarem o efeito do polímero hidrorretentor Terracottem® no crescimento e desenvolvimento de mudas de cafeeiro cultivadas em vasos, em casa de vegetação, concluíram que a aplicação de doses de polímero tende a beneficiar o crescimento e o desenvolvimento das mudas de cafeeiro, promovendo maiores alturas das plantas, número de entrenós e diâmetro do caule, assim como maiores ganhos de massa de raiz e parte aérea seca e maior área foliar.

Efeitos satisfatórios dos polímeros hidrorretentores sobre mudas de café foram observados por Azevedo (2000), ao verificar que o produto proporciona maior superfície de contato entre raízes, água e nutrientes, já que as raízes das plantas crescem por dentro dos grânulos do polímero hidratado, e com isso, promoveram o aumento da altura, massa da parte aérea seca e área foliar dessas plantas. 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 um melhor desenvolvimento inicial destas.

As recomendações de manejo da irrigação para mudas de café existentes atualmente na literatura não consideram as diferenças de condições climáticas existentes entre as regiões produtoras. Esse fato talvez esteja relacionado à desconsideração das novas áreas de exploração da cultura, que apresentam clima diferenciado daquelas tradicionalmente produtoras (ARANTES, 2007).

Silva et al. (2000) recomendam para irrigação de mudas de cafeeiro, utilizando microaspersores com vazão de  $104 \text{ L h}^{-1}$ , espaçados de  $4 \times 2 \text{ m}$ , a aplicação em duas frações diárias, de manhã e à tarde, funcionando o sistema por 3 minutos, sendo, dessa forma, aplicada uma lâmina diária de 1,3 mm.

Guimarães et al. (1998) recomendam para produção de mudas de cafeeiro em tubetes a aplicação de uma lâmina diária de 2,5 mm desde a germinação até a fase denominada de 'orelha de onça'. A partir desta fase até a retirada da muda do viveiro, os autores recomendam a aplicação de 4,5 mm por dia.

Milner (2002) relata ser necessária a utilização de um fator de lixiviação no manejo da irrigação em substratos, a fim de evitar o acúmulo de sais no sistema. Abad et al. (1992) comentam que a irrigação em recipientes deve ser feita em excesso, visando conseguir boa uniformidade de distribuição de água no substrato e evitar acúmulo de sais. Segundo os mesmos autores, esse excesso deve oscilar entre 10 e 30 % da drenagem, em função do estágio de desenvolvimento da cultura, da época do ano e da qualidade da água de irrigação.

O tipo de substrato utilizado na produção de mudas é de fundamental importância na determinação da frequência de irrigação e da lâmina a ser aplicada (WENDLING; GATTO, 2002).

Segundo Faria e Rezende (1998), a adoção de técnicas precisas e adequadas para definir o momento de irrigar e a quantidade de água que deve ser aplicada à cultura é essencial para o sucesso do empreendimento.

A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) é um parâmetro fundamental para a estimativa das necessidades hídricas das culturas, sendo desejável que se tenha um método que estime a  $ET_0$  com boa precisão, a partir de dados meteorológicos fáceis de serem obtidos (VILLA NOVA; PEREIRA, 2006).

Os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) estão divididos em métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos estimam a evapotranspiração de referência diretamente por meio de lisímetros, balanço hídrico e controle de umidade do solo, sendo esses métodos difíceis e onerosos (PEREIRA et al., 1997).

Para Vanzela et al. (2007), os métodos indiretos estimam em função da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) e do coeficiente da cultura ( $K_c$ ). No entanto, é necessário o conhecimento das variáveis climáticas envolvidas em cada modelo. Esses modelos podem ser complexos, como os que envolvem balanço de energia,

ou simples, como o método de Hargreaves e Samani, fundamentado na temperatura.

Embora o método de Penman-Monteith (PM) seja considerado, atualmente, como padrão para a estimativa de  $ET_0$  (ORTEGA-FARIAS et al., 2009), o seu uso é limitado, uma vez que são necessárias variáveis meteorológicas nem sempre disponíveis. Por essa razão, outros métodos que empregam um menor número de variáveis são, muitas vezes, utilizados na estimativa de  $ET_0$ . Entre esses, destaca-se o de Hargreaves (HARGREAVES; ALLEN, 2003).

Nesse método, a  $ET_0$  é calculada com base em valores da temperatura média do ar e da radiação solar global ( $R_s$ ), que é estimada a partir da diferença entre as temperaturas máxima ( $T_{m\acute{a}x}$ ) e mínima ( $T_{m\acute{i}n}$ ) do ar. Essa estimativa considera que, na presença de nuvens, quando os valores de  $R_s$  são menores, essa diferença ( $T_{m\acute{a}x} - T_{m\acute{i}n}$ ) também tende a ser menor (ALLEN et al., 1998).

Como alternativa, destaca-se o uso dos métodos empíricos de estimativa da  $ET_0$ , os quais, por serem desenvolvidos e calibrados localmente, não podem ter aplicação universal, porém apresentam melhores resultados do que aqueles mais genéricos e fisicamente mais reais (PEREIRA et al., 2002).

O método de Hargreaves e Samani foi concretizado na Califórnia em condições semiáridas, a partir de dados adquiridos em lisímetros, com gramado (PEREIRA et al., 1997). A equação aplicada utiliza um coeficiente empírico fixo para regiões costeiras e outro para regiões continentais.

Mendonça et al. (2003) compararam os valores de  $ET_0$  obtidos em lisímetro de pesagem com grama na região Norte Fluminense – RJ, com os valores resultantes da utilização de oito métodos e concluíram que quando se dispõe somente de dados de temperatura máxima e mínima, o método de Hargreaves e Samani apresenta adequada precisão para se estimar a  $ET_0$  na região.

## REFERÊNCIAS

ABAD, M.; MARTÍNEZ-HERRERO, M. D.; MARTÍNEZ-GARCIA, P. F.; MARTÍNEZ-CORTE, J. Evaluación agronómica de los substratos de cultivo. **Acta Horticulturae**, v. 141-154, 1992.

ALLEN R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

AMARAL, J. A. T.; LOPES, J. C.; AMARAL, J. F. T.; SARAIVA, S. H.; JUNIOR, W. C. J. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros Conilon propagados por estacas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6, 2007.

ARANTES, K. R. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro cultivadas em tubetes e submetidas a diferentes níveis de déficit hídrico**. 2007. 78 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliácridamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica*)**. Cv. **Tupi**. 2000. 38 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.

BALIZA, D. P.; GUIMARÃES, R. J.; FIORAVANTE, N.; BARBOSA, C. R.; PESSONI, P. T.; REZENDE, T. T. Características vegetativas de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) implantadas com diferentes tipos de mudas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 34, 2008, Caxambu-MG. **Anais...** Brasília, MAPA/PROCAFÉ. 2008. p.131-132.

BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. 1999. 224 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

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.

CAMARGO, A. P.; PEREIRA, A. R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneve: World Meteorological Organization, 1994. 96p. (Agricultural Meteorology CaM report, 58).

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.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café, terceira estimativa, setembro/2011**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 09 mai. 2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café, primeira estimativa, janeiro/2012**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 09 mai. 2012.

CUNHA, R. L.; SOUZA, C. A. S.; NETO, A. A.; MELO, B.; CORRÊA, J. F. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica*) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.7-12, 2002.

FARIA, M. A. RESENDE, F. C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 110p.

FASSIO, L. H.; SILVA, A. E. S. Importância econômica e social do café Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. (Eds.) **Café conilon**. Vitória, INCAPER, 2007. 702p.

FAVARIM, J. L. **A cultura do cafeeiro**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004, 45p.

FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M. J.; FERRÃO, M. A. G.; PREZOTTI, L. C.; FONSECA, A. F. A.; ALIXANDRE, F. T.; FERRÃO, L. F. V. Estado da arte da cafeicultura no Espírito Santo. **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**.

In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; JUNIOR, W. C. J.; PEZZOPANE, J. R. M. (Ed.). Alegre, ES: UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2008. p. 27-48.

FONTENO, W. C.; BILDERBACK, T. E. Impacto fhydrogelon physical properties of coarse-structured horticultural substrates. **Journal American Society Horticulture Science**, v.118, n.2, p.217-22, 1993.

GERVÁSIO, E. S. **Efeito de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro**. 2003. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

GUIMARÃES, P. T. G.; ANDRADE NETO, A.; BALLINI JÚNIOR, O.; ADÃO, W, A.; SILVA, E. M. A produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Informe agropecuário**, v. 19, n. 193, p. 98-109, 1998.

HARGREAVES, G. H.; ALLEN, R. G. History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.129, n.1, p.53-63, 2003.

MATIELLO, J. B.; CARVALHO, F. Pesquisa cafeeira - Contribuição marcante para o desenvolvimento da cafeicultura. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, E.; GUIDOLIN, J. A. (Coord.) **Nutrição e adubação do cafeeiro**. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. p.1-8.

MELO, B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*) em tubetes**. 1999. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1999.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S., DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 7, n.2, p. 275-279, 2003.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 45-51. (IAC. Documentos, 70).

NOVO PEDEAG, 2007-2025- **Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (2008)**. Vitória, ES: SEAG, 275 p.

ORTEGA-FARIAS, S.; IRMAK, S.; CUENCA, R. H. Special issue on evapotranspiration measurement and modeling. **Irrigation Science**, v.28, p.1-3, 2009.

PEREIRA, A. R., VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, p. 183, 1997.

PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, p. 478, 2002.

SILVA, E. M.; CARVALHO, G. R.; ROMANIELLO, M. M. **Mudas de cafeeiros: tecnologias de produção**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 56p. (Boletim Técnico, 60).

SILVA, E. T.; TOSCANI, E. Efeito da adição de polímero hidrorretentor na temperatura de três diferentes substratos em uma casa de vegetação com controle de temperatura e umidade relativa do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000. Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza: SBEA.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FERREIRA, E. J. S. Desempenho da estimativa da evapotranspiração de referência em Ilha Solteira-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2007. Bonito. **Anais...** Fortaleza: SBEA.

VILLA NOVA, N. A.; PEREIRA, A. B. Ajuste do método de Priestley-Taylor às condições climáticas locais. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.395-405, 2006.

WENDLING, I., GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002. 165 p.

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, p.29-34, 2009.



## CAPÍTULO 1

### ÍNDICES DE QUALIDADE E CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON SOB IRRIGAÇÃO E HIDRORRETENTOR

Resumo: Objetivou-se 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, e montado em esquema de parcelas subdivididas 4 x 2 x 2, sendo nas parcelas lâminas de irrigação em quatro níveis (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ), nas subparcelas recipiente em dois níveis (tubete e sacola) e nas subsubparcelas hidrorretentor, em dois níveis (com e sem hidrorretentor), num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. 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 às mudas produzidas em tubetes. A lâmina de 40% da  $ET_0$  é a mais indicada para as mudas produzidas em sacolas. Para as mudas produzidas em tubetes, a lâmina de 70% da  $ET_0$  foi a que proporcionou o melhor desenvolvimento. A presença de hidrorretentor promoveu o melhor desenvolvimento das mudas produzidas em sacolas, ao contrário das mudas produzidas em tubetes que se desenvolveram melhor na ausência de hidrorretentor.

Palavras-chave: *Coffea canephora*. Lâmina de água. Manejo da irrigação. Biomassa. Hidrogel.

## 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. For the seedlings grown in the tubes in the depth 70% of  $ET_0$  was the one the provided the best development of the seedling. The presence of hydroretentive promoted the best development of the seedlings produce in bags, unlike the seedlings produce in tubes, which grew better in the absence of the hydroretentive.

**Keywords:** *Coffea canephora*, water depth, irrigation management, biomass, hydrogel

## 1. INTRODUÇÃO

O cafeeiro Conilon é uma planta alógama e possui ampla variabilidade genética, podendo ser propagada via sexuada (sementes) e assexuada (clone) com o auxílio de diversos recipientes como: sacolas plásticas de polietileno e tubetes, utilizados em maior e menor escala em função do nível de tecnologia de produção do viveiro.

Com intuito de melhorar a eficiência do uso da água na irrigação, o hidrorretentor pode atuar como uma alternativa para situações em que não há disponibilidade de água no solo, tais como estresse hídrico e períodos longos de estiagem (SILVA; TOSCANI, 2000). Pesquisas comprovam o efeito favorável do hidrorretentor em solos agrícolas, apresentando melhor utilização da água para a produção de mudas do cafeeiro (VOLKMAR; CHANG, 1995).

O princípio de avaliação quantitativa é de que quanto maior a muda melhor. Mas, para evitar distorções provenientes do manejo inadequado das mudas, utilizam-se índices de qualidade, que são relações entre os parâmetros de crescimento (MARANA et al., 2008).

Nesse contexto, o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador de qualidade, pois se leva em conta o equilíbrio da distribuição da biomassa, mostrando-se um importante parâmetro a ser empregado na avaliação da qualidade de mudas (FONSECA et al., 2002).

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.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no viveiro de Produção de Mudas 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 e 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 para 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, foi utilizado substrato comercial e adubo de liberação lenta (osmocote 14-14-14), na dose de 5 g L<sup>-1</sup> e para as sacolas, utilizou-se substrato com 70% de terra peneirada (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<sup>-1</sup>, 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 por filme plástico transparente. Foi utilizada semeadura

direta, adotando-se 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<sup>-1</sup>. A ET<sub>0</sub> foi calculada de acordo com a equação proposta por Hargreaves e Samani (1985), a partir de dados de temperatura máxima e temperatura mínima diária.

$$ET_0 = 0,408 \cdot 0,0023 \cdot Ra \cdot (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{1/2} \cdot (T_{\text{méd}} + 17,8)$$

em que:

Ra – radiação solar no topo da atmosfera no dia 15 do mês, MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>

T<sub>máx</sub> – Temperatura máxima, °C

T<sub>mín</sub> – Temperatura mínima, °C

T<sub>méd</sub> – (T<sub>máx</sub> – T<sub>mín</sub>)/2

Foi instalado um termômetro digital de máxima e mínima na área do experimento. Coletava-se diariamente, às nove horas, os dados de temperatura máxima e mínima e calculava-se a ET<sub>0</sub>, 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 experimento foi montado em esquema de parcelas subdivididas 4 x 2 x 2, sendo nas parcelas lâminas de irrigação em quatro níveis (25; 40; 55 e 70% da ET<sub>0</sub>), nas subparcelas recipiente em dois níveis (tubete e sacola) e nas subsubparcelas hidrorretentor, em dois níveis (com e sem hidrorretentor), num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de quatro plantas.

As avaliações das mudas foram realizadas aos 140 dias de idade. Foram determinadas as características de crescimento: altura das mudas, diâmetro do caule, área foliar, massa da parte aérea e raiz seca e total, relação altura/diâmetro do caule (RAD), relação 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 como referência a distância entre o colo e o ápice da muda. O diâmetro do caule foi medido a uma 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), conforme apresentado abaixo:

$$\hat{A} = 0,667 \cdot C \cdot L$$

em que:

$\hat{A}$  = área foliar estimada;

C= maior comprimento da folha; e

L = maior largura da folha.

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 à temperatura de 65 °C até atingir massa constante.

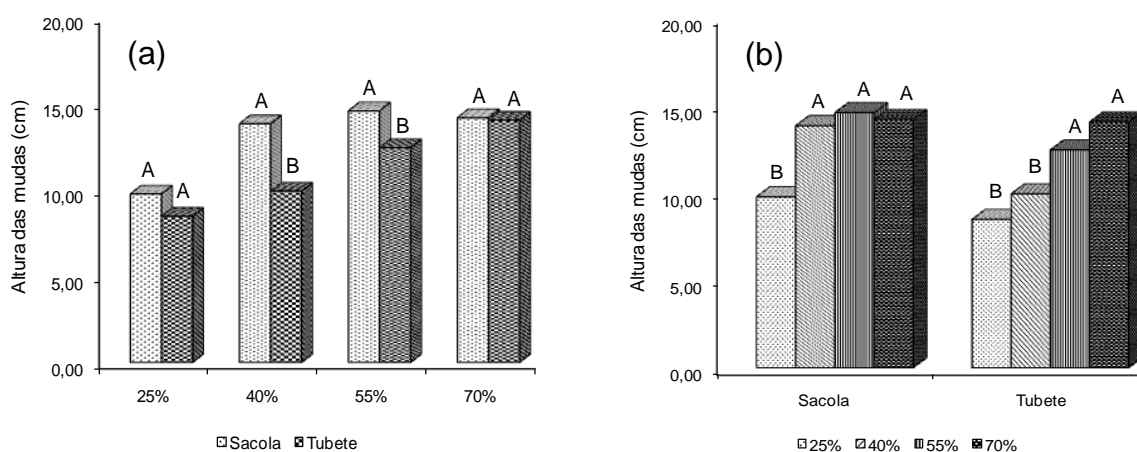
Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o *Software SAEG 9.1 (2007)* e quando significativos, foi utilizado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ALTURA DAS MUDAS DE *Coffea canephora*

Para a variável altura das mudas, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE A, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipiente x hidrorretentor. Apenas nota-se 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 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 de mudas, sendo observados os maiores valores para as mudas produzidas em sacolas.

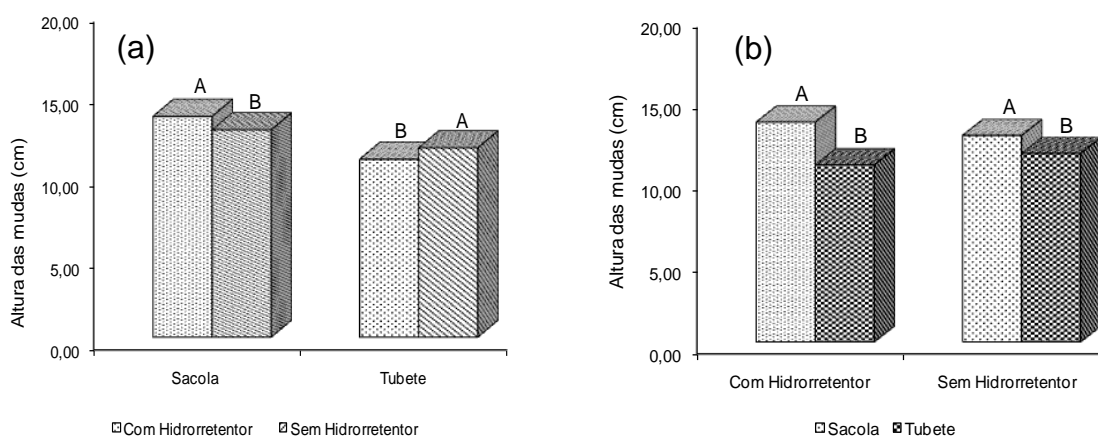


**Figura 1** – Valores de altura (cm) das mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) (a) e recipientes (sacola e tubete) (b)

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

Na Figura 1b, ao se estudar o fator lâmina de irrigação no recipiente sacola, verifica-se que, somente as mudas que receberam a lâmina de 25% da  $ET_0$  diferem estatisticamente das mudas que foram submetidas as 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  $ET_0$  diferiram significativamente das produzidas nas lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$ .

Para a interação recipiente x hidrorretentor, observa-se que, ao analisar a altura das mudas produzidas em sacola, o hidrorretentor confere os maiores valores. Resultados contrários foram observados para esta variável em mudas produzidas em tubetes (Figura 2a).



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

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

Ao analisar a altura das mudas, observa-se, na Figura 2b, que tanto com, quanto sem hidrorretentor, o recipiente sacola diferiu significativamente do recipiente tubete, sendo que as 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 a 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, que pode ter restringido o armazenamento de água no mesmo.

As mudas produzidas em tubetes (Figura 2a) sem hidrorretentor apresentaram maiores valores de altura que as mudas produzidas com hidrorretentor. Resultados contrários foram obtidos por Hafle et al. (2008), para mudas de maracujá doce, que observaram aumento linear da altura com o aumento da dose do hidrorretentor.

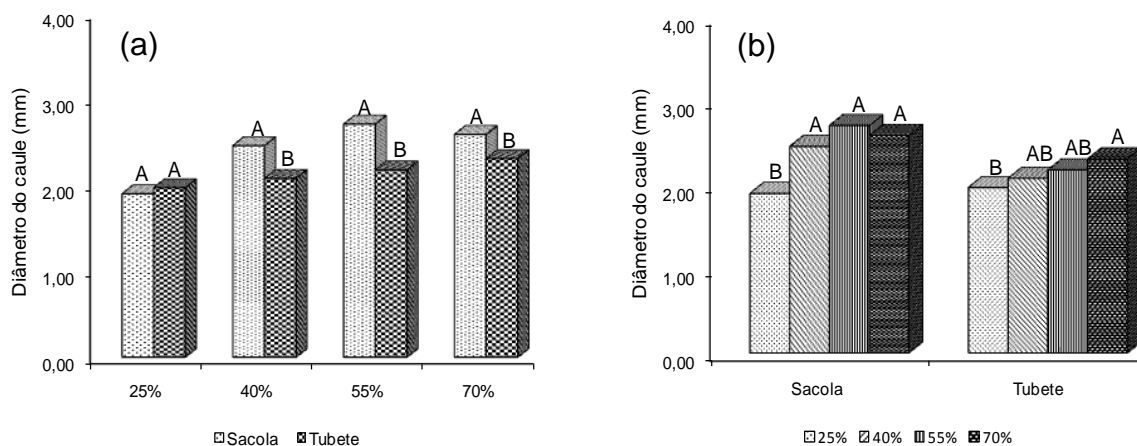
Vallone et al. (2010), ao estudarem diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros, verificaram que os recipientes de maior volume proporcionam crescimento mais acelerado das mudas.

Azevedo et al. (2002), quando estudaram a eficiência do hidrorretentor, adicionado ao substrato de transplantio no armazenamento de água para o cafeeiro e utilizando quatro doses de polímero e quatro turnos de rega, concluíram que a altura das plantas aumentaram com a adição do produto.

### 3.2 DIÂMETRO DO CAULE DE MUDAS DE *Coffea canephora*

Para a variável diâmetro do caule, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE A, 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 3a, que somente na lâmina de 25% da  $ET_0$ , os valores de diâmetro do caule das mudas não diferem estatisticamente entre sacola e tubete.

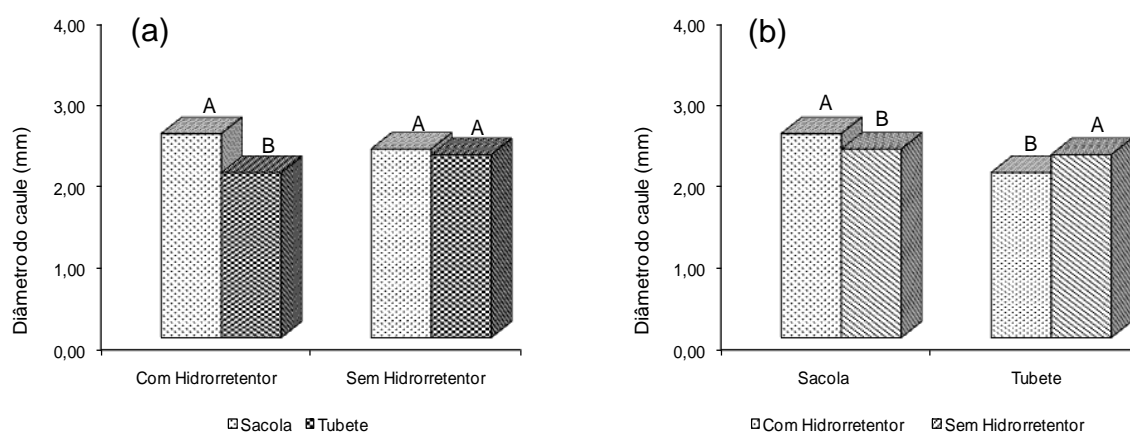


**Figura 3** – Valores de diâmetro do caule (mm) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) (a) e recipientes (sacola e tubete) (b)

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

Na Figura 3b, ao analisar o fator lâmina de irrigação no recipiente sacola, verifica-se que a lâmina de 25% da  $ET_0$  difere estatisticamente das demais, apresentando o menor valor de diâmetro do caule. Enquanto no recipiente tubete, observa-se que 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 estas as de menor diâmetro do caule.

Para a interação recipiente x hidrorretentor, observa-se, na Figura 4a, que somente com hidrorretentor o recipiente sacola diferiu significativamente do recipiente tubete, apresentando maiores valores de diâmetro do caule. Além disso, verifica-se 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).



**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)

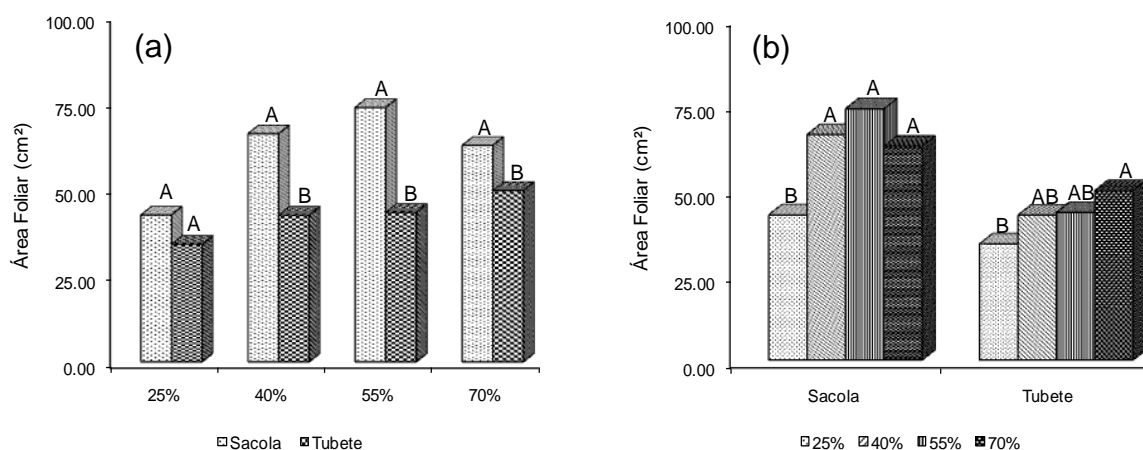
\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

De acordo com Vallone et al. (2010), o aumento do diâmetro do caule em plantas de café pode estar associado com um maior volume de substrato utilizado na produção de mudas em função da dimensão do recipiente. Sendo válido ressaltar que o maior volume de substrato favorece o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, o diâmetro e a altura das mudas.

### 3.3 ÁREA FOLIAR DE MUDAS DE *Coffea canephora*

Para a variável área foliar, nota-se pela análise de variância no APÊNDICE A, 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.

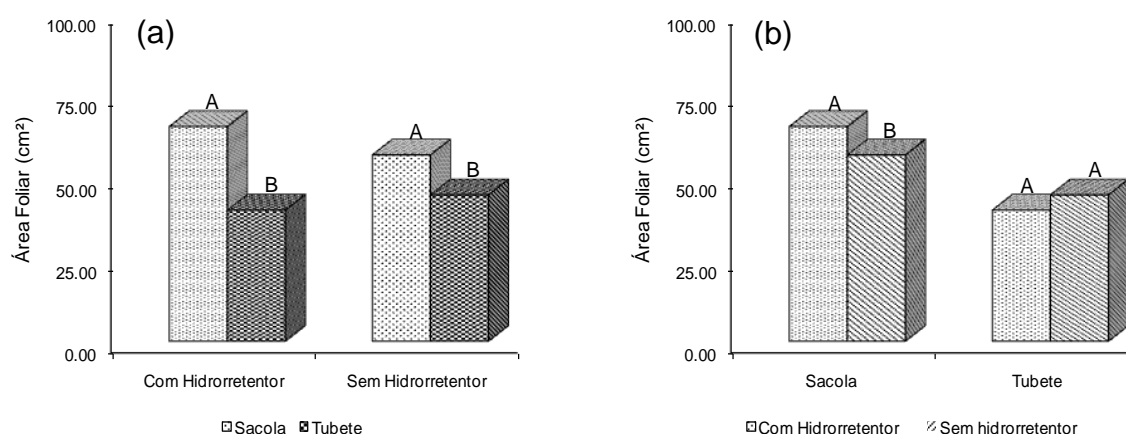


**Figura 5** – Valores de área foliar ( $cm^2$ ) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) (a) e recipientes (sacola e tubete) (b)

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

Na Figura 5b, ao observar o fator lâmina de irrigação no recipiente sacola, nota-se, 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 que 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).



**Figura 6** – Valores de área foliar (cm<sup>2</sup>) 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 ( $p \leq 0,05$ ).

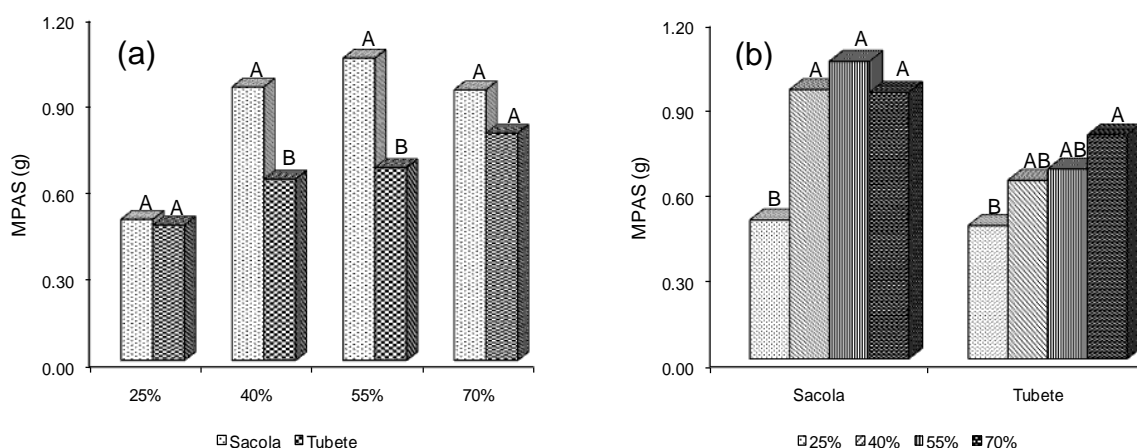
Polímeros hidrorretentores foram pesquisados na produção de mudas de cafeeiros, apresentando resultados ambíguos. Incrementos em altura, massa da parte aérea seca e área foliar e aumento nos intervalos entre as irrigações foram relatados por Azevedo et al. (2002).

Ação benéfica também foi relatada por Calheiros et al. (2001), constatando maior armazenamento de água pelo solo, melhorando o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas e diminuindo a morte por estresse hídrico. Entretanto, Mendonça et al. (2002), Lima et al. (2002) e Vallone (2003) não observaram resultados satisfatórios na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, utilizando substrato comercial. Resultados negativos, como menor incremento em altura e área foliar, também foram relatados por Ferreira et al. (2002).

### 3.4 MASSA DA PARTE AÉREA SECA DE MUDAS DE *Coffea canephora*

Para a variável massa da parte aérea seca, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE B, 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.

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.



**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)

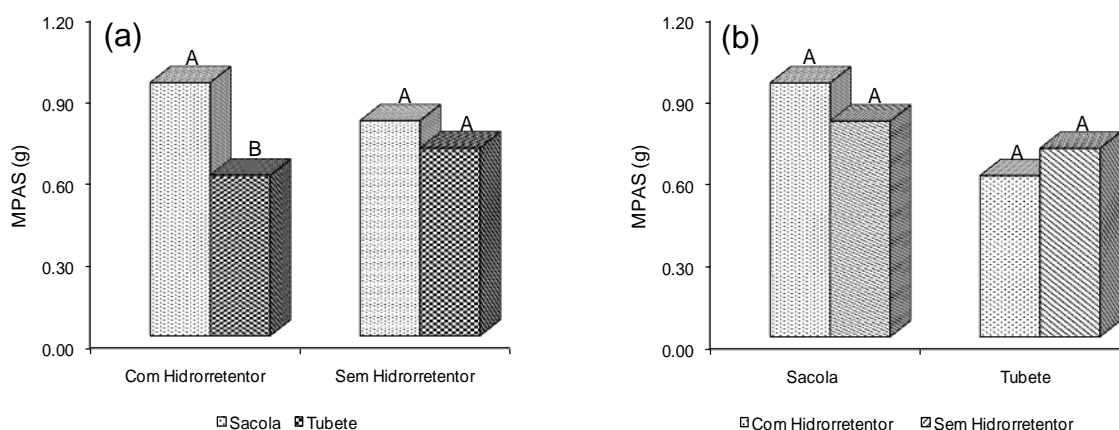
\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na Figura 7b, ao observar o fator lâmina no recipiente sacola, nota-se 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 as mudas que receberam a lâmina de 25% da  $ET_0$ , sendo estas as de menores valores de massa da parte aérea seca.

Lima et al. (2002), ao avaliarem o efeito de diferentes doses de hidrogel e de lâminas de irrigação na produção de mudas de café, cv. Rubi, produzidas em saquinhos de polietileno, verificaram que as lâminas de irrigação e as doses de hidrogel influenciaram significativamente a massa da parte aérea seca.

Na Figura 8a, observa-se 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).



**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 ( $p \leq 0,05$ ).

Mendonça et al. (2002a; 2002b), ao avaliarem o efeito de diferentes doses de polímero hidroabsorvente na produção de mudas de café arábica cv. Acaiá e cv. Rubi, desenvolvidos em tubetes de 120 mL, verificaram que a massa foliar seca e a área foliar para o cv. Acaiá reduziram-se, significativamente, com o aumento da dose do polímero e para o cv. Rubi, a dose do polímero não exerceu nenhum efeito

sobre as variáveis analisadas. Segundo os mesmos autores, esses resultados podem ter sido influenciados pela boa distribuição e pela elevada quantidade de água aplicada pelo sistema de irrigação do viveiro em que o experimento foi conduzido.

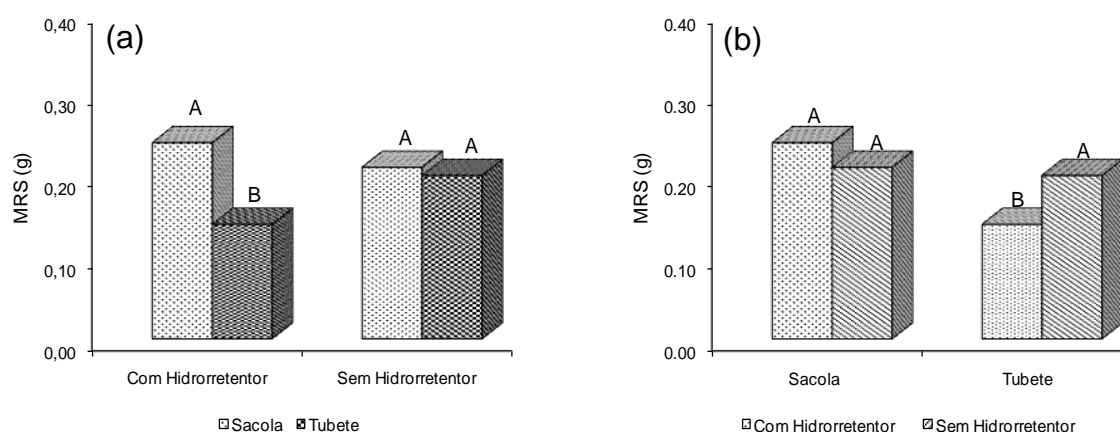
Vallone et al. (2004) estudaram os efeitos da substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada e da adição de polímero hidrorretentor, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em tubetes de 120 mL, observou que a utilização do polímero da marca Hydrosolo provocou influência negativa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

### 3.5 MASSA DA RAIZ SECA DE MUDAS DE *Coffea canephora*

Para a variável massa da raiz seca, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE B, que não há efeito significativo da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor. Com efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) somente para a interação recipientes x hidrorretentor.

Para 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.





**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 dos recipientes (sacola e tubete) (b)

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

Verifica-se na Figura 9b, que no recipiente sacola não houve diferença estatística entre a massa da raiz seca das mudas produzidas com e sem hidrorretentor. No tubete, 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, diâmetro do caule, com exceção somente para a massa do sistema radicular e da parte aérea seca.

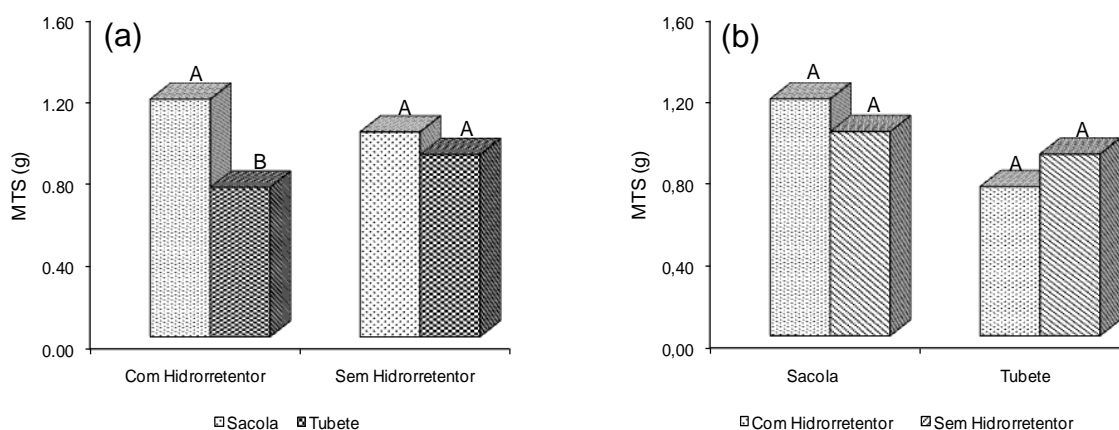
Vale destacar que sob estresse ambiental, as plantas desenvolvem mecanismos biofísicos, como por exemplo, o acúmulo de fotoassimilados devido à transferência da parte aérea para o sistema radicular, que apresenta uma reduzida taxa de crescimento e de pelos absorventes, para tolerar e sobreviver em situações adversas, tais como: estresse hídrico e térmico (LARCHER, 2006).

### 3.6 MASSA TOTAL SECA DE MUDAS DE *Coffea canephora*

Para a variável massa total seca, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE B, 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.

Observa-se na Figura 10a, que 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 mudas produzidas em sacola quanto para mudas produzidas em tubete, não houve diferença estatística na massa total seca com e sem hidrorretentor (Figura 10b).

Resultados semelhantes foram obtidos por Lima et al. (2002), em mudas de café produzidas sob diferentes lâminas de irrigação.



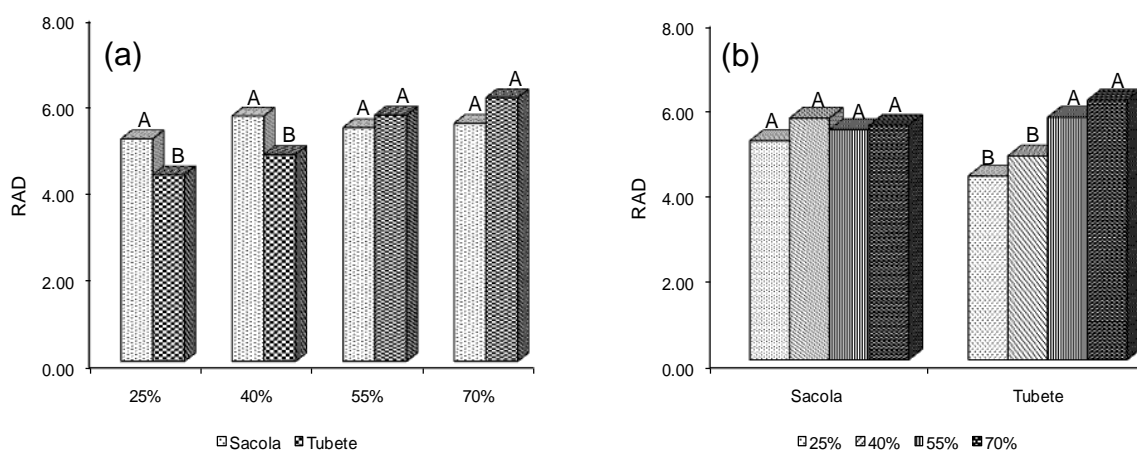
**Figura 10** – Valores médios de massa total seca (MTS) (g) de mudas de *Coffea canephora* var. Robusta Tropical em função do hidrorretentor (com e sem) (a) e recipientes (sacola e tubete) (b)

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

### 3.7 RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DO CAULE

Para a variável relação altura/diâmetro do caule (RAD), observa-se pela análise de variância no APÊNDICE C, 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.

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.



**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)

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

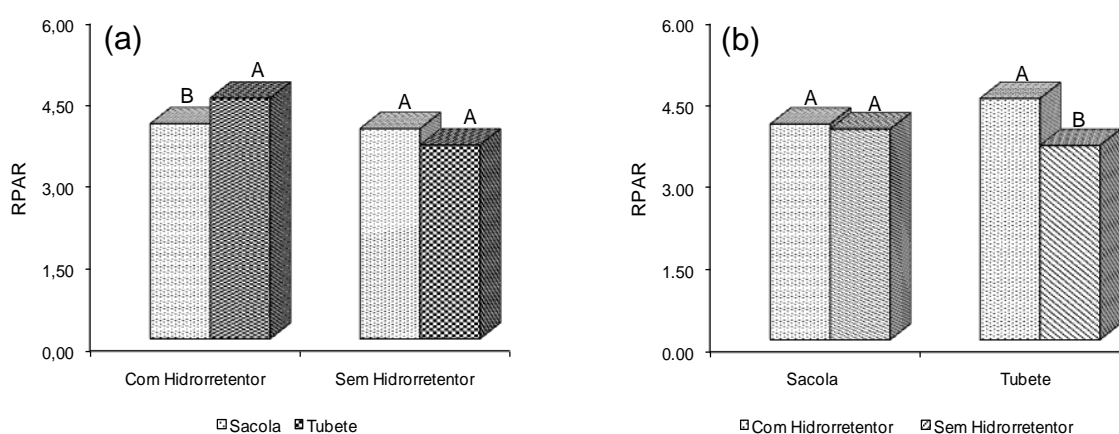
Verifica-se na Figura 11b, que não há diferença estatística entre a relação altura/diâmetro do caule das mudas produzidas em sacolas nas diferentes lâminas de irrigação. E que para as mudas produzidas em tubetes, as lâminas de 25 e 40% da  $ET_0$  diferem estatisticamente das mudas que foram submetidas 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 estudarem os efeitos das doses de adubo de liberação lenta e de dois tipos de substratos em mudas de cafeeiro produzidas em tubete.

### 3.8 RELAÇÃO PARTE AÉREA/RAIZ

Para a variável relação parte aérea/raiz, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE C, 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.

Observa-se, na Figura 12a, que com hidrorretentor, o recipiente tubete difere significativamente do recipiente sacola, apresentando maiores valores para relação parte aérea/raiz. Já sem hidrorretentor não houve diferença significativa para a relação parte aérea/raiz entre mudas produzidas em sacola e tubete.



**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)

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

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.

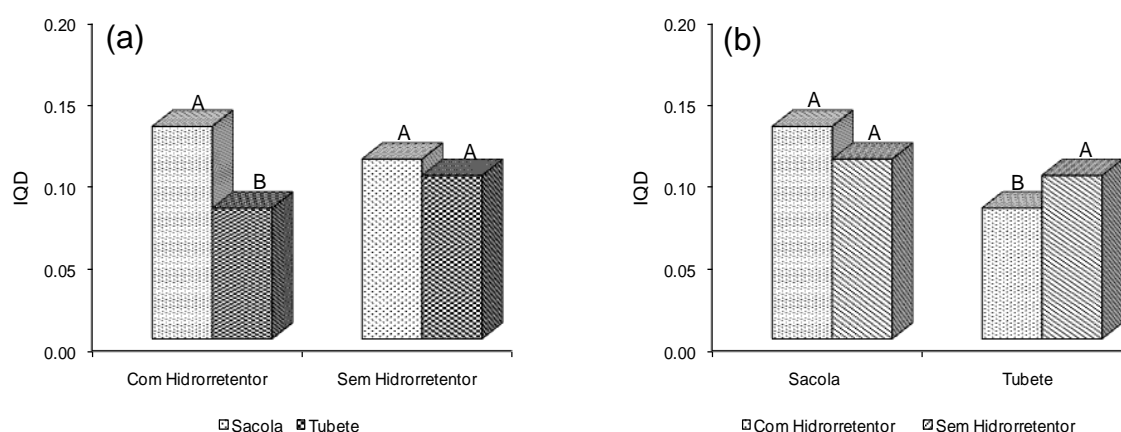
Isso pode ser explicado pelo menor desenvolvimento das raízes das plantas produzidas em tubete com hidrorretentor.

### 3.9 ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Para a variável índice de qualidade de Dickson, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE C, 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.

Observa-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 das mudas produzidas com e sem hidrorretentor diferiu estatisticamente. O maior valor foi observado nas mudas produzidas sem hidrorretentor (Figura 13b).

De modo geral, a maioria dos pesquisadores, que trabalharam com diferentes tamanhos de recipientes em mudas para cafeeiro e espécies florestais, obteve as melhores médias dos índices de crescimento para mudas desenvolvidas em recipientes de maiores volumes (CAMPOS, 2002; CUNHA et al., 2002; VALLONE, 2003; FERRAZ; ENGEL, 2011).



**Figura 13** – Valores médios 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)

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

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 uma redução do espaço poroso do substrato, que conseqüentemente prejudica o desenvolvimento das mudas. Esses resultados corroboram com os apresentados por Vichiato, Vichiato e Silva (2004).

## 4. CONCLUSÕES

1. As mudas de café Conilon produzidas em sacolas apresentaram desenvolvimento superior ao das mudas produzidas em tubetes nas condições avaliadas.
2. Para as mudas de café Conilon produzidas em sacolas, a partir da lâmina de 40% da  $ET_0$  o desenvolvimento foi similar.
3. Para as mudas produzidas em tubetes a lâmina de 70% da  $ET_0$  proporcionou o melhor desenvolvimento das mudas.
4. O hidrorretentor promoveu o melhor desenvolvimento das mudas produzidas em sacolas.
5. As mudas produzidas em tubetes desenvolveram-se melhor sem hidrorretentor.

## 5. REFERÊNCIAS

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.

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.

CALHEIROS, R. O.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; PIRES, R. C. M.; BORTOLETO, N. Efeito de condicionador hídrico nas características físico-hídricas do solo, no estabelecimento de mudas de café e na relação solo-água-plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 2001, Uberaba-MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/ PROCAFE, 2001. p. 398-401.

CAMPOS, K. P. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em diferentes substratos, fertilizações e tamanhos de tubetes.** 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

CUNHA, R. L.; SOUZA, C. A. S.; ANDRADE NETO, A.; MELO, B.; CORRÊA, J. F. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.7-12, 2002.

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, p.10-13, 1960.

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.) BRENNAN). **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.413-423, 2011.



FERREIRA, R. S.; VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MELO, L. Q.; CARVALHO, J. A. Efeito de poliacrilato superabsorvente no desenvolvimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em casa de vegetação sob diferentes níveis de déficit hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 2002. p. 202-204.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

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 Ciências Agrárias**, v.3, n.3, p.232-236, 2008.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering Agriculture**, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2006, 550p.

LIMA, L. M. L.; FERNANDES, D. L.; ALMEIDA, F. G.; MENDONÇA, F. C.; TEODORO, R. E. F. Utilização de hidrorretentor em substrato para produção de mudas de café, sob diferentes lâminas de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 37-41.

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.

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. Acaiá, 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.

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. Rubi, em tubetes com polímero hidroabsorvente adicionado ao substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DA CAFEICULTURA IRRIGADA, 5, 2002. Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p.177-180.

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

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SILVA, E. T.; TOSCANI, E. Efeito da adição de polímero hidrorretentor na temperatura de três diferentes substratos em uma casa de vegetação com controle de temperatura e umidade relativa do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000. Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza: SBEA.

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.

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.

VALLONE, H. S. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidrorretentor, diferentes substratos e adubações.** 2003. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

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.

VOLKMAR, K. M.; CHANG, C. Influence of hydrophilic gel polymers on water relation and growth and yield of barley and canola. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 35,p. 605-611, 1995.

## CAPÍTULO 2

### EFEITO DA IRRIGAÇÃO E DO HIDRORRETENTOR NO CRESCIMENTO DAS MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação e do hidrorretentor no crescimento das mudas de café arábica produzidas 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, e montado em esquema de parcelas subdivididas 4 x 2 x 2, sendo nas parcelas lâminas de irrigação em quatro níveis (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ), nas subparcelas recipiente em dois níveis (tubete e sacola) e nas subsubparcelas hidrorretentor, em dois níveis (com e sem hidrorretentor), num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Aos 140 dias de idade, foram avaliados: altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, massa da parte aérea e raiz seca, relação altura/diâmetro do caule, relação parte aérea/raiz e índice de qualidade de Dickson. Em geral, as mudas de café arábica produzidas em sacolas apresentaram desenvolvimento superior ao das mudas produzidas em tubetes. Para as mudas produzidas em sacolas, a lâmina de 40% da  $ET_0$  é a mais indicada, por promover um desenvolvimento similar ao das mudas submetidas a lâminas superiores, com economia de água na produção de mudas. Para as mudas produzidas em tubetes, as lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$  proporcionaram um melhor desenvolvimento das mudas. O hidrorretentor não exerceu influência na qualidade das mudas de café arábica estudadas.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Evapotranspiração. Índice de Qualidade de Mudas. Polímeros.

## EFFECTS OF IRRIGATION AND THE HYDRORETENTIVE IN THE GROWTH OF COFFEA ARABICA SEEDLINGS

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of irrigation and the hydroretentive in the growth of coffee arabica seedlings produce 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 in a split-plot design 4 x 2 x 2, plots of irrigation level of four depths (25; 40; 55; 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, the following was evaluated: 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. In general, the *Coffea arabica* seedlings grown in bags showed higher development to the seedlings grown in tubes. For the seedlings grown in bags in the depth 40% of  $ET_0$  is the best, due to promoting a similar development to the higher depths, therefore saving water in the production of seedlings. For the seedlings grown in the tubes in the depths 55 and 70% of  $ET_0$ , proportioned a better development for the seedlings. The hydroretentive had no influence on the quality of coffee arabica seedlings studied.

Keywords: *Coffea arabica*, evapotranspiration, Seedling Quality Index, polymer.

## 1. INTRODUÇÃO

O cafeeiro arábica é uma planta autógama que apresenta pouca variabilidade genética. Sua propagação é normalmente realizada a partir de sementes, colhidas de cultivares produtivas, bem adaptadas, saudáveis e vigorosas, pois mudas de qualidade influenciam diretamente na formação da estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta (BALIZA et al., 2008).

As mudas de café arábica são produzidas em maior escala com o auxílio de sacolas, que se caracteriza pela necessidade de maior área requerida pelo viveiro e ao elevado custo de produção no transporte e plantio das mudas (MELO, 1999), e em menor escala, com o auxílio de tubetes, cuja tecnologia se encontra em uso extensivo em diversas regiões cafeeiras, que permite a produção de mudas a custos reduzidos pelas facilidades operacionais, tais como: economia de área e mão de obra, além de evitar o envelhecimento das raízes (AMARAL et al., 2007).

De acordo com Braun et al. (2009), a produção de mudas de alta qualidade genética e fitossanitária constitui-se um requisito indispensável para alcançar elevadas produtividades na agricultura. Dessa forma, as mudas devem ser produzidas com padrões mínimos de qualidade para alcançar o sucesso no empreendimento.

Nesse contexto, torna-se imprescindível a realização de pesquisas que visem avaliar o efeito da irrigação e do hidrorretentor no crescimento das mudas de café produzidas em sacolas e tubetes, de acordo com as condições climáticas da região para melhorar a eficiência do uso da água na irrigação realizada em viveiros de produção de mudas. Para vários autores, entre os quais estão Silva e Toscani (2000), o hidrorretentor ou hidrogel pode atuar como alternativa para minimizar os efeitos do déficit hídrico no solo e de períodos prolongados de estiagem no crescimento das mudas.

Azevedo (2000) constatou que os polímeros hidroabsorventes (hidrorretentor) proporcionam maior superfície de contato entre as raízes, água e nutrientes, uma vez que as raízes das plantas crescem por dentro dos grânulos do polímero

hidratado, o que promove o aumento da altura, da área foliar e da massa da parte aérea seca dessas plantas. Segundo Zonta et al. (2009), o aumento da absorção e retenção da água pelo hidroabsorvente torna a água mais facilmente disponível para as plantas, o que possibilita um melhor desenvolvimento inicial destas.

A avaliação da qualidade das mudas do cafeeiro pode ser uma ferramenta útil para identificar se as mesmas encontram-se sadias, com o máximo potencial para sobrevivência e posterior desenvolvimento no campo. Os parâmetros morfológicos devem ser utilizados associados às relações entre eles para classificação do padrão da qualidade de mudas. Nesse sentido, o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador de qualidade das mudas, pelo fato de levar em consideração o equilíbrio da distribuição da biomassa (FONSECA et al., 2002).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e do hidrorretentor no crescimento das mudas de *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) produzidas em sacolas e tubetes.

## 2. 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 e 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 arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) provenientes da fazenda experimental de Venda Nova do Imigrante do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

Os recipientes utilizados na produção das mudas foram tubetes com capacidade para 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 foi utilizado substrato comercial e adubo de liberação lenta (osmocote 14-14-14), na dose de 5 g L<sup>-1</sup> e para as sacolas utilizou-se substrato com 70% de terra peneirada + 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<sup>-1</sup>, antes do enchimento dos recipientes e homogêneos 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 por filme plástico transparente. Foi utilizada semeadura direta, adotando-se 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<sup>-1</sup>. A ET<sub>0</sub> foi calculada de acordo com a equação proposta por Hargreaves e Samani (1985), a partir de dados de temperatura máxima e temperatura mínima diária.

$$ET_0 = 0,408 \cdot 0,0023 \cdot Ra \cdot (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{1/2} \cdot (T_{\text{méd}} + 17,8)$$

em que:

Ra – radiação solar no topo da atmosfera no dia 15 do mês, MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>

T<sub>máx</sub> – Temperatura máxima, °C

T<sub>mín</sub> – Temperatura mínima, °C

T<sub>méd</sub> – (T<sub>máx</sub> – T<sub>mín</sub>)/2

Foi instalado um termômetro digital de máxima e mínima na área do experimento. Coletava-se diariamente, às nove horas os dados de temperatura máxima e mínima e calculava-se a ET<sub>0</sub>, as lâminas obtidas eram divididas em duas irrigações, às quinze horas e às nove horas do dia seguinte.

Aos 70 dias após a sementeira, 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 experimento foi montado em esquema de parcelas subdivididas 4 x 2 x 2, sendo nas parcelas lâminas de irrigação em quatro níveis (25; 40; 55 e 70% da ET<sub>0</sub>), nas subparcelas recipiente em dois níveis (tubete e sacola) e nas subsubparcelas hidrorretentor, em dois níveis (com e sem hidrorretentor), num delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de quatro plantas.

As avaliações das mudas foram realizadas aos 140 dias de idade. Foram determinadas as características de crescimento: altura das mudas, diâmetro do caule, área foliar, massa da parte aérea e raiz seca e total, relação altura/diâmetro do caule (RAD), relação 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 como referência a distância entre o colo e o ápice da muda. O diâmetro do caule foi medido a uma 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), conforme apresentado abaixo:

$$\hat{A} = 0,667 \cdot C \cdot L$$

em que:

$\hat{A}$  = área foliar estimada;

C= maior comprimento da folha; e

L = maior largura da folha.

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 à 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 ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ALTURA DAS MUDAS DE *Coffea arabica*

Para a variável altura das mudas, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE D, que não há efeito significativo da interação tripla. Nota-se efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) para as interações duplas entre os fatores lâminas de irrigação e recipientes.

Para a interação dupla entre os fatores lâminas de irrigação e recipientes, observa-se, na Figura 1a, que para a lâmina de 55% da  $ET_0$ , os valores de altura das mudas não diferem estatisticamente entre sacola e tubete. Para as mudas que receberam as demais lâminas, há diferença significativa entre os recipientes, sendo observados os maiores valores para as mudas produzidas em sacolas.

Na Figura 1b, ao se estudar o fator lâmina dentro do recipiente sacola, verifica-se, que as mudas que receberam a lâmina de 25% da  $ET_0$  apresentaram o menor valor de altura. Para o recipiente tubete, a altura das mudas irrigadas com as lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$  apresentaram maiores valores, diferindo estatisticamente da altura das mudas produzidas sob a lâmina de 40% da  $ET_0$  e esta diferiu das irrigadas com 25% da  $ET_0$ .

De acordo com Schwengber et al. (2002), os recipientes com maior volume favorecem não só o desenvolvimento em comprimento, mas também melhor distribuição espacial das raízes.

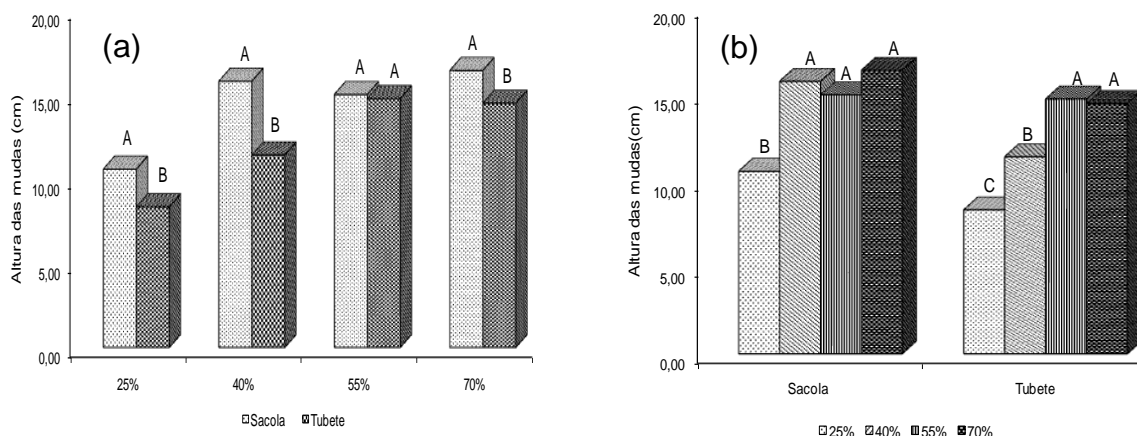


Figura 1 - Valores de altura (cm) das mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) (a) e recipientes (sacola e tubete) (b)

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

Os maiores valores de altura das mudas obtidas sob o recipiente sacola e com os maiores valores de lâmina de irrigação (40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) podem estar relacionados ao maior volume de substrato, que proporciona o maior armazenamento de água e contribui com a divisão e expansão celular responsável pelo desenvolvimento da muda, quando comparado ao recipiente via tubete.

Ferraz e Engel (2011), ao avaliarem o efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de espécies florestais, observaram que o maior recipiente proporcionou maiores valores para altura e diâmetro do caule, além de ter conferido maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas.

### 3.2 DIÂMETRO DO CAULE DE MUDAS DE *Coffea arabica*

Para a variável diâmetro do caule de mudas de *Coffea arabica*, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE D, que não há efeito significativo das interações tripla e duplas entre os fatores em estudo. Houve efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) apenas para o fator lâmina de irrigação.

Verifica-se na Figura 2, que o diâmetro do caule das mudas submetidas à lâmina de 70% da  $ET_0$  foi superior ao das mudas produzidas sob as lâminas de 25 e 40% da  $ET_0$ , mas não diferiu estatisticamente do diâmetro do caule das mudas submetidas à lâmina de 55% da  $ET_0$ . Dessa forma, observa-se que a disponibilidade de água afeta o desenvolvimento do diâmetro do caule das mudas.

Dardengo; Reis e Passos (2009), estudando o déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, verificaram que o déficit hídrico reduziu o diâmetro do caule das plantas.

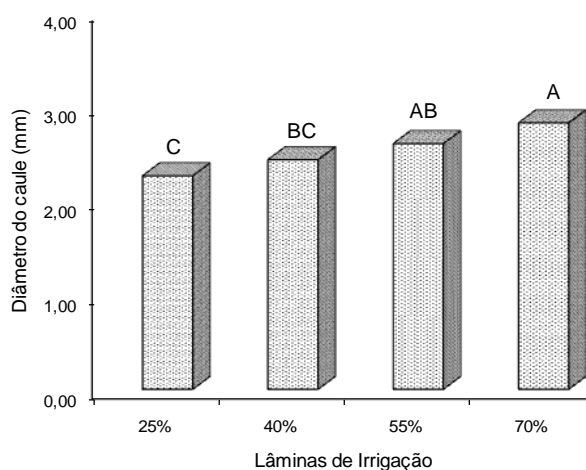


Figura 2 - Valores de diâmetro do caule (mm) de mudas de *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ )

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

### 3.3 ÁREA FOLIAR DE MUDAS DE *Coffea arabica*

Para a variável área foliar das mudas, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE D, que não há efeito significativo das interações tripla e duplas entre os fatores em estudo. Houve efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) para os fatores lâmina de irrigação e recipiente.

Observa-se na Figura 3, que os maiores valores de área foliar foram obtidos em mudas irrigadas com lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$ , e esses valores diferenciam-se estatisticamente dos obtidos com lâminas de 25 e 40% da  $ET_0$ .

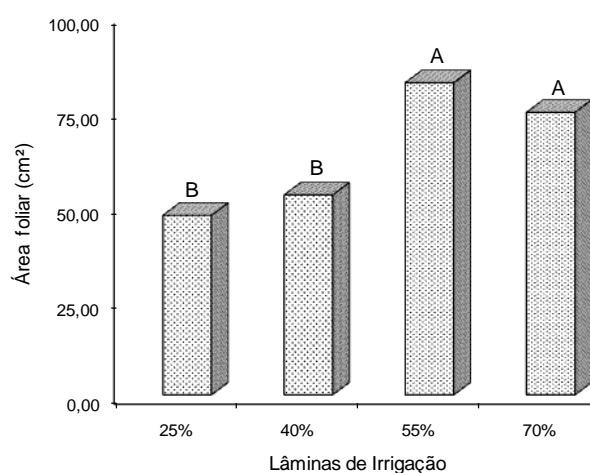


Figura 3 - Valores de área foliar ( $\text{cm}^2$ ) de mudas de *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ )

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

O fato de as mudas apresentarem melhor desenvolvimento quando aplicadas essas lâminas, pode ser justificado pela alta demanda hídrica da cultura no período em estudo. A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, segundo Taiz; Zeiger (2004), consiste no decréscimo da produção da área foliar, no fechamento dos estômatos, na aceleração da senescência e da abscisão das folhas.

Verifica-se na Figura 4, que as mudas produzidas em sacolas apresentaram área foliar estimada superior a das mudas produzidas em tubetes. Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Vallone et al. (2010), ao estudarem diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros.

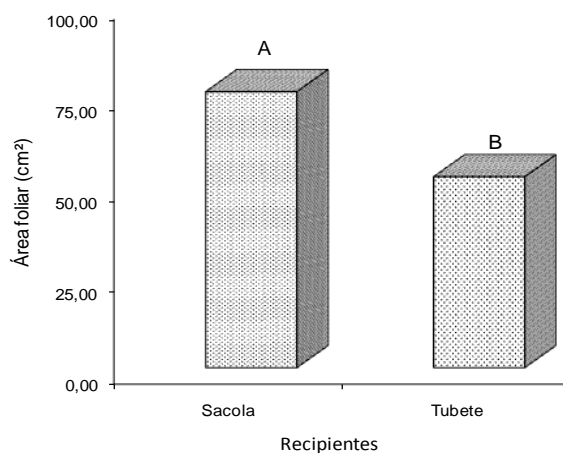


Figura 4 - Valores de área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) em função de recipientes (sacola e tubete)

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

### 3.4 MASSA DE RAIZ SECA DE MUDAS DE *Coffea arabica*

Para a variável massa de raiz seca de mudas de *Coffea arabica*, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE E, que não há efeito significativo das interações tripla e duplas entre os fatores em estudo. Houve efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) para o fator lâmina de irrigação.

Nota-se na Figura 5, que a massa de raiz seca das mudas submetidas às lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$  não apresentaram diferença estatística para a massa de raiz seca das mudas produzidas com lâmina de 40% da  $ET_0$ , mas diferiram das mudas

sob lâmina de 25% da  $ET_0$ . As mudas produzidas nas lâminas de 25 e 40% da  $ET_0$  não apresentaram diferença estatística para a massa de raiz seca.

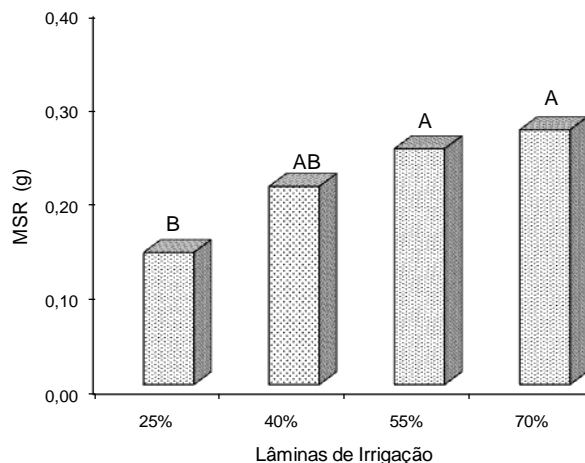


Figura 5 - Valores de massa de raiz seca (MRS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de diferentes lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ )

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

As dimensões dos recipientes e consequentes volumes influenciam na disponibilidade de água (BHOM, 1979), sendo que um maior volume promove uma melhor arquitetura do sistema radicular e semelhante ao de mudas provenientes de semeadura direta no campo (PARVIAINEN, 1976).

### 3.5 MASSA DA PARTE AÉREA SECA DE MUDAS DE *Coffea arabica*

Para a variável massa da parte aérea seca, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE E, que há efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) da interação tripla entre os fatores lâminas de irrigação, recipientes e hidrorretentor.



Ao se estudar os níveis dos fatores lâmina de irrigação e hidrorretentor dentro do nível sacola do fator recipiente (Figura 6), observa-se que com hidrorretentor, somente mudas irrigadas com a lâmina de 70% da  $ET_0$  diferem estatisticamente das mudas irrigadas com 25% da  $ET_0$ , para a massa da parte aérea seca das plantas. Sem hidrorretentor as mudas submetidas à lâmina de 25% da  $ET_0$  apresentaram menores valores de massa da parte aérea seca, diferindo estatisticamente das mudas produzidas nas demais lâminas.

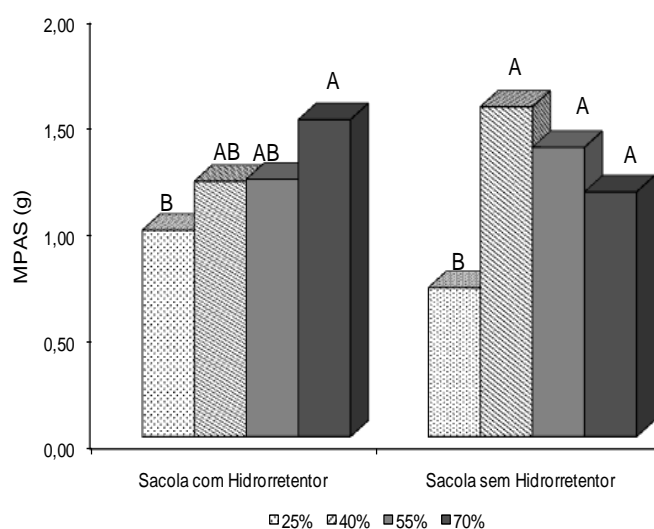


Figura 6 - Valores de massa da parte aérea seca (MPAS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e hidrorretentor (com e sem) no recipiente sacola

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

Verifica-se na Figura 7, ao se estudar os níveis dos fatores lâmina de irrigação e hidrorretentor dentro do nível tubete do fator recipiente, que com hidrorretentor, as mudas submetidas à lâmina de 25% da  $ET_0$  apresentaram menores valores de massa da parte aérea seca, diferindo estatisticamente das mudas produzidas nas demais lâminas. Sem hidrorretentor, a massa da parte aérea seca das mudas irrigadas com lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$  apresentou diferença para as mudas irrigadas com 25% da  $ET_0$ , que por sua vez não diferiu das mudas produzidas na lâmina de 40% da  $ET_0$ .

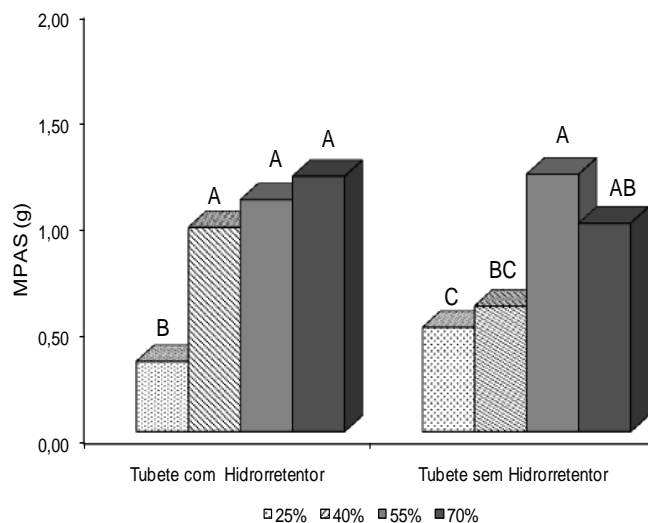


Figura 7 - Valores de massa da parte aérea seca (MPAS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da ET<sub>0</sub>) e hidrorretentor (com e sem) no recipiente tubete

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

Quando se estuda os níveis dos fatores lâmina de irrigação e recipiente com hidrorretentor (Figura 8), nota-se diferença significativa somente em mudas irrigadas com a lâmina de 25% da ET<sub>0</sub>, para massa da parte aérea seca entre sacola e tubete, sendo os maiores valores obtidos em mudas provenientes de sacola. Sem hidrorretentor, essa diferença só ocorreu nas mudas produzidas na lâmina de 40% da ET<sub>0</sub>, com valores de massa da parte aérea seca superiores em mudas oriundas de sacola (Figura 9).

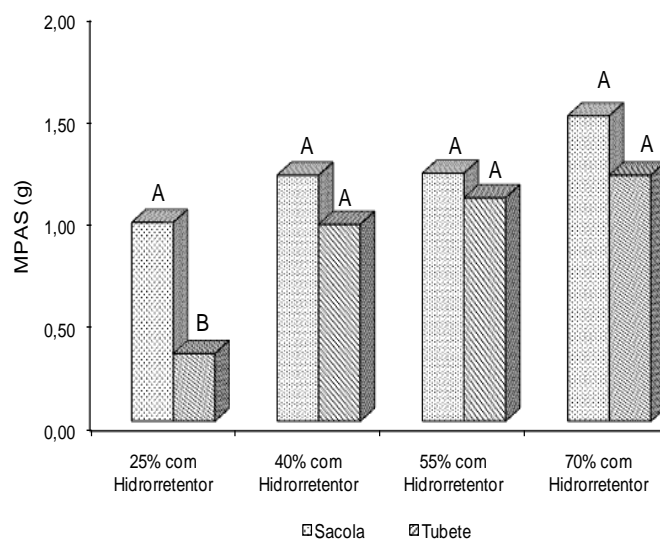


Figura 8 - Valores de massa da parte aérea seca (MPAS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e recipientes (sacola e tubete) com hidrorretentor

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

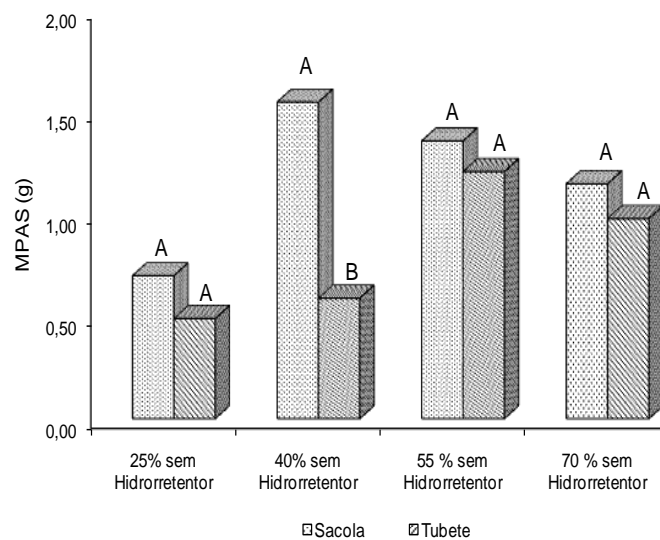


Figura 9 - Valores de massa da parte aérea seca (MPAS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e recipientes (sacola e tubete) sem hidrorretentor

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

Estudando os níveis dos fatores recipiente e hidrorretentor dentro do nível 25% da  $ET_0$  (Figura 10a) e 55% da  $ET_0$  (Figura 10c) do fator lâmina de irrigação, nota-se que tanto para mudas produzidas em sacola, quanto tubete, não houve diferença estatística para massa da parte aérea seca quanto ao hidrorretentor.

Na Figura 10b, observa-se que, na lâmina de 40% da  $ET_0$ , as mudas produzidas em sacolas sem hidrorretentor obtiveram maiores valores de massa da parte aérea seca. Já as mudas produzidas em tubetes, alcançaram massa da parte aérea seca superior com hidrorretentor.

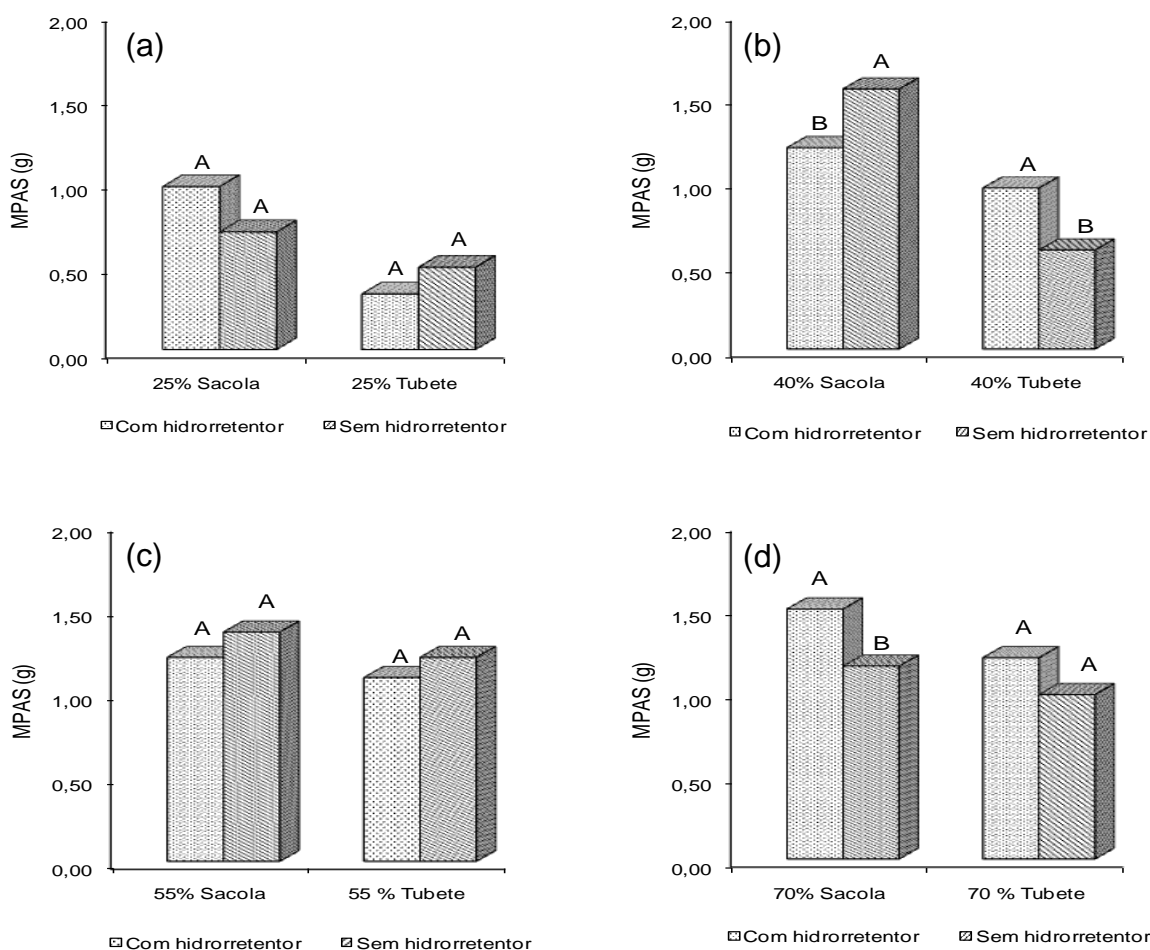


Figura 10 - Valores de massa da parte aérea seca (MPAS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de recipientes (sacola e tubete) e hidrorretentor (com e sem) na lâmina de 25% da  $ET_0$  (a); 40% da  $ET_0$  (b); 55% da  $ET_0$  (c) e 70% da  $ET_0$  (d)

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

Na Figura 10d, observa-se que, na lâmina de 70% da  $ET_0$ , somente as mudas produzidas em sacola apresentaram diferença estatística quanto ao hidrorretentor, sendo que os maiores valores de massa da parte aérea seca das mudas foram obtidos com hidrorretentor.

Carvalho et al. (2011), ao estudarem a utilização de polímero hidrorretentor no plantio de mudas de cafeeiro, verificaram que a aplicação de doses do polímero tende a beneficiar o crescimento e o desenvolvimento das mudas de cafeeiro, promovendo maiores ganhos de massa da parte aérea seca.

### 3.6 MASSA TOTAL SECA DE MUDAS DE *Coffea arabica*

Para a variável massa total seca de mudas, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE E, que há efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) da interação tripla entre os fatores lâminas de irrigação, recipientes e hidrorretentor.

Ao se estudar os níveis dos fatores lâmina de irrigação e hidrorretentor dentro do nível sacola do fator recipiente (Figura 11), observa-se que com hidrorretentor, somente mudas irrigadas com a lâmina de 70% da  $ET_0$  diferem estatisticamente das mudas irrigadas com 25% da  $ET_0$  para a massa total seca das mudas. Sem hidrorretentor a massa seca total das mudas submetidas às lâminas de 40 e 55% da  $ET_0$  diferiu estatisticamente da massa seca total das mudas irrigadas com 25% da  $ET_0$ , mas não diferiu das produzidas com lâmina de 70% da  $ET_0$ .

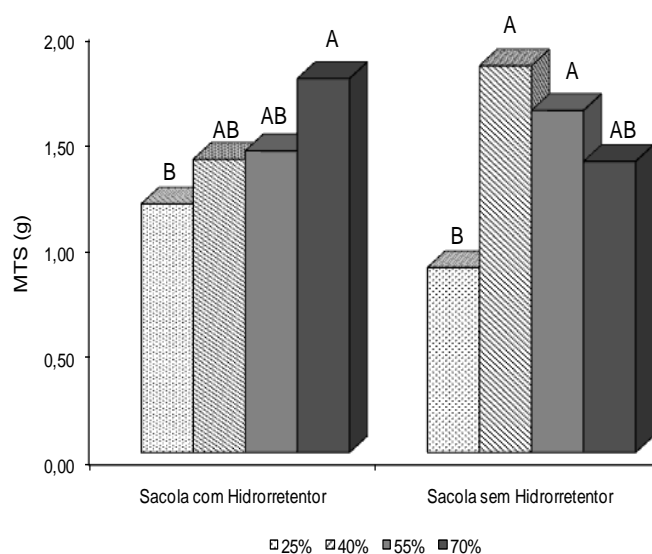


Figura 11 - Valores de massa total seca (MTS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e hidrorretentor (com e sem) no recipiente sacola

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

Verifica-se na Figura 12, ao se estudar os níveis dos fatores lâminas de irrigação e hidrorretentor dentro do nível tubete do fator recipiente, que com hidrorretentor, as mudas submetidas à lâmina de 25% da  $ET_0$  apresentaram menores valores de massa total seca, diferindo estatisticamente das mudas produzidas nas demais lâminas. Sem hidrorretentor, a massa total seca das mudas irrigadas com lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$  apresenta diferença para as mudas irrigadas com 25% da  $ET_0$ , que por sua vez não difere das mudas produzidas na lâmina de 40% da  $ET_0$ . Nota-se ainda que não houve diferença estatística entre a massa total seca das mudas irrigadas com 40 e 70% da  $ET_0$ .

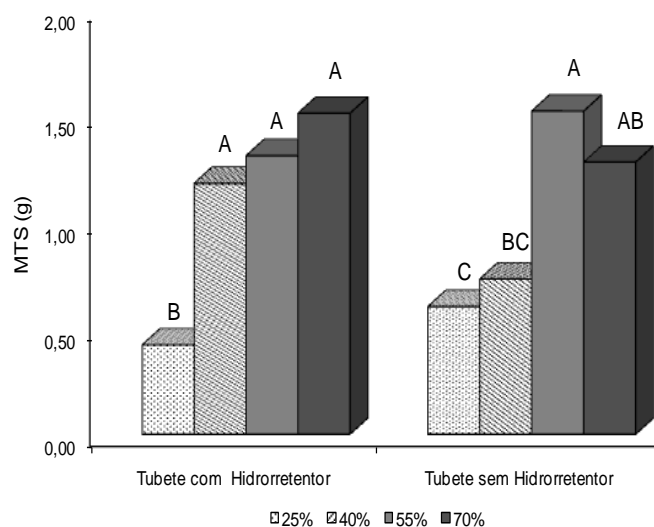


Figura 12 - Valores de massa total seca (MTS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e hidrorretentor (com e sem) no recipiente tubete

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

Quando se estuda os níveis dos fatores lâmina de irrigação e recipiente com hidrorretentor (Figura 13), nota-se diferença significativa para massa total seca entre sacola e tubete, somente em mudas irrigadas com a lâmina de 25% da  $ET_0$ , sendo os maiores valores obtidos em mudas provenientes de sacola. Sem hidrorretentor (Figura 14), essa diferença só ocorreu nas mudas produzidas na lâmina de 40% da  $ET_0$ , com valores de massa total seca superiores em mudas oriundas de sacola.

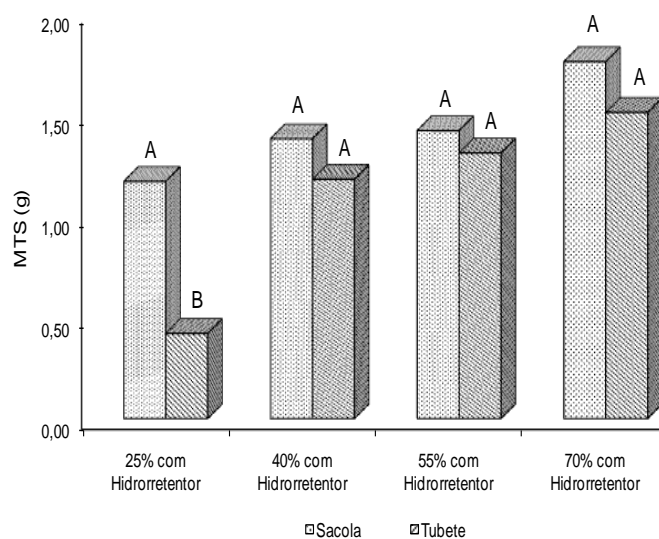


Figura 13 - Valores de massa total seca (MTS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e recipientes (sacola e tubete) com hidrorretentor

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

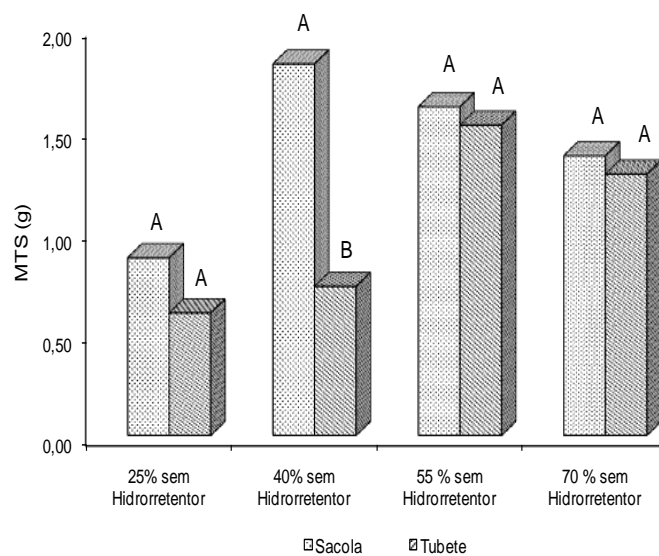


Figura 14 - Valores de massa total seca (MTS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da  $ET_0$ ) e recipientes (sacola e tubete) sem hidrorretentor

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



Dardengo et al. (2009), ao estudarem o efeito de substratos e níveis de sombreamento na formação de mudas de café arábica em sacolas e tubetes, verificaram que as mudas produzidas em sacolas apresentaram maior crescimento em altura, diâmetro de caule e massa total seca do que aquelas produzidas em tubetes.

Estudando os níveis dos fatores recipiente e hidrorretentor dentro dos níveis 25% da  $ET_0$  (Figura 15a), 55% da  $ET_0$  (Figura 15c) e 70% da  $ET_0$  (Figura 15d) do fator lâmina de irrigação, nota-se que tanto para mudas produzidas em sacola, quanto tubete, não houve diferença estatística para massa total seca quanto ao hidrorretentor.

Na Figura 15b, observa-se que, na lâmina de 40% da  $ET_0$ , as mudas produzidas em sacola sem hidrorretentor obtiveram maiores valores de massa da parte aérea seca. As mudas produzidas em tubete alcançaram massa da parte aérea seca superior com hidrorretentor.

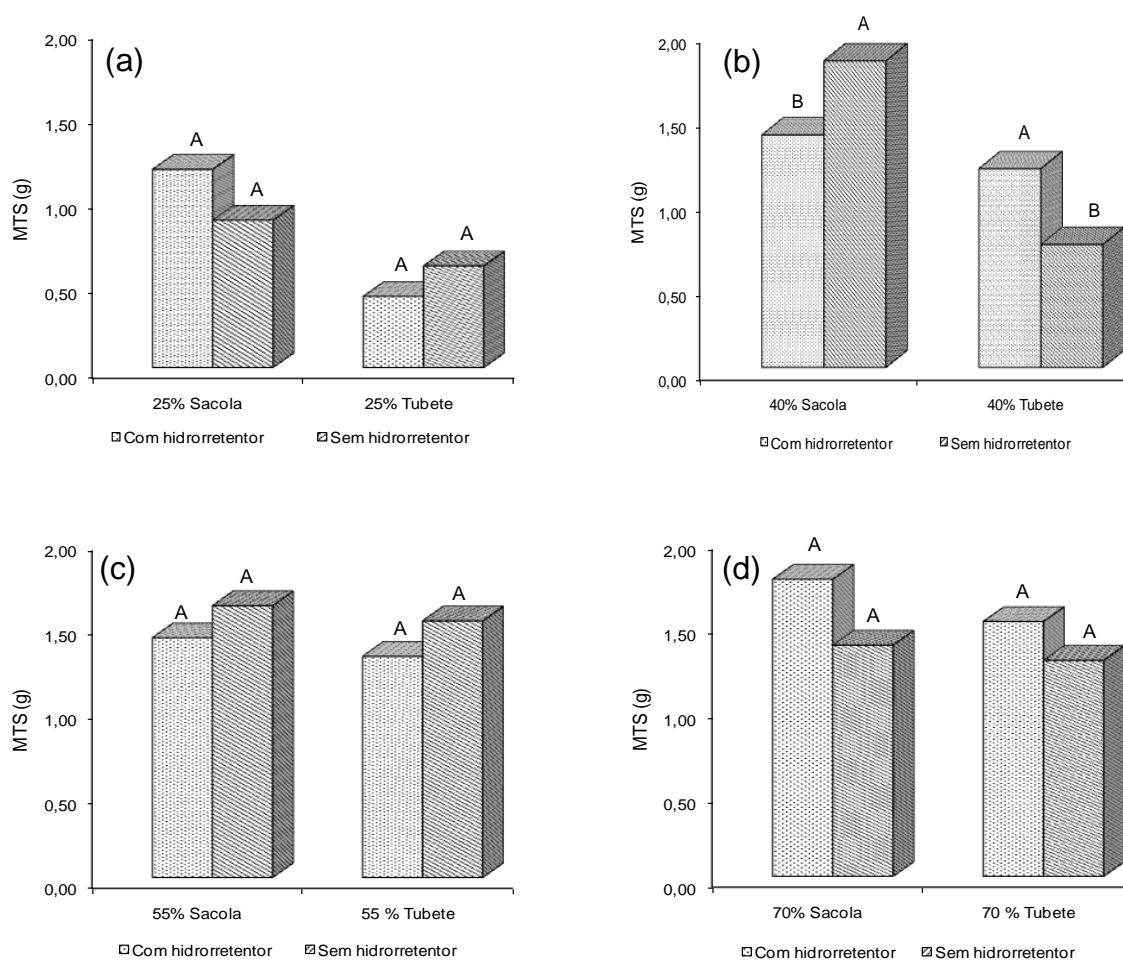


Figura 15 - Valores de massa total seca (MTS, em g) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de recipientes (sacola e tubete) e hidrorretentor (com e sem) nas lâminas de 25% da ET<sub>0</sub> (a); 40% da ET<sub>0</sub> (b); 55% da ET<sub>0</sub> (c) e 70% da ET<sub>0</sub> (d)

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

Com o objetivo de verificar a eficiência do polímero agrícola no suprimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Tupi), Azevedo et al. (2002), ao trabalharem com mudas sob déficit hídrico induzido por diferentes turnos de rega (10, 20, 30 e 40 dias) e com diferentes níveis de polímero agrícola previamente hidratado (0, 15, 30 e 45% do peso do substrato), verificaram que a taxa de acúmulo de massa total seca do vegetal aumenta com a adição de polímero no substrato e concluíram que esse efeito é proporcional à concentração do polímero no substrato.

### 3.7 RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DO CAULE

Para a variável relação altura/diâmetro do caule, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE F, que não há efeito significativo da interação tripla. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) apenas para a interação dupla entre os fatores lâminas de irrigação e recipientes.

Verifica-se, na Figura 16a, que houve diferença significativa da relação altura/diâmetro do caule da mudas entre os recipientes apenas para mudas submetidas à lâmina de 40% da  $ET_0$ , sendo observados maiores valores para mudas provenientes de sacola.

Observa-se na Figura 16b, que tanto para mudas produzidas em sacola, quanto em tubete, houve diferença significativa para a relação altura/diâmetro do caule da mudas irrigadas com lâmina de 25% da  $ET_0$  em relação às demais, sendo que os menores valores foram obtidos ao aplicar a menor lâmina em estudo.

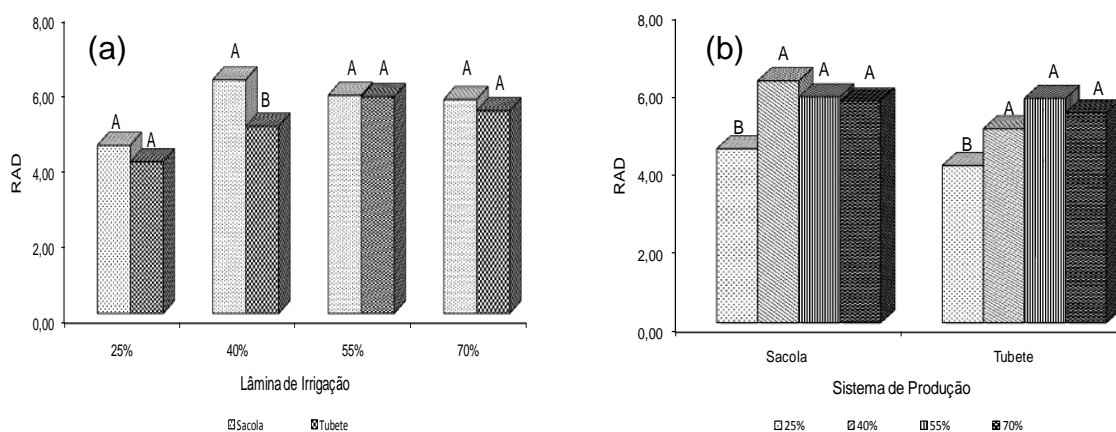


Figura 16 - Valores de relação altura/diâmetro do caule (RAD) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de diferentes lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) (a) e recipientes (sacola e tubete) (b)

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

Resultados divergentes foram obtidos por Marana et al. (2008), ao estudarem os efeitos das doses de adubo de liberação lenta e de dois tipos de substratos em mudas de café produzidas em tubete.

### 3.8 RELAÇÃO PARTE AÉREA/RAIZ

Para a variável relação parte aérea/raiz, verifica-se pela análise de variância no APÊNDICE F, que não há efeito significativo da interação tripla e dupla entre os fatores em estudo. Houve efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) para o fator recipiente.

Os maiores valores da relação parte aérea/raiz das mudas foram obtidos no recipiente de sacola (Figura 17). De acordo com Samôr et al. (2002), essa relação é uma característica que pode ser utilizada para avaliar a qualidade das mudas, uma vez que, segundo os mesmos autores, quanto maior for a relação entre a massa da parte aérea seca e do sistema radicular, melhor é a qualidade da muda.

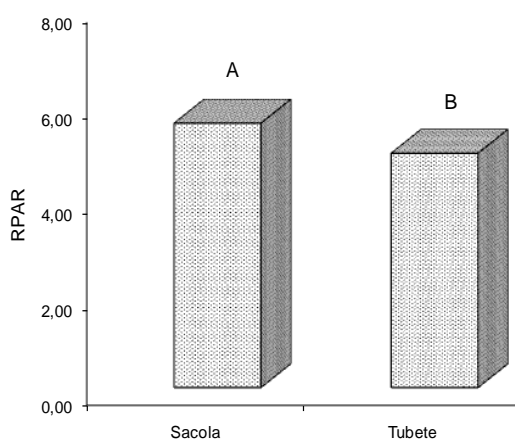


Figura 17 - Valores da relação parte aérea/raiz (RPAR) de mudas de *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho (IAC 81) em função dos recipientes de sacola e tubete  
\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas unidas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.9 ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Para a variável índice de qualidade de Dickson, observa-se pela análise de variância no APÊNDICE F, que há efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) da interação lâminas de irrigação x recipientes x hidrorretentor.

Observa-se na Figura 18, que dentro do nível sacola do fator recipiente, não houve diferença estatística do índice de qualidade de Dickson das mudas entre os níveis dos fatores hidrorretentor e lâmina de irrigação.

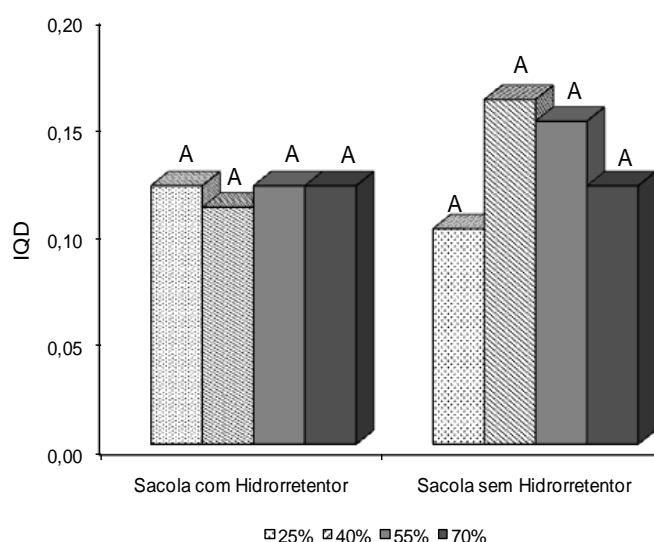


Figura 18 - Valores de índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e hidrorretentor (com e sem) no recipiente sacola

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

Na Figura 19, ao estudar os níveis dos fatores lâmina de irrigação e hidrorretentor dentro do nível tubete do fator recipiente, verifica-se que, com hidrorretentor, somente mudas irrigadas com a lâmina de 70% da  $ET_0$  diferem estatisticamente das mudas irrigadas com 25% da  $ET_0$ , para o índice de qualidade de Dickson das plantas. Sem hidrorretentor, não existe diferença entre o índice de qualidade de

Dickson das mudas irrigadas com lâminas de 40, 55 e 70% da  $ET_0$ . Nota-se também que não houve diferença estatística para o índice de qualidade de Dickson de mudas produzidas sob as lâminas de 25 e 40% da  $ET_0$ .

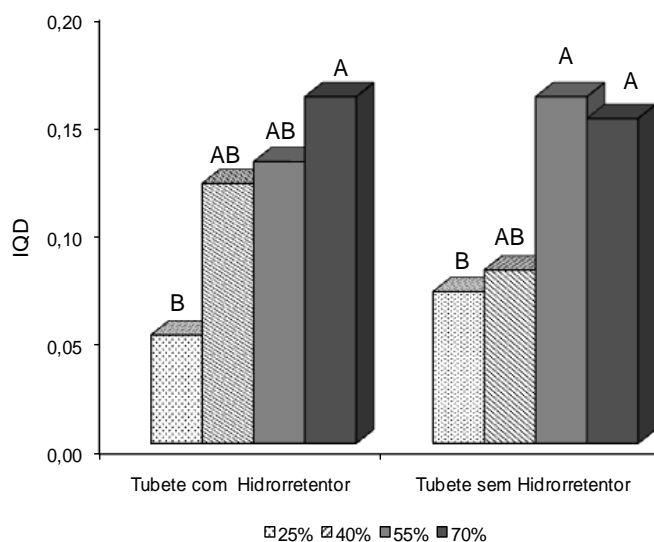


Figura 19 - Valores de índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70% da  $ET_0$ ) e hidrorretentor (com e sem) no recipiente tubete

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

Quando se estuda os níveis dos fatores lâmina de irrigação e recipiente com hidrorretentor (Figura 20), nota-se diferença significativa somente em mudas irrigadas com a lâmina de 25% da  $ET_0$ , para índice de qualidade de Dickson entre sacola e tubete. Sendo os maiores valores obtidos em mudas provenientes de sacola. Sem hidrorretentor (Figura 21), essa diferença só ocorreu nas mudas produzidas na lâmina de 40% da  $ET_0$ , com valores de índice de qualidade de Dickson superiores em mudas oriundas de sacola.

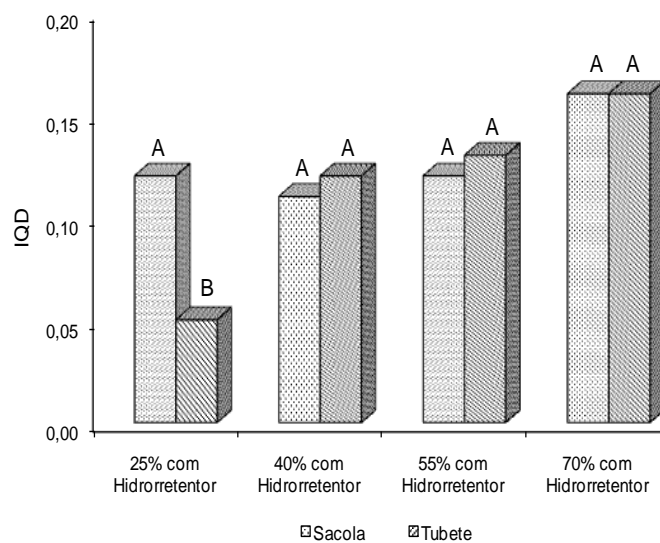


Figura 20 - Valores de índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da  $ET_0$ ) e recipientes (sacola e tubete) com hidrorretentor

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

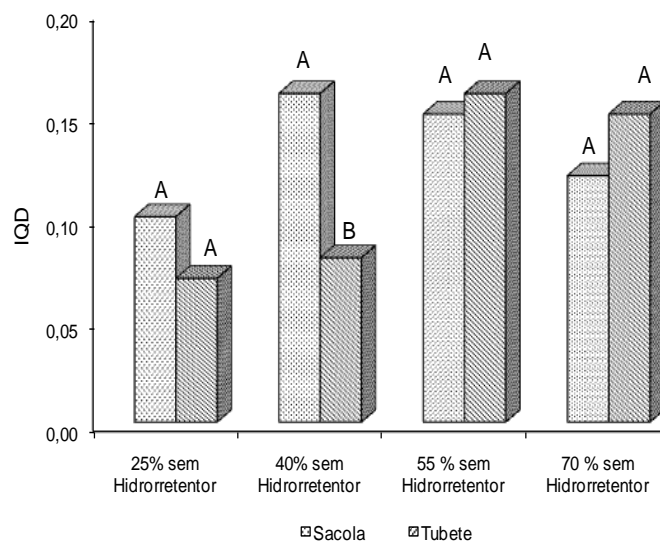


Figura 21 - Valores de índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de lâminas de irrigação (25; 40; 55 e 70 % da  $ET_0$ ) e recipientes (sacola e tubete) sem hidrorretentor

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

Estudando os níveis dos fatores recipiente e hidrorretentor dentro dos níveis 25% da  $ET_0$  (Figura 22a), 40% da  $ET_0$  (Figura 22b), 55% da  $ET_0$  (Figura 22c) e 70% da  $ET_0$  (Figura 22d) do fator lâmina de irrigação, nota-se que não houve diferença estatística para o índice de qualidade de Dickson em nenhum dos casos avaliados.

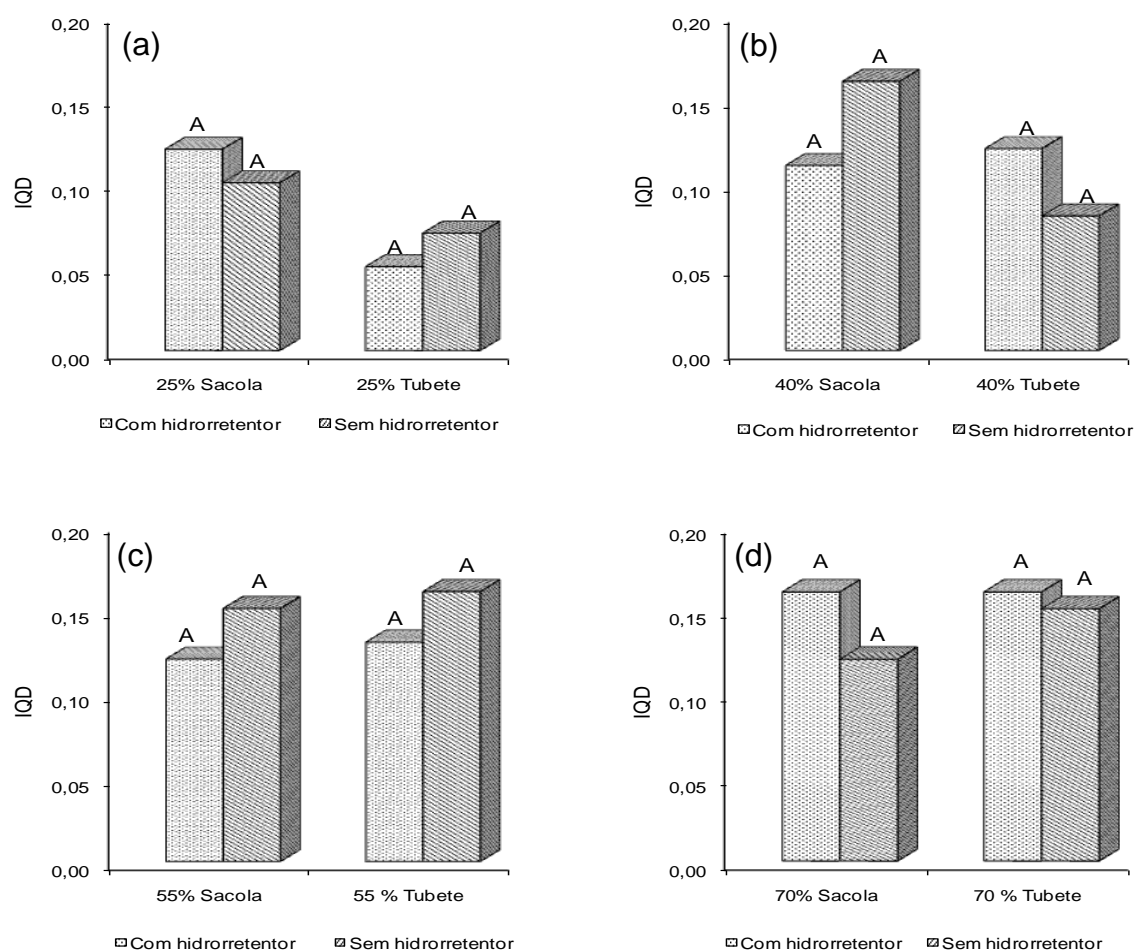


Figura 22 - Valores de índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea arabica* cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 em função de recipientes (sacola e tubete) e hidrorretentor (com e sem) nas lâminas de 25 % da  $ET_0$  (a); 40 % da  $ET_0$  (b); 55 % da  $ET_0$  (c) e 70 % da  $ET_0$  (d)

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

De modo geral, vários pesquisadores, entre os quais estão Vallone (2003) e Ferraz e Angel (2011), que trabalharam com recipientes de diferentes dimensões na produção de mudas de café e espécies florestais, encontraram os melhores índices de qualidade para mudas desenvolvidas em recipientes de maiores dimensões.



## 4. CONCLUSÕES

1. As mudas de café arábica produzidas em sacolas apresentaram desenvolvimento superior ao das mudas produzidas em tubetes nas condições avaliadas.
2. As mudas produzidas em sacolas apresentaram desenvolvimento semelhante, a partir da lâmina de 40% da  $ET_0$ .
3. Para as mudas produzidas em tubetes, as lâminas de 55 e 70% da  $ET_0$  proporcionaram um melhor desenvolvimento das mudas.
4. O hidrorretentor não exerceu influência na qualidade das mudas de café arábica estudadas.

## 5. REFERÊNCIAS

AMARAL, J. A. T.; LOPES, J. C.; AMARAL, J. F. T.; SARAIVA, S. H.; JUNIOR, W. C. J. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros Conilon propagados por estacas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6, 2007.

AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica*)**. Cv. **Tupi**. 2000. 38 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.

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.

BALIZA, D. P.; GUIMARÃES, R. J.; FIORAVANTE, N.; BARBOSA, C. R.; PESSONI, P. T.; REZENDE, T. T. Características vegetativas de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) implantadas com diferentes tipos de mudas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEEIRAS, 34., 2008, Caxambu-MG. **Anais...** Brasília, MAPA/PROCAFÉ. 2008. p.131-132.

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.

BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin : Springer, 1979. 188p.

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.

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, 2011.

DARDENGO, M. C. J. D.; AZEVEDO, J. M. G.; REIS, E. F.; SIMÃO, J. B. P.; NERY, D. D.; BARBOSA, R. B.; MONTEIRO, V. C. Avaliação de substratos e níveis de sombreamento na formação de mudas do cafeeiro arábica em sacolas e tubetes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., Vitória, 2009. **Anais...** Vitória, ES. CD ROM.

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.

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, p.10-13, 1960.

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.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering Agriculture**, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

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.

MELO, B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1999.

PARVIAINEN, J. V. Initial development of root systems of various types of nursery stock for scots pine. **Folia Forestalia**, v. 268, p. 2-21, 1976.

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

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 1, n. 26, p. 209-215, 2002.

SCHWENGBER, J. E.; DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Utilização de diferentes recipientes na propagação da ameixeira através de estacas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.285-288, 2002.

SILVA, E.T.; TOSCANI, E. Efeito da adição de polímero hidrorretentor na temperatura de três diferentes substratos em uma casa de vegetação com controle de temperatura e umidade relativa do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000. Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza: SBEA.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

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.

VALLONE, H. S. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidrorretentor, diferentes substratos e adubações**. 2003. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

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.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – 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
Lâmina	3	79,612**	0,9262**	1337,4**
Resíduo (a)	12	2,7544	0,0471	137,82
Recipiente	1	55,503**	1,2100**	5675,8**
Lâmina x Recipiente	3	9,9767**	0,2603**	394,92**
Resíduo (b)	12	3,1597	0,0314	89,373
Hidrorretentor	1	0,0506 <sup>ns</sup>	0,0030 <sup>ns</sup>	64,064 <sup>ns</sup>
Lâmina x Hidrorretentor	3	0,9623 <sup>ns</sup>	0,0637 <sup>ns</sup>	18,455 <sup>ns</sup>
Recipiente x Hidrorretentor	1	9,3025**	0,6889**	706,67**
Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor	3	0,5083 <sup>ns</sup>	0,0563 <sup>ns</sup>	8,6104 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup> não significativo.

### APÊNDICE B – 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 <sup>ns</sup>	0,1527 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	12	0,0300	0,0047	0,0570
Hidrorretentor	1	0,0047 <sup>ns</sup>	0,0035 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Lâmina x Hidrorretentor	3	0,0049 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	0,0078 <sup>ns</sup>
Recipiente x Hidrorretentor	1	0,2187**	0,0307**	0,4133**
Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor	3	0,0056 <sup>ns</sup>	0,0022 <sup>ns</sup>	0,0134 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup> não significativo.

**APÊNDICE C** – Análise de variância da relação altura/diâmetro do caule (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 <sup>ns</sup>	0,0073**
Resíduo (a)	12	0,4194	0,4700	0,0005
Recipiente	1	0,6891 <sup>ns</sup>	0,1163 <sup>ns</sup>	0,0119**
Lâmina x Recipiente	3	2,3078**	1,0990 <sup>ns</sup>	0,0022 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	12	0,3497	0,6007	0,0010
Hidrorretentor	1	0,0414 <sup>ns</sup>	3,6283**	0,0004 <sup>ns</sup>
Lâmina x Hidrorretentor	3	0,1199 <sup>ns</sup>	0,3468 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Recipiente x Hidrorretentor	1	0,2296 <sup>ns</sup>	2,3718**	0,0085**
Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor	3	0,0633 <sup>ns</sup>	0,5354 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup> não significativo.

**APÊNDICE D** – Análise de variância de altura, diâmetro do caule e área foliar de mudas de café arábica

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Altura	Diâmetro	Área Foliar
Lâmina	3	116,84**	0,9121**	4511,2**
Resíduo (a)	12	1,5666	0,0937	402,67
Recipiente	1	76,781**	0,4988 <sup>ns</sup>	8722,1**
Lâmina x Recipiente	3	11,406**	0,0438 <sup>ns</sup>	70,186 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	12	1,6597	0,1415	286,82
Hidrorretentor	1	1,1289 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	368,16 <sup>ns</sup>
Lâmina x Hidrorretentor	3	3,2056 <sup>ns</sup>	0,1019 <sup>ns</sup>	22,759 <sup>ns</sup>
Recipiente x Hidrorretentor	1	0,8789 <sup>ns</sup>	0,0035 <sup>ns</sup>	168,88 <sup>ns</sup>
Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor	3	3,3281 <sup>ns</sup>	0,1119 <sup>ns</sup>	144,94 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	2,4665	0,0890	165,00
Média Geral		13,320	2,5242	64,033
CV %		11,790	11,821	20,060

\*Significativo a 5%; e <sup>ns</sup> não significativo.

**APÊNDICE E** – Análise de variância de massa da parte aérea (MPAS), raiz (MRS) e total seca (MTS) de mudas de café arábica

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		MPAS	MRS	MTS
Lâmina	3	1,2588**	0,0502**	1,7900**
Resíduo (a)	12	0,0481	0,0085	0,0887
Recipiente	1	1,9207**	0,0008 <sup>ns</sup>	2,0019**
Lâmina x Recipiente	3	0,1734 <sup>ns</sup>	0,0168 <sup>ns</sup>	0,2772 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	12	0,0684	0,0061	0,1099
Hidrorretentor	1	0,0416 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	0,0301 <sup>ns</sup>
Lâmina x Hidrorretentor	3	0,1175 <sup>ns</sup>	0,0060 <sup>ns</sup>	0,1732 <sup>ns</sup>
Recipiente x Hidrorretentor	1	0,0091 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,0111 <sup>ns</sup>
Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor	3	0,2310**	0,0148 <sup>ns</sup>	0,3509**
Resíduo	24	0,0405	0,0061	0,0734
Média Geral		1,0300	0,2174	1,2474
CV %		19,539	36,023	21,713

\*Significativo a 5%; e <sup>ns</sup> não significativo.

**APÊNDICE F** – Análise de variância da relação altura/diâmetro do caule (RAD), relação parte aérea/raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de café arábica

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		RAD	RPAR	IQD
Lâmina	3	7,8482**	3,3468 <sup>ns</sup>	0,0111**
Resíduo (a)	12	0,3907	3,7113	0,0018
Recipiente	1	4,0509**	48,605**	0,0029 <sup>ns</sup>
Lâmina x Recipiente	3	1,0609**	3,8522 <sup>ns</sup>	0,0036 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	12	0,3489	2,6403	0,0019
Hidrorretentor	1	0,2932 <sup>ns</sup>	1,2535 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Lâmina x Hidrorretentor	3	0,4760 <sup>ns</sup>	0,8628 <sup>ns</sup>	0,0018 <sup>ns</sup>
Recipiente x Hidrorretentor	1	0,0279 <sup>ns</sup>	0,4091 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Lâmina x Recipiente x Hidrorretentor	3	0,5050 <sup>ns</sup>	1,9857 <sup>ns</sup>	0,0043**
Resíduo	24	0,4087	1,6673	0,0014
Média Geral		5,2733	5,0467	0,1223
CV %		12,123	25,586	30,431

\*Significativo a 5%; e <sup>ns</sup> não significativo.