

# CRESCIMENTO VEGETATIVO DE MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Sandro Dan Tatagiba<sup>1</sup>, José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>2</sup>, Edvaldo Fialho dos Reis<sup>3</sup>

(Recebido: 07 de agosto de 2009; aceito 07 de novembro de 2010)

**RESUMO:** A produção de mudas de café a pleno sol já é uma técnica utilizada por alguns viveiristas e produtores. Seus resultados e utilizações são embasados, na maioria das vezes, por observações, havendo a necessidade de trabalhos científicos que possam mostrar a real possibilidade de utilização do método. Sendo assim, sugeriu-se neste trabalho estudar o crescimento vegetativo e a produção de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) mantidas a pleno sol e sob diferentes níveis de sombra. O experimento foi montado no esquema de delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo (40, 80 e 120 dias), utilizando-se 12 repetições para as características diâmetro do coleto e altura, e três repetições para área foliar, relação raiz/parte aérea, matéria seca da parte aérea, raiz e total. Os tratamentos foram constituídos dos seguintes níveis de sombreamento: 0% de sombra, ou seja, as mudas eram mantidas a pleno sol; 22%; 50% e 88% de sombreamento. De acordo com os resultados das características de crescimento analisadas, as mudas cresceram melhor a 22 e 50% de sombreamento, apresentando maior crescimento vegetativo em relação às mantidas a pleno sol e ao sombreamento de 88%, propiciando a formação de mudas mais vigorosas, o que foi verificado principalmente pela matéria seca total das plantas. Houve uma tendência de aumento da altura e da área foliar com o aumento do sombreamento, enquanto que o diâmetro do coleto foi reduzido pelo sombreamento de 88%.

Palavras-chave: Crescimento, sombra, viveiro.

## VEGETATIVE GROWTH OF SEEDLINGS OF ARABIC COFFEE (*Coffea arabica* L.) SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF SHADE

**ABSTRACT:** The production of coffee seedlings under sunlight is a technique used by some producers in nursery. Results and uses are based, in most cases, for comments and there is a need for scientific studies that can show the real importance of the method. Thus, it is suggested in this work to study the growth and production of seedlings of (*Coffea arabica* L.) kept under full sunlight and under different levels of shade. The experiment was installed in the scheme of a randomized design in split plot in time (40, 80 and 120 days), using 12 replicates for the characteristics of diameter of the stem and height, and three replicates for foliate area, relation root/aerial part, aerial part dry matter, root and total. The treatments consisted of the following levels of shading: 0% shade, or the seedlings were kept in full sunlight, 22%, 50% and 88% shading. According to the results of growth traits analyzed, the seedlings grew better at 22 and 50% shading, with higher vegetative growth in relation to maintained in full sunlight to shade and 88%, allowing the formation of more vigorous seedlings, verified mainly by the total dry matter of plants. There was a trend of increasing height and leaf area with increasing shading, while the stem diameter was reduced by 88% shading.

Index terms: Growth, shadow, nursery.

### 1 INTRODUÇÃO

A importância da cafeicultura brasileira pode ser visualizada pelo volume de produção, pelo consumo interno, pela sua participação na pauta de exportação e capacidade de geração de emprego e de renda na economia (TEIXEIRA, 2002). O café é hoje o segundo maior gerador de riquezas do planeta, perdendo apenas para o petróleo. O Brasil, atualmente, é o principal exportador e responde por

mais de um terço de toda a produção mundial - três vezes mais do que a Colômbia, o segundo maior exportador (CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ - CBP&D/CAFÉ, 2004). Nos últimos anos, a redução da cota da exportação do produto provocou a necessidade de maior qualidade e redução de custos, para atender à demanda de consumidores cada vez mais exigentes (COSTA; CARVALHO, 2006). No estado do Espírito Santo, a atividade cafeeira constitui-

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal (Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG - 36570-000 - sandrodantatagiba@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Eng. Florestal, Professor adjunto - Departamento de Engenharia Florestal, UFES - Centro de Ciências Agrárias (CCA-UFES), Alegre-ES - 29500-000 - jemp@cca.ufes.br

<sup>3</sup>Eng. Agrícola, Professor associado, Departamento de Engenharia Rural, UFES - Centro de Ciências Agrárias (CCA-UFES), Alegre-ES - 29500-000 - edreis@cca.ufes.br

se na mais importante atividade do setor agropecuário, tanto do ponto de vista econômico como do social. Estima-se que seja, direta ou indiretamente, responsável pela geração de cerca de 550 mil empregos e chega, em determinados anos, a responder por cerca de 85% da arrecadação do setor primário estadual (FONSECA et al., 2002).

A implantação de cafezais com cultivares da espécie *Coffea arabica* L. é realizada a partir de mudas formadas por sementes, uma vez que a espécie possui altas taxas de autofecundação, em 99% das flores (CARVALHO; MÔNACO, 1965). Entre as vantagens da utilização de sementes na formação de mudas de café podem ser enumeradas a facilidade de plantio, a redução do custo de formação do cafezal e o desenvolvimento radicular em profundidade (ASCANIO, 1994). Considerando-se que o café é uma cultura perene, a obtenção de mudas de boa qualidade é de fundamental importância no estabelecimento da lavoura cafeeira. Mudas sadias e bem desenvolvidas constituem, sem dúvida, um dos fatores básicos para o sucesso na formação de novas lavouras (GUIMARÃES et al., 1989).

Sabe-se que o cafeeiro é uma planta  $C_3$ , ou seja, é uma planta de ambiente sombreado, que possui adaptações fisiológicas e morfológicas para esse tipo de ambiente. Mas é também uma espécie que se adaptou bem às condições de pleno sol, justificando, assim, um estudo de seu crescimento na fase de muda. Tais adaptações morfológicas e fisiológicas das mudas formadas a pleno sol ainda são pouco estudadas e não se tem uma idéia formada sobre o processo e seus resultados.

A produção de mudas de cafeeiro a pleno sol já é uma técnica utilizada por alguns viveiristas e produtores. Seus resultados e utilizações são embasados, na maioria das vezes, por observações, havendo a necessidade de trabalhos científicos que possam mostrar a real possibilidade de utilização do método.

O crescimento das plantas resulta de interações envolvendo carboidratos, hormônios, água e minerais. Embora a fotossíntese seja considerada o maior processo fisiológico do crescimento, por fornecer a matéria-prima necessária (KOZLOWSKI, 1962 citado por ENGEL, 1989), o desenvolvimento de uma planta envolve importantes mecanismos regulatórios de conversão e distribuição de assimilados. A

adaptação das plantas ao ambiente de luz depende do ajuste de seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada da maneira mais eficiente possível. As respostas dessa adaptação serão refletidas no crescimento global da planta. Assim, a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plântulas e às condições de intensidade luminosa do ambiente; frequentemente as análises do crescimento são utilizadas para prever o grau de tolerância das diferentes espécies ao sombreamento (ENGEL, 1989).

Várias características são utilizadas para avaliar as respostas de crescimento de plantas à intensidade luminosa. A altura da planta é uma das mais utilizadas, visto que a capacidade em crescer rapidamente em altura, quando sombreadas é um mecanismo importante de adaptação das espécies que procuram por uma taxa luminosa maior (ENGEL, 1989). Outro parâmetro bastante utilizado é o diâmetro do colo. O crescimento em diâmetro depende da atividade cambial que, por sua vez, é estimulada por carboidratos produzidos pela fotossíntese e hormônios translocados das regiões apicais. Logo, o diâmetro de colo é um bom indicador da assimilação líquida, já que depende mais diretamente da fotossíntese, (KOZLOWSKI, 1962 citado por ENGEL, 1989).

A produção de matéria seca permite avaliar o crescimento de uma planta. A quantidade total de matéria seca acumulada pela planta é reflexo direto da produção fotossintética líquida, somada à quantidade de nutrientes minerais absorvidos, o que corresponde apenas a uma pequena parcela daquela (BOURDEAU, 1958 citado por ENGEL, 1989). A área foliar é uma característica para se analisar a tolerância à sombra das diferentes espécies, pois ela correlaciona-se diretamente com a área da superfície fotossintetizante útil. O aumento da área foliar pelo sombreamento é uma das maneiras da planta aumentar a superfície fotossintetizante, promovendo um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas, (ENGEL, 1989), compensando, assim, as taxas fotossintéticas por unidade de área mais baixas, que são características de folhas de sombra (BOARDMAN, 1977).

Como exemplo de trabalhos desenvolvidos para estudar o efeito do sombreamento sobre a

produção, crescimento e processos fisiológicos do cafeeiro, tem-se os realizados por Fahl e Carelli (1994), Freitas et al. (2003), Paiva et al. (2003) e Ricci et al. (2006) e mais recentemente, Braun et al. (2007). Em seu estudo, Paiva et al. (2003) constataram que o melhor tipo de sombreamento para formação de mudas de café arábica é o de 50%, pois nessas condições as plantas apresentam um maior crescimento vegetativo em relação aos demais sombreamentos e às mudas formadas a pleno sol. Já Braun et al. (2007), verificaram que 75% de sombreamento é a condição na qual as mudas do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) apresentam maior crescimento vegetativo em relação aos demais níveis de sombreamentos, propiciando a formação de mudas mais vigorosas, com maiores condições de se adaptarem em campo no momento do transplantio. Sabe-se, porém que os plantios comerciais de café arábica são realizados com mudas provenientes de sementes. Contudo, faltam informações conclusivas quanto ao comportamento das plantas propagadas por sementes e por estacas. Como são escassos os experimentos na formação de mudas de café a pleno sol, objetivou-se, neste trabalho, avaliar o crescimento vegetativo de mudas de café arábica produzidas sob diferentes sombreamentos, e compará-las com as mudas cultivadas em pleno sol.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local, material experimental e substrato

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

As sementes para a produção das mudas foram obtidas da cultivar de café arábica (*C. arabica*), Catuaí Vermelho IAC 81, proveniente do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - INCAPER, Venda Nova do Imigrante - ES.

As mudas foram formadas em sacos de polietileno perfurados, de cor preta, com as dimensões usuais para mudas de café (0,15 x 0,25 m). Depois

de encanteirados, foram semeadas duas sementes por saco plástico. As sementes foram cobertas pelo substrato, a fim de manter a umidade durante a germinação. Depois de germinadas as sementes, foi deixada apenas uma planta por saco plástico.

Durante os 20 primeiros dias de crescimento, as mudas foram mantidas em canteiros dentro do viveiro, apresentando 50% de sombreamento. Posteriormente, as mudas foram transferidas para bancadas com, aproximadamente, 1,30 m de altura e 0,90 m de largura e submetidas aos tratamentos com tela de polipropileno (sombrite) dentro do viveiro.

O viveiro utilizado possuía cobertura alta e foi dividido em áreas específicas, nas quais foram colocadas diferentes coberturas de sombrite, a fim de compor os tratamentos: 0% de sombreamento, ou seja, mudas eram mantidas a pleno sol; 22%; 50% e 88% de sombreamento. As bancadas dentro do viveiro foram dispostas no centro de cada área específica, cobertas por sombrite de modo que não eram influenciados por outros tipos de sombra durante o período diurno.

O substrato utilizado para o preenchimento dos sacos plásticos foi constituído de terra extraída da camada de 0,40 a 0,80 m de um latossolo vermelho-amarelo (55%), areia lavada (25%), esterco bovino (15%) e vermiculita (5%). Realizou-se o controle nutricional utilizando o fertilizante osmocote de formulação (15-10-10), parcelados em duas adubações de cobertura, realizadas aos 40 e 80 dias após a transferência das mudas para as bancadas, onde se deu início aos tratamentos de sombreamento. As adubações foram realizadas de modo a fornecer 0,10 kg do adubo para cada muda.

As irrigações eram realizadas duas vezes ao dia, pela manhã e no período da tarde, por um sistema de aspersão, a fim de manter-se o substrato na capacidade de campo para todos os tratamentos.

### 2.2 Características de crescimento avaliadas e delineamento experimental

Avaliaram-se as características de crescimento, aos 40, 80 e 120 dias após o início dos tratamentos nos diferentes níveis de sombreamento conduzidos no viveiro, determinando-se: diâmetro do caule em nível do coleto, altura total, área foliar, relação raiz/parte aérea, matéria seca das partes aérea, raiz e total.

A área foliar foi determinada através do medidor, modelo LI -3100 da marca LI-COR. O diâmetro do coleto foi realizado com auxílio de paquímetro digital da marca Starrett, modelo 727, e a altura das plantas, através de régua graduada em milímetros. Para obtenção da matéria seca, as plantas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, em temperatura de 75° C até atingir massa constante.

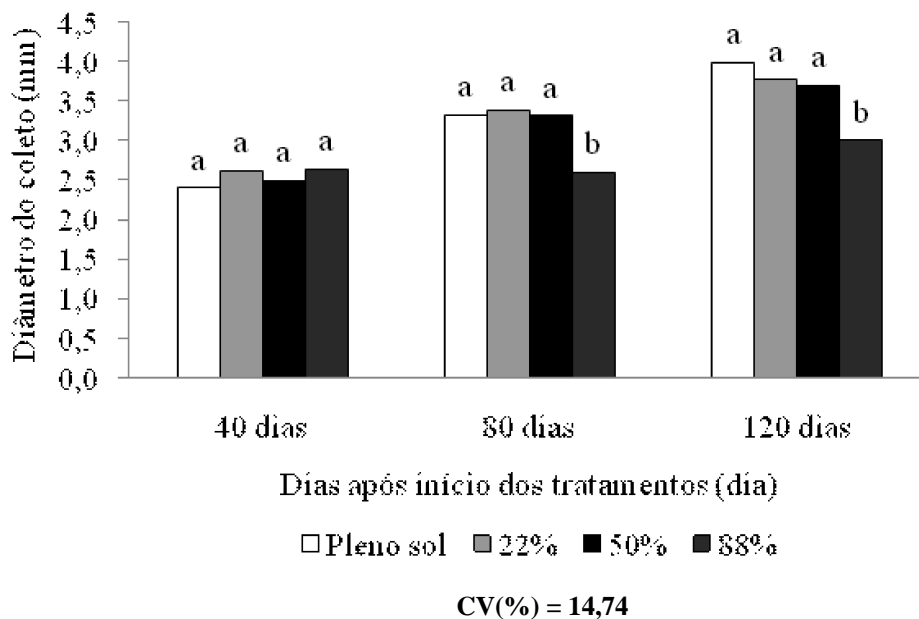
O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida no tempo (40, 80 e 120 dias), utilizando-se 12 repetições para as características diâmetro do coleto e altura das mudas e três repetições para área foliar, relação raiz/parte aérea, matéria seca das partes aérea, radicular e total. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se software SAEG.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, apresenta-se o diâmetro do coleto das mudas de café arábica, produzidas nos diferentes

níveis de sombreamento durante as épocas em que foram realizadas as avaliações de crescimento. De acordo com o teste Tukey, a 5% de probabilidade, verificou-se que os níveis de sombreamento não afetaram o diâmetro do caule das mudas aos 40 dias. Todavia, nas avaliações realizadas aos 80 e 120 dias, respectivamente, houve diferença significativa entre as médias dos níveis de sombreamento. Verifica-se que o nível de sombra 88% contribuiu significativamente para o decréscimo do valor da média do diâmetro das mudas, registrando o menor valor, enquanto as mudas cultivadas a pleno sol e nos níveis de sombreamento de 22 e 50%, as médias não diferiram entre si, indicando que o sombreamento menos intenso não afetou o crescimento em diâmetro das plantas, na fase final do experimento.

Ricci et al. (2006) trabalhando com cultivo de café arábica no sistema orgânico a pleno sol e sombreado, relataram que o sombreamento reduziu o diâmetro do coleto dos cafezais. Entretanto, Paiva et al. (2003), por sua vez, estudando o efeito do sombreamento na produção de mudas de café arábica verificaram os maiores valores de diâmetro do coleto



**Figura 1** – Diâmetro do coleto das mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) avaliadas em diferentes épocas de crescimento, sob quatro níveis de sombreamento.

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas para cada época de avaliação, não diferenciam entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

nas mudas expostas ao máximo sombreamento (90% de sombra). Mudas com valores altos de diâmetro do coleto indicam que haverá uma boa taxa de sobrevivência após o plantio. De acordo com Almeida et al. (2005), esse é um indicador das taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese.

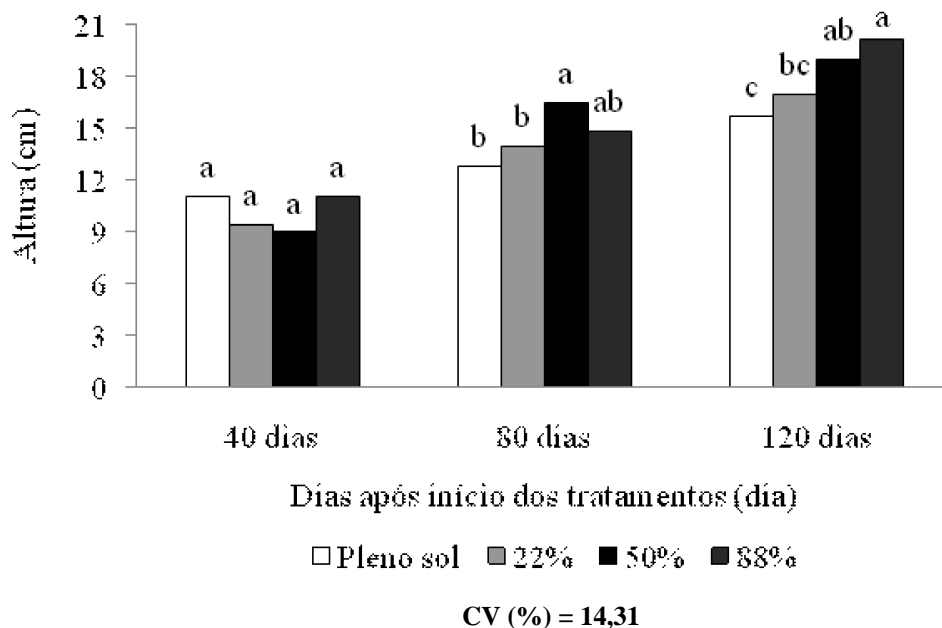
De acordo com os dados referentes à altura das mudas (Figura 2), observa-se aos 40 dias, que os diferentes sombreamentos não afetaram o crescimento em altura. Por outro lado, aos 80 e 120 dias, respectivamente, o crescimento em altura apresentou diferentes respostas aos níveis de sombreamento testados. Nessas duas últimas épocas de avaliações, as mudas cultivadas no sombreamento de 50 e 88% não diferiram significativamente entre si, registrando as maiores médias para a altura.

Aos 80 dias, as mudas cultivadas a pleno sol, 22 e 88% de sombra apresentaram valores de altura significativamente semelhantes. Percebe-se também, aos 120 dias, que o sombreamento de 22 e 50% registraram médias significativamente semelhantes entre si, e que as médias das mudas cultivadas a pleno sol não diferiram do tratamento de 22% de sombra,

registrando os menores valores para a altura. Dessa forma, permite-se concluir que os diferentes níveis de sombreamento afetaram o crescimento em altura das mudas (Figura 2).

Ao final dos 120 dias de experimentação, quando se obtinha mudas adequadas para o plantio, percebe-se que o sombreamento induziu as plantas a alocarem uma maior parte de seus recursos para crescer em altura, por meio do alongamento dos entrenós e que os sombreamentos mais intensos contribuíram para os maiores valores de altura das mudas.

Carelli et al. (1999), observaram menor crescimento, em altura, em mudas de café com sombreamento (30% de radiação solar) e não detectaram diferença estatística entre plantas a pleno sol e com 50% de sombreamento. Paiva et al. (2003), por sua vez, verificaram maior crescimento em altura de mudas de café arábica no sombreamento de 50%, enquanto Braun et al. (2007), detectaram maior crescimento em altura, em mudas de café conilon nos níveis de 50 e 75% de sombreamento, quando comparadas com plantas mantidas em níveis de 30% de sombreamento e a pleno sol.



**Figura 2** – Altura das mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) avaliadas em diferentes épocas de crescimento, sob quatro níveis de sombreamento.

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada época de avaliação, não diferenciam entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), as plantas alongam o caule, em resposta ao sombreamento, a fim de evitar a baixa irradiância encontrada no ambiente.

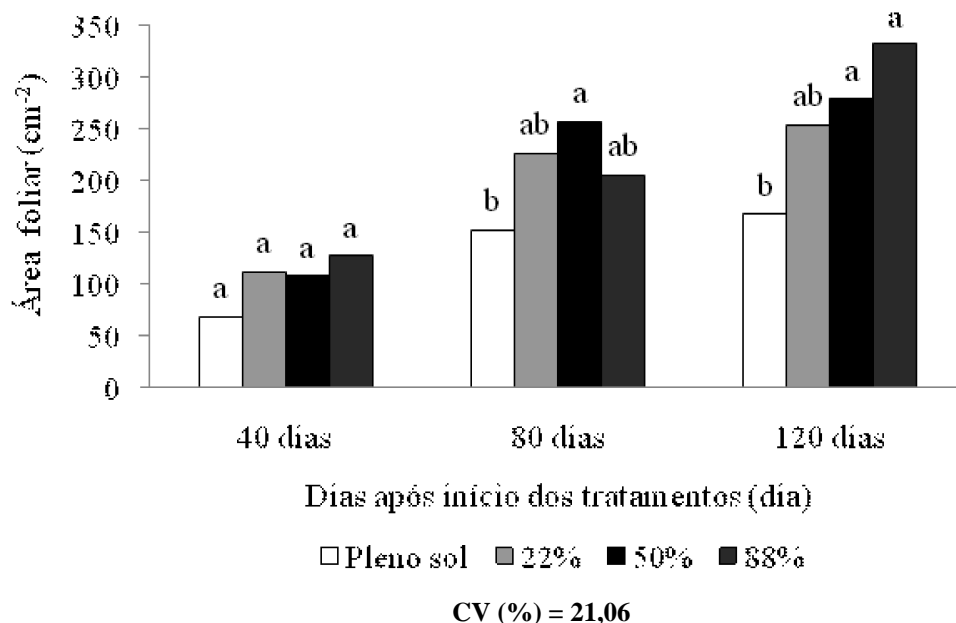
Nota-se na Figura 3, que não houve diferença significativa para as médias de área foliar entre os diferentes níveis de sombreamento, aos 40 dias. Entretanto, diferenças significativas entre as médias foram encontradas aos 80 e 120 dias de experimentação. Nessas duas últimas épocas de avaliações, as mudas cultivadas nos níveis de 22, 50 e 88% de sombreamento não apresentaram diferenças significativas entre as médias, registrando os maiores valores de área foliar.

Observa-se também, que as mudas cultivadas a pleno sol, não apresentaram médias de área foliar com diferença significativa nos níveis de 22 e 88% de sombra, aos 80 dias, e no nível de 22%, aos 120 dias, porém, para ambos os períodos de avaliações foram registrados os menores valores, com médias de 152,15 e 167,04 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 3).

Pelos resultados obtidos em diversos cultivares comprovou-se que o cafeeiro, quando cultivado em

condições sombreadas, desenvolve folhas mais finas e maior área foliar, que proporcionam maior interceptação da luz disponível (FAHL et al., 1994).

Em alguns trabalhos, como o de Campanha et al. (2004) e Rodriguez et al. (1999), foram verificadas uma maior queda de folhas em plantas cultivadas a pleno sol do que nas sombreadas. Para Rodriguez et al. (1999), a abscisão foliar está sempre associada ao nível de exposição solar e aos períodos de déficit hídrico, como forma de manter o status hídrico da planta. Braun et al. (2007) verificaram que mudas de café conilon produzidas sob 75% de sombreamento obtiveram maiores valores de área foliar, apresentando diferença significativa entre os níveis de sombreamento (50 e 75%) e à plena luz, enquanto, Paiva et al. (2003) observaram que mudas de café arábica produzidas sob 50% de sombreamento obtiveram os maiores valores em área foliar. Esses resultados também foram encontrados por Ricci et al. (2006), observando que esse pode ser um mecanismo utilizado pelo cafeeiro para compensar a menor luminosidade recebida.



**Figura 3** – Área foliar das mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) avaliadas em diferentes épocas de crescimento, sob quatro níveis de sombreamento.

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas para cada época de avaliação, não diferenciam entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Analisando a matéria seca da parte aérea (Figura 4), percebe-se que não houve diferença estatística significativa entre os níveis de sombreamento aos 40 dias. Entretanto, observaram-se aos 80 e 120 dias, diferenças significativas entre as médias da matéria seca da parte aérea.

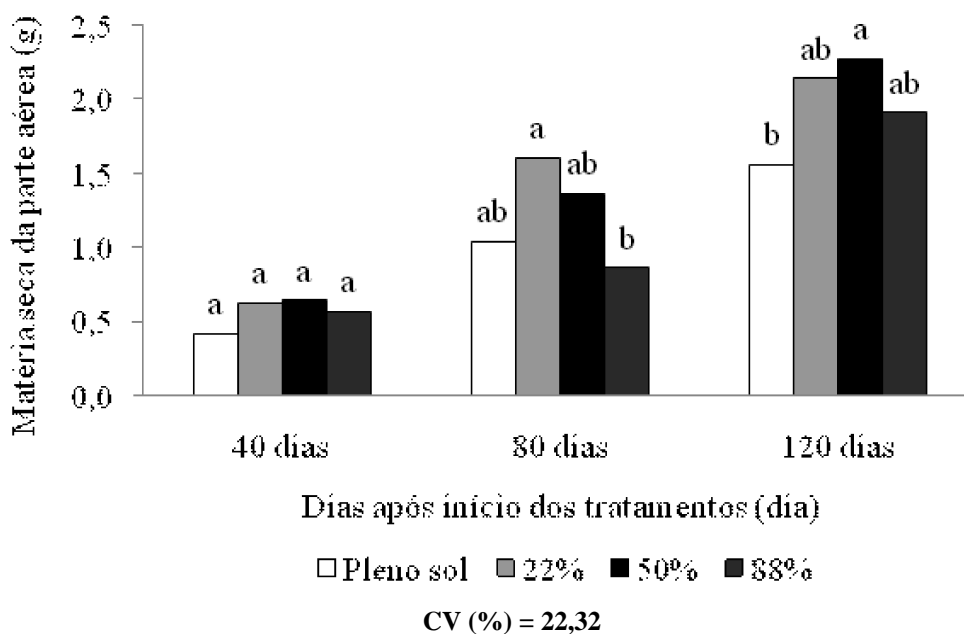
Detecta-se aos 80 dias, que as mudas mantidas a pleno sol, 22 e 50% de sombra apresentaram médias da matéria seca da parte aérea semelhantes, não diferindo significativamente entre si, enquanto que a média das mudas sob o sombreamento de 88% se diferenciava significativamente do sombreamento de 22%. O menor valor da média foi encontrado para as mudas, sob 88% de sombreamento com 0,86g, 46,25% menor do que o valor encontrado no nível 22% de sombra. As mudas cultivadas pleno sol e as mantidas no nível de 50% de sombreamento apresentaram valores de 1,04 e 1.36g, respectivamente (Figura 4).

Aos 120 dias, os sombreamentos de 22, 50 e 88% não apresentaram diferença significativa entre as médias da matéria seca da parte aérea, detectando-se os maiores valores médios para essa característica, apresentando semelhança no crescimento e no

acúmulo de fotoassimilados orgânicos da parte aérea (Figura 4).

É importante verificar a ocorrência da diferença significativa encontrada entre as médias das mudas mantidas a pleno sol e a 50% de sombreamento, aos 120 dias (Figura 4). Mudas cultivadas a pleno sol, expostas diretamente à intensa radiação solar, sem nenhum tipo de cobertura ou proteção, como acontece no manejo adotado por alguns produtores, podem apresentar redução da matéria seca da parte aérea, originando mudas menos vigorosas.

Aos 120 dias, os valores médios da matéria seca da parte aérea das mudas, mantidas a 50% de sombra foram 5,72; 15,85 e 31,28% maiores do que os registrados nos níveis de 22 e 88% de sombra, e das mudas cultivadas a pleno sol, respectivamente. Paiva et al. (2003), em seu estudo detectaram os maiores valores da matéria seca da parte aérea em mudas de café arábica submetidas a 90% de sombreamento. Carelli et al. (2001) trabalhando com café arábica, cultivar Obatã verificaram que a matéria seca aumenta em sombreamento, com relação à plena luz.



**Figura 4** – Matéria seca da parte aérea das mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) avaliadas em diferentes épocas de crescimento, sob quatro níveis de sombreamento.

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas para cada época de avaliação, não diferenciam entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

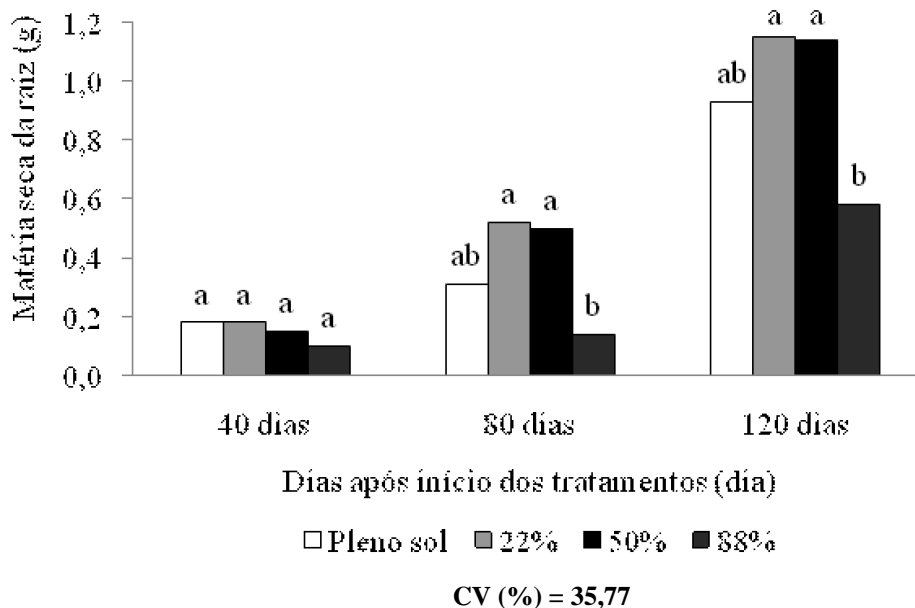
Observando os resultados referentes à matéria seca da raiz (Figura 5), verifica-se, que aos 40 dias, não houve diferença estatística significativa entre os níveis de sombreamento. Percebe-se, aos 80 e 120 dias que os sombreamentos afetaram significativamente as médias da matéria seca da raiz. Nas duas últimas épocas avaliadas, as mudas cultivadas a pleno sol, 22 e 50% de sombreamento não apresentaram diferença significativa entre as médias, registrando os maiores valores para as médias da matéria seca da raiz. As mudas expostas ao sombreamento mais intenso, ou seja, 88% diferiram significativamente das mantidas a 22 e 50% de sombra, registrando os menores valores para as médias da matéria seca da raiz, em ambos os períodos de avaliações. Resultados diferentes foram obtidos no trabalho realizado por Paiva et al. (2003), em que os maiores valores de matéria seca da raiz foram encontrados em mudas de café arábica, a 90% de sombreamento e o menor nas mudas cultivadas a pleno sol.

Analisando a matéria seca total das mudas (Figura 6), verifica-se aos 40 dias, que os diferentes sombreamentos não afetaram a matéria seca total das

mudas. Esse fato aconteceu com as demais características de crescimento avaliadas, o que permite concluir neste trabalho, que o período de avaliação das mudas aos 40 dias, é um intervalo de tempo curto, para avaliação do efeito dos sombreamentos sobre as características de crescimento estudadas. Aos 80 e 120 dias, por sua vez, foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre as médias dos níveis de sombreamento.

Aos 80 dias, observou-se que as plantas mantidas a pleno sol, 22 e 50% de sombreamento, apresentaram valores de médias significativamente semelhantes entre si, registrando os maiores valores de matéria seca total, com 1,36, 2,13 e 1,87g, respectivamente. Observa-se, que as mudas expostas a 88% de sombra apresentaram diferença significativa em relação às cultivadas no sombreamento de 22 e 50%, registrando o menor valor para a matéria seca total, com média de 0,96g, e também apresentaram valores de médias significativamente semelhantes aos encontrados nas mudas produzidas a pleno sol (Figura 6).

Verifica-se aos 120 dias, que os níveis de 22 e 50% de sombreamento não diferiram significativamente



**Figura 5** – Matéria seca da raiz das mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) avaliadas em diferentes épocas de crescimento, sob quatro níveis de sombreamento.

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas para cada época de avaliação, não diferenciam entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.



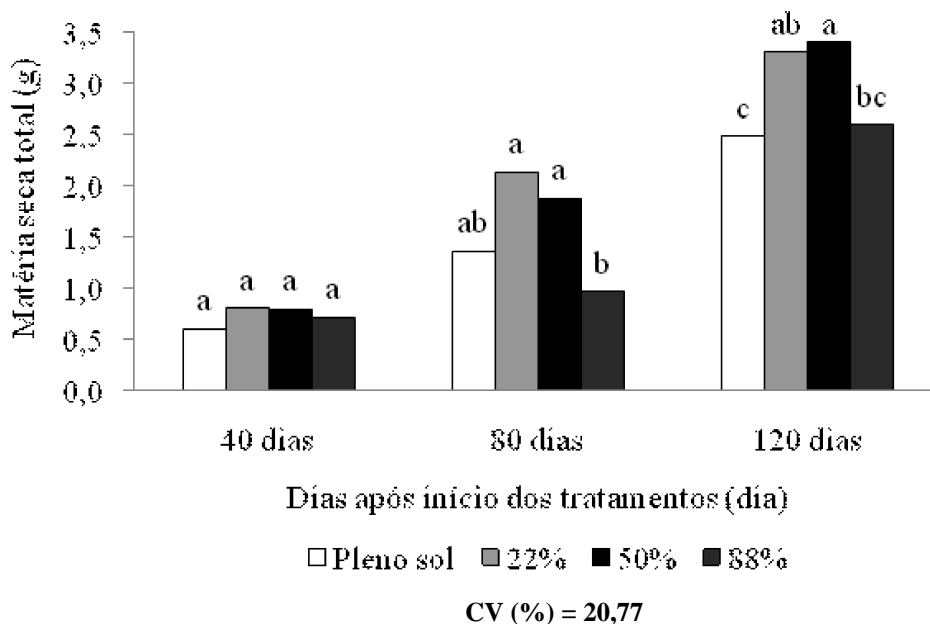
entre si (Figura 6), registrando os maiores valores para a matéria seca total das mudas de café arábica, com média de 3,30 e 3,41g, respectivamente, resultando na formação de mudas mais vigorosas e confirmando os resultados obtidos anteriormente por Kumar e Tieszen (1980), que afirmaram que o cafeeiro se desenvolve melhor em ambientes de baixa luminosidade.

Ainda aos 120 dias, as mudas cultivadas a pleno sol apresentaram diferença significativa em relação às mantidas a 22 e 50% de sombreamento, em que detectaram-se os menores valores para a matéria seca total, registrando média de 2,48g. Entretanto, as médias dos valores de matéria seca total das mudas produzidas a pleno sol e a 88% de sombra não se diferenciaram, registrando médias semelhantes entre si. Dessa forma, pode-se concluir que a produção de mudas de café arábica a pleno sol e em sombreamentos muito intensos, como o de 88% de sombra, comprometeram a incorporação de fotoassimilados em matéria seca total nas mudas.

Paiva et al. (2003), trabalhando com diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de café arábica obtiveram maiores valores de

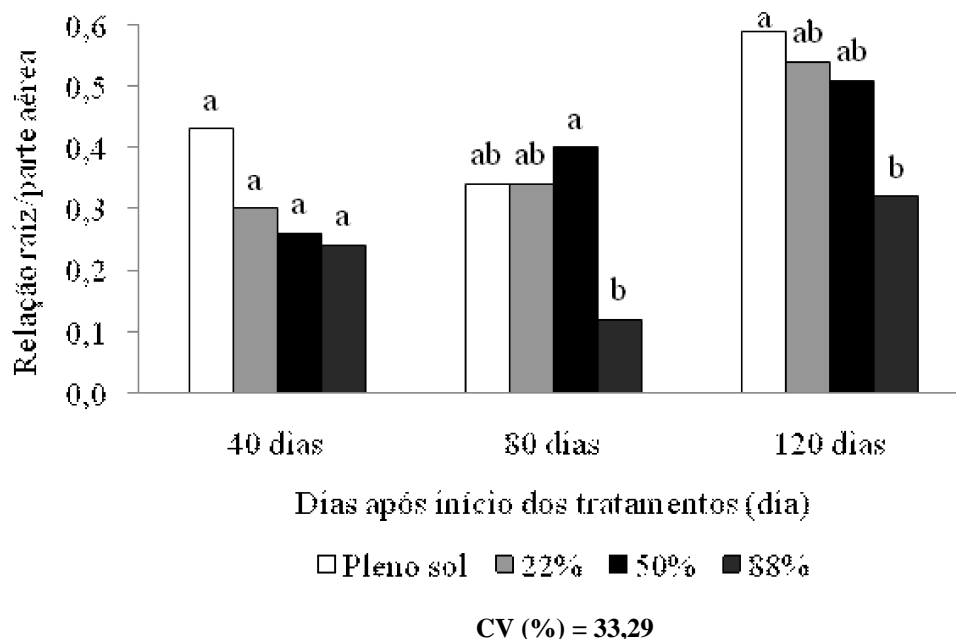
matéria seca total no nível de 90% de sombreamento. Já Carelli et al. (2001) trabalhando com café arábica, cultivar Obatã, verificaram que a matéria seca aumenta com o sombreamento em relação à plantas mantidas a plena luz.

Percebe-se para a relação raiz/parte aérea (Figura 7), que não houve diferença estatística significativa entre os níveis de sombreamento aos 40 dias de experimentação. Aos 80 dias, por sua vez, foi observada diferença significativa entre os níveis de sombra. Nota-se que as mudas a pleno sol, 22 e 50% de sombreamento não apresentaram diferença significativa entre as médias, apresentando os maiores valores na relação raiz/parte aérea. O nível de sombra de 88% contribuiu para redução dos valores da relação raiz/parte aérea, quando comparado com as plantas mantidas a 50% de sombra, mas não diferiu das plantas crescendo a pleno sol e a 22% de sombreamento. Observou-se, aos 120 dias, que as mudas a pleno sol, 22 e 50% de sombreamento não apresentaram diferença significativa entre as médias, apresentando os maiores valores para a relação raiz/parte aérea.



**Figura 6** – Matéria seca total das mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) avaliadas em diferentes épocas de crescimento, sob quatro níveis de sombreamento.

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas para cada época de avaliação, não diferenciam entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.



**Figura 7** – Relação raiz/parte aérea das mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) avaliadas em diferentes épocas de crescimento, sob quatro níveis de sombreamento.

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas para cada época de avaliação, não diferenciam entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

As plantas submetidas a 88% de sombra apresentaram resultados significativamente diferentes das mudas mantidas a pleno sol, registrando o menor valor da média, com 0,32.

Dessa forma, permiti-se concluir que as mudas submetidas ao sombreamento mais intenso (88% de sombra) alteraram a relação raiz/parte aérea a fim de compensar a falta de luminosidade no ambiente, distribuindo maiores quantidades dos produtos gerados na fotossíntese para promover o crescimento da parte aérea, especificamente para o crescimento em área foliar. Por fim, as médias dos níveis de sombreamento 22, 50 e 88%, não diferiram significativamente entre si, registrando valores de relação raiz/parte aérea semelhantes.

#### 4 CONCLUSÕES

As mudas de café arábica cultivadas em viveiro apresentaram distintas respostas das características de crescimento estudadas, em função dos diferentes níveis de sombreamento utilizados. As mudas cresceram melhor a 22 e 50% de sombreamento, apresentando maior crescimento vegetativo em

relação às mantidas a pleno sol e ao sombreamento de 88%, propiciando a formação de mudas mais vigorosas, verificado principalmente pela matéria seca total das plantas. A exposição direta à radiação solar, nas mudas produzidas a pleno sol e o excesso de sombra provocado pelo sombreamento de 88%, prejudicaram o crescimento vegetativo das mudas. Houve uma tendência de aumento da altura e da área foliar com o aumento do sombreamento. O diâmetro do coleto foi reduzido pelo sombreamento de 88%.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. S. de et al. Crescimento de mudas de jacarandá puberula cham. em viveiro, submetidas a diferentes níveis de luminosidade. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.
- ASCANIO, E. C. E. *Biologia del cafe*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1994. 308 p.
- BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, Davis, v. 28, p. 355-377, 1977.

- BRAUN, H. et al. Produção de mudas de café conilon propagadas em diferentes níveis de sombreamento. **Idesia**, Taparacá, v. 25, n. 3, p. 85-91, 2007.
- CAMPANHA, M. M. et al. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry systems**, Dordrecht, v. 63, p. 75-82, 2004.
- CARELLI, M. L. C. et al. Carbon isotope discrimination and gas exchange in coffee species grown under different irradiance regimes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 63-68, 1999.
- \_\_\_\_\_. Efeitos de níveis de sombreamento no crescimento e produtividade do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: Embrapa café, 2001. p. 16.
- CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C. Botânica e melhoramento. In: KRUG et al. (Ed.). **Cultura e adubação do cafeeiro**. 2. ed. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p. 49-62.
- CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ. **Programa nacional de pesquisa e desenvolvimento do café**. Brasília, 2004. 148 p.
- COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade *Coffea arabica* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, jan./fev. 2006.
- ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de espécies nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba, 1989.
- FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Influência do sombreamento nas características fisiológicas envolvidas no crescimento de espécies de *coffea*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAP, 1994. p. 289-290.
- FAHL, J. I. et al. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 69, p. 161-169, 1994.
- FONSECA, A. F. A. et al. A cultura do café robusta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Palestras...** Brasília: Embrapa Café, 2002. p. 119-145.
- FREITAS, R. B. et al. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 804-810, 2003.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Produção de mudas de café: coeficientes técnicos da fase de viveiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 5-10, 1989.
- KUMAR, D.; TIESZEN, L. L. Photosynthesis in *Coffea Arabica*: effects of light and temperature. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 16, n. 1, p. 13-19, 1980.
- PAIVA, L. C. et al. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 134-140, 2003.
- RICCI, M. dos S. F. et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.
- RODRIGUEZ, L. A. et al. Niveles óptimos de radición solar y su relación con el crecimiento vegetativo, desarrollo foliar y la productividad del cafeto (*Coffea arabica* L.). **Cultivos Tropicales**, La Habana, v. 20, n. 4, p. 45-49, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TEIXEIRA, T. D. Política estratégica para a cafeicultura brasileira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Palestras...** Brasília: Embrapa Café, 2002. p. 169-193.