

CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ SOB MALHAS COLORIDAS

Paôla de Castro Henrique¹; José Donizeti Alves²; Patrícia de Fátima Pereira Goulart³; Dárlan Einstein do Livramento⁴; Meline de Oliveira Santos⁵; Kamila Rezende Dázio de Souza⁵; Helbert Rezende de Oliveira Silveira⁵

¹ Mestre em Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia (DBI), Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Caixa Postal 3037 – Campus Universitário, Lavras - MG

² Professor Associado do DBI – UFLA (jdalves@dbi.ufla.br)

³ Professora do Centro Universitário de Lavras

⁴ Pesquisador PRODOC/CAPES, DBI, UFLA

⁵ Doutorando (a) em Fisiologia Vegetal, DBI, UFLA

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento de mudas de cafês cultivadas sob malhas com diferentes qualidades espectrais. Mudas de Catucaí Amarelo 2SL, no estádio “orelhas de onça”, foram dispostas em blocos ao acaso com cinco repetições, sob estruturas cobertas individualmente com malhas ChromatiNET nas cores azul, branca, cinza, preta e vermelha com um sombreamento de 50%. Quatro meses depois, foi avaliado o crescimento das mudas pela altura das plantas, massa seca, área foliar e razão de área foliar. A malha vermelha foi a que mais se destacou na produção de mudas com maior vigor, principalmente com maior área foliar e massa seca total.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, sombreamento, massa seca

GROWTH OF COFFEE SEEDLINGS UNDER COLORED NETS

ABSTRACT – This study aimed to evaluate the growth of coffee seedlings grown under colored nets with different spectral qualities. Seedlings of Catucaí Amarelo 2SL on the stage commonly known as “orelha de onça” were arranged in random blocks with five replicates, under structures covered individually with blue, white, gray, black or red nets with 50% of shading. After four months, the plant growth was evaluated by the height of the plants, dry weight, leaf area and leaf area ratio. The red net detached by producing vigorous seedlings, mainly with high leaf area and total dry weight.

Key words: *Coffea arabica* L., shading, dry weight

INTRODUÇÃO

A formação das mudas de café tem sido realizada, na sua grande maioria, em viveiros sombreados das mais variadas formas e materiais (Paiva et al., 2003). Alguns cafeicultores, visando melhorar a adaptação das mudas às condições de campo e economizar na estrutura para o viveiro, optam pela formação a pleno sol (Alves & Guimarães, 2010). A adoção da formação de mudas nessas condições pode acarretar, na maioria das vezes, danos irreparáveis, comprometendo sua qualidade fisiológica. Como opção intermediária, tem-se adotado como padrão, o sombreamento das mudas buscando uma interceptação da radiação solar em torno de 50% pelo uso de telados de cor preta (Paiva et al., 2003).

Apesar da maioria das lavouras de café no Brasil estar implantada a pleno sol, estudos apontam esta espécie como sendo uma planta de sombra, especialmente na fase de muda (Alves & Guimarães, 2010). Em razão disso, experimentos com mudas de café, invariavelmente são realizados em viveiros parcialmente cobertos, permitindo uma transmitância da radiação próximo do ponto de saturação de luz para cafeeiros que é de $300 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Embora exista uma gama muito grande de informações relacionadas à influência da intensidade da luz no crescimento e desenvolvimento de cafeeiros jovens e adultos (Pereira et al., 2007; Paiva et al., 2003), não existem ainda, para esta cultura, estudos relacionados à qualidade da luz incidente nas mudas em viveiro. Por outro lado, para várias culturas, tem sido cada vez mais comum a adoção, com sucesso, de telado com malhas de diferentes colorações (Oren-Shamir et al., 2001; Meirelles et al., 2007). Essas malhas são projetadas especificamente para modificar a radiação incidente em termos de espectro, dispersão e temperatura (Elad et al., 2007). Dependendo da pigmentação do telado, é possível verificar modificações nos padrões de crescimento das plantas (Macedo et al., 2011) e mudanças em várias características anatômicas, fisiológicas, morfológicas e bioquímicas nas plantas (Brant et al., 2009).

Como já observado em alguns estudos com qualidade espectral, a radiação vermelha e a azul são as mais eficientes para otimizar várias respostas fisiológicas desejáveis nas plantas (Braga et al., 2009). Destaca-se nesse caso, a melhoria na capacidade fotossintética pela ação direta dessas duas faixas do espectro eletromagnético nas etapas foto e bioquímica da fotossíntese (Hogewoning et al., 2008; Matsuda et al., 2004).

As malhas coloridas representam então, um novo conceito agrotecnológico, tendo como finalidade combinar a proteção física, juntamente com a filtração diferencial da radiação solar para promover respostas fisiológicas específicas que são reguladas pela luz (Brant et al., 2009). Partindo da hipótese de que alterações na qualidade espectral da luz podem modificar características estruturais e fisiológicas das plantas e que estas modulações para mudas de café ainda

não foram estudadas, objetivou-se, neste estudo, associar o efeito do manejo da radiação em viveiros com os melhores atributos fisiológicos, que estão diretamente associados à produção de mudas com maior vigor vegetativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no Setor de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais. Para tanto, mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catucaí Amarelo 2SL, foram cultivadas em sacolas plásticas de 11 x 22 cm contendo uma mistura (3:1) de terra de barranco e esterco bovino. Este substrato recebeu todas as adubações de acordo com as *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais* (Ribeiro et al., 1999). As mudas foram irrigadas diariamente, mantendo o substrato próximo à capacidade de campo.

O experimento foi implantado na primavera de 2010, quando as mudas no estádio “orelha de onça” foram acondicionadas, lado a lado, no interior de cinco estruturas de madeira em forma de paralelepípedo com dimensões de 50x70x100 cm. Cada estrutura foi coberta, individualmente, no teto e nas laterais com malhas ChromatiNET nas cores preta, branca, cinza, vermelha e azul, constituindo cinco tratamentos. As estruturas, cada uma com 14 mudas, foram espaçadas umas das outras de modo a não causar sombreamento. Estas malhas proporcionaram um nível de sombreamento de 50% de transmitância na região fotossinteticamente ativa (RFA), caracterizando assim cinco tratamentos que foram dispostos em blocos ao acaso com cinco repetições. No total foram utilizadas neste experimento 350 mudas. As malhas coloridas, segundo o fabricante Polysack Plastic Industries, alteram o espectro de luz solar por elas transmitidas. A malha vermelha possui maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm (vermelho) e um pico menor em torno de 400 nm (violeta), reduzindo ondas azuis, verdes e amarelas. A malha azul transmite luz de uma banda larga em 470 nm (azul), além de outros picos na região do vermelho distante e infravermelho (acima de 750 nm). Já na malha cinza a distribuição da luminosidade é causada pela refração da luz direta. A malha preta é neutra e a branca não interfere no espectro da luz transmitida.

As análises de crescimento foram realizadas quatro meses após a implantação do experimento, quando as mudas apresentavam de três a quatro pares de folhas completamente expandidas. O crescimento foi avaliado tomando-se a altura das plantas, número de pares folhas, área foliar, massa seca e razão de área foliar. Altura foi medida pelo comprimento do colo até a gema apical; o número de pares de folhas foi obtido por contagem direta nas plantas; a área foliar foi estimada pela fórmula $AF = \{[(\text{comprimento} \times \text{largura}) \times 0,667] \times 2\}$ (Barros et al., 1973); a massa seca de folha, caule e radículas (menores ou igual a 2 mm) foi determinada por secagem das amostras em estufa de ar circulado a 60°C, até peso constante. A razão entre parte aérea/raiz e razão de área foliar (RAF) foram obtidas, conforme Magalhães (1979), a partir da razão entre os valores de área foliar e massa seca total.

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANAVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do desenvolvimento das plantas, após quatro meses da implantação do experimento, considerando-se a altura, número de folhas e área foliar, mostrou um comportamento distinto em função da cor das malhas de cobertura utilizadas (Tabela 1). As malhas vermelha, azul e preta proporcionaram os maiores incrementos em altura. Enquanto o número de folhas não diferiu entre os tratamentos, a área foliar foi significativamente maior nas plantas sob malha vermelha, seguida das malhas azul, preta e cinza que não diferiram entre si. A malha de coloração branca foi a que proporcionou um menor incremento da área foliar. Costa (2004) estudando o desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes sob malhas termo-refletoras e malha negra também verificou que o primeiro tipo de cultivo protegido foi superior em aumentar a altura das plantas que o segundo.

Tabela 1. Altura, número de folhas e área foliar de plantas de cafeeiro cultivadas sob diferentes colorações de malhas.

Malhas	Altura (cm)	Nº de folhas	Área foliar (cm ²)
Branca	9,27 b*	7,41 a	214,27 c
Cinza	9,42 b	7,42 a	284,38 b
Preta	10,05 a	7,42 a	287,84 b
Azul	10,53 a	7,51 a	303,42 b
Vermelha	10,93 a	7,55 a	339,22 a
C.V. (%)	8,21	6,43	12,72

*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A produção de massa seca também variou em função da qualidade do sombreamento em que as mudas foram cultivadas. Enquanto as plantas apresentaram maior massa seca de folhas quando sombreadas com malhas da cor vermelha e preta (Figura 1A), as massas secas de caule (Figura 1B) e raízes (Figura 1C) não diferiram com os

tratamentos. A massa seca total, apresentou aumento significativo somente para a malha da cor vermelha (Figura 1D), sendo favorecida pela maior massa seca das folhas neste ambiente. A análise geral dos dados mostra que, dentre as cinco malhas utilizadas neste experimento, a de cor vermelha, foi a mais eficiente na promoção do crescimento e desenvolvimento das mudas de café. A malha vermelha foi a mais eficiente em promover aumento na área foliar e na massa seca total. Nas demais características o efeito desta coloração de malha foi igual ao das demais e nunca inferior. No estudo realizado por Costa (2004) onde se comparou as massas secas de parte aérea e raízes de mudas cultivadas sob malhas termo-refletoras e pretas, não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

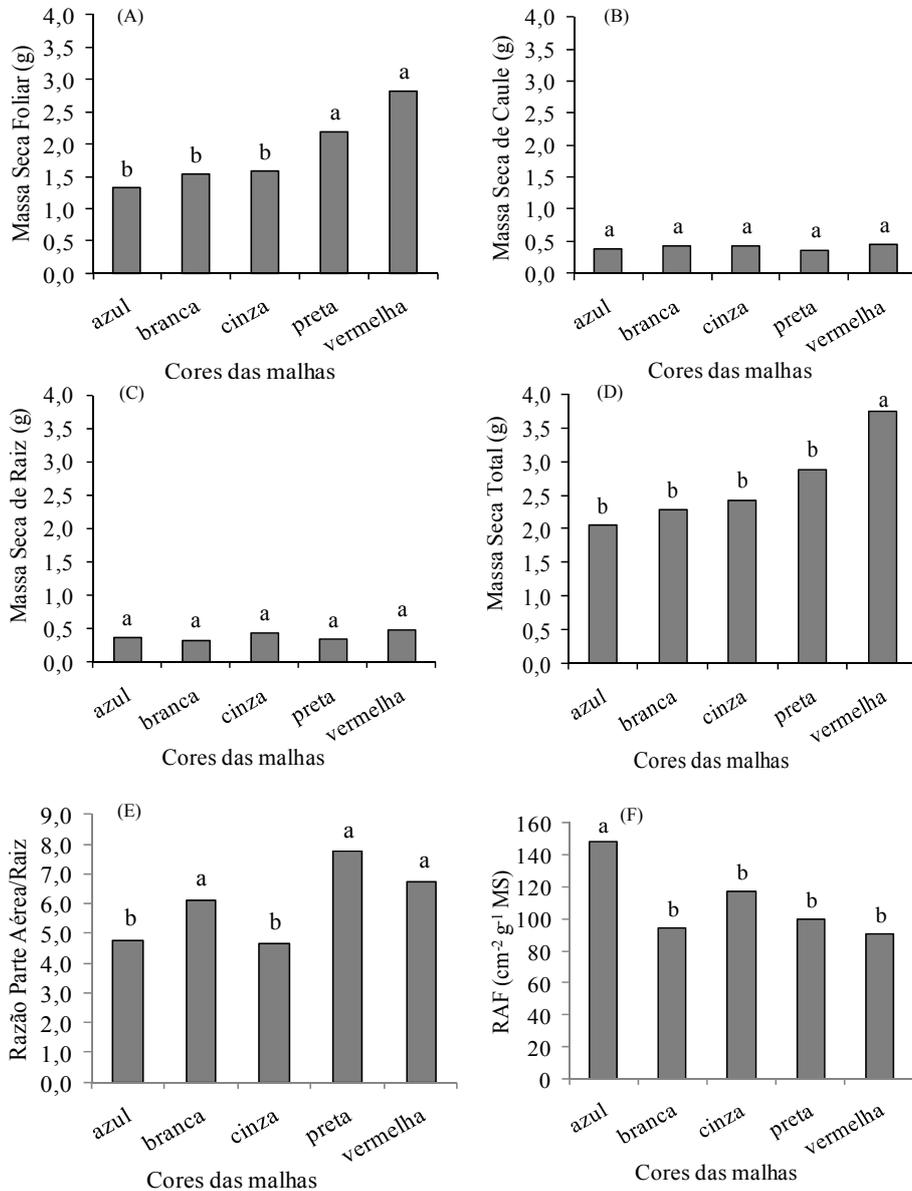


Figura 1. Massa seca foliar (A), de caule (B), de raiz (C), total (D), P/R - razão parte aérea/raiz (E) e RAF - razão de área foliar (F) de mudas de café cultivadas sob diferentes colorações de malhas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). CV (%): folha = 16,50; caule = 11,24; raiz = 17,98; massa total = 14,87; P/R = 22,56; RAF = 8.99.

A intensidade e a qualidade da radiação são fatores importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, impondo fortes variações morfoanatômicas (Gomes et al., 2008). Por esse motivo, as malhas coloridas, por sua capacidade de alterar o espectro de radiação transmitida, constituem um elemento novo no cultivo protegido. Para a cultura do café não existem estudos sobre a influência da coloração das malhas do telado do viveiro no desenvolvimento das plantas. No entanto, para diversas espécies, as pesquisas revelam que, sob malha vermelha, as plantas apresentam maiores taxas de crescimento em relação ao sombreamento com malha azul ou preta (Oren-Shamir et al., 2001).

A opção pela tela de sombreamento de 50% é feita pelos viveiristas ou pesquisadores utilizando a tela de fios de rafia da cor preta (Alves & Guimarães, 2010). A utilização do telado de cor preta se deu até então pela força do uso, por se considerar que além de produzir o sombreamento, possuía características que melhoram as condições microclimáticas do ambiente a elas submetido (Matiello, 1991) ou por serem largamente adotadas na produção de mudas de diversas culturas.

O cafeeiro pela sua origem é considerado uma cultura de sombra, embora cresça e produza abundantemente em ambientes ensolarados (Alves & Guimarães, 2010). Portanto, a constatação de que mudas de café apresentaram maior crescimento sob malha de coloração vermelha (Tabela 1) pode ser tomada como uma indicação do envolvimento do fitocromo na percepção da sombra em cafeeiro. Ainda não está bem esclarecida a razão das alterações que ocorrem na alocação de fitomassa entre os órgãos da planta em resposta a alterações espectrais. A maioria dos relatos aponta o fitocromo, um pigmento protéico que absorve luz mais fortemente na região do vermelho e vermelho-distante e em menor intensidade, a luz azul (Mathews, 2010). Com o sombreamento, ocorre uma maior proporção de luz vermelho-distante convertida em vermelho, induzindo as plantas a alocar maior parte de seus recursos para o crescimento em altura (Taiz & Zeiger 2009).

Assim sendo, mudas de café se comportam tipicamente como “planta de sol” ao direcionar a alocação de seus recursos em direção a um crescimento mais rápido da parte aérea. Plantas com parte aérea bem desenvolvida melhoram suas chances de absorver radiação fotossinteticamente ativa de forma a manter um crescimento mais vigoroso. Cafeeiros adultos em condições naturais de campo parecem se valer desta propriedade e passam a exibir um rápido crescimento em altura evitando o auto-sombreamento, principalmente em plantios adensados. Alternativamente o maior crescimento do caule sob malha de cor vermelha pode ser atribuído à menor transmitância da luz azul sob este tipo de cobertura. Este efeito, que não é mediado pelo fitocromo ou pelos pigmentos fotossintéticos, provavelmente esteja envolvido com a ação de fotorreceptor para luz azul (Almeida & Mundstock, 2001).

Ao se analisar a razão parte aérea/raiz, verifica-se uma maior alocação de matéria seca para a parte aérea quando as mudas de café foram cultivadas sob malhas de cor vermelha, preta e branca (Figura 1E). Sob malha branca, as plantas se tornaram bastante estioladas, o que contribuiu para uma queda na qualidade das mudas. Walters et al. (1993) sugerem que a menor distribuição de massa seca para as raízes quando plantas são submetidas a menor luminosidade, provavelmente revela uma resposta adaptativa que proporciona maiores ganhos de carbono, como um aumento na razão de área foliar, ou que reflita numa estratégia buscando luminosidade, como um aumento na altura. Almeida & Mundstock (2001) também verificaram melhoria da qualidade da luz, obtida pela adição de luz vermelha, o que proporcionou maior acúmulo de massa seca em todas as partes das plantas de trigo. Por outro lado, existem também relatos na literatura mostrando que a utilização de malhas no cultivo favorece o crescimento das plantas, independentemente da cor (Meirelles et al., 2007; Brant et al., 2009).

Em relação à razão de área foliar (RAF), verifica-se que as mudas sob a malha azul apresentaram incremento significativo em relação às demais, que não se diferenciaram entre si (Figura 1F). Segundo Magalhães (1979), a RAF é a medida da dimensão do aparelho assimilador, e serve como parâmetro apropriado para as avaliações de efeitos climáticos e do manejo de comunidades vegetais. Este parâmetro expressa a área foliar útil para a fotossíntese. É um componente morfofisiológico, pois é a razão entre a área foliar (área responsável pela absorção de luz e CO₂) e a massa seca total (resultado da fotossíntese líquida). Neste caso, percebe-se que sob malha branca, cinza, preta e vermelha, foram necessárias menores áreas de folhas para produzir um grama de massa seca. Como a última malha foi a que proporcionou maior massa seca total, conclui-se que folhas sob malha vermelha apresentam aparelho assimilador de CO₂ mais aperfeiçoado. Alternativamente essas folhas poderiam se valer da maior disponibilidade de radiação vermelha, que é mais eficiente para o desempenho da etapa fotoquímica da fotossíntese uma vez que possui maior transmitância em comprimentos de ondas acima de 590 nm (vermelho).

Das características avaliadas, a malha vermelha se destacou na produção de massa seca das folhas e total, razão parte aérea/raiz, altura das plantas e área foliar. De acordo com Taiz & Zeiger (2009), este conjunto de resposta é uma estratégia adaptativa que pode proporcionar melhor captura de luz e permitir maior eficiência fotossintética para maiores ganhos de carbono devido à maior área foliar para captação da energia luminosa. A malha preta foi a segunda mais eficiente, se destacando em duas características avaliadas, massa seca das folhas e altura.

CONCLUSÕES

O crescimento e o desenvolvimento de mudas de cafeeiro foram influenciados pela coloração da malha de cobertura do viveiro. A malha vermelha foi a que mais se destacou na produção de mudas com maior vigor, principalmente com maior área foliar e massa seca total.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo suporte financeiro. À FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação no VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, p.393-400, 2001.
- ALVES, J. D.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: GUIMARÃES, RJ; MENDES, ANG; BALIZA, DP. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Editora UFLA, Lavras: UFLA, 2010. p. 169-215.
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L cv. 'Bourbon Amarelo'). **Ceres**, v.20, p.44-52, 1973.
- BRAGA, F. T.; PASQUAL, M; CASTRO, E. M, DE; DIGNART, S. L.; BIAGIOTTI, G.; PORTO, J. M. P. Qualidade de luz no cultivo *in vitro* de *Dendranthema grandiflorum* cv. Rage: Características morfofisiológicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.502-508, 2009.
- BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B. P.; ROSA, L. F.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FERRI, P. H.; CORRÊA, R. M. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural**, v.39, p.1401-1407, 2009.
- COSTA, V. M. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes, sob malhas termo-refletoras e malha negra**. 2004. 64p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ. Piracicaba.
- ELAD, Y.; MESSIKA, Y.; BRAND, M.; DAVID, D.R.; SZTEJNBERG, A. Effect of colored shade nets on Pepper Powdery Mildew (*Leveillula taurica*). **Phytoparasitica**. v.35, p.285-299, 2007.
- GOMES, I. A. C.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; ALVES, J. D.; ALVARENGA, M. I. N.; ALVES, E.; ALVES, J. P. R.; BARBOSA, D.; FRIES, D. D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. "Oeiras" sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, v.38, p.109-115, 2008.
- HOGEWONING, S.; MALJAARS, H.; HARBINSON, J. The acclimation of photosynthesis in cucumber leaves to different ratios of red and blue light, **Photosynthesis Research**, v.91 p.287-288. 2007.
- MACEDO, A. F.; LEAL-COSTA, M. V.; TAVARES, E. S.; LAGE, C. L. S.; ESQUIBEL, M. A. The effect of light quality on leaf production and development of *in vitro*-cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze. **Environmental and Experimental Botany** v.70, p.43-50, 2011.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. EPU/EDUSP, São Paulo, v.1, p.331-350, 1979
- MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, (Coleção do Agricultor), 320p. 1991.
- MATHEWS, S. Evolutionary studies illuminate the structural-functional model of plant phytochromes. **The Plant Cell**, v.22, p.4-16. 2010.
- MATSUDA, R.; OHASHI-KANEKO, K.; FUJIWARA, K.; GOTO, E.; KURATA, K. Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. **Plant and Cell Physiology**, v.45, 1870-1874 (2004).
- MEIRELLES, A. J. A.; PAIVA, P. D. O.; OLIVEIRA, M. I.; TAVARES, T. S. Influência de diferentes sombreamentos e nutrição foliar no desenvolvimento de mudas de palmeira ráfia (*Rhapis excelsa*) (THUNBERG) HENRY EX. REHDER. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1884-1887, 2007.
- OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. G.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; GILLER, Y. E.; OVADIA, R.; SHAHAK, Y. Colored shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal Horticultural Science Biotechnoly**, [S.l.], p.353-361, 2001.
- PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO SOBRE O CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.134-140, 2003.

PEREIRA, S. P.; GUIMARÃES, R. J.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVES, J. D. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.643-649, 2007.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

WALTERS, M. B.; KRUGER, E. L.; REICH, P. B. Growth, biomass distribution and CO₂ exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationship with successional status and shade tolerance. **Oecologia**, v.94, p.7-16, 1993.