

CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon')

SOB QUATRO NÍVEIS DE LUZ, EM VIÇOSA, MINAS GERAIS*

Américo José da Silveira
Moacyr Maestri**

1. INTRODUÇÃO

A formação de mudas de café (*Coffea arabica* L.) em quase todos os países cafeicultores é feita sob sombra. Há, entretanto, grandes divergências quanto ao nível de sombra a ser usado durante o período de crescimento das mudas. Na Venezuela, Costa Rica e Peru, segundo ALVIM (2), é prática corrente a formação de mudas a pleno sol. MAESTRI e GOMES (12) afirmam que o melhor crescimento de mudas, em Minas Gerais, até aos cinco meses de idade, se deu a 50% de luz. GUICAFRE-ARRILAGA (18) menciona que, para a Colômbia, 40% de sombra é o nível ideal para produção de mudas.

Em geral, os trabalhos referentes à formação de mudas de café recomendam para as condições brasileiras o uso de 50% de sombra nos viveiros. O uso de sombra em excesso, conforme SCARANARI (15), produz mudas muito tenras e de difícil adaptação, quando levadas às condições de campo.

O efeito de diferentes graus de sombra no crescimento de mudas de café tem sido objeto de vários estudos no estrangeiro. No Havaí, TANADA (17), trabalhando com mudas cultivadas em solução nutritiva e sob três intensidades de luz (25, 50 e 100%), concluiu que o sombreamento intenso (25%) reduziu a matéria seca, açúcares solúveis, amido, altura e diâmetro dos caules, número de folhas e sistema radicular. Apenas o tamanho das folhas aumentou gradualmente sob níveis mais baixos de luz.

Em Turrialba, Costa Rica, ALVIM (1) e HUERTA (9) verificaram que mudas de café se desenvolvem melhor a pleno sol. O estudo foi realizado sob quatro níveis de luz (30, 45, 60 e 100%) e mostrou que o peso seco total, o peso do sistema radicular, o número de folhas, a taxa assimilatória líquida, a taxa de crescimento relativo e o número de estômatos por unidade

* Parte de uma tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciências (Fitotecnia)

Aceito para publicação em 20-8-1973.

** Respectivamente, Professor Assistente do Departamento de Fitotecnia e Professor Adjunto do Departamento de Biologia, Universidade Federal de Viçosa.

de área foliar foram maiores a pleno sol; a ramificação do sistema radicular e a área foliar foram ligeiramente aumentados nos demais tratamentos, não alcançando, porém, significância em qualquer deles.

No Peru, ALVIM (2), num estudo com dois níveis de luz (60 e 100%), observou que as mudas desenvolvidas a pleno sol apresentaram maior peso seco total, maior peso da parte aérea e das raízes, bem como maior número de ramos primários. No tratamento sombreado, apenas o número de folhas foi maior.

CASTILLO (4), em trabalho realizado na Colômbia, sob quatro intensidades luminosas (25, 50, 75 e 100%), concluiu que, sob o nível mais baixo de luz (25%), as plantas apresentavam menor crescimento, quer expresso como área foliar, matéria seca total ou número de folhas. A partir de 50% houve uma queda nos valores desses parâmetros, sobretudo na área foliar.

SUÁREZ DE CASTRO *et alii* (16), em El Salvador, trabalhando também com mudas sob quatro níveis de luz (19, 48, 64 e 100%), verificaram que o diâmetro do caule, o número de ramos primários, a área foliar total, a matéria fresca da parte aérea e a matéria seca do sistema radicular foram maiores a 48 e 64% de luz. O desenvolvimento das plantas, sob 100% de luz, foi inferior em todos os aspectos estudados, havendo também ataque mais severo de *Cercospora coffeicola*. O nível mais baixo de luz (19%) foi, em geral, menos favorável ao crescimento das mudas que os níveis intermediários (48% e 64%).

HUXLEY (10), trabalhando em Uganda com mudas de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, sob níveis controlados de nutrientes, concluiu que maior peso seco foi conseguido a nível moderado de sombra.

Este trabalho apresenta um estudo do efeito de quatro diferentes níveis de luz sobre o crescimento de mudas de café e visou determinar o melhor grau de sombra para a formação de mudas nas condições ecológicas de Viçosa, Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, realizado na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, foram usadas mudas de café do cultivar 'Bourbon'. O delineamento experimental foi um quadrado latino 4 x 4, com os seguintes tratamentos:

- 100% de luz (pleno sol)
- 75% de luz (25% de sombra)
- 50% de luz (50% de sombra)
- 25% de luz (75% de sombra)

Cada parcela (repetição) era constituída de vasos com mudas individuais, distribuídas numa área de 2,5 m por 1,0 m, em cinco fileiras distanciadas de 20 cm. Nas fileiras, os vasos foram colocados um junto ao outro. Os espaços vagos entre as fileiras foram preenchidos com terra, para evitar-se o ressecamento lateral dos vasos.

Os diferentes níveis de sombra foram conseguidos com ripas dos do tamanho aproximado das parcelas e altura de 60 cm. As ripas mediam 3,5 cm de largura e foram espaçadas de um terço, uma e três vezes a sua largura, dando os níveis de luz de 25, 50 e 75%, respectivamente. Esse afastamento entre ripas foi usado tanto na parte superior como nas laterais.

A semeação fez-se em leito de areia, no dia 25 de outubro de 1954 e sessenta dias mais tarde, quando atingiram o estádio denominado "palito de fósforo" (folhas cotiledonares não abertas), as plantulas foram transplantadas para vasos de palha (sapé), medindo cerca de 23 cm de altura por 14 cm de diâmetro, previamente cheios com uma mistura preparada com terríço e esterco de curral bem curtido, na proporção de 2:1, adicionando-se 200 g de superfosfato simples para cada 30 litros de mistura.

Após o transplante, as mudas foram colocadas sob ripados comuns (50% de sombra), durante trinta dias, sendo então levadas para as condições experimentais. Todas as plantas receberam uma pulverização com Fermate, para combater um ataque inicial de olho pardo (*Cercospora coffeicola* Berck e Cke). Os tratamentos culturais consistiram de rega, geralmente diáaria, e limpeza frequente das ervas daninhas.

De cada parcela foram colhidas, ao acaso, amostras de sete plantas por vez, em quatro ocasiões, determinando-se, de cada amostra, a área foliar e o peso das folhas, caules e raízes. A secagem do material fez-se em estufa de circulação forçada, a 70°C. A determinação da área foliar foi feita por pesagem dos recortes das impressões das folhas em papel heliográfico.

As coletas de amostras foram efetuadas a 2 de março, 23 de março, 26 de abril e 17 de maio de 1955, dando, portanto, um intervalo entre coletas de 21, 36 e 21 dias, respectivamente.

A análise de crescimento fez-se de acordo com os fisiologistas ingleses (14, 18). Empregou-se a fórmula de GREGORY (7) para o cálculo da taxa assimilatória líquida, e a de FISHER (5) para a taxa de crescimento relativo. A razão de área foliar foi obtida por divisão da área foliar pelo peso de matéria seca total das plantas e a razão de peso foliar dividindo-se o peso da matéria seca das folhas pelo peso da matéria seca total das plantas. A área foliar específica foi calculada dividindo-se a área foliar pelo peso foliar.

A taxa assimilatória líquida e a taxa de crescimento relativo foram calculadas em dois períodos, isto é, entre a primeira e segunda coletas e entre a terceira e quarta coletas.

Os dados foram submetidos à análise de regressão curvilinear, procurando-se chegar ao polinômio que melhor se ajustasse aos dados observados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matéria seca acumulada é uma medida de crescimento, embora uma pequena quantidade de minerais absorvida pelas raízes esteja incluída com o material orgânico sintetizado pela planta. Na figura 1, observa-se a variação de peso seco em função do nível de luz nas quatro coletas. Os níveis de luz provocaram respostas altamente significativas na produção de matéria seca, resultando em efeito quadrático pela análise da regressão. Com a idade, a vantagem em favor dos níveis intermediários de luz tende a acentuar-se, indicando, pois, maior taxa de crescimento. Na quarta coleta, o aumento em matéria seca, sob 55% de luz, foi de aproximadamente três vezes, em comparação com as plantas a pleno sol. A produção máxima calculada de matéria seca deu-se a 55% de luz. Resultados semelhantes foram encontrados por SUÁREZ DE CASTRO *et alii* (16) e por HUXLEY (10),

este trabalhando com *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. CASTILLO (4) verificou que somente sob 25% de luz a matéria seca das plantas foi estatisticamente inferior aos pesos alcançados nas demais intensidades de luz. Para HUERTA (9) e ALVIM (2), as plantas que apresentaram mais matéria seca foram aquelas desenvolvidas a pleno sol (100% de luz). As razões dessas diferenças de comportamento não são conhecidas.

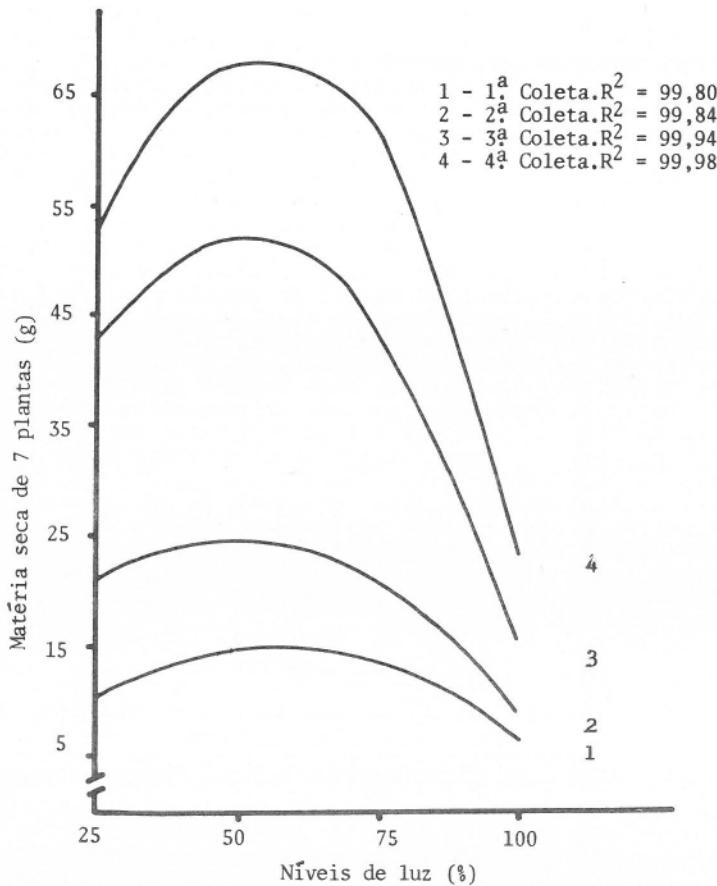


FIGURA 1 - Efeito de níveis de luz sobre a produção de matéria seca em mudas de café.

A tendência de variação da razão parte aérea/sistema radicular pode ser observada na figura 2. Os resultados das três primeiras coletas apresentaram efeito quadrático e os da quarta coleta, efeito linear. Os altos valores observados nas duas primeiras coletas, sob 100% de luz, devem-se a um crescimento relativamente reduzido do sistema radicular. A concavidade suave da curva referente à terceira coleta, chegando a uma reta, na quarta coleta, sugere uma gradual adaptação às condições de pleno sol. Com o aumento da idade, parece haver uma tendência de diminuição da razão parte aérea/sistema radicular, à medida que o nível de luz cresce. É possível que, com a idade, a disponibilidade de hidratos de carbono para as raízes seja tanto maior quanto maior for o nível de luz, disso resultando maior crescimento do sistema radicular, relativamente à parte aérea. HUERTA (9) verificou uma razão significante maior ao sol, comparada aos tratamentos de sombra.

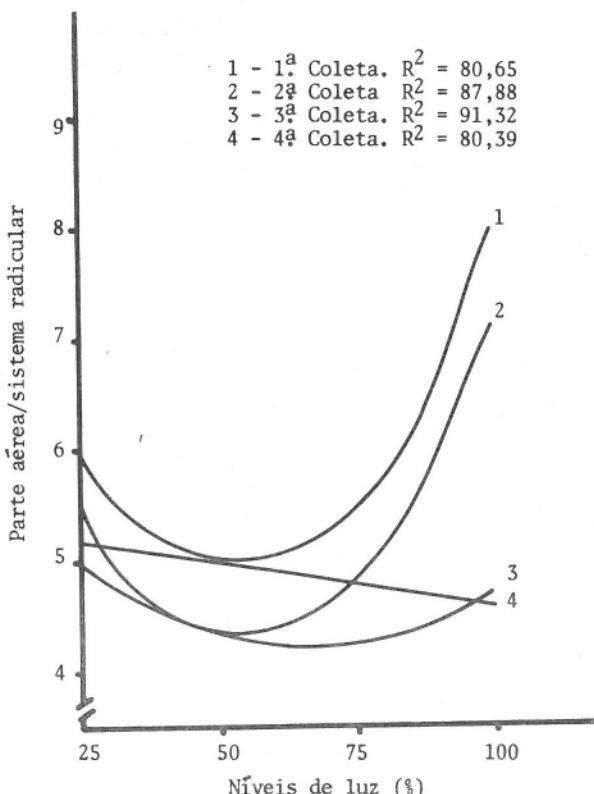


FIGURA 2 - Efeito de níveis de luz sobre a razão parte aérea/sistema radicular, em mudas de café.

No quadro 1, são apresentados os valores da taxa assimilatória líquida. A sua análise de variância mostrou diferenças altamente significativas entre períodos aos níveis de 100, 75 e 25% de luz, mas não a 50%. Não há indicação nítida de nenhuma tendência, o que impede qualquer conclusão. O coeficiente de variação foi elevado, indicando que o tamanho da amostra foi pequeno para a estimativa da taxa assimilatória líquida. Valores de taxa assimilatória líquida de magnitude semelhante aos relatados aqui foram encontrados por ALVIM (1), HUERTA (9) e CASTILLO (4). Contudo, esses autores verificaram que a taxa variou em função da intensidade de luz, com maiores valores a pleno sol.

QUADRO 1 - Taxa assimilatória líquida em g/dm²/semana

Períodos	Níveis de luz, em percentagem				Médias
	100	75	50	25	
1º	0,100	0,141	0,154	0,166	0,141
2º	0,189	0,263	0,138	0,061	0,163
Médias	0,145	0,202	0,146	0,114	0,152

C.V. = 45,44%

A figura 3 mostra que a razão de área foliar, ou seja a relação entre a superfície fotossintetizante e a matéria seca total da planta, variou com a intensidade luminosa e com a idade das plantas. Os maiores valores foram verificados a níveis baixos de luz. Nos níveis mais altos, a razão tende a igualar-se. As curvas referentes às coletas apresentam uma tendência geral semelhante, mas seus valores decrescem de maneira quase uniforme com o aumento da idade das plantas, o que pode ser considerado fenômeno normal, resultante do aumento na quantidade de tecidos não fotossintetizantes relativamente aos tecidos foliares. CASTILLO (4) e HUERTA (9) relatam resultados semelhantes aos aqui apresentados. Ambos encontraram que a razão de área foliar cai linearmente com o logaritmo da intensidade de luz.

Observa-se, na figura 4, que, a 70% de luz, aproximadamente, em especial para as duas últimas coletas, ocorreu a menor razão de peso foliar. A razão decresceu com a idade das plantas até a terceira coleta. Na quarta coleta, o seu comportamento foi quase igual a da terceira coleta. As curvas são côncavas para o eixo das abscissas, com uma queda relativamente acentuada da razão, que atinge um valor mínimo próximo de 55% de luz para a primeira coleta, e por volta de 70% de luz para as três últimas coletas. As diferenças entre a razão de área foliar e a razão de peso foliar, com relação ao nível de luz, se prendem ao fato de que a estrutura da folha foi modificada pelos tratamentos, conforme se pode julgar pela área foliar

específica (figura 7).

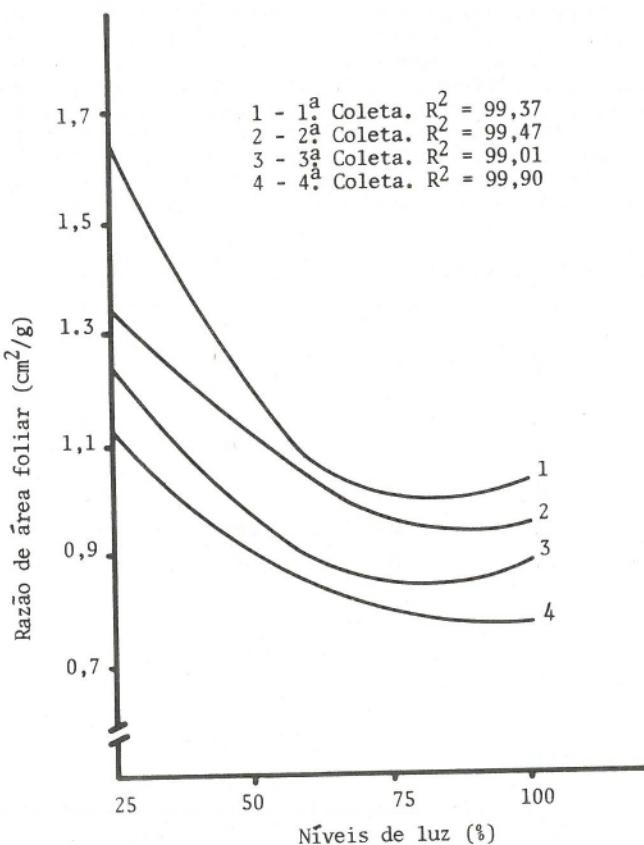


FIGURA 3 - Efeito de níveis de luz sobre a razão de área foliar, em mudas de café.

Os valores da taxa de crescimento relativo encontram-se no quadro 2. Sua análise de variância mostrou que a taxa de crescimento relativo não foi influenciada por qualquer dos níveis de luz, nem pela idade (período). Como a taxa de crescimento relativo depende da taxa assimilatória líquida e da razão de área foliar, é estranho que tal tenha acontecido, visto que a razão de área foliar foi bastante influenciada pelos níveis de luz. Os valores médios da taxa assimilatória líquida e da taxa de crescimento relativo são calculados a partir de quatro e dois valores primários, respectivamente, e, como acontece em tais casos, sua variância depende das variâncias dos valores primários, fazendo com que aquela aumente acentuadamente. Sem dúvida, os erros associados com a determinação dessas duas taxas não permitiram evidenciar as diferenças porventura exis-

tentes entre níveis de luz. Para a diminuição do erro, seria necessário aumentar o número de amostras, ou empregar técnicas que reduzissem artificialmente a variação natural (11).

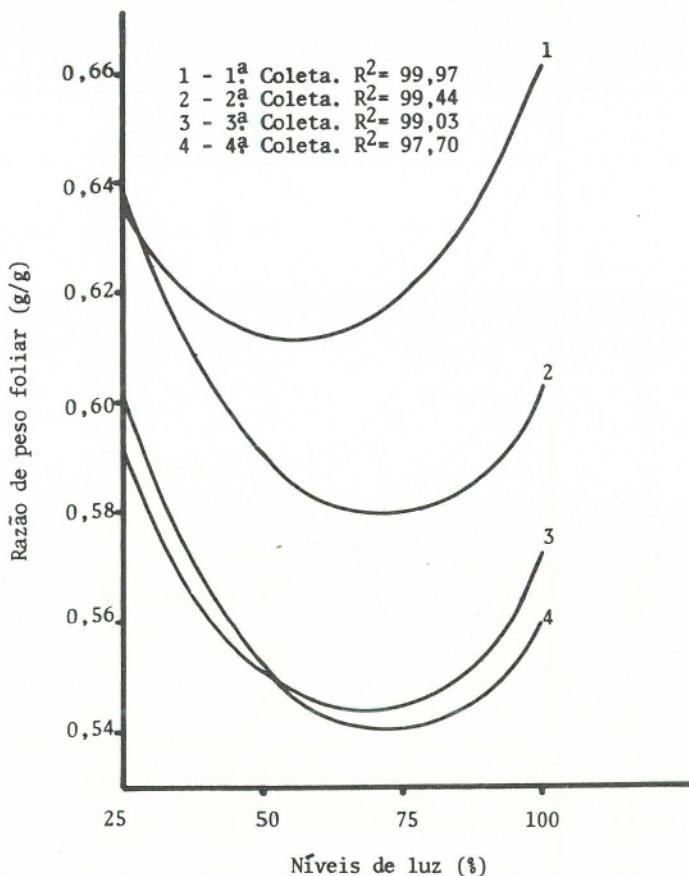


FIGURA 4 - Efeito de níveis de luz sobre a razão de peso foliar, em mudas de café.

As curvas de área foliar média por planta são apresentadas na figura 5 e demonstram um decréscimo da área com o aumento do nível de luz. Mesmo na primeira coleta, embora o número de folhas fosse o mesmo em todos os níveis de luz, conforme se vê na figura 8, houve diferença relativamente grande em área foliar, nos diversos níveis de luz, o que se deve à maior área média das folhas (figura 5). A curva referente à quarta coleta acentua, a 45% de luz, um pico que era enexistente ou apenas perceptível nas coletas anteriores. As plantas desenvolvidas a um nível mais intenso de sombra (75%) apresentaram área foliar menor, embora a área média por folha fosse maior, confor-

me aparece na figura 6. Este decréscimo provavelmente resulta do menor número de folhas por planta (figura 3). HUERTA (9) não encontrou diferenças significativas em área foliar total sob os quatro níveis de luz estudados.

QUADRO 2 - Taxa de crescimento relativo em g/g/semana

Períodos	Níveis de luz, em percentagem				Médias
	100	75	50	25	
1º	0,158	0,133	0,168	0,230	0,173
2º	0,148	0,135	0,119	0,068	0,118
Médias	0,154	0,134	0,143	0,149	0,145

C.V. = 57,56%

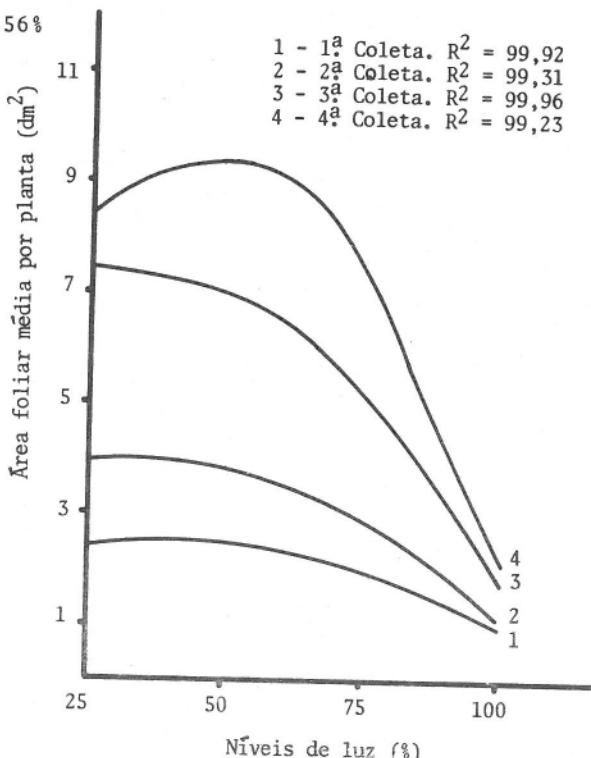


FIGURA 5 - Efeito de níveis de luz sobre a área foliar média de uma planta, em mudas de café.

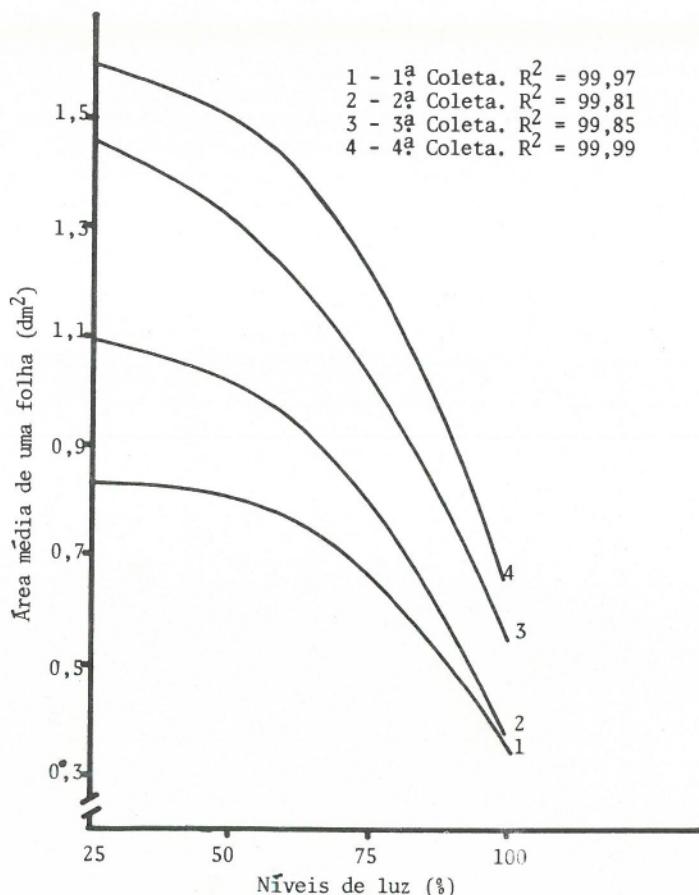


FIGURA 6 - Efeito de níveis de luz sobre a área de uma folha individual em mudas de café.

Observando a figura 6 nota-se que a área média de uma folha decresceu fortemente com o aumento da intensidade luminosa. A luz tem, pois, um efeito marcante na expansão foliar. Esse fato é bem conhecido (17) e FRANCO (6) já chamava atenção para ele. As plantas que foram submetidas ao nível mais elevado de sombra apresentavam folhas e caules mais tenros do que as demais, sugerindo menor diferenciação dos tecidos. Tanto fatores nutritivos como hormonais podem estar envolvidos nesse processo. HUERTA (9) não encontrou diferenças significativas na área média de uma folha sob os vários tratamentos de luz, o que está em conflito com os resultados aqui relatados. O mesmo autor verificou que a adubação nitrogenada teve efeito altamente significante sobre a expansão foliar sob todos os níveis de

luz. O fenômeno observado por MULLER (13), de que a clorose das folhas tanto jovens quanto velhas é mais acentuada a pleno sol, deve estar relacionado com a nutrição azotada. GUISCAFRÉ-ARRILAGA (8) também menciona que a contínua exposição ao sol torna as plantas cloróticas. É possível que alguns dos efeitos desfavoráveis da luz em café, mencionados aqui, possam ser, em parte, explicados por uma absorção ou utilização deficiente de azoto, a pleno sol.

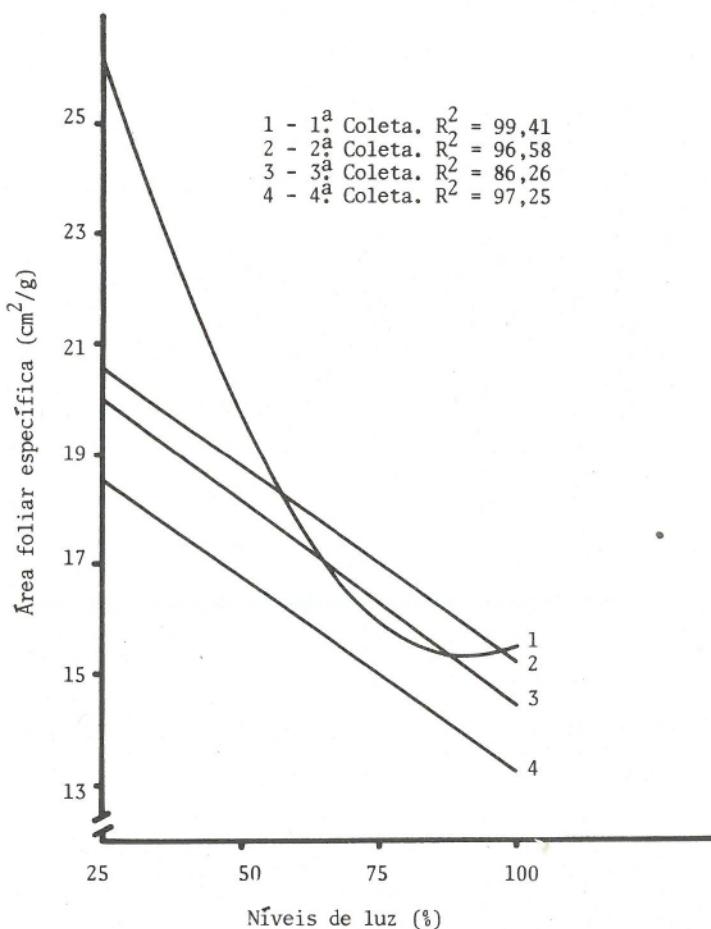


FIGURA 7 - Efeito de níveis de luz sobre a área foliar específica, em mudas de café.

As curvas de área foliar específica são apresentadas na figura 7. A primeira coleta apresentou grande variação, dando origem a uma curva do segundo grau. Nas demais coletas, a área foliar específica decresceu regularmente com o aumento do nível de luz. A medida que as plantas envelhecem, a área foliar específica também decresce regularmente. Donde se conclui que, quanto mais elevado é o nível de luz, maior é a espessura da folha (menor área foliar específica), se se considera que o teor d'água da folha não tenha sido sensivelmente influenciado pelo grau de sombra. Pode ser igualmente que a proporção matéria seca/água seja maior (menor teor d'água), admitindo-se a hipótese que a espessura não tenha variado sob os diferentes níveis de luz. Provavelmente, ambos os fatores estejam envolvidos, isto é, com mais luz, as folhas são mais espessas e tem menor teor d'água. GUISCAFRE-ARRILAGA (8) já notara que as folhas do café, sob reduzida intensidade luminosa, se tornam mais finas e mais espaçadas nos ramos.

Observando a figura 8, nota-se, pela curva referente à primeira coleta, que as plantas no início do estudo eram bastante uniformes quanto ao número de folhas. Após a segunda coleta, o número de folhas, por planta, passou a ser afetado gradualmente pelos níveis de luz. A maior queda de folhas sob 100% de luz, e também o menor aparecimento de folhas a pleno sol e ao nível máximo de sombra, devem ter contribuído, em boa parte, para as diferenças encontradas. O menor aparecimento de folhas nos extremos de níveis de luz pode ser explicado pelo menor crescimento das plantas, conforme se mostrou anteriormente (figura 1). Aliás, as curvas de crescimento total e de número de folhas são grosseiramente comparáveis, indicando uma associação entre esses dois parâmetros. A curva da segunda coleta, bem como a da terceira, cresceu lentamente em função do nível de luz, até 50%, caindo daí em diante. Na quarta coleta os efeitos de luz foram sensivelmente maiores, com um pico bem definido em torno de 55% de luz. A queda em ambas as direções é rápida, o que parece indicar uma tendência à acentuação das diferenças, com a idade das plantas. HUERTA (9) encontrou resultados opostos aos presentes; o maior número de folhas foi obtido a pleno sol, não havendo diferenças entre os demais níveis de luz. CASTILLO (4), por outro lado, encontrou menor número de folhas a 25% de luz, mas entre os outros níveis não houve diferenças estatisticamente significantes.

Os presentes resultados mostram que, medido pelo acúmulo de matéria seca, área foliar e número de folhas, o melhor crescimento verificou-se a um nível de luz situado em torno de 50-55%. Altos níveis de luz restringem grandemente a área foliar, quer reduzindo a área de cada folha individual, quer reduzindo o seu número. Idêntica restrição é imposta ao crescimento do sistema radicular relativamente à parte aérea, embora os resultados indiquem uma recuperação com a idade. Em suma, mudas jovens de café comportam-se como plantas de sombra, nas condições ecológicas de Viçosa. Os resultados sugerem contudo que mudas se adaptam gradualmente às maiores luminosidades, à medida que se tornam mais velhas.

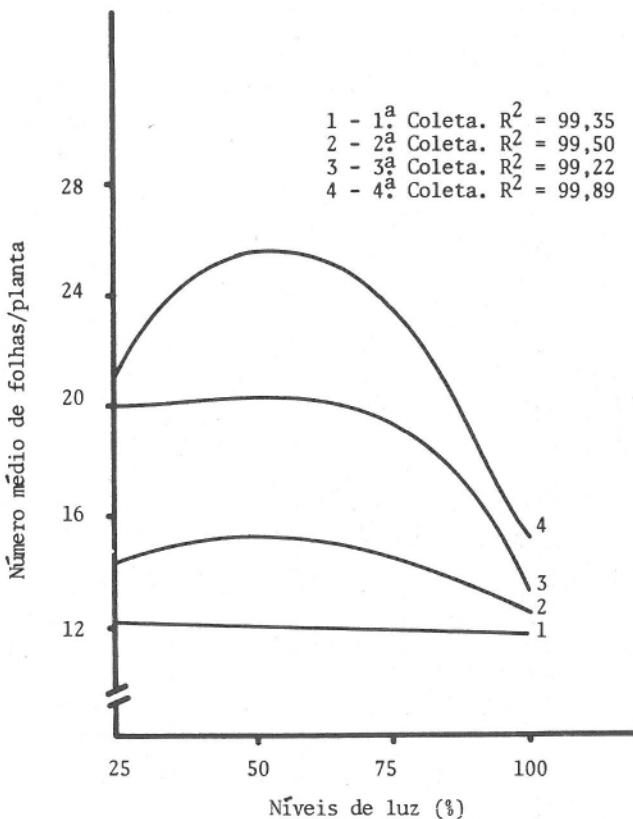


FIGURA 8 - Efeito de níveis de luz sobre o número de folhas por planta, em mudas de café.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O crescimento de mudas de café (*Coffea arabica* L.), sob quatro níveis de luz (25, 50, 75 e 100%), foi estudado em Vिं
cosa, Minas Gerais. Empregou-se um delineamento em quadrado
latino e as mudas foram cultivadas em vasos, no campo. As
plantas foram coletadas aos 64, 85, 121 e 142 dias de idade,
respectivamente, a contar da data do transplante.

O maior crescimento, medido pela matéria seca total, verifi-
ficou-se sob o nível de 55% de luz. A razão parte aérea/siste-
ma radicular variou gradualmente com a idade das plantas. Nas
plantas mais velhas, a razão decresceu linearmente com o au-
mento do nível de luz, mas nas plantas mais novas a razão foi
curvilínea, com maiores valores a pleno sol e mínimos situados
em torno ao nível de 55%. Não puderam ser verificadas diferen-
ças na taxa de crescimento relativo e na taxa assimilatória

líquida, embora a razão de área foliar decrescesse com o aumento do nível de luz. Os valores médios globais da taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida foram, respectivamente, 0,145 g/g/semana e 0,152 g/dm²/semana. A razão de área foliar decresceu com o aumento da intensidade luminosa até próximo do nível 75% de luz. Essa razão decresceu também gradualmente com a idade das plantas. A razão de peso foliar apresentou tendência semelhante à da razão de área foliar, elevando-se, no entanto, acentuadamente nas plantas sob 100% de luz, com valores mínimos indo gradualmente, com a idade das plantas, do nível de 55% a 75% de luz, aproximadamente.

Nas três primeiras coletas, com o aumento da intensidade luminosa, a área foliar média por planta decresceu, enquanto na quarta coleta a curva apresentou um pico a 50% de luz. Os menores valores observados foram sempre sob 100% de luz. A área média de uma folha diminuiu com o aumento da intensidade luminosa, mas cresceu com a idade das plantas. A área foliar específica decresceu com o aumento do nível de luz e com a idade das plantas. O número de folhas por planta foi tornando-se cada vez mais influenciado pelo nível de luz, da primeira à quarta coleta. O maior número verificou-se ao nível de 55% de luz, na quarta coleta. Nas duas últimas coletas, o número de folhas por planta a pleno sol apresentou-se acentuadamente baixo, comparativamente aos outros níveis.

Mudas de café, em Viçosa, comportam-se como plantas de sombra. A grande restrição que a luz impõe à expansão foliar pode determinar a disponibilidade de hidratos de carbono, assim afetando a extensão do sistema radicular e, consequentemente, a absorção d'água e nutrientes minerais, especialmente azoto.

5. SUMMARY

Growth of *Coffea arabica* L. seedlings under 25%, 50%, 75% and 100% light levels, in Viçosa, Minas Gerais, Brazil, was measured 64, 85, 121 and 142 days after transplantation from the seedbed.

The best growth, as measured by dry matter accumulation, was obtained under 55% light. There was a gradual change in shoot-to-root ratios with age. In the oldest plants the ratios decreased linearly with increasing light levels, but in the younger plants the ratio was curvilinear with greatest values in full sunlight, and with minimum values around the 55% level. No differences could be detected in net assimilation rates and relative growth rates between treatments, although leaf area ratios decreased with both age and light intensity up to the 75% level. Leaf weight ratios followed a trend similar to that for leaf area ratios but with a steeper rise in open light. Light levels at which minimum values occurred increased from 55 to 75% as plant age increased.

Leaf area per plant decreased with decreasing light intensities, the older plants showing a tendency to have larger leaf areas at the 50% level. The average area of individual leaves decreased with increasing light levels, but increased with plant age. Specific leaf area decreased with both light and age of plants. In the oldest plants the number of leaves per plant was greatest under the 55% light level. With the exception of the youngest plants full light intensity resulted

in fewer leaves.

Coffee seedlings in Viçosa behaved as shade plants. The great restriction imposed by light on leaf expansion may have affected the carbohydrate status of the plants thus affecting root extension and impairing water and mineral uptake, especially nitrogen.

6. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. de T. Algunos estudios sobre la fisiología del cafeto. *Suelo Tico*, Turrialba, 7(29):58-62. 1953.
2. ALVIM, P. de T. Fisiología del crecimiento y de la floración del cafeto. *Café*, Turrialba, 2(6):57-64. 1960.
3. BONILLA, G., MEDINA, A., TOUAR, E., WELLMAN, F.L. & TOUAR, M. Efectos de la sombra e de otros factores en el transplante de cafetos del almacigal al criadero. *Turrialba*, 1(3):140-143. 1951.
4. CASTILLO Z., J. Ensayo de análisis del crecimiento en café. *Cenicafé*, Colombia, 12(1):1-16. 1961.
5. FISHER, R.A. Some remarks on the methods formulated in a recent article on "The quantitative analysis of plant growth". *Ann. Appl. Biol.*, 1(4):367-72. 1921.
6. FRANCO, C.M. Pesquisas sobre a fisiología do cafeiro. *Bol. Agricultura*, S. Paulo, 48:335-348. 1947.
7. GREGORY, F.G. The effect of climatic conditions on the growth of barley. *Ann. Bot.*, 40(157):1-26. 1926.
8. GUISCAFRÉ-ARRILAGA, J. Sombra, sol y riego. *El Café de El Salvador*, 27(308/309):320-51. 1957.
9. HUERTA, S., A. La influencia de la intensidad de luz en la eficiencia assimilatoria y el crecimiento del cafeto. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. 69 p. (Tese de Mestrado).
10. HUXLEY, P.A. The effects of artificial shading on some growth characteristics of arabica and robusta coffee seedlings. I. The effects of shading on dry weight, leaf area and derived growth data. *J. Appl. Ecol.*, 4: 291-308. 1967.
11. KVET, J., ONDOK, J., NECAS, J., JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z., CATSKY, J., JARVIS, P. G. (ed.): *Plant photosynthetic production. Manual of Methods*. The Hague, Dr. W. Junk, 1971. p. 343-391.
12. MAESTRI, M. & GOMES, F.R. Crescimento de mudas de café (*Coffea arabica* L. var. Bourbon) sob diferentes níveis de luz. *Rev. Ceres*, Viçosa, 11 (65):265-271. 1961.

13. MULLER, L. La aplicacion del diagnóstico foliar en el ca-feto (*Coffea arabica* L.) para una mejor fertilización. *Turrialba*, 9(4):110-122. 1959.
14. RADFORD, P.J. Growth analysis formulae; their use and abu-se. *Crop Sci.*, 7(3):171-179. 1967.
15. SCARANARI, H.J. Viveiros de café. *O Agronômico*, Campinas, 5(54):5-9. 1953.
16. SUÁREZ DE CASTRO, F., MORENO, M., MONTENEGRO, L. & BOLAÑOS, M. Influencia de la sombra, la materia organica y la distancia de siembra, sobre el crecimiento de cafetos en almacigueras. *El Café de El Salvador*, 32(362/363): 9-26. 1962.
17. TANADA, T. Utilization of nitrates by the coffee plant under different sunlight intensities. *J. Agric. Res.*, Washington, 72:245-258. 1946.
18. WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. *Ad. Agron.*, 4:101-145. 1952.