

ASPECTOS DA ANATOMIA FOLIAR DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

PAIVA, L.C.¹; GUIMARÃES, R.J.¹; CASTRO, E.M.¹ E SOUZA, C.S.¹

¹UFLA, Lavras-MG, <leandrocpaiva@zipmail.com.br>

RESUMO: O objetivo do presente experimento foi determinar se a muda de cafeeiro possui adaptações anatômicas para suportar, no seu processo de formação, um desenvolvimento a pleno sol. Esta técnica já é utilizada por alguns produtores e viveiristas sem ainda a devida pesquisa científica que mostrará a sua real viabilidade. O presente experimento foi conduzido no Centro de Treinamento e Pesquisa do Agronegócio Café, no setor de cafeicultura da UFLA. Mudanças de cafeeiro foram formadas em quatro diferentes tipos de luminosidade, mudas a pleno sol em sombrites de 30, 50 e 90% de sombreamento, com os tratamentos sendo dispostos em um delineamento em blocos casualizados, sendo quatro o número de blocos por tratamento e cinco plantas úteis. Esse experimento foi conduzido até o terceiro-quarto par de folha. As análises constituíram de: número de estômatos, diâmetro polar, diâmetro equatorial, espessura foliar, porcentagem de tecido paliçádico, porcentagem de epiderme foliar e porcentagem de mesófilo foliar. Através dos resultados do experimento concluiu-se que a única adaptação apresentada quanto aos estômatos é através do número destes na folha, sendo o número máximo obtido em 30%, seguido de 50%, pleno sol e 90% de sombreamento. As adaptações morfológicas da folha de cafeeiro são principalmente: espessura de folha (que aumenta com o sombreamento) e quanto ao formato do tecido lacunoso, que apresenta espaços maiores entre as células à medida que se aumenta o sombreamento.

Palavras-chave: café, sombreamento, anatomia foliar, estômato.

FEATURES OF THE LEAF ANATOMY OF COFFEE SEEDLINGS (*Coffea arabica* L.) SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF SHADING

ABSTRACT: The objective of the present experiment is to determine if the coffee seedling possesses anatomical adaptations to support, in its formation process, development under the full sunshine. This technique has been utilized by some farmers and nurserymen without still the due scientific research which will show its real feasibility. The present experiment was conducted in the Centro de Treinamento e Pesquisa do Agronegócio Café, in the sector of coffee culture in the UFLA. Coffee seedlings were formed at four different sorts of luminosity: seedlings under the full sunshine and under sombrite of 30%, 50%

and 90% of shading , where the treatments were arranged in a randomized blocks design , the number of plots per treatment being 4 and 5 useful plants. That experiment was conducted up to the third-fourth pair of leaf. The analyses consisted of : number of stomatas, polar diameter, equatorial diameter, leaf thickness, percentage of palisade tissue , percentage of leaf epidermis and percentage of leaf mesophyll . From the results of the experiment, it states that the only adaptation presented concerning the stomatas is the alteration in their number on the leaf, the maximum number being obtained at 30% followed of 50%, full sunshine and 90% of shading. The morphological adaptations of the coffee tree leaf are mainly: leaf thickness (which increases with shading) and also the leaf mesophyll (which presents larger spaces as shading is increased).

Key words: coffee, shading, leaf anatomy, stomata.

INTRODUÇÃO

A muda é o resultado final da produção em um viveiro, e uma planta bem formada neste deve levar consigo toda uma reserva de nutrientes e estrutura adequada para suportar o plantio no campo, resistindo com isso às adversidades do novo ambiente e se adaptando a ele.

Apesar da tradição de formação de mudas a 50% de sombreamento, alguns produtores resolveram formar estas mudas a pleno sol, visando principalmente economizar em estrutura para o viveiro, diminuindo o custo da muda. Há, porém, certa dificuldade na manutenção da umidade, sendo a irrigação, por sua vez, mais necessária e usada nesse tipo de formação de mudas. Isso restringe seu uso em propriedades onde a água é mais difícil, mas, por outro lado, essa técnica traz economia na construção do viveiro e torna sua construção mais fácil de se implantar, viabilizando o processo àqueles produtores que não formam muda todos os anos, como os viveiristas profissionais.

Dentre as áreas de conhecimento da cafeicultura, as de fisiologia do cafeeiro e anatomia têm papel fundamental, pois o entendimento profundo da maioria dos problemas que afetam o cafeeiro e até a qualidade do produto final depende do conhecimento dessas áreas. No entanto, ainda são poucos os experimentos na área de fisiologia do cafeeiro como um todo.

O objetivo do presente trabalho foi verificar se a muda de café (*Coffea arabica* L.) possui adaptações morfológicas satisfatórias a um desenvolvimento a pleno sol.

A produção de mudas de cafeeiro a pleno sol já é uma técnica utilizada por viveiristas e produtores. Seus resultados e utilizações são feitos na maioria das vezes por observações, havendo a

necessidade de trabalhos científicos que possam mostrar a real possibilidade de utilização do método. Matiello et al. (1997) observaram, em dois viveiros de um milhão de mudas produzidas a pleno sol, na região de Manhuaçu e Lajinha, na Zona da Mata mineira, que mudas formadas a pleno sol tiveram seus valores de comprimento de sistema radicular, peso da parte aérea e peso do sistema radicular praticamente iguais e altura com tendência a ser superior para mudas a pleno sol, sendo a relação sistema radicular / parte aérea maior em mudas a pleno sol. Com esses resultados observados, criou-se grande expectativa para a produção de mudas a pleno sol.

Quando observamos outras espécies, notamos que possuem sistemas de adaptação ao sol pleno, o que confirma a necessidade de estudos que verifiquem se o mesmo acontece com o cafeeiro.

Um exemplo é o de Castro et al. (1998), que avaliaram os efeitos da luz sobre a anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea*, submetidas a 100, 67 e 48% da radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A.). Através de estudos anatômicos de folhas com material fixado em formaldeído, ácido acético e álcool etílico (F.A.A), foram realizados cortes paradérmicos e cortes seriados transversais, mediante técnicas usuais utilizadas em histologia vegetal. Os resultados demonstraram que os níveis 67 e 48% da R.F.A. apresentaram menor frequência estomática, acompanhada de menor índice estomático em relação às mudas cultivadas a 100% R.F.A. (Pleno Sol). Com relação ao diâmetro polar dos estômatos, este se apresentou maior no nível 48% da R.F.A., e para o equatorial não houve diferença significativa entre os níveis de R.F.A. Foi observado, no mesófilo, aumento no desenvolvimento de tecido paliçádico das plantas cultivadas em 100% da R.F.A., em relação às cultivadas em 48 e 67% da R.F.A. Tais resultados demonstram a adaptação das mudas de *Guarea guidonea* em um sistema de produção a pleno sol.

Nesta mesma espécie foi estudado o desenvolvimento das folhas sob diferentes regimes de luz, sendo verificado que a expansão foliar foi atingida mais rapidamente em intensidades luminosas mais elevadas (JURIK et al., 1979).

A folhas são os órgãos fotossintetizantes da planta. Justamente por isso, são bastante afetadas pela luminosidade, e sua plasticidade característica tem sido objeto de muitos estudos. A maioria das espécies florestais possui a faculdade de desenvolver diferentes estruturas anatômicas e morfológicas quando crescem em diferentes situações de luminosidade ambiental (Engel, 1989).

A anatomia foliar das plantas é altamente especializada para absorção de luz: a camada epidérmica é usualmente transparente aos raios solares e normalmente essas células são convexas, o que ajuda a focar a luz, fazendo com que ela atinja os cloroplastos em uma quantidade muitas vezes maior do que a ambiente. Esse mecanismo é mais proeminente em plantas que se desenvolvem em condições de pouca luz (Taiz & Zeiger, 1998).

Abaixo das células epidérmicas ficam as células do tecido paliçádico, que são alongadas, com formato de pilares. Algumas plantas possuem mais de uma camada dessas células, e seu formato pode variar também. A forma dessas células ajuda a canalizar a luz para o interior da folha. Sob a camada de células paliçádicas estão as células do tecido lacunoso, que são de formato irregular, onde estão presentes grandes espaços vazios. Esses muitos espaços e a interface ar-água refletem e refratam a luz, casualizando seus movimentos. Esse fenômeno é chamado de “dispersão da luz” e é especialmente importante em folhas, pois aumenta o caminho da luz em até quatro vezes a espessura da folha (Taiz & Zeiger, 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro de 1999 a abril de 2001 no viveiro de mudas do setor de cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, localizado na região sul do Estado de Minas Gerais.

O viveiro onde foi instalado o experimento é do tipo cobertura alta e foi dividido em partes; em cada parte foi colocado um tipo de cobertura, que são descritas a seguir: área sem sombrite (pleno sol), sombrite de 30%, sombrite de 50% e sombrite de 90%. Os canteiros formados foram dispostos no centro de cada área respectiva, de modo a não serem influenciados por outros tipos de sombreamento em nenhuma hora do dia.

As mudas foram formadas em saquinhos de polietileno perfurados de cor preta, com as dimensões usuais para café de 11 x 22 cm e, depois de encanteiradas foram semeadas com a cultivar Rubi progênie MG – 1192; as sementes foram cobertas com areia lavada de rio e sacos de aniagem, para manter a umidade durante a germinação.

O substrato utilizado foi o padrão para mudas de café, constituído de 700 l de terra de subsolo peneirada, 300 l de esterco de curral curtido e peneirado, 5 kg de super fosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo quatro o número de blocos por tratamento. Foram usadas três plantas úteis para as análises. Durante a condução do experimento, as regas foram feitas diariamente de forma manual, sempre tentando manter a capacidade de campo do substrato para todos os tratamentos.

Para o estudo anatômico das folhas, foram analisadas as seguintes características: número de estômatos, diâmetro equatorial dos estômatos, diâmetro polar dos estômatos, espessura da folha, espessura do tecido paliçádico da folha, espessura da epiderme da folha, espessura do mesofilo foliar. Para isso,

foram tiradas 10 folhas de cada tratamento totalmente maduras (expandidas) e tomadas ao acaso, que foram fixadas em formaldeído, ácido acético e álcool etílico (F.A.A.) 70% e conservadas em álcool etílico 70°GL, conforme metodologia de Johansen (1940).

Para as avaliações do número médio de estômatos por mm^2 , diâmetro polar e equatorial das folhas, cortes paradérmicos manuais, com lâmina, foram realizados nas partes superior e inferior das folhas, num total de 10 folhas por tratamento, repetindo quatro cortes por folha. Esses cortes foram realizados nas regiões basais medianas e apicais da folha e colocadas em lâminas com safranina, sendo observadas com auxílio de câmara clara em um microscópio tipo Olympus CBB, segundo técnica de Labouriau (Oliveira e Salgado- Labouriau, 1961).

No preparo das lâminas permanentes dos cortes transversais utilizou-se a técnica de inclusão de parafina após desidratação em série alcoólica etílica, segundo Johansen (1940) e Sass (1951), formando os blocos de parafina com os pedaços de folha. Esses blocos foram cortados transversalmente, com auxílio de um micrótomo rotatório, e submetidos ao processo de dupla coloração com safranina azul-de-astra na proporção de 7:3, segundo Bukatsh (1972). As lâminas permanentes foram então fotografadas com microscópio próprio para as fotos, sendo as medidas tomadas por uma lâmina-régua preparada para o mesmo aumento usado nas lâminas permanentes.

A codificação das variáveis estudadas encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis medidas no experimento de desenvolvimento de plantas jovens de café, sua descrição codificação e unidades referentes

Natureza	Medidas	Código	Unidades
<i>Anatômicas</i>	Nº de estômatos	[NE]	unid.
	Diâmetro polar	[DPOL]	μm
	Diâmetro equatorial	[DEQT]	μm
	Espessura Foliar	[ESP]	μm
	% de Epiderme Foliar	[%EP]	μm
	% de Tecido Paliçadico	[%TP]	μm
	% de tecido lacunoso	[%TL]	μm

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar as contagens e medições de estômatos, observamos somente efeito significativo sobre o número de estômatos.

Para a variável número de estômatos, podemos observar que seu maior valor se deu a 30% de sombreamento, seguido dos demais valores, que apresentam tendência para diminuir a quantidade de

estômatos à medida em que se aumenta a quantidade de sombreamento ou que se exponha ao pleno sol, como mostra a Figura 1.

Quanto às médias de diâmetro polar e equatorial, elas não se diferenciaram, o que nos mostra que a muda de cafeeiro não apresenta esse tipo de adaptação morfológica, como observado em outras espécies (Tabela 2).

Nas observações dos cortes corados paradermicos não foi observada a presença de estômatos na face adaxial (superior), o que é normal em muitas espécies; os estômatos foram encontrados somente na face abaxial (inferior) da folha.

A secção transversal da lâmina foliar mostrou a presença de uma camada de células epidérmicas, sendo idênticas para todos os níveis de irradiação, as quais ocuparam uma média de 10,6% da espessura da folha.

As células em paliçada apresentaram-se bem organizadas em todos os níveis de irradiância observados, sendo constituída de apenas uma camada.

Tabela 2 - Valores médios de número de estômatos [NE] e diâmetros polar [DPOL] e equatorial [DEQT], ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=005$)

Sombreamento	[NE]	[DPOL]	[DEQT]
0%	151,70 bc	28,41 a	17,38 a
30%	179,82 a	27,80 a	18,05 a
50%	158,73 bc	28,60 a	18,23 a
90%	128,02 b	28,72 a	17,32 a
Média Geral	154,57	28,38	17,74
CV %	14,12	7,00	7,05

Valores seguidos de mesma letra não diferem em nível de 5%, segundo o teste de Tukey.

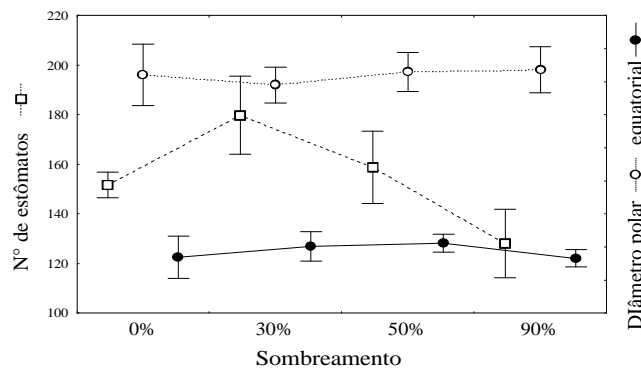


Figura 1 - Valores médios e intervalo de confiança de 95% para os valores de número de estômatos e diâmetros polar e equatorial em função dos níveis de sombreamento.

A pleno sol e a um sombreamento de 90% foram os tratamentos em que o tecido paliçádico teve maior espessura: 23,12 e 21,49% respectivamente; os outros tratamentos, 30 e 50% de sombreamento, tiveram seus valores inferiores a pleno sol e 90% de sombreamento, mas não diferindo entre eles.

A camada do tecido lacunoso, logo abaixo do tecido paliçádico, é a camada onde mais alterações visuais foram encontradas. Mesmo apresentando diferença significativa entre os tratamentos a diferença do tamanho do mesofilo entre estes é pequena (pleno sol, 90 e 50% não diferiram entre si, diferindo de 30% - Tabela 5) mas claramente podemos ver que a camada de células do tecido lacunoso é mais espessa e com menos células no tratamento a pleno sol, e isso vai aumentando com o aumento do sombreamento, assim como se aumenta também a presença de espaços intracelulares, em razão de nas plantas a pleno sol os feixes de luz devem passar mais facilmente pela folha, daí a necessidade de esta ser mais fina. Já quando se aumenta o sombreamento, essa luz precisa ser mais aproveitada; para isso, a quantidade de células do tecido lacunoso deve ser também maior e junto com elas a quantidade de cloroplastídeos. Quanto à presença dos espaços vazios, sua função é refletir a luz que chega ao interior do mesofilo foliar, melhorando a captação desta pelo cloroplastídeo (Atroch, 1999). Assim, à medida que se aumenta o sombreamento, aumenta a quantidade desses espaços.

Tabela 5 - Valores médios de número de espessura de epiderme [ESP], % de tecido epidérmico [%EP], % de tecido paliçádico [%TP] e % de mesofilo foliar [%MESO], ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=005$)

Sombreamento	[ESP]		[%EP]		[%TP]		[%TL]	
0%	195,00	c	10,649	ab	23,12	a	62,10	a
30%	240,00	a	12,14	a	19,21	c	55,43	b
50%	224,00	ab	8,80	c	18,79	c	60,63	ab
90%	196,00	c	10,696	ab	21,49	ab	61,72	a
Média Geral	213,75		10,60		20,65		59,97	
CV %	8,72		15,84		8,26		5,16	

Valores seguidos de mesma letra não diferem em nível de 5%, segundo o teste de Tukey.

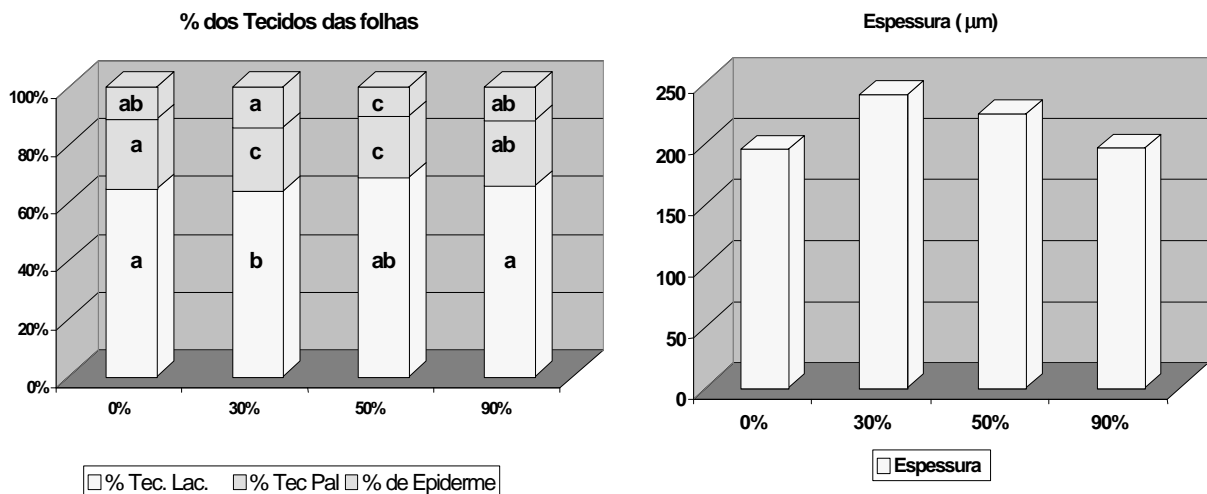


Figura 5 - Valores médios e intervalo de confiança de 95% para os valores de % de epiderme, % de tecido paliçádico e % de mesofilo foliar em função dos níveis de sombreamento e espessura foliar (μm) em função dos níveis de sombreamento.

CONCLUSÃO

Por meio dos resultados do experimento, concluiu-se que a única adaptação apresentada quanto aos estômatos é através do número destes na folha, sendo o número máximo obtido em 30%, seguido de 50%, pleno sol e 90% de sombreamento. As adaptações morfológicas da folha de cafeeiro são principalmente: espessura de folha (que aumenta com o sombreamento) e quanto ao tecido lacunoso (que apresenta espaços maiores entre as células à medida que se aumenta o sombreamento).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATROCH E. M. A. C.; CASTRO E. M. DE; SOARES A. M.; ALVARENGA A. A., Aspectos fisiológicos, anatômicos e biossíntese de flavonoides em plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link, submetidas a diferentes níveis de irradiância. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, n11, (supl), jul, 1999, p.30-31
- BUKATSH, F., Beneskensgem zeir doppelfarbeiring astrablao-safranina. **Microkosmos** v.61, p.255, 1972.
- CASTRO E. M. DE; GAVILANES M. L.;ALVARENGA A. A. DE; CASTRO D. M. de; GAVILANES T. O. T. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea Guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 8, n.4, p31-35, out.1998.
- ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 202p. (Tese - Mestrado em Ciências Florestais).
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York. McGraw-Hill, 1940, 523p.
- JURIK, T.W.; CHABOT, J.F. & CHABOT, B.F. Ontogeny of photosynthetic performance in *Fragaria virginiana* Nuder. changing light regimes. **Plant Physiology** 63:542-547, 1979.
- LABORIAU, L. G.; OLIVEIRA, J. C.; SALGADO-LABORIAU, M. L. Transpiração de *Shizolobium parahyba* (Vell.). TOLEDO, J. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, 33(2):237-257, 1961.
- MATIELLO, J. B.; BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M.; ARAÚJO, P.; VIDIGAL, J. E. Viveiro de mudas a pleno Sol na Zona da Mata de Minas Gerais. **Anais...** Congresso de Pesquisas Cafeeiras, 23,1997, Curitiba. Manhauçu: 28-31 de Outubro. pag. 47.
- SASS, J., **Botanical Microtechnique**. Iowa College Press, 1951. 228p.
- TAIZ L., ZEIGER E. **Plant Physiology**. Califórnia, 2.ed., 1998, p.155-243.