

# CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE BIOMASSA EM DUAS PROGÊNIES DE CAFÉ SUBMETIDAS A DÉFICIT HÍDRICO MODERADO

Paulo C. DIAS<sup>1</sup> E-mail: diaspc1@yahoo.com.br, Wagner L. ARAÚJO<sup>1</sup>, Gustavo A. B. K. de MORAES<sup>2</sup>, Marcelo F. POMPELLI<sup>3</sup>, Karine D. BATISTA<sup>2</sup>, Ângela T. CATEN<sup>1</sup>, Marília C. VENTRELLA<sup>4</sup> e Fábio M. DaMATTa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Fisiologia Vegetal, UFV, <sup>2</sup>Graduando em Agronomia, UFV, <sup>3</sup>Doutorando em Fisiologia Vegetal, UFV, <sup>4</sup> Prof. Adjunto do Dep. do Biologia Vegetal, UFV

## Resumo

Este trabalho objetivou avaliar o crescimento e a alocação de biomassa de duas progênies de café (Catucaí 785-15 e Siriema, respectivamente sensível e tolerante à seca) submetidas a déficit hídrico moderado. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, cultivando-se as plantas em vasos de 12 dm<sup>3</sup>. As plantas receberam 100% da água evapotranspirada por 90 dias; após, um lote continuou sendo irrigado dessa maneira, enquanto noutro lote a irrigação foi reduzida para 50%, 40% e 30% da água evapotranspirada pelas plantas-controle, a intervalos de 20 dias. A progênie Siriema apresentou um maior crescimento inicial, evidenciado pelo maior acúmulo de massa seca total e maior taxa de crescimento da parte aérea em ambos regimes hídricos. A massa seca de raiz foi igual entre progênies sob déficit hídrico; porém, Siriema apresentou um maior comprimento total e maior superfície de raízes. O déficit hídrico não alterou a distribuição e alocação de biomassa nas progênies estudadas, mantendo-se constantes as razões massa seca de raiz: massa seca da parte aérea e massa seca de raiz: massa seca de folha e, também, a taxa de crescimento da taxa aérea.

Palavras-chave: crescimento, alocação de biomassa, déficit hídrico, *Coffea*.

## GROWTH AND BIOMASS ALLOCATION IN TWO COFFEE PROGENIES SUBMITTED TO MODERATE DROUGHT STRESS

### Abstract

This work aimed to evaluate growth responses and biomass allocation of two coffee progenies (Catucaí 785-15, drought sensitive; and Siriema, drought tolerant) submitted to a moderate, slowly imposed drought stress. Plants were grown in 12 dm<sup>3</sup> pots, under greenhouse conditions. They received 100% transpired water during 90 days; afterwards, one group continued being irrigated in that manner, whereas the other group was droughted by decreasing irrigation by 50%, 40% and 30% of transpired water, at 20 days intervals. Siriema showed a larger initial growth, evidenced by the greatest accumulation of whole-plant mass and larger shoot growth rate in both water treatments. Dry mass of roots was similar between progenies under drought stress, however, Siriema had a larger total length and surface of roots. Drought stress did not alter the distribution and allocation of biomass of either progenie and, as a result, ratios of root to shoot mass and root to leaf mass, as well as shoot growth rate, remained constant.

Keywords: growth, biomass allocation, drought stress, *Coffea*.

### Introdução

No gênero *Coffea*, existem, aproximadamente, 100 espécies, dentre as quais, apenas duas apresentam significância econômica no mercado mundial de café: *C. arabica* L. (café Arábica) e *C. canephora* Pierre ex Froehner (café Robusta). O café é a mais importante “commodity” do comércio mundial de produtos agropecuários, representando uma fonte importante de renda para vários países da América Latina, África e Ásia (DaMatta, 2004). O Brasil é o maior produtor de café, produzindo, aproximadamente, 30% da produção mundial, que gira em torno de 115 milhões de sacas (60 kg) comercializadas anualmente nas últimas safras. A produção brasileira, como também a mundial, poderia ser bem mais significativa, caso condições desfavoráveis ao cultivo, que reduzem a sua produtividade, não ocorressem, particularmente o suprimento limitado de água.

A disponibilidade de água no solo é um fator-chave no crescimento, desenvolvimento, composição e distribuição das espécies (Reynolds et al., 2004). Para plantas cultivadas, a tolerância à seca é freqüentemente associada à capacidade potencial de uma espécie ou cultivar particular de produzir mais em comparação com outras sob condições hídricas limitantes (Jones, 1992). Nesse contexto, as plantas podem desenvolver mecanismos morfológicos e, ou, fisiológicos para adaptarem-se à seca. Informações a respeito da distribuição do sistema radicular e o conhecimento dos mecanismos básicos de extração e transporte de água pelas espécies podem auxiliar a esclarecer a preferência de certas espécies a determinado habitat (Otieno et al., 2005). Plantas adaptadas à seca são freqüentemente caracterizadas por um sistema radicular profundo e vigoroso (DaMatta, 2004), de forma que a produção em espécies perenes, muitas vezes, pode ser reflexo de um sistema radicular que permite a exploração de reservas de água mais profundas no solo (DaMatta, 2003).

Em geral, uma das primeiras respostas das plantas ao déficit hídrico é a redução da área foliar, podendo ser consequência da abscisão foliar, produção de folhas menores, ou ainda pela redução da emissão de novas folhas (Tardieu,

1997; Atkinson et al., 1999; DaMatta, 2004). Em condições de seca, o crescimento da parte aérea é mais severamente inibido que o crescimento das raízes, podendo ocorrer mudanças na distribuição e alocação de biomassa entre o sistema radicular e a parte aérea (Nagakura et al., 2004), com incremento na produção de raízes em relação à parte aérea, resultando, conseqüentemente, em um aumento na razão raiz: parte aérea. O maior crescimento radicular pode permitir a absorção de água em horizontes mais profundos do solo, enquanto a inibição do crescimento da parte aérea, juntamente com o fechamento estomático, podem restringir a transpiração, podendo, dessa forma, proteger a planta contra a desidratação excessiva (Kramer e Boyer, 1995). Ademais, em condições de deficiência hídrica moderada, parece que o crescimento foliar é mais afetado que a fotossíntese (DaMatta e Rena, 2001) e, assim, uma maior quantidade de carboidratos estaria disponível nas folhas e, presumivelmente, esta seria a principal fonte para o crescimento radicular (DaMatta e Rena, 2001). Em conseqüência disso, é relativamente comum que raízes de plantas sob déficit hídrico moderado cresçam, relativamente, em maior extensão que as raízes de plantas bem hidratadas (Kramer e Boyer, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a alocação de biomassa de duas progênies de café submetidas a déficit hídrico moderado.

## Material e Métodos

Este trabalho foi realizado em casa de vegetação, em Viçosa (20°45'S, 650 m altitude), Minas Gerais. Foram utilizadas duas progênies de café, sendo uma considerada sensível (Catucaí 785-15) e outra, tolerante (Siriema) à seca. Catucaí é originário do cruzamento natural entre *C. arabica* cv. Catucaí e o híbrido Icatu, oriundo do cruzamento entre *C. arabica* e *C. canephora*. Siriema originou-se de uma população derivada do cruzamento entre *C. arabica* cv. Mundo Novo e *C. racemosa*.

Mudas das duas progênies, com quatro pares de folhas, foram plantadas e cultivadas em vasos contendo 12 dm<sup>3</sup> de substrato, constituído de solo, esterco de curral curado e areia (3:1:1, v/v/v). A mistura foi adubada e teve o pH corrigido, de acordo com análise de solo e recomendações técnicas para a cultura (Ribeiro, 1999). Após o pegamento das mudas, aproximadamente aos 90 dias após o transplante das mesmas e, a intervalos de 20 dias, foram feitas adubações nitrogenadas em cobertura, aplicando-se 0,6 g de N por vaso, na forma de sulfato de amônio. Até a aplicação dos tratamentos, as plantas foram irrigadas periodicamente, procurando-se manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo.

Ao aplicarem-se os tratamentos, as plantas foram uniformizadas quanto à área foliar. Para isso, todas as folhas de todas as plantas tiveram seu maior comprimento e maior largura mensurados, com vistas à obtenção de sua área foliar, conforme Barros (1972). Em outubro de 2004, as plantas das duas progênies foram submetidas a regimes hídricos diferenciais. Um grupo de plantas foi irrigado diariamente, recebendo 100% da água evapotranspirada (plantas-controle), enquanto o segundo grupo recebeu apenas 50, 40, e 30% da água evapotranspirada (plantas sob déficit hídrico) para cada período de 20 dias, respectivamente. A quantidade de água evapotranspirada foi determinada por gravimetria.

No início e ao final de experimento, foram determinadas, em análises destrutivas, a massa fresca e seca da parte aérea (caules, folhas e pecíolos), bem como as características biométricas do sistema radicular. Ao longo do experimento, em intervalos de 10 dias, foram quantificados: (i) altura de plantas, considerando-se a região compreendida entre o coleto e a gema apical; (ii) diâmetro médio do caule, tomado a 5 cm do solo; e (iii) área foliar total. Para a avaliação das características radiculares, o sistema radicular foi retirado, lavado em água corrente, até a total retirada do substrato e enxugado em papel toalha, para efetuar-se a medição de seu peso fresco. Foi retirado, de cada planta, uma amostra de, aproximadamente, 3-5% do peso fresco de sua raiz, para ser submetida à estimativa do comprimento total radicular, pelo método de interceptação de linha (Tennant, 1975). Estimou-se ainda a superfície radicular, a partir do diâmetro médio e o comprimento de raiz (Bohm, 1979). A massa seca das amostras de material vegetal foi obtida em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até massa constante.

A análise de crescimento durante o período de déficit hídrico foi realizada a partir da taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e da taxa de crescimento da parte aérea (TCA). Esses índices foram obtidos conforme Nagakura et al. (2004).

Os experimentos foram instalados e analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, num esquema fatorial 2 X 2 (dois cultivares e dois regimes hídricos). Cada unidade experimental foi composta por uma planta por vaso. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade, utilizando-se do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da UFV (SAEG-UFV, 1997).

## Resultados e Discussão

O acúmulo final de massa seca total, da massa seca da parte aérea e de massa seca de folha foi maior na progênie Siriema em ambos regimes hídricos; quando essa progênie foi submetida ao déficit hídrico, houve redução significativa no valor daqueles parâmetros, fato não ocorrido com a progênie Catucaí (Tabela 1). A massa seca de raiz só diferiu desse padrão sob déficit hídrico, em que não houve diferença significativa entre as progênies (Tabela 1). Tanto a razão massa seca de raiz: massa seca da parte (R:A), quanto a razão massa seca de raiz: massa seca de folha (R:F) não tiveram modificações significativas em seus valores em resposta à deficiência hídrica, como também entre progênies (Tabela 1). Assim, para as duas progênies estudadas, não se pôde afirmar que o déficit hídrico tenha causado variação na distribuição e alocação de biomassa, como geralmente ocorre em plantas sujeitas a condições de seca, em que o crescimento da parte aérea é usualmente menor em relação ao crescimento das raízes (Kozłowski e Pallardy, 1997).

O déficit hídrico promoveu uma redução no comprimento total de raiz e na superfície radicular em Siriema, mas

não em Catucaí, sendo esses parâmetros, no entanto, sempre maiores em Siriema. Em café robusta, Pinheiro et al. (2005), cultivando quatro clones contrastantes quanto à tolerância à seca em tambores de 120L, observou que a profundidade do sistema radicular pode estar associada com melhor *status* hídrico nos clones tolerantes à seca, possivelmente por uma maior eficiência na extração da água do solo (DaMatta et al. 2003; Pinheiro et al., 2005). Assim, com maior comprimento total de raízes e maior superfície de raízes, a progênie Siriema parece explorar melhor o solo, possibilitando, dessa forma, o maior crescimento apresentado em relação à progênie Catucaí nos dois regimes hídricos.

Tabela 1 – Parâmetros de crescimento avaliados em duas progênies de café em resposta ao déficit hídrico moderado. Letras minúsculas comparam os regimes hídricos dentro de cada progênie, e letras maiúsculas comparam as progênies dentro de cada regime hídrico

	Siriema		Catucaí	
	Controle	Déficit	Controle	Déficit
Massa seca total (g)	44,66 aA	30,33 bA	25,74 aB	20,53 aB
Massa seca de raiz (g)	9,27 aA	6,81 bA	5,93 aB	4,98 aA
Massa seca da parte aérea (g)	35,39 aA	23,51 bA	19,81 aB	15,85 aB
Massa seca de folha (g)	24,28 aA	15,08 bA	13,29 aB	10,27 aB
Razão raiz: parte aérea (R:A)	0,260 aA	0,290 aA	0,306 aA	0,323 aA
Razão raiz: folha (R:F)	0,379 aA	0,453 aA	0,459 aA	0,491 aA
Comprimento total de raiz (m)	17,50 aA	10,25 bA	7,21 aB	6,76 aB
Sup. Radicular (m <sup>2</sup> )	2,113 aA	1,221 bA	0,917 aB	0,837 aB
Área Foliar (cm <sup>2</sup> .dia <sup>-1</sup> )	45,28 aA	18,43 bA	23,82 aB	11,31 bB
Altura de planta (mm.dia <sup>-1</sup> )	2,13 aA	1,43 bA	1,42 aB	0,95 bB
Diâmetro do caule (mm.dia <sup>-1</sup> )	0,054 aA	0,035 bA	0,049 aA	0,018 bB

As médias diárias do crescimento da área foliar, da altura de plantas e do diâmetro de caule foram mais elevadas nas plantas irrigadas de ambas progênies e, dentro de cada regime hídrico, a progênie Siriema apresentou maior crescimento diário desses parâmetros, exceto o diâmetro de caule, que não diferiu entre as duas progênies nas plantas-controle (Tabela 1). Nas plantas sob deficiência hídrica, o crescimento da área foliar, da altura de planta e do diâmetro de caule ao longo do período de imposição do déficit hídrico tendeu à estabilização ao final do experimento, embora Siriema tenha apresentado maiores valores finais para aqueles parâmetros (Figura 1). Por conseguinte, Siriema apresenta maior crescimento inicial que Catucaí em ambos regimes hídricos, com crescimento mais significativo de área foliar, do diâmetro do caule e altura de planta, o que veio resultar em um maior acúmulo de massa seca total. O crescimento inicial rápido observado em Siriema pode ser, em condições de campo, uma vantagem, uma vez que pode acelerar o estabelecimento da cultura.

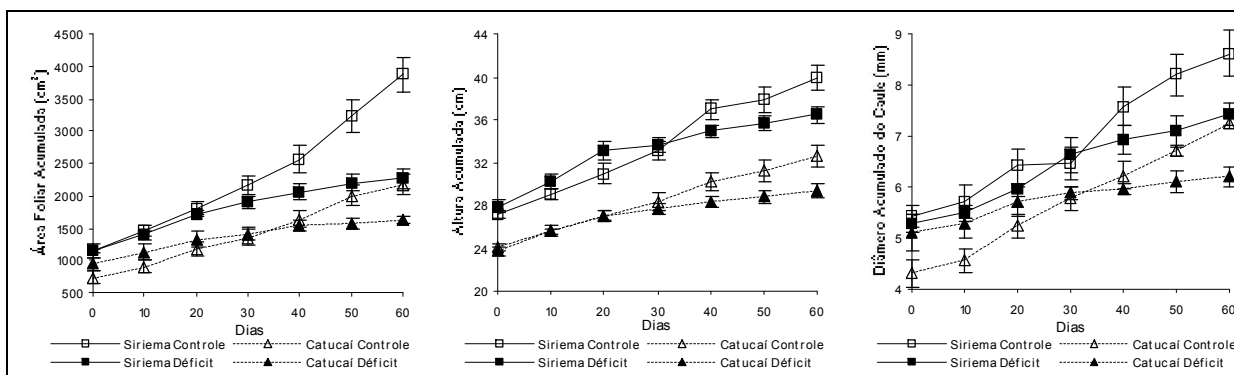


Figura 1 – Área foliar acumulada, altura acumulada de planta e diâmetro acumulado do caule em duas progênies de café, em resposta ao déficit hídrico moderado

A taxa de crescimento relativo (TCR) reduziu-se com o déficit hídrico nas duas progênies, tendo, porém, as plantas-controle de Siriema apresentado maior TCR quando comparado com a de Catucaí. O déficit hídrico também promoveu uma redução na taxa assimilatória líquida (TAL) das progênies estudadas, não havendo, contudo, diferenças entre as progênies (Figura 2). Assim, o menor suprimento de água oferecido às plantas sob deficiência hídrica promoveu, provavelmente, redução da taxa fotossintética e, conseqüentemente, redução do crescimento.

A taxa de crescimento da parte aérea (TCA) observada para a Siriema foi maior tanto para plantas-controle quanto para as plantas sob déficit hídrico, e não ocorreram modificações nesse índice dentro da mesma progênie em resposta à deficiência hídrica (Figura 2). Isso vem confirmar o maior crescimento inicial observado em Siriema, uma vez que essa progênie, independente o regime hídrico, sempre mostrou maior crescimento da parte aérea, quando comparado com Catucaí. Como também constatado, a constância de TCA em resposta ao déficit hídrico, implica na manutenção das razões R:A e R:F observadas e, conseqüentemente, a manutenção da alocação de biomassa entre raízes e parte aérea nessas

condições.

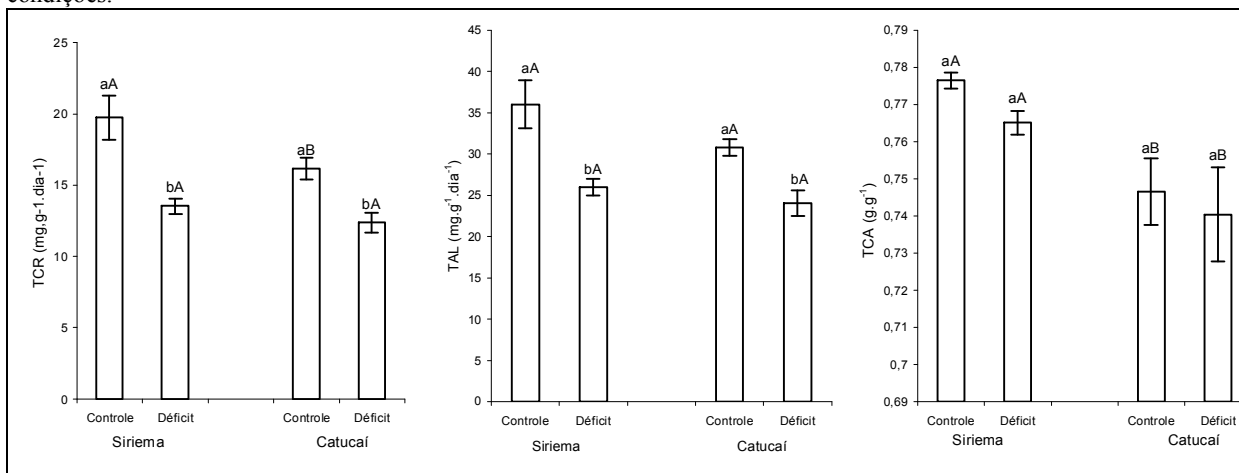


Figura 2 – Taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e taxa de crescimento da parte aérea (TCA) em duas progêneses de café em resposta ao déficit hídrico moderado. Estatística conforme Tabela 1.

## Conclusões

A progênie Siriema apresentou um maior crescimento inicial, evidenciado pelo maior acúmulo de massa seca total e maior TCA em ambos regimes hídricos. Embora a massa seca de raiz possa ter sido igual entre progêneses sob déficit hídrico, o maior comprimento total de raízes e superfície radicular de Siriema devem estar envolvidos numa maior exploração do solo, possibilitando tal crescimento apresentado.

## Referências Bibliográficas

- ATKINSON CJ, POPICARPO M, WEBSTER AD, KUDEN AM. 1999. Drought tolerance of apple rootstocks: production and partitioning of dry matter. *Plant Soil*, 206, 223-235.
- BARROS RS. 1972. *Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café* (*Coffea arabica L.*). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Tese (Mestrado em Fisiologia Vegetal). 52 p.
- BOHM, W. 1979. *Methods of studying plant root systems*. New York, Spring-Verlag. 188p.
- DaMATTa FM. 2003. Drought as a multidimensional stress affecting photosynthesis in tropical tree crops. In: HERMANTARANJAN A. (Ed.), *Advances in plant physiology*. Vol. 5, Jodhpur, Scientific Publishers. pp. 227-265.
- DaMATTa FM. 2004. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Braz. J. Plant Physiol.*, 16, 1- 6.
- DaMATTa FM, CHAVES ARM, PINHEIRO HA, DUCATTI C, LOUREIRO ME. 2003. Drought tolerance of two field-grown clones of *Coffea canephora*. *Plant Sci.*, 164, 111-117.
- DaMATTa FM, RENA AB. 2001. Tolerância do café à seca. In: ZAMBOLIN L ( Ed.), *Tecnologias de produção de Café com qualidade*, Universidade federal de Viçosa, pp. 65-100.
- JONES HG. 1992. *Plants and microclimate*. Cambridge, Cambridge University Press. 428p.
- KOZLOWSKI TT, PALLARDY SG. 1997. *Physiology of woody plants*. San Diego, Academic Press. 411 p.
- KRAMER PJ, BOYER JS. 1995. *Water relations of plants and soils*. San Diego, Academic Press. 495p.
- NAGAKURA J, SHIGENAGA H, AKAMA A, TAKAHASHI M. 2004. Growth and transpiration of japonese cedar (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtuse*) seedlings in response to soil water content. *Tree Physiol.*, 24, 1203-1208.
- OTIENO DO, SCHMIDT MWT, ADIKU S, TENHUNEN J. 2005. Physiological and morphological responses to water stress in two *Acacia* species from contrasting habitats. *Tree Physiol.*, 25, 361-371.
- PINHEIRO HA, DaMATTa FM, CHAVES ARM, LOUREIRO ME, DUCATTI C. 2005. Drought tolerance is associated with root depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. *Annals of Botany*, no prelo.
- REYNOLDS JF, KEMP PR, OGLE K, FERNANDEZ RJ. 2004. Modifying the pulse reserve paradigm for deserts North America: precipitation pulses, soil water and plant responses. *Oecologia*, 141, 194-210.

- RIBEIRO AC. 1999. Recomendação de calagem e adubação de substratos para mudas, covas e canteiros. *In: RIBEIRO CA, GUIMARÃES PTE, ALVAREZ V VH (Eds.), Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação)*. Viçosa, UFV. pp. 263-263.
- SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS – SAEG. 1997. versão 7.1. Viçosa, MG, Fundação Arthur Bernades.
- TARDIEU F. 1997. Drought perception by plants. Do cells of droughted plants experience water stress? *In: BELHASSEN E, (Ed.), Drought tolerance in higher plants: genetical, physiological and molecular biological analysis*. Dordrecht, Kluwer. pp. 15-26.
- TENNANT, D. 1975. A test of a modified line intersects method of estimating root length. *J. Appl. Ecol.*, 63, 995-1001.