

## **Aspectos Biofísicos de Cupuaçuzeiros Cultivados ao Sol e à Sombra**



# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15***

## **Aspectos Biofísicos de Cupua- çuzeiros Cultivados ao Sol e à Sombra**

Francisco José Câmara Figueirêdo  
Cristiane da Silva Ferreira  
Olinto Gomes da Rocha Neto

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Oriental**

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n  
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA  
Fone: (91) 299-4544  
Fax: (91) 276-9845  
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

Presidente: Leopoldo Brito Teixeira  
Secretária-Executiva: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos  
Membros: Antônio Pedro da Silva Souza Filho  
Expedito Ubirajara Peixoto Galvão  
João Tomé de Farias Neto  
Joaquim Ivanir Gomes  
José de Brito Lourenço Júnior

**Revisores Técnicos**

Heráclito Eugênio O. da Conceição - Embrapa Amazônia Oriental  
Moacyr Bernardino Dias Filho - Embrapa Amazônia Oriental  
Raimundo Lázaro M. da Cunha - UFRA  
Roberto Cezar L. da Costa - UFRA

Supervisor editorial: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes  
Revisor de texto: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos  
Normalização bibliográfica: Sílvio Leopoldo Lima Costa  
Editoração eletrônica: Euclides Pereira dos Santos Filho

**1ª edição**

1ª impressão (2002): 300 tiragem

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Figueirêdo, Francisco José Câmara

Aspectos biofísicos de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra/Francisco José Câmara Figueirêdo, Cristiane da Silva Ferreira, Olinto Gomes da Rocha Neto. – Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

21p.; 21cm. – (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).

ISSN 1676-5265

1. Cupuaçu – Fisiologia. 2. Radiação solar. 3. Transpiração. 4. Biofísica. I. Ferreira, Cristiane da Silva. II. Rocha Neto, Olinto Gomes da. III. Título. IV. Série.

CDD 634.6  
583.19041

---

© Embrapa 2002

# Sumário

Introdução .....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	9
Conclusões .....	18
Referências Bibliográficas.....	18

# Aspectos Biofísicos de Cupuaçuzeiros Cultivados ao Sol e à Sombra

---

*Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>1</sup>*

*Cristiane da Silva Ferreira<sup>2</sup>*

*Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>1</sup>*

## Resumo

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng) Schum.), espécie da família Sterculiaceae, é uma planta umbrófila, mas, quando adulta, suporta a radiação solar direta e é considerada espécie preventiva diante de estresses ambientais. Durante o período de maio de 1999 a maio de 2002, foram avaliados diversos aspectos biofísicos de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra, com as idades de 1 e 2 anos de plantios no campo. Com os resultados, conclui-se que, em cupuaçuzeiros cultivados ao sol, independente da idade de 1 e 2 anos, houve maior atividade fotossintética que os sombreados, sendo maior sob temperaturas mais elevadas, e também nos meses de maior disponibilidade de água no solo, entre janeiro e maio; e que, em cupuaçuzeiros cultivados sobre radiação solar direta, houve maior transpiração e, conseqüentemente, menor condutância estomática, mas ambas foram menores nos meses mais secos, julho e novembro.

Termos para indexação: fotossíntese, condutância estomática, transpiração, radiação solar.

---

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA. E-mail: [fjcf@cpatu.embrapa.br](mailto:fjcf@cpatu.embrapa.br); [olinto@cpatu.embrapa.br](mailto:olinto@cpatu.embrapa.br).

<sup>2</sup>Bióloga, M.Sc., Doutoranda do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Caixa Postal 478, Manaus, AM. E-mail: [crisfer@inpa.gov.br](mailto:crisfer@inpa.gov.br).

# **Biophysical Aspects of *Theobroma grandiflorum* Cultivated in the Sun and to the Shadow**

---

Abstract: The *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng. Schum.), is a plant of shadow of the breed Sterculiaceae, when adult it supports the direct solar radiation and preventive species is considered due to environmental stresses. During the period of May of 1999 to May of 2002 were several appraised biophysical aspects of *T. grandiflorum* cultivated in the sun and to the shadow, with the ages of 1 and 2 years of cultivation in the field. The results allow to end that *T. grandiflorum* cultivated in the sun and with the age of one and two years, they have larger activity net photosynthetic rate that the shaded plants, being this larger under higher temperatures and the months of larger readiness of water in the soil, between January and May; and the *T. grandiflorum* cultivated about direct solar radiation present larger transpiration and, consequently, smaller stomatal conductance, but both were smaller the driest months, July and November.

Index terms: photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, solar radiation.

## Introdução

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng) Schum.) pertence à família das esterculiáceas e tem como hábitat natural os bosques tropicais úmidos de terras altas não-inundáveis, onde é sombreado parcialmente por árvores de maior porte (Villachica et al. 1996).

Essa espécie nativa da Amazônia está em fase de domesticação e tem comportamento umbrófilo, mas, quando adulta, suporta a radiação solar direta, por isso foi considerada, por Rocha Neto et al. (1997a), como espécie preventiva diante de estresses ambientais. Essa característica pode estar associada ao espessamento da cutícula, característica das folhas de espécies do gênero *Theobroma*, que confere maior resistência à perda de vapor d'água para a atmosfera, principalmente em ambientes com déficit de água (Pallard & Rhoads, 1993).

As diferenças das condições dos ambientes de cultivos, como a temperatura, a disponibilidade de água no solo, a concentração de gás carbônico no ar e a luz, podem influenciar os aspectos biofísicos de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra.

Os cacauzeiros (*Theobroma cacao* L.), da mesma família do cupuaçuzeiro, quando cultivados à sombra, sob temperaturas de 25 °C a 32 °C, tiveram a fotossíntese pouco afetada em relação às mantidas a 24 °C (Guers, 1985). Enquanto isso, em plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.), observou-se que a elevação da temperatura ocasionou o aumento nas concentrações de CO<sub>2</sub> nas folhas e, como consequência, o fechamento dos estômatos e a diminuição na taxa fotossintética.

Em indivíduos de *Solanum crinitum* Lam. e de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy., quando cultivados em solos com estresse de umidade, observaram-se comportamentos diferentes quanto aos parâmetros biofísicos, pois a condutância estomática não foi afetada, mas as plantas da primeira espécie sofreram declínio da atividade fotossintética, enquanto as da segunda mantiveram as respostas fisiológicas em níveis elevados, tanto sob condições de irrigação como de estresse de umidade (Dias Filho & Dawson, 1995).

Nas plantas de seringueira, a condutância estomática é influenciada pelo déficit de pressão de vapor e pela radiação, que também provocaram variações na

transpiração (Cascardo et al. 1993). O controle estomático da transpiração, entre espécies de árvores de adaptação tropical, está relacionado com a proporção entre a condutância estomática e a condutância da camada limite, sendo maior quando esta for alta em relação àquela (Meinzer et al. 1993).

Em plantas de quina (*Quassia amara*), submetidas a diferentes intensidades de luz, observou-se que houve correlação positiva entre os níveis de radiação e as taxas fotossintética e transpiratória (Rocha Neto et al. 1997b).

Os fatores dos ambientes não afetam, com a mesma intensidade, todas as atividades biofísicas das plantas, pois estas diferem quanto às características de adaptação aos locais de cultivo. A transpiração, que é a difusão da água em forma de vapor para a atmosfera, através dos poros estomáticos das folhas, é mais afetada pela temperatura, seguida da umidade e das correntes de ar (Raven, 1996).

O cultivo de cupuaçuzeiro em sistemas de consórcios temporários ou definitivos, que muitas vezes proporcionam níveis variados de sombreamento às plantas, tem sido praticado com muita frequência, mas sem a mensuração dos efeitos sobre as atividades biofísicas, bioquímicas e fisiológicas, durante a fase de desenvolvimento das plantas dessa espécie frutífera. Esses sistemas, que tentam simular o hábitat natural do cupuaçuzeiro, têm a finalidade de aumentar a eficiência do solo e introduzir alternativas de obtenção de rendas adicionais ao produtor rural nas épocas de entressafra (Gasparotto et al. 1997; Müller & Carvalho, 1997).

Os cultivos solteiros também têm sido praticados, principalmente após os cupuaçuzeiros atingirem a fase de produção, cerca de 3 anos de cultivo no campo, pois há expressiva vantagem na produtividade. As vantagens da eliminação do sombreamento provisório necessitam ser interpretadas, também, durante a fase de crescimento das plantas. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar, durante a etapa que antecede a fase de produção, o comportamento biofísico de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra.

## Material e Métodos

Este estudo foi conduzido na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Estado do Pará, em solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média a arenosa. Utilizaram-se cupuaçuzeiros com idades de plantio de 1 e 2 anos,

cultivados ao sol (SL) e à sombra (SB), de sub-bosque de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). As quadras experimentais tinham sido instaladas entre fevereiro e março de 1997 e de 1998, e as plantas adubadas, quando do plantio, com 5 litros de esterco de curral curtido e 100 g de NPK, formulação 20-28-20.

Os tratamentos (SL1, SL2, SB1 e SB2) foram estabelecidos com base nos ambientes de cultivo (SL e SB) e nas idades das plantas (1 e 2 anos). As parcelas foram constituídas de quatro plantas, com quatro repetições, distribuídas em delineamento completamente casualizado.

A cada 60 dias, entre maio de 1999 e maio de 2000, avaliaram-se, com analisador de gás infravermelho (IRGA LI- 6200), a taxa fotossintética líquida, a condutância estomática e a transpiração, no horário entre 10h e 12h, com base no recomendado por Rocha Neto et al. (1997a). Com o emprego de ceptômetro tipo Accu PAR, avaliou-se a radiação fotossinteticamente ativa, sendo também determinada a temperatura ambiente (°C) nos momentos das leituras biofísicas.

Os dados dos parâmetros principais foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% probabilidade (ESTAT, 1994).

## Resultados e Discussão

Na Fig. 1, observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos estabelecidos pelo ambiente de cultivo e idade de plantas de cupuaçu. No entanto, verificou-se a tendência da taxa fotossintética líquida ser maior nas plantas cultivadas ao sol. Conseqüentemente, os cupuaçuzeiros cultivados à sombra, mesmo sob temperaturas mais baixas, tiveram menor taxa fotossintética líquida, o que indica que a produtividade primária foi prejudicada pela interceptação de luz. Em plantas de alfafa, o aumento da temperatura provocou a diminuição da taxa fotossintética líquida (Ferreira, 1992).

Com base nos registros de umidade relativa do ar, no interior da câmara do IRGA, que variaram de 95,96% (sol) a 96,32% (sombra), pode-se inferir que este parâmetro não influenciou nos resultados de taxa fotossintética líquida de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra, com 1 e 2 anos de idade.

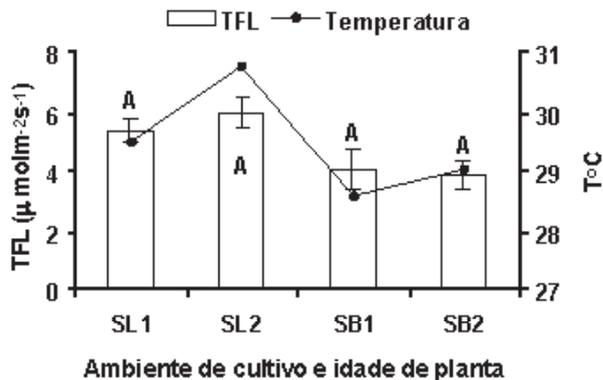


Fig. 1. Taxa fotossintética líquida (TFL) de cupuaçuzeiros cultivados ao sol (SL) e à sombra (SB), com idades de 1 e 2 anos, e valores de temperatura ( $T^{\circ}\text{C}$ ). Nas colunas, as mesmas letras indicam que as médias de TFL foram iguais entre si, Tukey, a 5%. ( $n=4$ ;  $\text{CV}=21,3\%$ ;  $l$ =erro padrão da média).

A partir dos resultados de fotossíntese, esses foram agrupados e analisados. A média obtida para os cupuaçuzeiros cultivados ao sol foi comparada com a média dos plantados à sombra, assim como entre as dos cupuaçuzeiros com 1 ano e 2 anos de idade.

As médias registradas de  $5,67 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  e  $3,97 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  de taxa fotossintética líquida, para as plantas cultivadas ao sol e à sombra, respectivamente, diferiram estatisticamente e, para tanto, contribuíram para os valores de radiação fotossintética ativa –  $1.039 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  e  $131 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Resultados semelhantes foram obtidos por Dias Filho (1997), quando estudou respostas fisiológicas de plantas de *Solanum crinitum* Lam., sob diferentes condições de luminosidade.

Os resultados obtidos corroboram a afirmativa de Fahn (1985), em que a iluminação intensa determina o aumento das células clorofiladas e, como consequência, há maior atividade fotossintética. Ashton & Berlyn (1992) observaram que algumas espécies do gênero *Shorea* apresentaram progressivos aumentos da taxa fotossintética líquida, à medida que aumentava a intensidade de luz. Esse fato é comum à maioria das plantas cultivadas.

Quando foram comparadas as taxas fotossintéticas líquidas de cupuaçuzeiros, com 1 e 2 anos de idade, observou-se comportamento semelhante, mas com tendência de superioridade das plantas mais velhas.

Observa-se na Fig. 2 que a taxa fotossintética líquida foi menor nos meses menos chuvosos na região de Belém (julho, 54,4 mm; setembro, 135,1 mm; novembro, 61,2 mm)<sup>3</sup>. Nas avaliações que coincidiram com os meses mais chuvosos (janeiro, 416,7 mm; março, 463,5 mm; maio, 363,1/354,5 mm), a taxa fotossintética líquida aumentou, provavelmente, em razão da maior disponibilização de água às plantas. No entanto, Dias Filho & Dawson (1995) observaram que plantas de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy mantiveram elevadas respostas fisiológicas, tanto sob regime de irrigação como de estresse de umidade.

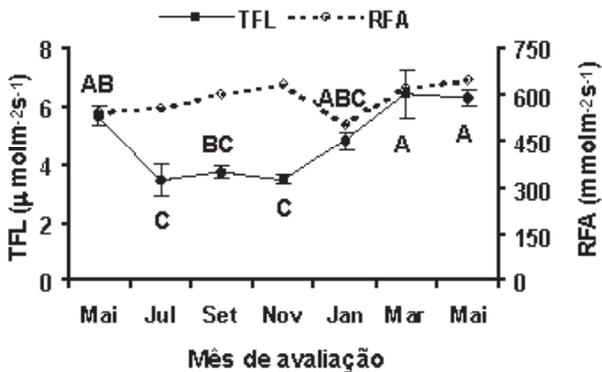


Fig. 2. Taxa fotossintética líquida (TFL) média de cupuaçuzeiros e valores médios bimensais de radiação fotossintética ativa (RFA). Nos pontos da curva, as mesmas letras indicam que os valores de TFL foram iguais entre si, Tukey a 5%. (n = 4; CV = 18,2%; l = erro padrão da média).

Quando se compararam os resultados de taxa fotossintética líquida e de radiação fotossintética ativa, pôde-se perceber que esta, isoladamente, não teve influência direta sobre a fotossíntese de cupuaçuzeiros, pois nem sempre os maiores valores médios registrados coincidiram com as mais elevadas taxas de fotossíntese, exceto nos meses de maiores incidências pluviométricas.

<sup>3</sup>Dados disponíveis no Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Oriental, 1999/2000.

Observa-se na Fig. 3 que os cupuaçuzeiros cultivados ao sol tiveram expressiva redução (39%) da taxa fotossintética líquida entre os meses de maio, com chuvas ainda regulares, e julho de 1999, com precipitações pluviométricas esparsas. As taxas de setembro e novembro foram semelhantes, porém maiores que as de julho, indicando certa adaptação das plantas ao período mais seco, muito embora tenham sido bem menores do que as registradas nos meses de chuvas mais constantes.

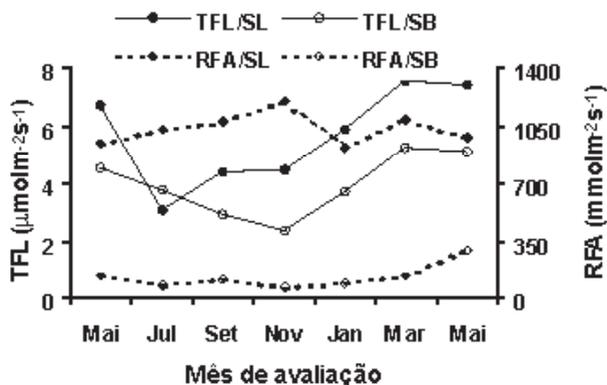


Fig. 3. Taxa fotossintética líquida (TFL) média de cupuaçuzeiros, cultivados ao sol (SL) e à sombra (SB), e os valores médios de radiação fotossintética ativa (RFA) nos ambientes de cultivo. (n = 4).

A taxa fotossintética líquida das plantas cultivadas ao sol cresceu progressivamente de janeiro a maio de 2000, mesmo que a radiação fotossintética ativa tenha decrescido neste período em relação ao mês de novembro. A taxa fotossintética líquida de cupuaçuzeiros cultivados à sombra foi menor nos meses mais secos e voltaram a crescer com o aumento das chuvas, mesmo sob baixos níveis de radiação solar. Enquanto isso, Inoue (1989) observou que a taxa fotossintética líquida de clones de *Populus nigra* (Robusta) e de *P. trichocarpa* (Scott Pauley) aumentou com a elevação da radiação solar até  $1.200 \mu\text{Es}^{-1}\text{m}^{-2}$ .

De acordo com Ort & Baker (1988), os maiores valores de fotossíntese ocorrem sob condições não-saturadas de luz, e a eficiência desse mecanismo se dá sob baixa intensidade de luz. Esse fato não ocorreu com os cupuaçuzeiros deste estudo, pois as maiores taxas de fotossíntese líquida ocorreram sob condições de maiores índices de radiação fotossintética ativa.

Na Fig. 4, representam-se os resultados de condutância estomática de cupuaçuzeiros, com 1 e 2 anos de idade, cultivados ao sol e à sombra, associando-a à temperatura do ambiente. Observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, muito embora tenha havido a tendência para decrescer com a idade das plantas. Esses resultados são semelhantes aos de Cascardo et al. (1993), com plantas de seringueira, em casa de vegetação, e de Buwalda et al. (1991), com plantas jovens de kiwi (*Actinidia deliciosa*). Também se observou que a temperatura ambiente, que variou de 28,6 °C (SB1) a 30,8 °C (SL2), aparentemente não teve influência nos resultados de condutância estomática.

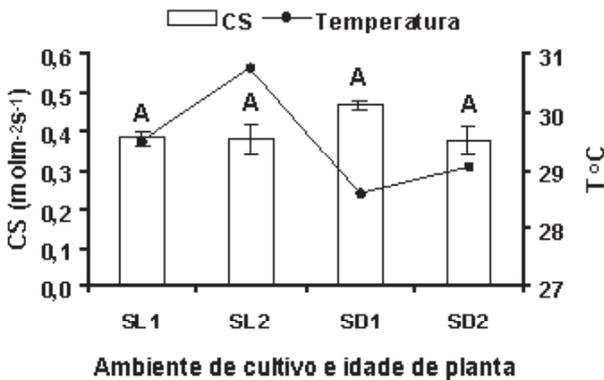


Fig. 4. Condutância estomática (CS) de cupuaçuzeiros cultivados ao sol (SL) e à sombra (SB), com 1 e 2 anos de idades, e valores de temperatura (T °C). Nas colunas, as mesmas letras indicam que as médias de CS foram iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. (n=4; CV = 14,1%; I=erro padrão da média).

Na comparação de médias de condutância estomática de cupuaçuzeiros, cultivados ao sol e à sombra ou com as idades de 1 e 2 anos, observou-se que houve comportamento semelhante entre os valores obtidos, mas com médias ligeiramente superiores das plantas cultivadas à sombra e das mais novas.

Os valores médios bimensais de condutância estomática de cupuaçuzeiros estão representados na Fig. 5, na qual se estabelece a sua relação com a radiação fotossintética ativa no momento das avaliações. A condutância estomática foi influenciada pela radiação solar e os resultados obtidos estão de acordo com os obtidos com seringueira por Cascardo et al. (1993).

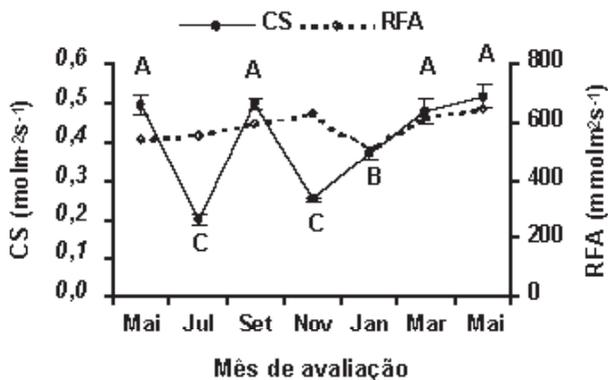


Fig. 5. Condutância estomática (CS) média de cupuaçuzeiros e valores médios bimensais de radiação fotossintética ativa (RFA). Nos pontos da curva, as mesmas letras indicam que os valores de CS foram iguais entre si, Tukey, 5%. (n = 4; CV = 11,5%; l = erro padrão da média).

Não houve diferenças significativas entre as médias obtidas nos meses de maio/1999, setembro/1999, março/2002 e maio/2000. Os altos valores de condutância estomática, registrados em setembro/1999, resultaram da ocorrência de chuvas antes das avaliações. Observa-se que a condutância estomática foi menor em julho e novembro, meses com os mais baixos índices de chuvas<sup>4</sup>, 54,4 mm e 61,2 mm, respectivamente. Os resultados obtidos com cupuaçuzeiros são comparáveis aos de Calbo & Moraes (1997), com plantas de buriti (*Mauritia vinifera* Mart.), em casa de vegetação, na medida em que se aumentaram os dias sem irrigação, e de Medina et al. (1999), com laranja Valência (*Citrus sinensis* L.), que verificaram a redução da condutância, quando o solo estava com deficiência hídrica.

Ao serem comparados esses resultados de condutância estomática, com os de taxa fotossintética líquida (Fig.2), percebe-se que ambos cresceram com o aumento da radiação fotossintética ativa, quando esta ocorreu nos meses mais chuvosos (janeiro a maio). Enquanto isso, a fotossíntese foi mais prejudicada que a condutância nos meses mais secos (julho a novembro). Calbo & Moraes (1997) observaram que a fotossíntese de buritizeiros aumentou com os maiores níveis de radiação solar, e a condutância diminuiu quando as plantas foram expostas a períodos de estresse hídrico.

<sup>4</sup>Fonte: Laboratório de Climatologia da Embrapa Amazônia Oriental.

Na Fig. 6, pode-se observar que os cupuaçuzeiros cultivados à sombra tiveram condutância estomática semelhantes nos meses menos chuvosos (julho a novembro), mas houve a tendência de serem maiores nos mais chuvosos, mesmo com baixos níveis de radiação fotossintética ativa. Os resultados registrados de plantas cultivadas ao sol praticamente reproduzem a tendência observada na Fig. 5.

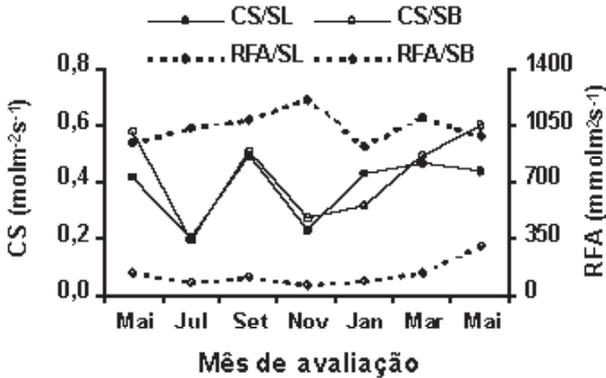
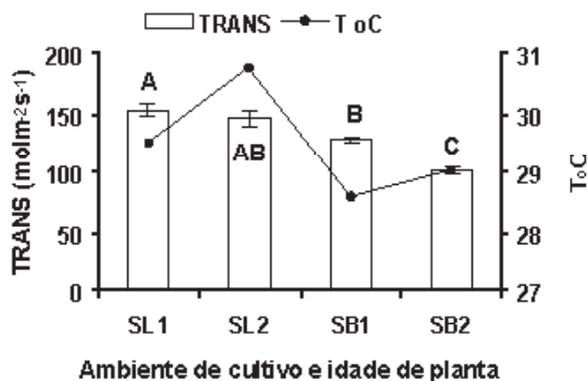


Fig. 6. Condutância estomática (CS) média de cupuaçuzeiros cultivados ao sol (SL) e à sombra (SB), e os valores médios de radiação fotossintética ativa (RFA) nos ambientes de cultivo. (n = 4).

Verifica-se na Fig. 7 que a transpiração foi maior nos cupuaçuzeiros cultivados ao sol e decorreu do efeito de temperaturas mais elevadas registradas naquele ambiente. Esses resultados estão de acordo com Raven (1996), que afirmou ser a temperatura o fator mais importante na difusão de vapores de água da planta para a atmosfera.

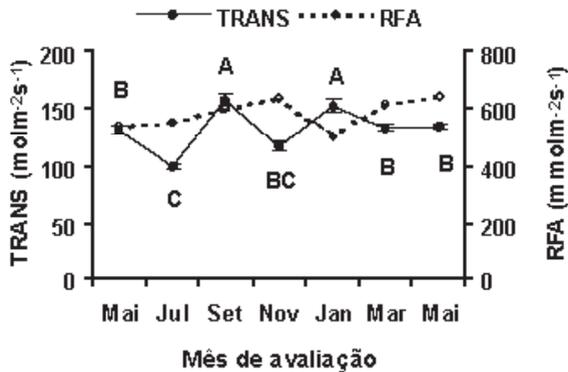
Quando foram comparados os resultados de transpiração entre os cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra e entre aqueles com 1 e 2 anos de idade, ocorreram diferenças significativas com superioridade dos cultivados ao sol e dos mais novos. Resultados semelhantes foram obtidos por Sobrado (1994), com plantas mais jovens de algumas espécies florestais de clima tropical.



**Ambiente de cultivo e idade de planta**

Fig. 7. Transpiração (TRANS) de cupuaçuzeiros cultivados ao sol (SL) e à sombra (SB), com 1 e 2 anos de idades, e valores de temperatura (T °C). Nas colunas, as mesmas letras indicam que as médias de TRANS foram iguais entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. (n = 4; CV = 14,1%; l = erro padrão da média).

Os resultados de transpiração (Fig. 8) foram semelhantes aos obtidos de condutância estômática (Fig. 5), indicando que existe certa correlação entre essas variáveis biofísicas em cupuaçuzeiros na fase de desenvolvimento vegetativo. Observou-se certo equilíbrio da transpiração nos meses de março e maio, com índices médios de precipitação pluviométrica de 339 mm/mês, e houve a tendência da taxa transpiratória ser mais baixa nos meses de julho e novembro, com incidência média de chuva de 86,6 mm/mês, fato que confere ao cupuaçuzeiro a característica de espécie preventiva (Rocha Neto et al. 1997a). Exceção à avaliação de setembro, quando foi registrada a maior taxa de transpiração, provavelmente em razão do aumento do índice pluviométrico (variou de 54,4 mm, em julho, a 135,1 mm, em setembro), e de temperaturas elevadas, comuns a esta época do ano.



**Fig. 8.** Transpiração (TRANS) média de cupuaçuzeiros e valores médios bimensais de radiação fotossintética ativa (RFA). Nos pontos da curva, as mesmas letras indicam que os valores de TRANS foram iguais entre si, Tukey, a 5%. (n=4; CV=11,5%; I=erro padrão da média).

Na Fig. 9, pode-se perceber que a transpiração de cupuaçuzeiros cultivados à sombra, para os baixos níveis de radiação fotossintética ativa verificados, foi menos pronunciada que nas observadas em plantas em pleno sol, com elevados valores médios de radiação. Pode-se inferir que a radiação não foi o fator ambiental mais importante para a transpiração de cupuaçuzeiros plantados à sombra, assim como a disponibilidade de água no solo, pois os níveis de transpiração registrada em setembro e novembro, meses de pouca chuva, se equivaleram aos dos meses de maio (1999/2000), com regular frequência de chuvas. Inoue (1989) verificou que a transpiração dos clones Robusta (*Papulus nigra*) e Scott Pauley (*P. trichocarpa*) foi influenciada positivamente com o aumento da radiação solar.

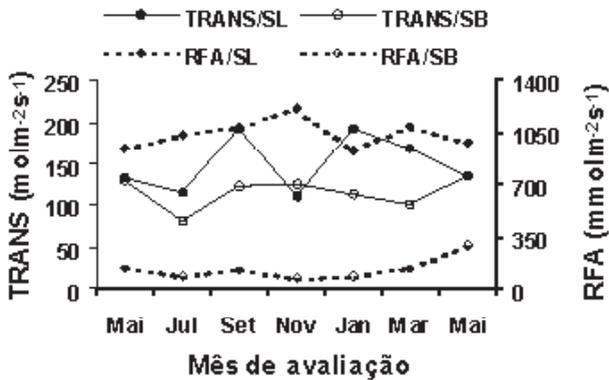


Fig. 9. Transpiração (TRANS) média de cupuaçuzeiros cultivados ao sol (SL) e à sombra (SB), e os valores médios de radiação fotossintética ativa (RFA) nos ambientes de cultivo. (n = 4).

## Conclusões

Os cupuaçuzeiros cultivados ao sol, independente da idade de 1 e 2 anos, têm maior atividade fotossintética que os sombreados, sendo esta maior sob temperaturas mais elevadas e nos meses de maior disponibilidade de água no solo, entre janeiro e maio.

Os cupuaçuzeiros cultivados sobre radiação solar direta apresentam maior transpiração e, conseqüentemente, menor condutância estomática, mas ambas são menores nos meses mais secos, julho e novembro.

## Referências Bibliográficas

ASHTON, P.M.S.; BERLY, N., G.P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Physiologist**, v.121, p.587-596, 1992.

BUWALDA, J.G.; MEEKINGS, J.S.; SMITH, G.S. Seasonal changes in photosynthetic capacity of leaves of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) vines. **Physiologia Plantarum**, v.83, p.93-98, 1991.

CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V. de. Fotossíntese, condutância estomática, respiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.2, p. 117-123, 1997.

CASCARDO, L.M.C.; OLIVEIRA, L.E.M. de; ALVES, J.D. Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas da seringueira. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, n.1, p.31-34, 1993.

DIAS FILHO, M.B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.8, p.789-796, 1997.

DIAS FILHO, M.B.; DAWSON, T.E. Physiological responses to soil moisture stress in two Amazonian gap-invader species. **Functional Ecology**, v.9, p.213-221, 1995.

ESTAT. Sistema para análise estatística, versão 2.0. Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1994. 1 disquete, 3 ½ pol.

FAHN, A. **Anatomia vegetal**. Madrid: Pirâmide, 1985. 599p.

FERREIRA, L.G.R. **Fisiologia vegetal: relações hídricas**. Fortaleza: UFCE, 1992. 138p.

GASPAROTTO, L., ARAÚJO, R. da C.; SILVA, S.E.L. da. Cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais – programa SHIFT. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996. Belém. **Anais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: JICA, 1997. p.103-108. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

GUERS, J. Potentialités photosynthétiques du cacaoyer (*Theobroma cacao* L) en fonction de l'éclaircissement, de la température et du CO<sub>2</sub> ambiant. **Café Cacao Thé**, v. 29, n.4, p.245-254, 1985.

INOUE, M.T. Estudo comparativo da fotossíntese, transpiração e resistência difusiva e, clones jovens de *Populus nigra* e *P. trichocarpa* em ralação à radiação solar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.25-29, 1989.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M. de A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja 'valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, n.1, p.29-34, 1999.

MEINZER, F.C., GOLDSTEIN, G., HOLBROOK, N.M. JACKSON, P.; CAVALIER, J. Stomatal and environment control of transpiration in a lowland tropical forest tree. **Plant Cell and Environment**, v.16, p.429-436, 1993.

MÜLLER, C.H.; CARVALHO, J.E.U. Sistemas de propagação e técnicas de cultivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. **Anais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: JICA, 1997. p.57-75. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

ORT, D.R.; BAKER, N.R. Consideration of photosynthetic efficiency at low light as a major determinant of crop photosynthetic performance. **Plant Physiology Biochemistry**, v.26, n.4, p.555-565, 1988.

PALLARD, S.G.; RHOADS, J.L. Morphological adaptation to drought of deciduous angiosperms. **Canadian Journal Forest Research**, v.23, p.1766-1774, 1993.

RAVEN, P.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 5ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728p.

ROCHA NETO, O.G. da; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; SOUZA, N.G. Comportamento estomático e fotossintético de plantas jovens de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. **Anais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: JICA, 1997a. p.89-102. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

ROCHA NETO, O.G. da; GEMAQUE, R.C.R.; NUNES, M.A.L.; PAULA, M.T. Estudos ecofisiológicos visando a domesticação da quina (*Quasia amara*) em condições ambientais contrastantes. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE FIOLOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém. **Resumos**. Belém;FCAP;EMBRAPA-CPATU;SBFV, 1997b. p.253.

SOBRADO, M.A.O.O. Leaf age effects on photosynthetic rate, transpiration rate and nitrogen content in a tropical dry forest. **Physiologia Plantarum**, v.90, p.210-215, 1994.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J.E.U. de, MÜLLER, C.H., DÍAZ S., C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazonica, 1996. 367p.

**Embrapa**

---

**Amazônia Oriental**

CGPE 3074

**Patrocínio:**



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

**Governo do  
BRASIL**