

Nota

**DESENVOLVIMENTO DO AÇAIZEIRO DE TERRA FIRME,
CULTIVAR PARÁ, SOB ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR
EM FASE DE VIVEIRO ⁽¹⁾**

ELENICE DE CÁSSIA CONFORTO ^(2*); DANIELE RIBEIRO CONTIN ⁽²⁾

RESUMO

Para avaliar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo, o desenvolvimento em fase de viveiro do açazeiro da cultivar de terra firme Pará, foram monitoradas as respostas do crescimento e da taxa fotossintética, quando submetido a tratamentos de atenuação de 16% e 50% da radiação solar global, até a idade de 8 meses. A altura da planta e o diâmetro do caule, assim como a acumulação de matéria seca, não foram influenciados pelos tratamentos ($p < 0,05$). Porém, em plantas crescendo sob baixa atenuação de irradiância, os valores de área foliar foram significativamente inferiores a partir dos 5 meses, e da taxa fotossintética líquida e da irradiância de saturação, após os 6 meses ($p < 0,05$). Os resultados indicam potencial para a produção de mudas nesta região paulista, sobretudo quando mantidas sob atenuação de 50% da irradiância.

Palavras-chave: área foliar, taxa fotossintética líquida, irradiância de saturação, sombreamento.

ABSTRACT

**NURSERY DEVELOPMENT OF NON-FLOODED AÇAÍ PALM (*EUTERPE OLERACEAE*,
MART, PARÁ CULTIVAR) UNDER ATTENUATION OF SOLAR RADIATION**

In the northwest region of São Paulo State, Brazil was investigated the outcomes of the plant growth and photosynthetic rate of a açai palm cultivar Para (PA), under attenuation of total radiation in 16% and 50% until the age of 8 months. The plant height, the stem diameter and the dry matter accumulation were not influenced by the treatments ($p < 0.05$). However, plants growing under lower attenuation of irradiance started to show significant lower values of leaf area in 5 months; and rate of net photosynthesis and irradiance saturation after 6 months ($p < 0.05$). These results indicated that the seedlings has a potential to adapt in this region, since maintained under attenuation of 50% of irradiance.

Key words: leaf area, net photosynthetic rate, saturation irradiance, shade.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 2 de julho de 2007 e aceito em 24 de abril de 2009.

⁽²⁾ Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. Rua Cristóvão Colombo, 2265, 15054-000 São José do Rio Preto (SP). E-mail: elenice@ibilce.unesp.br

(*) Autora correspondente; danicontin@yahoo.com.br

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart., família Areaceae) pode ser considerado como a espécie mais importante do gênero *Euterpe*, da qual se utilizam comercialmente os frutos e o palmito (QUEIROZ e MELEM JÚNIOR, 2001). Está distribuído nos Estados do Pará, Amazonas, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso, podendo ser cultivado em locais de clima quente e úmido e pequena amplitude térmica, com temperaturas médias anuais variando entre a mínima de 22 °C e a máxima de 31,5 °C, e com umidade relativa do ar entre 71% e 91% (OLIVEIRA et al., 2002). Em populações naturais, a densidade do açazeiro é maior nos solos de várzea alta, seguida pelos de várzea baixa, mas também ocorre em terra firme (NOGUEIRA et al., 2000).

A propagação de mudas por via assexuada é indicada apenas para estudos de melhoramento genético, sendo a propagação a partir de sementes recomendada para os cultivos comerciais (EMBRAPA, 2005). Na fase inicial do desenvolvimento, o açazeiro requer proteção contra a radiação total incidente (OLIVEIRA et al., 2002); adicionalmente, o cultivo em terra firme requer o planejamento de sistema de irrigação para oferecer suplementação hídrica (EMBRAPA, 2005).

A avaliação da capacidade de adaptação sob diferentes condições de clima, solo e sistema de produção é o princípio fundamental para a obtenção de incrementos de produtividade e de qualidade de qualquer vegetal, bem como da expansão do seu cultivo. A cultivar Pará, desenvolvida pela EMBRAPA Amazônia Oriental (Belém, PA), é a primeira do país recomendada para plantio em terra firme. A produção de frutos é mais precoce; a polpa é de maior rendimento com menor variabilidade de produção; a qualidade e o sabor do fruto são similares aos das plantas de várzea (EMBRAPA, 2004).

Neste trabalho, o primeiro realizado com esta cultivar no Estado de São Paulo, o objetivo foi investigar o comportamento das variáveis biométricas e das trocas gasosas em plantas jovens, na fase de viveiro, quando submetidas a dois níveis de atenuação da radiação, sob condições ideais de fornecimento hídrico.

O estudo foi realizado em 2004/2005, em São José do Rio Preto (SP), localizado ao noroeste do Estado de São Paulo, a 20°49' S de latitude e 49°22' W de longitude.

As sementes, enviadas em dezembro de 2004 pela EMBRAPA-PA, foram colocadas em germinador construído no solo, com base de areia lavada e cobertura de serragem curtida, dispostas em espaçamento de 2 cm nas linhas e 5 cm entre as linhas, regadas diariamente e protegidas por sombrite

50%. Aos 45 dias após a semeadura, estando o primeiro par de folhas expandidas, as plântulas foram transferidas para sacos de mudas com dimensões 17 x 22 cm (QUEIROZ e MELEM JÚNIOR, 2001) preenchidos com mistura da terra do local (segundo PRADO, 2000, Argissolo Vermelho-Amarelo com textura arenosa média), serragem curtida e esterco curtido na proporção 3:1:1 (OLIVEIRA et al., 2000). As plântulas foram irrigadas diariamente (até saturação dos recipientes), recebendo, a partir dos 32 dias, adubação quinzenal com uréia (OLIVEIRA et al., 2002). Os vasos foram distribuídos nas bancadas da casa de vegetação, de modo casualizado, e submetidos a 16% e 50% de atenuação da radiação solar global incidente, sem controle local e registro de temperatura e umidade relativa, sendo cultivadas 50 plantas sob cada tratamento. Os estudos foram desenvolvidos até a idade de oito meses após o envase (MAE), por estar dentro do período considerado adequado para retirada do viveiro e transplântio no local definitivo (OLIVEIRA et al., 2002; EMBRAPA, 2005).

As variáveis biométricas de altura da planta (da base até o local de inserção da primeira folha), diâmetro do caule e área foliar (NOGUEIRA e CONCEIÇÃO, 2000) foram obtidas mensalmente, de dois até oito MAE, em 15 plantas sob cada tratamento luminoso, e no fim dos experimentos, estas plantas foram fracionadas para avaliação da matéria seca. A partir de quatro MAE, quando a folha atingiu área adequada, foram realizadas bimensalmente curvas de resposta da fotossíntese líquida aos valores decrescentes da radiação fotossinteticamente ativa (A-RFA). No ambiente externo do viveiro foi utilizado o analisador de gás no infravermelho (LCA-4, ADC, Hoddesdon, Reino Unido), no horário entre 7 h e 9 h, em dias claros e sem nuvens, utilizando-se folhas intactas não destacadas, totalmente expandidas, sob condições naturais de luz e CO₂, sem sinais de herbivoria, doenças ou senescência. Os valores da curva foram ajustados pela equação proposta por PEREIRA NETTO e HAY (1986) modificada por PRADO e MORAES (1997).

Os dados experimentais foram submetidos ao programa MICROCAL ORIGIN 4.1 (1995), para ajuste das curvas de resposta à luz; elaboração dos gráficos e comparação entre médias através do teste t-Student (ZAR, 1999).

Variáveis biométricas e produção de matéria seca

O desenvolvimento em altura (Tabela 1) praticamente não foi afetado pelo tratamento luminoso. Em estudos com *Euterpe edulis*, outra palmeira que não tolera radiação direta na fase inicial do desenvolvimento, observou-se efeito negativo da

radiação solar global quando a planta atingiu 18 meses de idade (TSUKAMOTO FILHO et al., 2001). O diâmetro do caule também não diferiu significativamente entre os tratamentos, porém alcançou valores maiores aos relatados para *Euterpe oleraceae* em cultivos realizados no Amapá (QUEIROZ e MELEM JÚNIOR, 2001).

Com relação à área foliar, a partir de cinco MAE, os valores passaram a ser significativamente maiores para as plantas sob 50% de sombra, comportamento relatado na literatura para diferentes plantas, tanto em vegetação natural (CAMPOS e UCHIDA, 2002) quanto em plantas cultivadas (LIMA JÚNIOR et al., 2005), incluindo *E. edulis* (NAKAZONO et al., 2001).

As plantas adaptam-se à sombra aumentando a expansão da área da folha, o que maximiza a interceptação da claridade e o uso da luz limitada mais eficientemente; esse processo leva ao aumento do ganho do carbono em irradiações solares baixas, com um investimento mais eficiente na maquinaria fotossintética (EVANS e POORTER, 2001; SENEVIRATHNA et al., 2003).

Os tratamentos luminosos também não alteraram significativamente os teores médios da matéria seca. Sob 50% e 16% de sombra foram verificados, respectivamente, $3,42 \pm 0,77$ g e $3,73 \pm 0,82$ g para o caule; $2,42 \pm 0,68$ g e $2,53 \pm 0,59$ g para a raiz, e $3,02 \pm 0,63$ g e $3,23 \pm 0,73$ g para as folhas. Os valores são comparáveis com os obtidos para um cultivo no Amapá, onde QUEIROZ e MELEM JÚNIOR (2001) verificaram, para plantas de mesma idade, 2,32 g para a raiz, e 6,79 g para a parte aérea. São também próximos dos verificados para *E. oleraceae* cultivada em Campinas (SP) (BOVI et al., 1994), cuja matéria seca variou entre diferentes tratamentos de 2 a 10 g para o conjunto caule e folhas, e entre 0,4 g a 2,4 g para a raiz.

Em decorrência da menor área foliar verificada sob 16% de sombra, as folhas destas plantas são mais grossas que as das plantas crescidas sob 50% de sombra. Segundo LIMA JÚNIOR (2005), uma espessura maior para folhas crescidas sob maior radiação pode constituir uma proteção para o aparelho fotossintético quanto a possíveis danos foto-oxidativos promovidos por radiação excessiva. Outros estudos têm demonstrado padrão semelhante de resposta anatômica para outras espécies (HANBA et al., 2002; MORAIS et al., 2004). Por outro lado, a menor espessura de folhas crescidas sob 50% de sombra proporciona maior e melhor interceptação da energia disponível no ambiente.

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão da altura da planta, diâmetro do caule e área foliar em açaizeiro do cultivar Pará, em diferentes meses (MAE), cultivados sob 16% ou 50% de sombra, em São José do Rio Preto (SP)

Mae	Altura da Planta		t	Diâmetro do Caule		t	Área Foliar		t
	16%	50%		16%	50%		16%	50%	
3	4,95±0,75	4,86±0,73	-0,29ns	4,42±0,39	4,44±0,42	0,14 ns	23,88± 3,60	23,45± 2,57	-0,34ns
4	5,36±0,72	5,44±0,64	0,29 ns	6,08±0,91	6,13±0,57	0,18 ns	24,55±2,99	24,29± 3,44	-0,20ns
5	5,68±0,51	5,82±0,47	0,71 ns	7,01±0,69	6,99±0,46	-0,07 ns	25,19±5,38	29,43± 4,75	-2,13*
6	5,88±0,49	6,01±0,44	0,70 ns	8,63±0,91	8,11±0,54	-1,77 ns	34,77±7,52	41,86± 6,06	-2,54*
7	6,05±0,40	6,37±0,27	2,38 *	9,88±1,09	9,48±0,72	-1,09 ns	40,82± 7,21	49,02± 9,76	-2,35*
8	6,44±0,34	6,63±0,42	1,27 ns	11,38±1,00	10,87±1,03	-1,26 ns	57,37± 10,23	68,53± 10,99	-2,08*

* = médias significativamente diferentes, com 5% de probabilidade.
ns = diferenças não significativas.

Curvas de Resposta à Luz

Aos quatro MAE, o tratamento de 16% de sombra indicava melhor desempenho das plantas, com maior taxa fotossintética líquida (A) e maior valor de irradiância de saturação (Is) do que sob 50% de sombra (Figura 1). A partir dos seis MAE, apesar dos valores da Is serem próximos para os dois tratamentos, a taxa fotossintética foi a de menor valor para o tratamento sob 16% de sombra, indicando que a partir desta idade, a radiação oferecida estava sendo excessiva. Os efeitos verificados no desenvolvimento da área foliar a partir dos cinco MAE corroboram com esta observação.

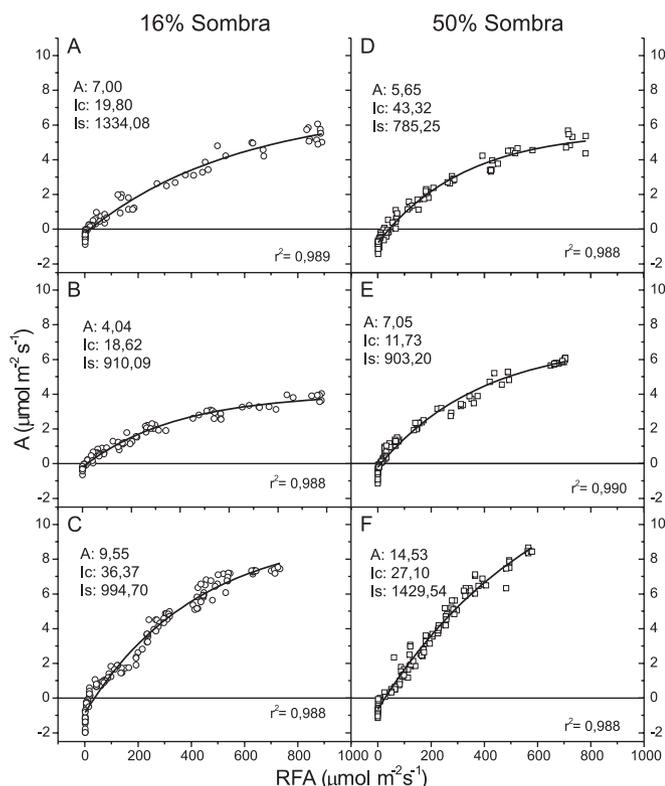


Figura 1. Taxa de fotossíntese líquida (A) em função da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em açazeiro, cultivar Pará, nas idades de 4, 6 e 8 meses, cultivados sob 16% (A, B e C) e 50% de atenuação da intensidade luminosa (D, E e F), em São José do Rio Preto, SP. Ic: irradiância de compensação, Is: irradiância de saturação.

Sob 50% de sombra, houve contínuo aumento dos valores de fotossíntese e Is, conforme aumentou a idade das plantas, e aos oito MAE a taxa fotossintética atingiu valores de $14,53 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto sob 16% de sombra, atingiu $9,55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O gradiente entre Is e irradiância de compensação (Ic) também aumentou conforme aumentou a idade, demonstrando que essas plantas passaram a explorar melhor o ambiente. Os menores valores de Ic, a partir

de seis MAE, com relação ao tratamento 16% de sombra, são característicos de plantas tolerantes à menor radiação (SENEVIRATHNA et al., 2003).

Em estudo realizado em São Carlos (SP), com plantas de *E. oleraceae* de quatro meses de idade, (CALBO e MORAES, 2000), os valores da taxa fotossintética foram inferiores aos do presente estudo ($4,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e os autores identificaram mecanismos de adaptação a um estresse hídrico moderado, fato promissor para o cultivo do açazeiro no interior do Estado, em oposição ao tradicional cultivo no litoral paulista (OLIVEIRA et al., 2002). Para LARCHER (2000), a capacidade fotossintética de palmeiras varia, em geral, de 4 a $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e em algumas espécies pode atingir valores de até $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, indicando que aos oito MAE, momento de instalação em campo, os valores das plantas do presente estudo estavam dentro da faixa prevista.

O desenvolvimento da cultivar Pará, na fase de viveiro, em São José do Rio Preto (SP), foi considerado satisfatório, sendo a atenuação de 50% da radiação incidente a mais indicada.

Agradecimentos

À Bióloga Regiane Peres Andreoli, pelo auxílio na parte de campo; à Embrapa-PA, na pessoa do Dr. José Dalton Cruz Pessoa (Embrapa-CNPDI, São Carlos, SP), pela doação das sementes, e à FAPESP, pelo financiamento dos equipamentos utilizados nesta pesquisa.

Referências

- BOVI, M.L.A.; TREDUS, P.F.A.; SPIERING, S.H.; BARBOSA, A.M.M.; PIZZINATTO, M.A. Nursey growth of *Euterpe oleracea* as a function of substrate and container. *Acta Horticulturae*, v. 360, p.195-209, 1994.
- CALBO, M.E.R; MORAES, J.A.P.V. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (Açaí). *Revista Brasileira de Botânica*, v.23, p.225-230, 2000.
- CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.281-288, 2002.
- EMBRAPA. *Açaí*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Ocidental. 2005, 137p. (Sistemas de Produção, 4)
- EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Lançamento da cultivar Pará, Açaí para plantio em área de terra firme. Belém: Fazenda Sapucaia, Santa Izabel do Pará, novembro, 2004. (Fôlder)
- EVANS, J.R.; POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant Cell and Environment*, v.24, p.755-767, 2001.

- HANBA, Y.T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, L. The effects of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant Cell and Environment**, v.25, p.1021-1030, 2002.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Trad. Carlos Henrique B.A. Prado. São Carlos: Rima. 2000. 531p.
- LIMA JUNIOR, E. C.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; OLIVEIRA, H.M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v.35, p.1092-1097, 2005.
- MICROCAL ORIGIN. Origin Version 4.0. Microcal Software, Inc: Northampton, MA, USA. 1995. (Número de Série 6025888). Disquete. 3 disquetes de 3,5½. Para uso em PC.
- MORAIS, H.; MEDRI, M.E.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; GOMES, J.C. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of pigeonpea (*Cajanus cajan*) **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.863-871, 2004.
- NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista brasileira Botânica**, v.24, p.173-179, 2001.
- NOGUEIRA, O.L.; CONCEIÇÃO, H.E.O. Análise de crescimento de açaizeiros em áreas de várzea do estuário Amazônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2167-2173, 2000.
- OLIVEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O. **Açaí** (*Euterpe oleracea* Mart.). Jaboticabal: FUNEP, 2000. 52p. (Frutas Nativas, 7)
- OLIVEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MULLER, C.H. Cultivo do açaizeiro para produção de frutos. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 17p. (Circular técnica, n.26)
- PEREIRA NETTO, A.B.; HAY, J.D. Fotossíntese em *Caryocar brasiliensis* no cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p.259-262, 1986.
- PRADO, C.H.B.A.; MORAES, J.A.P.V. Photosynthetic capacity and specific leaf mass in twenty woody species of Cerrado vegetation under field conditions. **Photosynthetica**, v.33, p.103-112, 1997.
- PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. Piracicaba: Fundação Biblioteca Nacional, 2000. 181p.
- QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM JUNIOR, N.J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.460-462, 2001.
- SENEVIRATHNA, A.M.W.K.; STIRLING, C.M.; RODRIGO, V.H.L. Growth, photosynthetic performance and shade adaptation of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in natural shade. **Tree Physiology**, v.23, p.705-712, 2003.
- TSUKAMOTO FILHO A.A.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A.R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitheiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v.7, p.041-053, 2001.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.