

ASPECTOS BIOFÍSICOS DE CUPUAÇUZEIRO EM VIVEIRO

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Marcus Vinícius Pratini de Moraes

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão - Chefe Geral
Jorge Alberto Gazel Yared - Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Antonio Carlos Paula Neves da Rocha - Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio
Antonio Ronaldo Teixeira Jatene - Chefe Adjunto de Administração

ISSN 1517-2228

Boletim de Pesquisa Nº 9

Dezembro, 1999

ASPECTOS BIOFÍSICOS DE CUPUAÇUZEIRO EM VIVEIRO

Francisco José Câmara Figueirêdo
Olinto Gomes da Rocha Neto
Cláudio José Reis de Carvalho

Embrapa

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (91) 276-6653, 276-6333

Fax: (91) 276-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente

Antonio de Brito Silva

Antonio Pedro da S. Souza Filho

Expedito Ubirajara Peixoto Galvão

Joaquim Ivanir Gomes

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

Revisores Técnicos

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição – Embrapa Amazônia Oriental

Osmar Alves Lameira – Embrapa Amazônia Oriental

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Rosa Maria Melo Dutra

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Moacyr Bernardino Dias Filho (texto em Inglês)

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. da; CARVALHO, C.J.R. de.
Aspectos biofísicos de cupuaçuzeiro em viveiro. Belém:
Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 45p. (Embrapa Amazônia Oriental.
Boletim de Pesquisa, 9).

ISSN 1517-2228

1. Cupuaçu – Fisiologia. 2. Fotossíntese. 3. Transpiração. 4. Condu-
tância estomática. 5. Resistência estomática. I. Rocha Neto, O.G. da, co-
lab. II. Carvalho, C.J.R. de, colab. III. Embrapa. Centro de Pesquisa Agro-
florestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). IV. Título. V. Série.

CDD: 634.65

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

ASPECTOS BIOFÍSICOS DE CUPUAÇUZEIRO EM VIVEIRO

Francisco José Câmara Figueirêdo¹

Olinto Gomes da Rocha Neto¹

Cláudio José Reis de Carvalho²

RESUMO: Neste estudo foram utilizadas plantas de cupuaçuzeiro com diferentes idades após o transplântio. As plantas foram mantidas em viveiro, protegidas por cobertura de lona de plástico transparente e sombrite, com interceptação de 50% de luz. As determinações da taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), condutância estomática, resistência estomática e transpiração foram realizadas com o analisador a gás infravermelho – IRGA, LI-6200. Os tratamentos resultaram das combinações dos fatores idades das plantas (60, 90 e 120 dias após o transplântio – parcelas), horários de observações (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas – subparcelas) e posições das folhas (primeiro e segundo verticilos florais – sub-subparcelas), com cinco repetições, e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey (5%). A maior taxa fotossintética de plantas de cupuaçuzeiro foi alcançada aos 90 dias após o transplântio e o melhor horário para a realização das leituras deve situar-se entre as 8:00 h e 10:00 h, sendo maior eficiência fotossintética das folhas do segundo verticilo; a condutância estomática foi maior quando as plantas atingiram a idade de 120 dias após o transplântio, sendo mais efetiva nas avaliações das 14:00 h e 16:00 h e nas folhas do primeiro verticilo; a resistência estomática foi maior nas folhas do primeiro verticilo, aos 90 dias após a transferência das plantas para o viveiro e nos horários de 8:00 h e 10:00 h; e a transpiração foi maior nas folhas do primeiro verticilo, nos horários entre 12:00 h e 14:00 h, quando as plantas atingiram a idade de 120 dias após o transplântio.

Termos para indexação: fotossíntese, condutância estomática, resistência estomática, transpiração.

¹Eng.-Agr., Doutor., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66 017-970, Belém, PA, e-mails: fjcf@cpatu.embrapa.br e olinto@cpatu.embrapa.br

² Eng.-Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, e-mail: carvalho@cpatu.embrapa.br

BIOPHYSICAL ASPECTS OF "CUPUAÇU" PLANTS IN GREENHOUSE

ABSTRACT: In this study "cupuaçu" plants with different ages were used. Plants were transferred from a greenhouse, protected by a transparent plastic cover and a black polypropylene shade fabric, which intercepted 50% of the incoming light. Net photosynthesis, stomatal conductance, stomatal resistance and transpiration ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) were measured using an infrared gas analyzer - IRGA, LI-6200. The treatments resulted from the combination of plant age (60, 90 and 120 days after transplantation), time of observation (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 and 16:00 hours) and leaf positions (first and second floral verticil), with five replications. Comparison of means was made by Tukey test (5%). The maximum photosynthetic rate was found at 90 days after transplantation and the best time for measurements should be between 8:00 h and 10:00 h, and greatest photosynthetic efficiency were from leaves of the second verticil. Stomatal conductance was higher when plants were 120 days old since transplantation, being higher in the evaluations of 14:00 h and 16:00 h and in the leaves of the first verticil; the stomatal resistance was highest in the leaves of the first verticil, at 90 days after transference to the greenhouse and at 8:00 h and 10:00 h. Maximum transpiration was found in leaves of the first verticil, 12:00 h and 14:00 h, when the plants were 120 days old since transplantation.

Index terms: photosynthesis, stomatal conductance, stomatal resistance, transpiration.

INTRODUÇÃO

Entre as espécies frutíferas nativas da região amazônica, o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.) é considerado como cultura potencialmente promissora para o desenvolvimento socioeconômico, assim como é indicado para compor os sistemas agrícolas, principalmente os agroflorestais ou consórcios com outras culturas de expressão econômica na região amazônica (Calzavara et al. 1984; Mota, 1990; Nogueira et al. 1991; Gasparotto et al. 1997; Ribeiro, 1997; Cavalcante & Costa, 1997).

O requerimento do cupuaçuzeiro como componente das paisagens produtivas racionais que se formam na Amazônia, ensejam um grande número de questionamentos de ordens científica e tecnológica. Desse modo, o conhecimento do comportamento biofísico de plantas desta esterculiácea precisa ser explorado de forma experimental, com vistas a entender o funcionamento desse sistema fundamental ao desenvolvimento, ao manejo e à produtividade das plantas.

O comportamento fisiológico das plantas é influenciado pelas condições do meio ambiente, como a temperatura e umidade relativa do ar, as concentrações de dióxido de carbono e oxigênio, assim como a disponibilidade de água e luz.

De modo geral, os estômatos foliares, durante os períodos de incidência de luz, permanecem abertos e permitem a entrada de dióxido de carbono, que deve ser dissolvido em água, e assim pode alcançar os sítios das reações fotoquímicas, quando então é aproveitado para a realização do processo fotossintético.

Por outro lado, o mecanismo de abertura dos estômatos é função de determinados fatores, como a concentração de dióxido de carbono na câmara subestomática, além disso, as condições de luminosidade, temperatura, pressão de vapor d'água exercem influência neste processo. Quando da ausência de luz ocorre o aumento da concentração daquele gás devido à respiração, enquanto, na presença de luz, o CO_2 é consumido e os estômatos se abrem. Desse modo, o fechamento dos estômatos está associado ao déficit hídrico interno (Bleasdale, 1977).

Além dos fatores do ambiente, como a água e a luz, o comportamento estomático é influenciado por fatores intrínsecos da planta, como a dimensão e o número de estômatos por unidade de área foliar, responsáveis pelas variações de resistência estomática que dependem da espécie, cultivar, posição da folha em relação à planta, bem como se esses se concentram nas superfícies abaxial ou adaxial da folha (Turner & Begg, 1973; Jung & Scott, 1980).

A taxa fotossintética líquida resulta da troca de CO_2 entre a folha e o ar atmosférico, pois quando da fotossíntese a planta absorve CO_2 e, pelo processo respiratório, libera CO_2 . Sob condições naturais, essa relação de troca, assim como a temperatura e o déficit de pressão de vapor são os responsáveis pelo estabelecimento da fotossíntese, muito embora a indução de outros fatores possam alterar essa função nas plantas.

O desenvolvimento dos vegetais depende basicamente da atividade fotossintética e, qualquer mecanismo que afete esse processo, influi negativamente na produtividade das plantas (Prisco, 1986). Portanto, a eficiência fotossintética das plantas é fundamentalmente dependente das condições do ambiente, como luz, temperatura, concentração de dióxido de carbono, oxigênio e água (Gaffron, 1990; Bidwell, 1974).

Nas plantas, a transpiração resulta da difusão de vapores d'água através dos estômatos abertos. Nas células, as superfícies úmidas evaporam água para os espaços intercelulares do mesófilo e, em seguida, através dos estômatos para o meio ambiente. Quando os estômatos estão fechados há uma resistência à perda de água, mas, em compensação, limita a atividade fotossintética com reflexos sobre as atividades metabólicas. Segundo Bleasdale (1977), o fechamento parcial dos estômatos é um modo eficiente de reduzir a perda de água com o mínimo de impacto sobre a fotossíntese. A velocidade da perda de água das câmaras subestomáticas é controlada pela planta em interação com os fatores do ambiente.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os aspectos fisiológicos – taxa fotossintética líquida, transpiração, resistência e condutância estomáticas – de cupuaçuzeiros, com diferentes idades após o transplântio, mantidos sob condições de viveiro, em diferentes horários de tomada de dados.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas originadas de sementes provenientes de frutos da quadra de fruteiras da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, depois de transplantadas, foram mantidas em viveiro, protegidas por cobertura de lona de plástico transparente e sombrite, com interceptação de 50% de luz. Durante a fase experimental, as plantas foram irrigadas com água potável em dias alternados e sempre às vésperas das tomadas dos dados biofísicos.

Foram utilizados cupuaçuzeiros com idades de 60, 90 e 120 dias após o transplântio realizado aos 30 dias após a semeadura. As plantas foram transferidas para sacos de plástico preto perfurados, de 17 cm x 30 cm, contendo substrato esterilizado em estufa a 100°C, por 48 horas, constituído de areia lavada e serragem curtida de madeira, na proporção volumétrica de 1:1.

A determinação da taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) foi realizada com o analisador a gás infravermelho — IRGA, LI-6200. Concomitantemente, foram registrados os dados de condutância estomática ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), resistência estomática (s.cm^{-1}) e transpiração ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

As leituras foram realizadas quando a concentração de gás carbônico (CO_2) e a umidade relativa do ar, no ambiente interior da cubeta do analisador, oscilavam dentro das amplitudes de 335 ppm a 375 ppm e 40 % a 65 %, respectivamente.

Os tratamentos distribuídos em delineamento experimental do tipo fatorial $3 \times 5 \times 2$, resultaram das combinações de idades das plantas (60, 90 e 120 dias após o transplante — parcelas), horários de realizações das campanhas (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas — subparcelas) e posições das folhas escolhidas para as leituras (primeiro e segundo verticilos florais — sub-subparcelas), com cinco repetições. Cada parcela experimental foi representada por duas plantas de mesma idade e porte equivalente.

As análises estatísticas foram realizadas pelo software Estat desenvolvido pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, Universidade de São Paulo. A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados da análise estatística, verificou-se que as diferenças foram altamente significativas para os fatores idade das plantas, horário de observações e verticilo floral considerado e suas interações, exceção para a diferença entre o horário vs. verticilo, que foi apenas significativa. Os coeficientes de variação foram de 51,8 % para parcela; 13,9 % para subparcela e de 20,2 % para sub-subparcela.

Na Fig. 1 estão representados os valores médios de taxa fotossintética líquida de cupuaçuzeiros, sob condições de viveiro, aos 60, 90 e 120 dias após o transplante.

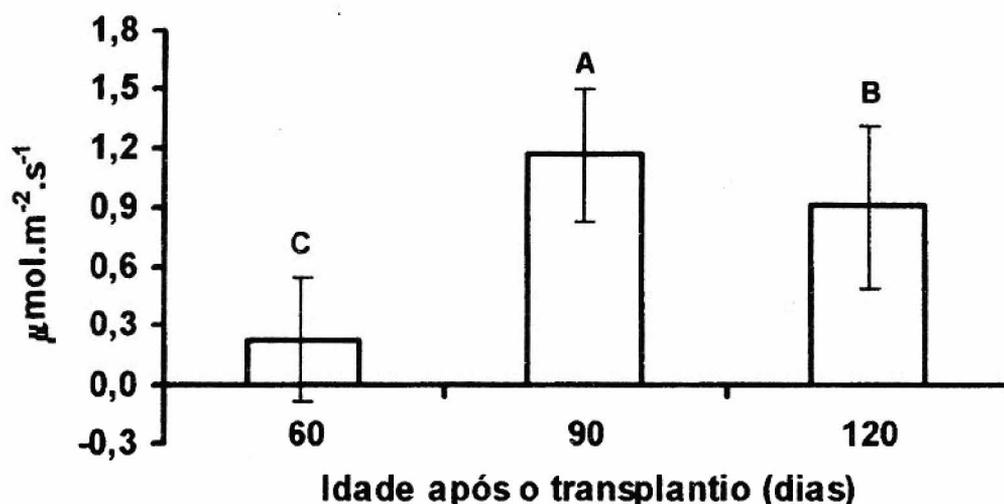


FIG. 1. Taxa fotossintética líquida média (n=5) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas diferiram significativamente entre si (Tukey, 5 %).

A melhor eficiência fotossintética foi registrada para a avaliação realizada nas plantas aos 90 dias, daí terem diferido significativamente das observações realizadas aos 120 e 60 dias após o transplante, que foram estatisticamente diferentes entre si.

Como as tomadas de dados sempre foram feitas nas mesmas folhas, pode-se inferir que o estágio de maturidade dessas foi alcançado, sob condições de viveiro, em torno de 90 dias após a transferência das plantas da sementeira para os sacos de plástico.

Os resultados obtidos mostram que as plantas podem apresentar comportamento variável quanto à resposta fotossintética, nos vários estádios de desenvolvimento da planta na fase juvenil. Na fase adulta, as funções fotossintéticas também podem variar com o momento fenológico da planta, assim Pavel & DeJong (1993) observaram que plantas de *Prunus persica* (L.) Batsch apresentaram maior taxa de troca de CO₂ aos 25 dias do início do florescimento, com 35 % de incidência de luz solar, ao comparar com os resultados obtidos aos 50 e 125 dias.

Os valores médios de taxa fotossintética líquida de cupuaçuzeiros, sob condições de viveiros, avaliados às 08:00 h, 10:00 h, 12:00 h, 14:00 h e 16:00 h estão representados na Fig. 2.

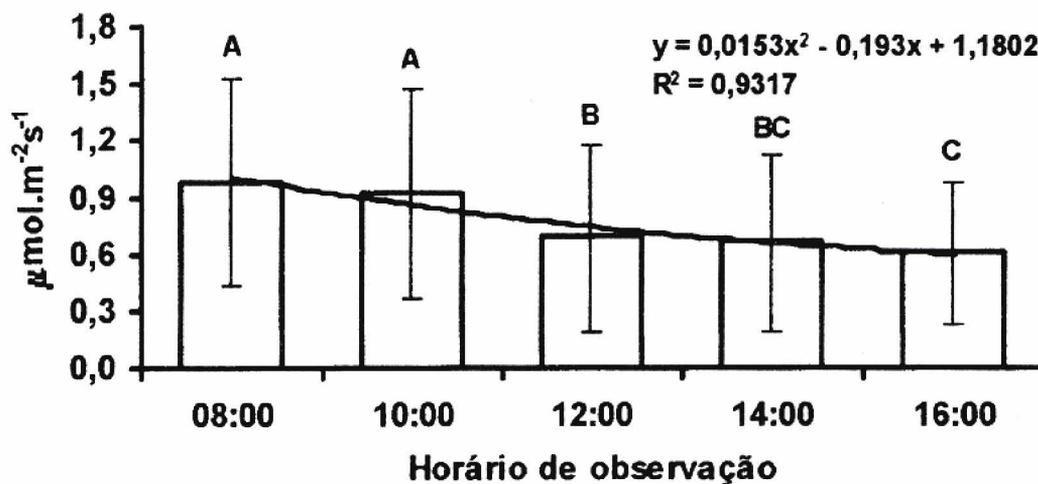


FIG. 2. Taxa fotossintética líquida média (n=5) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, representações gráficas do desvio padrão da média (I) e da curva de tendência, e a equação de regressão. Colunas com letras maiúsculas diversas foram significativamente diferentes entre si (Tukey, 5 %).

Os efeitos do horário da avaliação da taxa fotossintética líquida determinaram o registro de diferenças significativas entre os tratamentos considerados e as maiores taxas foram observadas às 8:00 h e 10:00 h, que não diferiram entre si. Verificou-se também na Fig. 2 que não houve diferença estatística entre as avaliações das 12:00 h e 14:00 h, e destas com a das 16:00 h. A curva de tendência da regressão foi melhor ajustada por equação polinomial.

Uma das causas dessa variação de comportamento fotossintético pode ser atribuída à temperatura da folha no momento da avaliação, com médias registradas de 29,5°C (8:00 h), 33,2°C (10:00 h), 35,8°C (12:00 h), 35,2°C (14:00 h) e 33,5°C (16:00 h). Na avaliação das 16:00 h foi observada a menor taxa fotossintética líquida, embora a temperatura da folha tenha sido equivalente à das 10:00 h, mas esse fato pode ter sido decorrente, ainda, da manifestação de mecanismo preventivo pelas plantas às trocas gasosas nos picos de maiores níveis de temperatura das folhas, entre 12:00 h e 14:00 h.

Esses resultados contrastam com os obtidos por Nunes et al. (1992), quando sob temperatura de 23 °C observaram que o melhor horário para a avaliação de taxa fotossintética líquida em caroba (*Ceratonia siliqua* L.) foi entre 10:00 h e 12:00 h, e, para tanto, deve ter contribuído os valores de temperatura que, quando das avaliações em plantas de cupuaçuzeiro, variaram de 29,5 °C (8:00 h) a 35,8 °C (12:00 h).

A Fig. 3 representa os valores médios de taxa fotossintética líquida, observados em folhas do primeiro e segundo verticilos de cupuaçuzeiros mantidos em viveiro até 120 dias após o transplante.

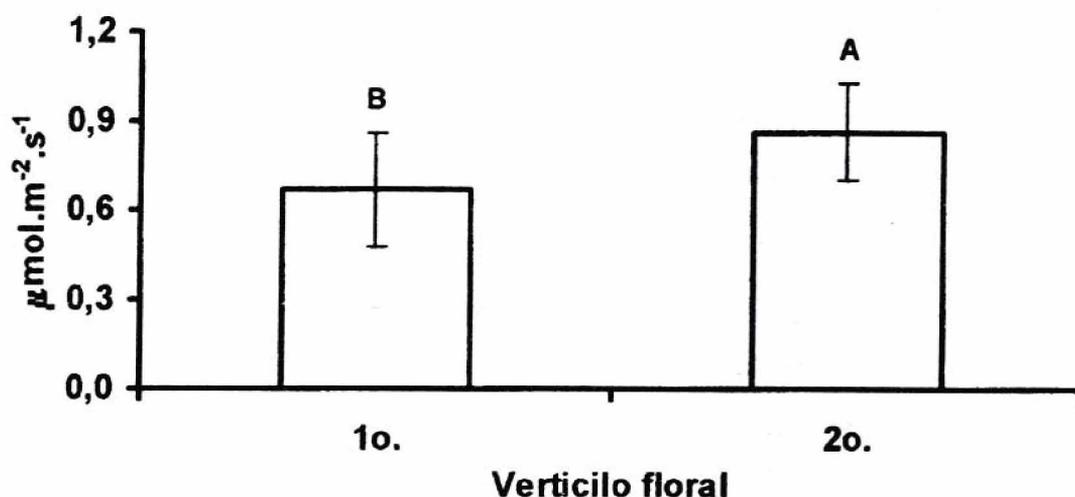


FIG. 3. Taxa fotossintética líquida média (n=5) de cupuaçuzeiros, avaliada em folhas de diferentes verticilos, sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, até 120 dias após o transplante e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas diferiram significativamente entre si, segundo o teste F.

Pode-se observar que a maior taxa fotossintética líquida foi obtida nas avaliações realizadas nas folhas do segundo verticilo (Fig. 3), fato que determinou a diferença estatística em relação às folhas do primeiro verticilo floral. Desse modo, é possível afirmar que as folhas daquele verticilo atingiram o estágio de maturidade e iniciaram o processo de senescência antes do final do período experimental. Esses resultados são discordantes dos obtidos por Buwalda et al. (1991), que ao trabalharem com plantas de kiwi (*Actinidia deliciosa*) observaram que a capacidade fotossintética não foi afetada pela idade das folhas, até cinco meses após a expansão.

Na Fig. 4 estão demonstradas as comparações entre as médias de taxa fotossintética líquida de cupuaçuzeiros de diferentes idades, sob condições de viveiro, nos diversos horários de observações, assim como as correspondentes às idades dentro de cada horário de tomada de dados biofísicos.

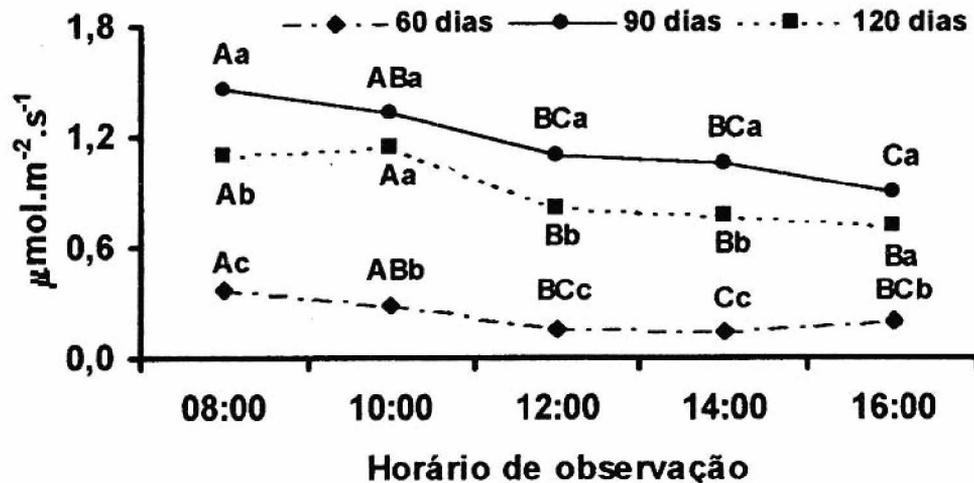


FIG. 4. Taxa fotossintética líquida média ($n=5$) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, correspondente à interação idade vs. horário de observação. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e dentro de cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Verifica-se na Fig. 4 que, para a interação idade vs. horário de observação, não houve diferença significativa nas avaliações realizadas aos 60, 90 e 120 dias após o transplante às 08:00 h e 10:00 h, mas somente as médias equivalentes à primeira hora foram estatisticamente diferentes das correspondentes às 12:00 h, 14:00 h e 16:00 h, haja vista que as das 10:00 h só diferiram nas tomadas de dados biofísicos às 16:00 h aos 60 e 90 dias depois do transplante.

Pode-se inferir que, independente da idade, o cupuaçuzeiro têm reduzido a sua capacidade fotossintética à medida que é exposto, por mais tempo, à radiação solar de ambiente tropical úmido, como a ocorrente no local onde este estudo foi conduzido, e as temperaturas médias das folhas variaram de 28,5°C a 37,9°C.

Na Fig. 4 verifica-se que, em todos os horários de observação, houve superioridade estatística da avaliação realizada aos 90 dias, exceção às 10:00 h e 16:00 h, quando as médias foram significativamente iguais. A baixa taxa de fotossíntese líquida registrada aos 60 dias após o transplântio reflete a imaturidade das folhas para a tomada de dados biofísicos.

Os efeitos da interação entre os dias após o transplântio e a eficiência das folhas dos verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro até 120 dias após o transplântio, na quantificação da taxa fotossintética líquida estão representados na Fig. 5.

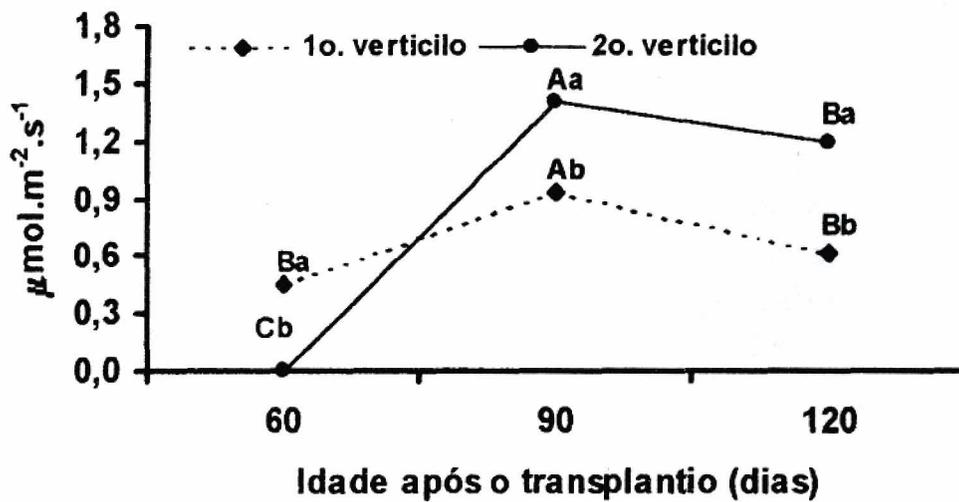


FIG. 5. Taxa fotossintética líquida média ($n = 5$) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros com diferentes idades, mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada idade após o transplântio, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Observou-se que houve comportamento diferenciado nos verticilos, quanto à taxa fotossintética líquida, para as diversas idades dos cupuaçuzeiros. Desse modo, verificou-se que a atividade de fotossíntese foi sempre maior, e significativamente superior, aos 90 dias após o transplântio em ambos os verticilos. O desempenho menos eficiente foi registrado aos 60 dias, mas só diferiu estatisticamente do de 120 dias nas folhas do segundo verticilo.

Esses resultados permitem informar que as folhas de cupuaçuzeiro, em fase de viveiro, têm o ponto máximo de eficiência fotossintética aos 90 dias após o transplântio. Por outro lado, verificou-se que aos 120 dias as folhas evidenciaram sintomas iniciais de senescência, enquanto aos 60 dias as folhas ainda não alcançaram o estágio de maturidade requerida para o desempenho do processo da fotossíntese. Sobrado (1994) observou que o máximo de taxa fotossintética líquida foi alcançado pelas folhas maduras de *Coursetia arborea* L., *Lonchocarpus dipteroneurus* Pittier; *Beureria cumanensis* Schulz., *Pithecellobium dulce* Benth e *Morisonia americana* L., quando comparadas com as recém-expandidas, velhas e senescentes.

Segundo a representação dos resultados médios de taxa fotossintética líquida (Fig. 5), a superioridade das folhas do segundo verticilo ficou evidente nas avaliações realizadas aos 90 e 120 dias depois do transplântio, daí serem diferentes estatisticamente das do primeiro verticilo. Aos 60 dias, foi atribuído o valor zero de taxa fotossintética às folhas do segundo verticilo, pois essas ainda não haviam sido lançadas ou não estavam totalmente expandidas.

Os valores médios de taxa fotossintética líquida, correspondentes às interações entre verticilo floral vs. horário de observação e entre verticilos em cada horário de tomada de dados, estão representados na Fig. 6.

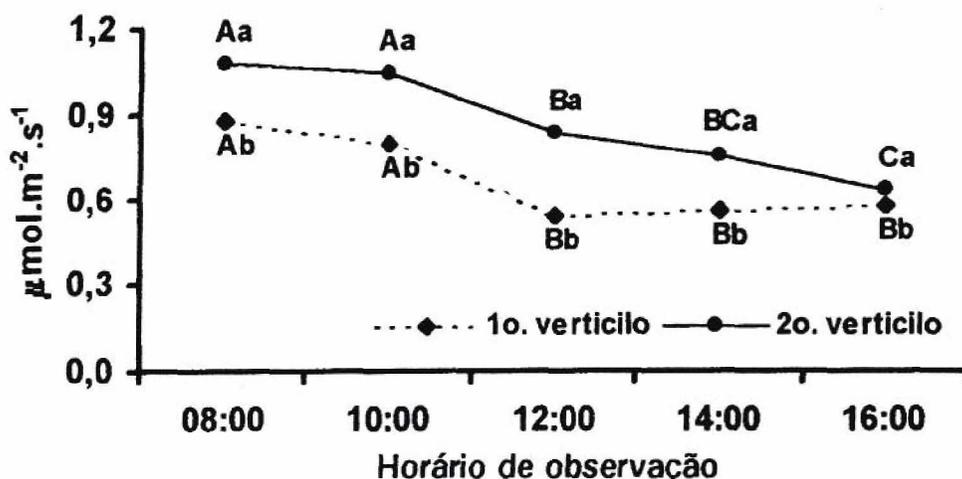


FIG. 6. Taxa fotossintética líquida média ($n=5$) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz. Os pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Em ambos os verticilos considerados houve maior eficiência fotossintética nas avaliações realizadas às 8:00 h e 10:00 h, fato que determinou as diferenças significativas em relação aos outros horários. Para o primeiro verticilo não foram registradas variações significativas entre os horários de observações, mas no segundo, as tomadas de dados às 12:00 h e 14:00 h se equívalem estatisticamente, mas esta não diferiu da realizada às 16:00 h. Essas diferenças podem ser creditadas às variações de temperaturas das folhas que foram sempre menores entre 08:00 h e 10:00h da manhã e variaram de 29,6°C e 33,0°C, uma vez que o valor de "quantum" registrado no analisador infravermelho foi equivalente entre os horários que se equidistanciaram das 12:00 h, quando houve o maior pico médio ou cerca de 1.000,0 ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Verifica-se na Fig. 6 que quando se comparou a eficiência fotossintética de cada verticilo nos diferentes horários de observações, a do segundo, em todas as tomadas de dados, foi significativamente superior à do primeiro verticilo.

A análise estatística estabeleceu diferenças altamente significativas para os fatores idade das plantas, horário de observação, verticilo floral e suas interações, exceção para a entre o horário vs. verticilo, que foi apenas significativa e para idade vs. horário vs. verticilo quando não foi registrada diferença estatística. Os coeficientes de variação foram de 42,0 % para parcela; 19,2 % para subparcela e de 20,2 % para sub-subparcela.

A Fig. 7 ilustra os valores médios de condutância estomática de cupuaçuzeiros sob condições de viveiro, aos 60, 90 e 120 dias após o transplântio.

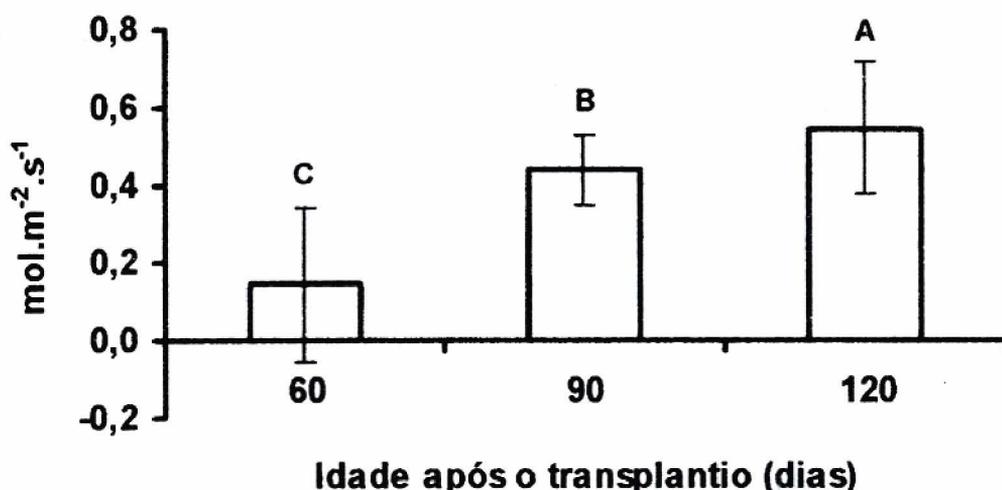


FIG. 7. Condutância estomática média ($n=5$) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas foram significativamente diferentes entre si (Tukey, 5 %).

A maior condutância estomática foi registrada para as plantas aos 120 dias, o que fez com que diferisse significativamente das outras idades, que também foram diferentes entre si, com menor eficiência condutiva daquelas com 60 dias após o transplântio.

Os resultados médios de condutância estomática, aos 90 e 120 dias após o transplântio, estatisticamente diferentes entre si, se assemelham com os de taxa fotossintética líquida (Fig. 1). Para tanto, o mecanismo estomático imposto das folhas deve ter sido influenciado pelas condições de temperatura e pelo déficit de pressão de vapor que variaram de 32 °C a 33,2 °C e de 20,3 mb a 20,8 mb, respectivamente. Esses resultados compararam-se à tendência verificada nos resultados obtidos por Buwalda et al. (1991) com plantas de kiwi até o quarto mês após a expansão das folhas avaliadas.

Na Fig. 8 estão representados os valores de condutância estomática média de cupuaçuzeiros mantidos em viveiro com 50 % de interceptação de luz, até 120 dias após o transplântio. A curva de regressão do tipo polinomial foi a de melhor ajuste para o estudo de determinação do horário de maior eficiência da condutância estomática.

Os resultados da análise estatística evidenciam que não houve diferença significativa entre as médias correspondentes às das tomadas de dados às 16:00 h, 14:00 h e 8:00 h, mas as duas últimas não diferiram das registradas às 12:00 h e 10:00 h. Assim como neste estudo, Mooney et al. (1983) também observaram decréscimos da condutância estomática em folhas de *Piper hispidum*, entre 12:00 h e 14:00 h, quando a temperatura da folha oscilava entre 26 °C e 30 °C, assim como Medina et al. (1999) verificaram redução da condutância estomática em híbridos de laranjeira, em casa de vegetação após às 10:00 h.

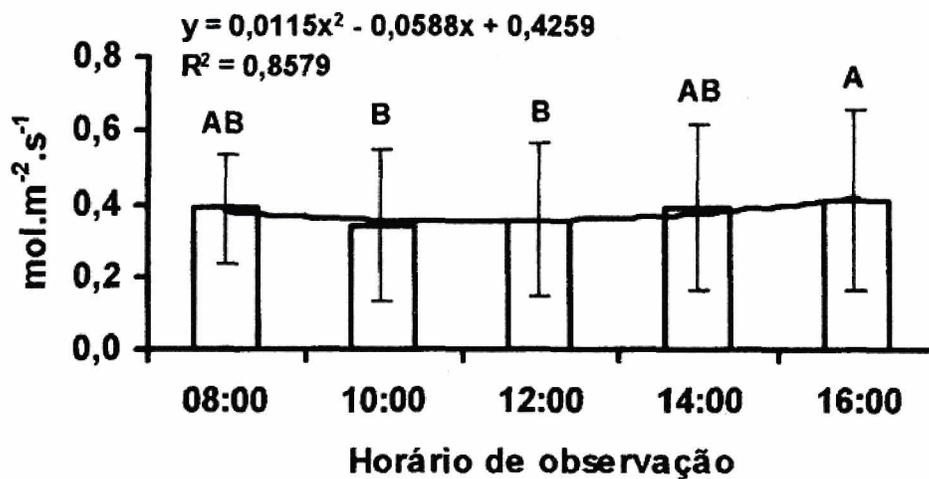


FIG. 8. Condutância estomática média (n=5) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, representações gráficas do desvio padrão da média (I) e da curva de tendência, e a equação de regressão. Colunas com letras maiúsculas diversas diferiram significativamente entre si (Tukey, 5 %).

Para os casos dos últimos horários de observações, em contraposição ao que ocorreu com a condutância estomática em relação à idade das plantas (Fig. 7), houve comportamento diverso e a maior condutância registrada correspondeu ao período de menor taxa fotossintética líquida (Fig. 2). As mais elevadas temperaturas da folha quando das leituras dos dados ou das registradas em momentos que antecederam a essas, impuseram efeitos negativos à taxa fotossintética líquida, mas não afetaram a condutância estomática.

A Fig. 9 representa os resultados médios de condutância estomática observados nos dois verticilos florais dos cupuaçuzeiros em viveiro com 50 % de interceptação de luz, até 120 dias após o transplântio.

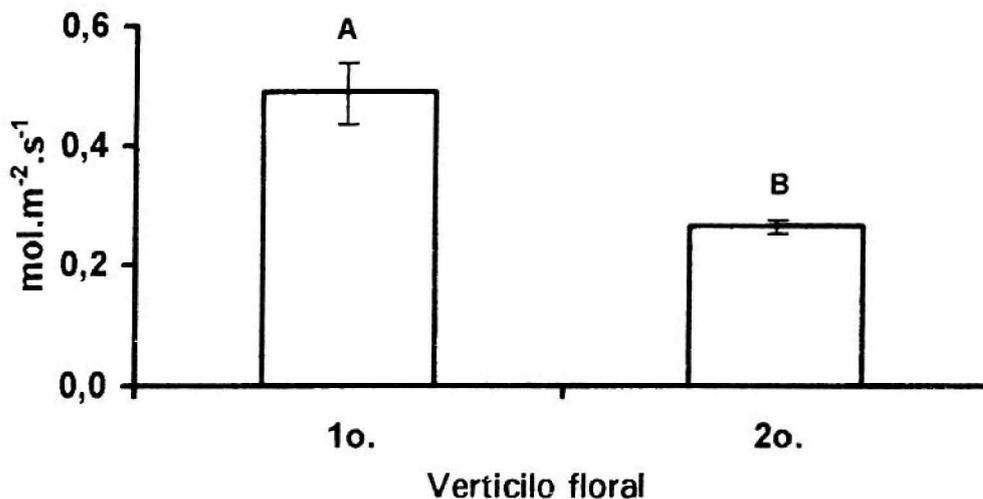


FIG. 9. Condutância estamática média ($n=5$) de cupuaçuzeiros, avaliada em folhas de diferentes verticilos, sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, até 120 dias após o transplante e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas diferiram significativamente entre si pelo teste F.

O resultado da análise estatística de dados de condutância estomática estabeleceu o registro de diferença significativa entre os verticilos florais, com superioridade do primeiro em relação ao segundo. Esses resultados correspondem ao comportamento inverso do que ocorreu com a taxa fotossintética líquida (Fig. 3), o que permite supor que embora o suprimento de gás carbônico no interior das folhas do primeiro verticilo sejam satisfatórios ao processo fotossintético, esse não é realizado de modo eficiente devido ao maior envelhecimento dessas e da maior temperatura foliar. As folhas maduras de *Lonchocarpus dipteroneurus* Pittier; *Beureria cumanensis* Schulz., *Pithecellobium dulce* Benth e *Morisonia americana* L. apresentaram maior média de condutância estomática que as folhas recém-expandidas, velhas e senescentes (Sobrado, 1994).

Na Fig. 10 estão ilustrados os resultados de condutância estomática correspondente às idades das plantas vs. horários de observações, assim com a comparação daquelas dentro desses.

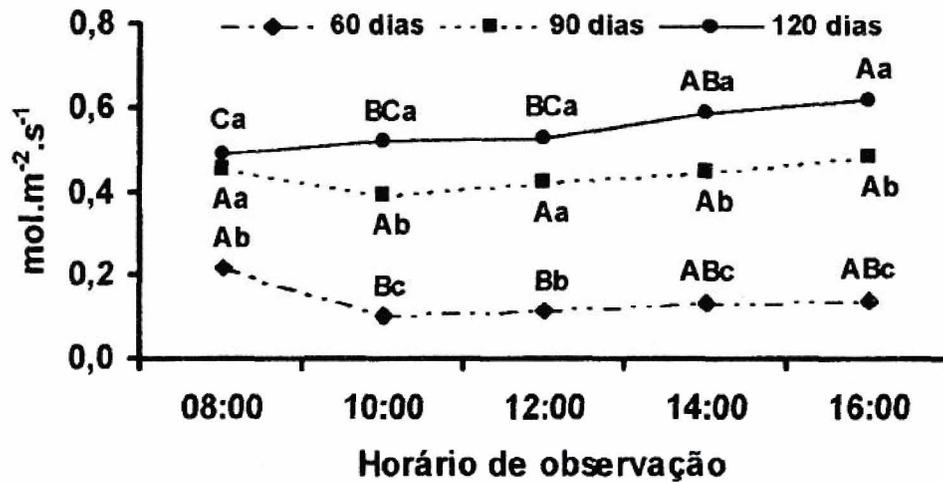


FIG. 10. Condutância estomática média ($n=5$) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, correspondente à interação idade vs. horário de observação. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Pode-se verificar na Fig. 10 que os valores médios de condutância estomática, para todos os horários de avaliações, foram maiores à medida que as plantas ficaram mais velhas. Desse modo, observou-se que aos 120 dias após o transplante, as maiores médias de condutância em plantas de cupuaçuzeiro foram alcançadas nos horários das 16:00 h e 14:00 h que, por outro lado, registraram as menores taxas de fotossíntese líquida (Fig. 4).

Na Fig. 4 é possível observar que a fotossíntese se processou de modo mais eficaz, em todas as idades consideradas, nas duas primeiras horas de tomada de dados, mas a condutância (Fig. 10) tendeu a ser maior às 16:00 h à medida que ocorreu o envelhecimento das plantas. Esse fato é reforçado quando se estabeleceram comparações entre as médias correspondentes às idades das plantas em cada horário de observação, quando só houve superioridade estatística no horário das 16:00 h para as com 90 dias depois do transplântio.

A Fig. 11 representa as médias de condutância estomática obtidas nos diferentes verticilos nas diversas idades das plantas e dentre essas dentro dos verticilos.

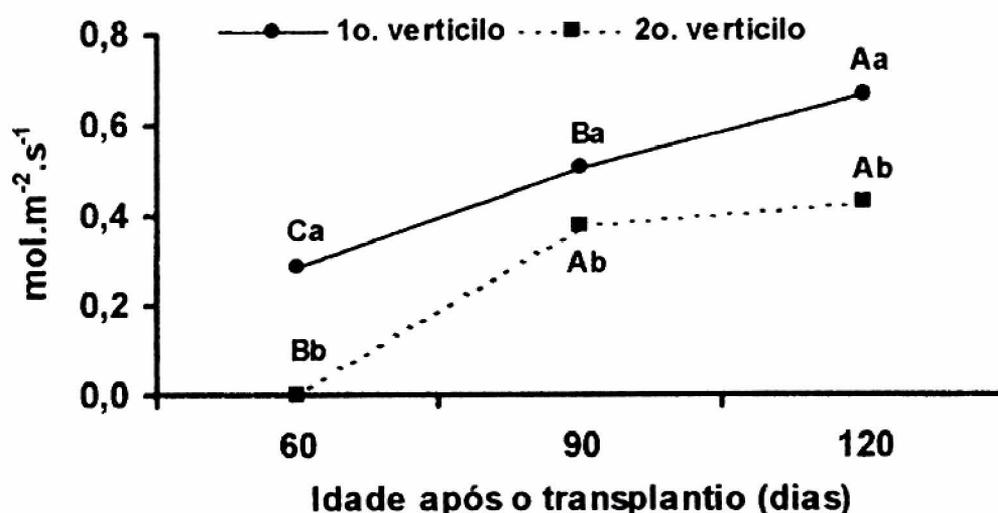


FIG. 11. Condutância estomática média (n=5) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada idade após o transplântio, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

As maiores médias de condutância estomática foram registradas para o primeiro verticilo e dentro deste, assim como no segundo, a melhor performance foi alcançada aos 120 dias após o transplante, embora não tenha sido registrada diferença significativa em relação às observações realizadas aos 90 dias no segundo verticilo.

Quando se comparam os resultados de condutância estomática (Fig. 11) com os de taxa fotossintética líquida (Fig. 5), pode-se constatar que os resultados se contrapuseram nas maiores idades de plantas, com a superioridade fotossintética sendo obtida pelo segundo verticilo e, em ambos, aos 90 dias do transplante.

O comportamento das folhas verticiliares, nos diversos horários de tomadas de dados, estão ilustrados, de modo comparativo, na Fig. 12, assim como destes entre verticilos.

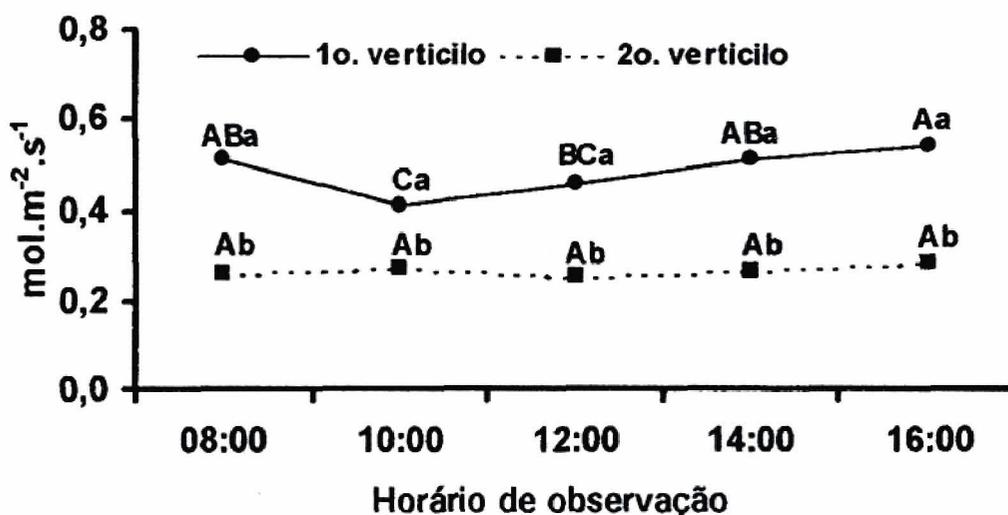


FIG. 12. Condutância estomática média ($n=5$) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Ao comparar-se o comportamento condutivo estomático em cupuaçuzeiros sob condições de viveiro pelo período de 120 dias após o transplântio, observou-se que só houve diferença estatística entre os diversos horários de avaliações no primeiro verticilo, quando as médias de condutância, às 16:00 h, 8:00 h e 14:00 h, não diferiram entre si, mas somente a primeira foi superior à das 12:00 h e, desta, só não foi significativamente diversa à das 10:00 h. Em termos de superioridade estatística, essa tendência não ocorreu com a taxa fotossintética líquida (Fig. 6), quando houve diferença entre os horários de avaliação nos dois verticilos.

Ao compararem-se as médias entre verticilos dentro de cada horário, observou-se que a condutância estomática do primeiro foi sempre significativamente superior à do segundo verticilo, comportamento inverso ao que ocorreu com a fotossíntese (Fig. 6).

A análise estatística dos dados de resistência estomática evidenciou que houve diferenças significativas entre os tratamentos para o fator idade das plantas e nas interações entre horário vs. verticilo e entre idade vs. Horário vs. verticilo, mas ocorreram diferenças altamente significativas entre horário de observação e verticilo floral, assim como nas interações idade vs. o horário e idade vs. verticilo. Os coeficientes de variação foram de 32,4 % para parcela; 17,5 % para subparcela e de 20,1 % para sub-subparcela.

Na Fig. 13 estão ilustrados os resultados médios de resistência estomática em cupuaçuzeiros até 120 dias após o transplântio, em viveiro com 50 % de interceptação de luz.

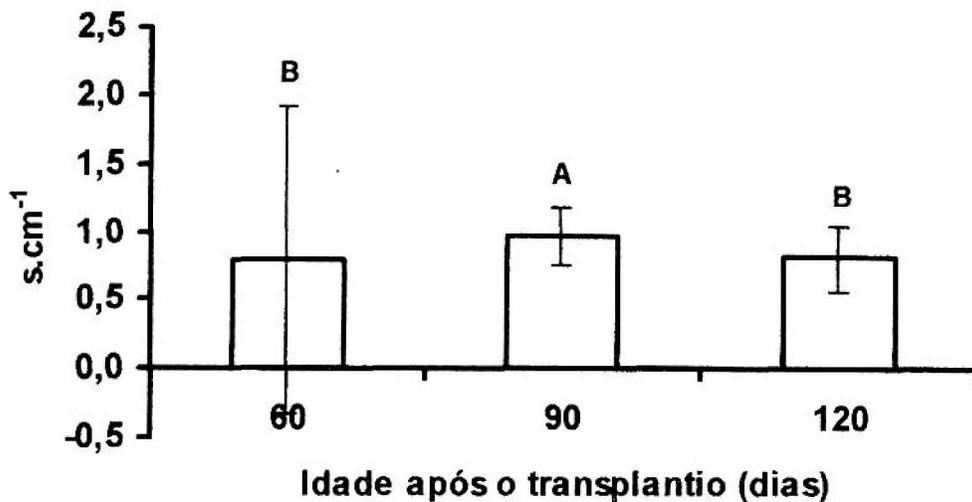


FIG. 13. Resistência estomática média ($n=5$) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas foram significativamente diferentes entre si (Tukey, 5 %).

Pode-se observar na Fig. 13 que a maior resistência ocorreu nas plantas aos 90 dias do transplântio, sendo significativamente superior às outras idades que foram estatisticamente iguais. Esses resultados refletem a mesma tendência observada nas avaliações de taxa fotossintética líquida (Fig. 1), embora fosse esperado que esta deveria ser menor nos pontos de maior resistência à difusibilidade de gases imposta pelos estômatos. Os resultados obtidos são, até certo ponto, diversos dos alcançados por Rocha Neto et al. (1997), muito embora os valores médios de resistência estomática tenham sido bem aproximados aos 90 e 120 dias após o transplântio, mas a maior resistência, verificada por esses autores aos 60 dias, pode ser decorrente do fato de que aquelas avaliações foram realizadas apenas nas folhas do primeiro verticilo.

Na Fig. 14 estão representadas as médias de resistência estomática registradas nos diversos horários de observações. A equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi a do tipo polinomial.

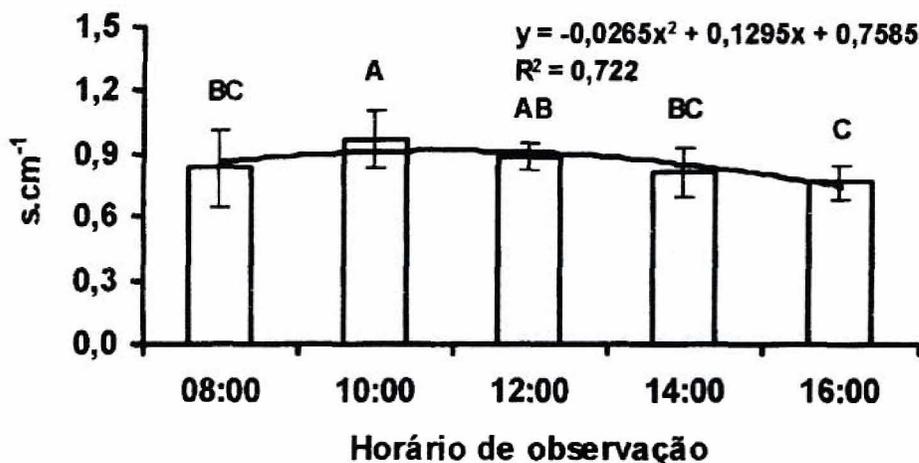


FIG. 14. Resistência estomática média ($n = 5$) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, representações gráficas do desvio padrão da média (I) e da curva de tendência, e a equação de regressão. Colunas com letras maiúsculas diversas foram significativamente diferentes entre si (Tukey, 5 %).

A resistência estomática foi significativamente superior nas avaliações nos horários das 10:00 h e 12:00 h, mas esta não diferiu das realizadas às 8:00 h e 14:00 h, que foram estatisticamente iguais à das 16:00 h. Os efeitos da temperatura, sobre este aspecto do comportamento estomático, só ficou evidente no horário das 12:00 h (35,8 °C), quando também foi registrado o maior déficit de pressão de vapor (28,4 mb). Os resultados de menor resistência observados às 14:00 h e 16:00 h, quando as temperaturas ainda estavam elevadas (35,2 e 33,5 , respectivamente), coincidiram com os de menor taxa fotossintética líquida (Fig. 2), mas

divergiram dos de condutância (Fig. 8). A curva de regressão obtida a partir dos resultados alcançados neste trabalho apresentou a mesma tendência verificada nos dados de Rocha Neto et al. (1997), com o maior pico de resistência estomática em torno das 10:00 h.

Na Fig. 15 estão representadas as médias de resistência estomática observadas nos diferentes verticilos florais de cupuaçuzeiros até 120 dias em viveiro com 50 % de interceptação de luz.

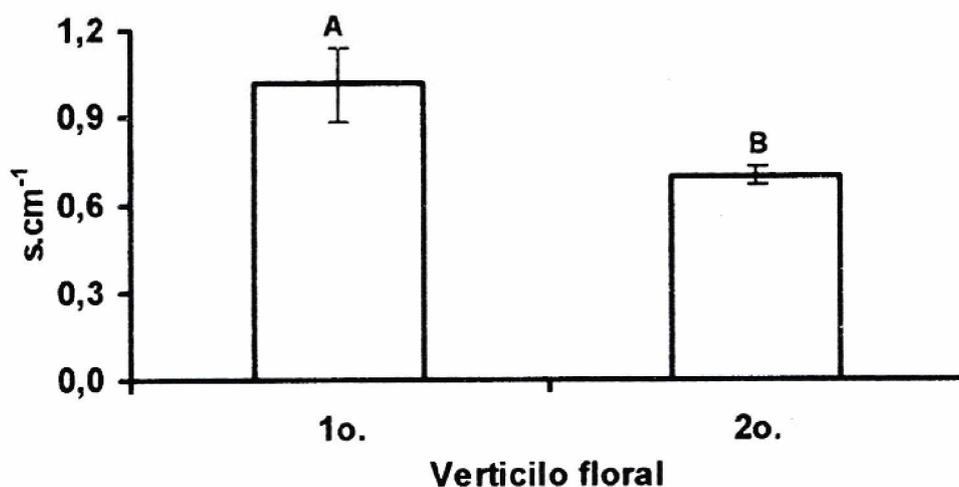


FIG. 15. Resistência estomática média (n=5) de cupuaçuzeiros, avaliada em folhas de diferentes verticilos, sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, até 120 dias após o transplante e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas diferiram significativamente entre si de acordo com o teste F.

A maior resistência estomática ocorrida nas folhas do primeiro verticilo estabeleceu diferença significativa com as do segundo verticilo floral. De modo inverso, foi registrada a menor taxa fotossintética líquida (Fig. 3), mas houve certa coerência com o referencial teórico que trata das atividades biofísicas das folhas, embora tenha coincidido com o registro de maior condutância estomática (Fig. 9).

A Fig. 16 demonstra as comparações entre as médias de resistência estomática de cupuaçuzeiros com idades de até 120 dias de transplantados, mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, nos diversos horários de tomada de dados biofísicos, bem como dos correspondentes às idades dentro de cada hora de observação.

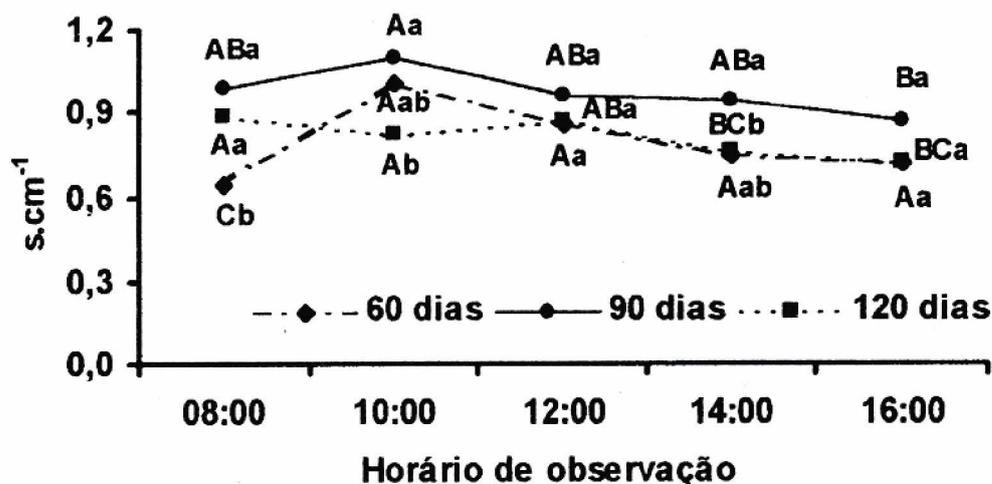


FIG. 16. Resistência estomática média (n=5) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, referente à interação idade vs. horário de observação. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

De acordo com a Fig. 16, pode-se perceber que as maiores resistências estomáticas ocorreram quando as plantas alcançaram a idade de 90 dias após o transplântio, em todos os horários de tomada de dados, e a maior média foi obtida na leitura das 10:00 h, que só diferiu estatisticamente da realizada às 16:00 h, mas ambas foram significativamente iguais às médias das 8:00 h, 12:00 h e 14:00 h.

Aos 60 dias, a resistência estomática também foi maior às 10:00 h, mas não houve diferença significativa da ocorrida às 12:00 h, que só diferiu da registrada às 8:00 h. Na última avaliação, 120 dias após o transplântio, as médias observadas não foram estatisticamente diferentes, assim como entre as diferentes idades de plantas nas tomadas de dados às 12:00 h e 16:00 h. Nos demais horários, as médias obtidas aos 90 dias foram sempre maiores, mas só diferiram das relativas aos 60 dias, que só foram significativamente diferentes das correspondentes aos 120 dias na avaliação das 8:00 h.

Na Fig. 17 estão representados os valores médios de resistência estomática obtidos nos verticilos florais, nas diversas idades das plantas, e dentre essas em cada verticilo considerado.

A resistência estomática das folhas do primeiro verticilo evidencia que essas tiveram essa função reduzida à medida que se tornam mais velhas, por isso foram significativamente diferentes entre si. Para as idades de 90 e 120 dias após o transplântio (aos 60 dias não havia folhas totalmente expandidas), as resistências se equivaleram estatisticamente.

Quando se compararam os efeitos da idade sobre os verticilos florais de plantas de cupuaçuzeiro, observou-se (Fig. 17) que a resistência estomática foi maior e estatisticamente diferente no segundo verticilo, tanto aos 90 com aos 120 dias após o transplântio.

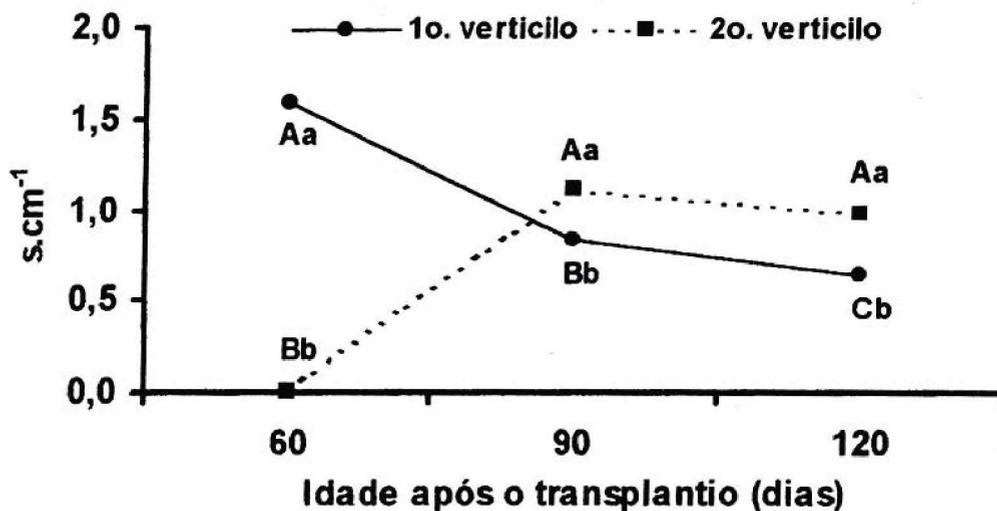


FIG. 17. Resistência estomática média ($n=5$) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada idade após o transplântio, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Na Fig. 18 estão representadas as curvas das interações entre verticilo floral vs. horário de observação e dentre verticilos em cada horário de tomada de dados de resistência estomática.

Na comparação entre as médias de resistência estomática dentro de cada verticilo floral, pode-se observar (Fig. 18) que não houve diferença estatística entre os horários de observações no segundo verticilo, sendo essas maiores às 10:00 h, seguidas das alcançadas às 12:00 h, 08:00 h, 14:00 h e 16:00 h. No primeiro verticilo a tendência foi a mesma, muito embora tenha ocorrido comportamento estatístico diferenciado, mas não foram significativamente diferentes entre si as médias obtidas às 10:00 h e 12:00 h, que diferiram da registrada às 16:00 h, sendo esta equivalente às ocorridas às 12:00 h, 8:00 h e 14:00 h.

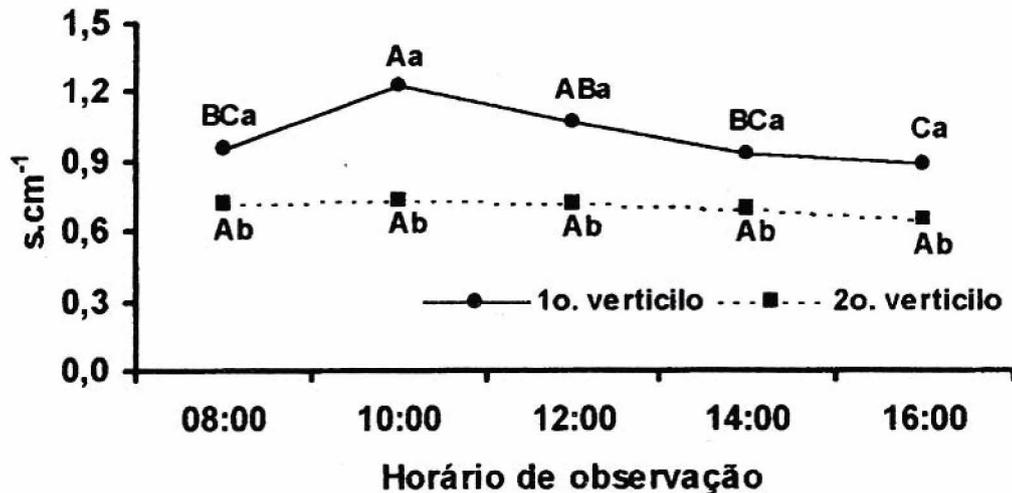


FIG. 18. Resistência estomática média ($n=5$) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

De acordo com a Fig. 18, quando se faz a comparação de verticilos dentro de cada horário de observação, verifica-se que a resistência estomática de folhas do primeiro verticilo de plantas de cupuaçuzeiro, mantidas em viveiro até 120 dias após o transplante, foi sempre maior, e significativamente diferente, das do segundo verticilo floral.

A análise estatística dos dados de transpiração indica que houve diferença altamente significativa entre os tratamentos e suas interações. Os coeficientes de variação foram de 22,8 % para parcela; 8,4 % para subparcela e de 9,6 % para sub-subparcela.

A Fig. 19 ilustra os resultados médios de transpiração de cupuaçuzeiros mantidos em viveiro com 50 % de interceptação de luz, até 120 dias após o transplante.

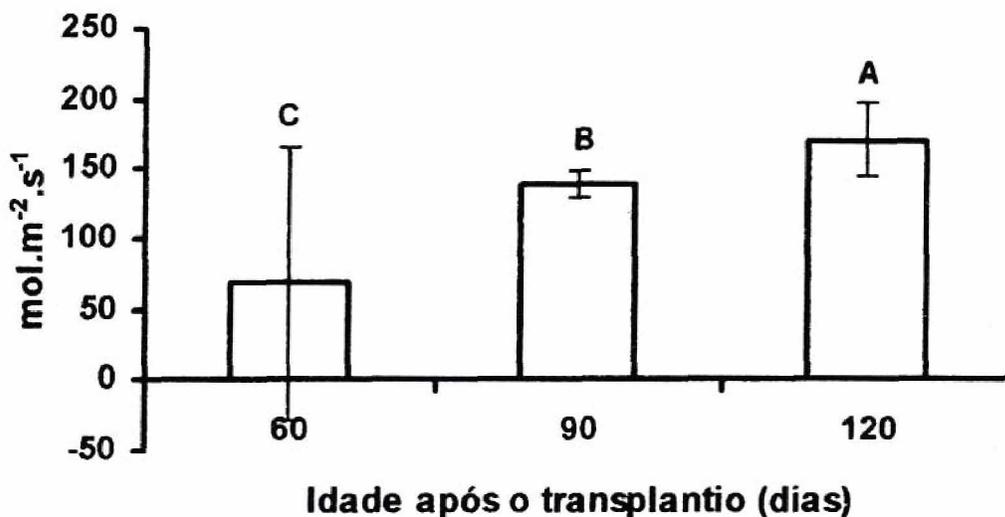


FIG. 19. Transpiração média ($n=5$) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas foram significativamente diferentes entre si (Tukey, 5 %).

Observa-se na Fig. 19 que as médias obtidas foram estatisticamente diferentes entre si e os níveis de transpiração aumentaram à medida que as plantas tornaram-se mais velhas. Ao compararem-se esses resultados com os de taxa fotossintética líquida (Fig. 1), verifica-se que para as duas maiores idades das plantas, o aumento de um desses fatores biofísicos concorreu para a redução do outro e vice-versa. Sobrado (1994) obteve resultados semelhantes quando comparou os valores médios de transpiração com os de taxa fotossintética máxima de folhas de diversas idades de plantas arbóreas de floresta tropical seca da Venezuela.

A transpiração de cupuaçuzeiros com diferentes idades após o transplântio, foi influenciada pelos resultados médios de déficit de pressão de vapor, pois para os maiores valores médios de dissipação de calor (90 e 120 dias) menores foram aqueles déficits (20,25 mb e 20,82 mb, respectivamente). Esses resultados estão de acordo com os obtidos

por Cascardo et al. (1993), quando trabalhou com plantas de seringueira, e em desacordo com os observados por Oliveira (1996), em que o aumento do déficit provocou o aumento da transpiração. Enquanto isso, folhas de *Corylus avellana* tiveram a transpiração reduzida quando sob elevados índices de déficit de pressão de vapor (Schultze & Küppers, 1979).

Ao se fazer um paralelo entre os resultados de transpiração e de resistência estomática, expressos nas Figs. 19 e 13, pode-se observar que houve tendência de redução da perda de vapor d'água para o ambiente à medida que aumentou a resistência difusiva. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Inoue (1989), quando trabalhou com clones jovens de *Populus nigra* e *P. trichocarpa*.

Os resultados médios de transpiração nos diferentes horários de observações, durante as campanhas de coleta de dados, estão representados na Fig. 20, na qual está destacada a equação de análise de regressão, que foi melhor ajustada pela do tipo polinomial.

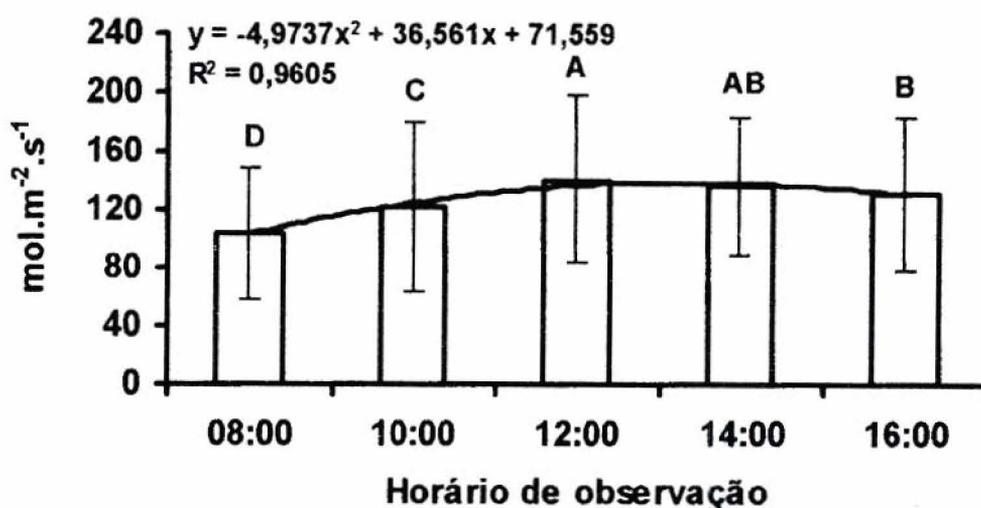


FIG. 20. Transpiração média (n=5) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, representações gráficas do desvio padrão da média (I) e da curva de tendência, e a equação de regressão. Colunas com letras maiúsculas diversas foram significativamente diferentes entre si (Tukey, 5 %).

A transpiração foi maior na observação das 12:00 h, que só não foi estatisticamente diferente da realizada às 14:00 h, mas igual à das 16:00 h. As menores médias de transpiração ocorreram às 8:00 h e 10:00 h, sendo essas diferentes entre si pelo teste de Tukey. Houve uma relação estreita entre a transpiração e a temperatura da folha no momento da leitura, haja vista que aquela aumentou à medida que essa foi maior e, os maiores valores médios de transpiração foram registrados quando o valor da temperatura foi superior a 35 °C.

Na Fig. 21 estão representados os valores médios de transpiração observados em folhas de cupuaçuzeiro de diferentes verticilos.

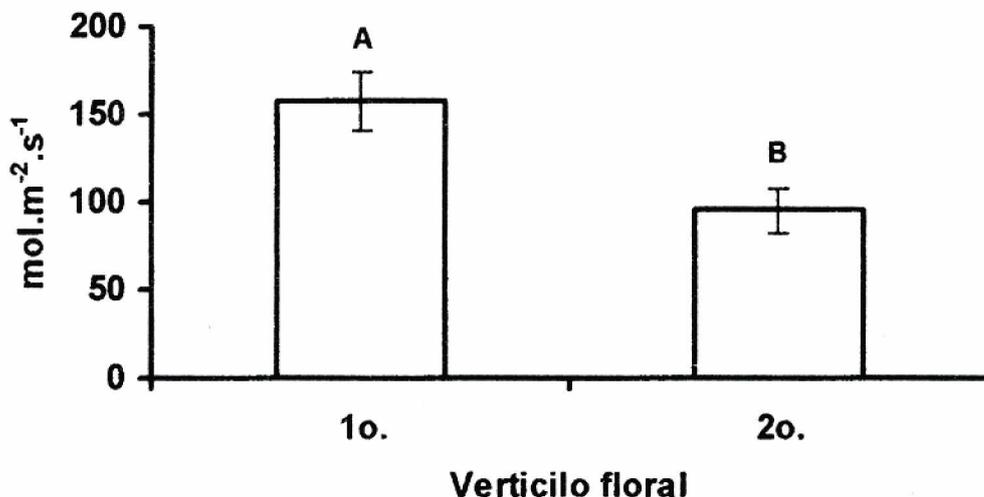


FIG. 21. Transpiração média ($n = 5$) de cupuaçuzeiros, avaliada em folhas de diferentes verticilos, sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, até 120 dias após o transplante e representação gráfica do desvio padrão da média (I). Colunas com letras maiúsculas diversas diferiram significativamente de acordo com teste F.

Observa-se na Fig. 21 que a transpiração foi significativamente maior no primeiro verticilo, muito embora a diferença de temperatura entre as folhas dos dois verticilos, que girou em torno de 33 °C, tenha sido inferior a 0,5 °C. A quantidade de energia luminosa (quantum) absorvida pelas folhas influenciou a transpiração, sendo esta maior quanto menor foi a absorção, que variou de 681,4 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a 735,7 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Os resultados de transpiração (Figs. 19, 20 e 21) e de taxa fotossintética líquida (Figs. 1, 2 e 3), alcançados neste trabalho, não estão estreitamente relacionados entre si, pois não ficou caracterizado para idade das plantas, horário de observação e posição das folhas em relação aos dois verticilos considerados, que o aumento de um desses fatores biofísicos implicaria, também, no crescimento do outro, como foi verificado nos trabalhos de Inoue (1989) e Richardson et al. (1993). Por outro lado, Mooney et al. (1983) observaram, em folhas de *Piper hispidum*, que a função estomática primária foi a de regular a perda de água, independente da taxa fotossintética, fato que pode ter ocorrido neste estudo com cupuaçuzeiros em fase de viveiro, haja vista que para as maiores médias de transpiração corresponderam as menores de taxa fotossintética líquida (Figs. 20 e 2, respectivamente), referentes aos horários em que as folhas apresentavam maiores valores médios de temperatura, entre 33,5 °C a 35,8°C.

Os resultados médios de transpiração da interação idade da planta vs. horário de observação estão ilustrados na Fig. 22.

Independente do horário de observação, a transpiração foi sempre maior à medida que as plantas foram ficando mais velhas e essas diferenças estabeleceram níveis de significância entre as médias registradas (Fig. 22).

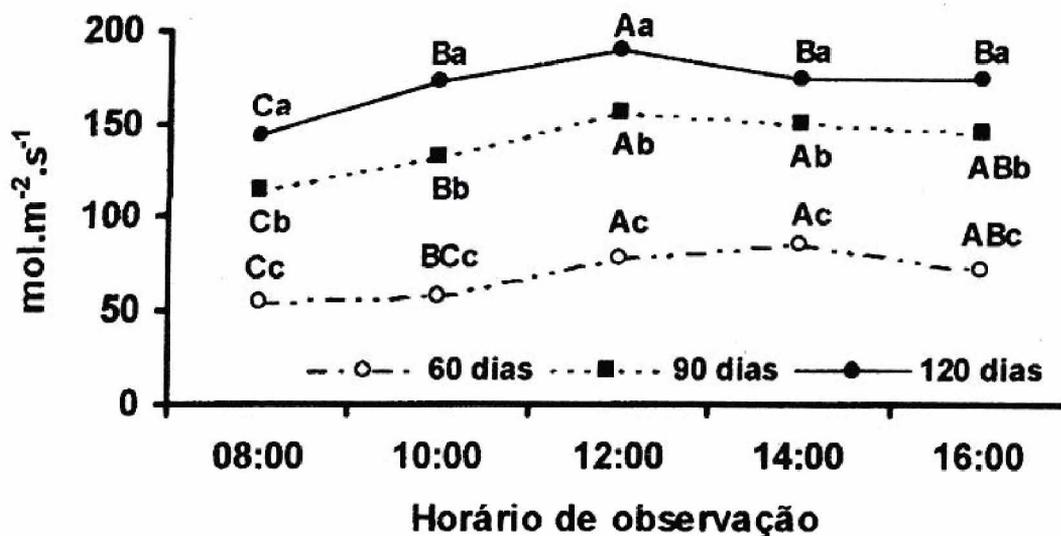


FIG. 22. Transpiração média ($n=5$) de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, registradas na interação idade após o transplântio vs. horário de observação. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Os resultados médios da interação idade da planta vs. verticilo floral estão representados na Fig. 23.

Pode-se observar na Fig. 23 que, em todas as idades consideradas, os valores médios da transpiração foram sempre maiores, e significativamente superiores, nas folhas do primeiro verticilo em relação aos do segundo. Comportamento inverso foi observado para taxa fotossintética líquida, exceção feita à idade de 60 dias após o transplântio, quando as plantas ainda não apresentavam as folhas do segundo verticilo completamente expandidas.

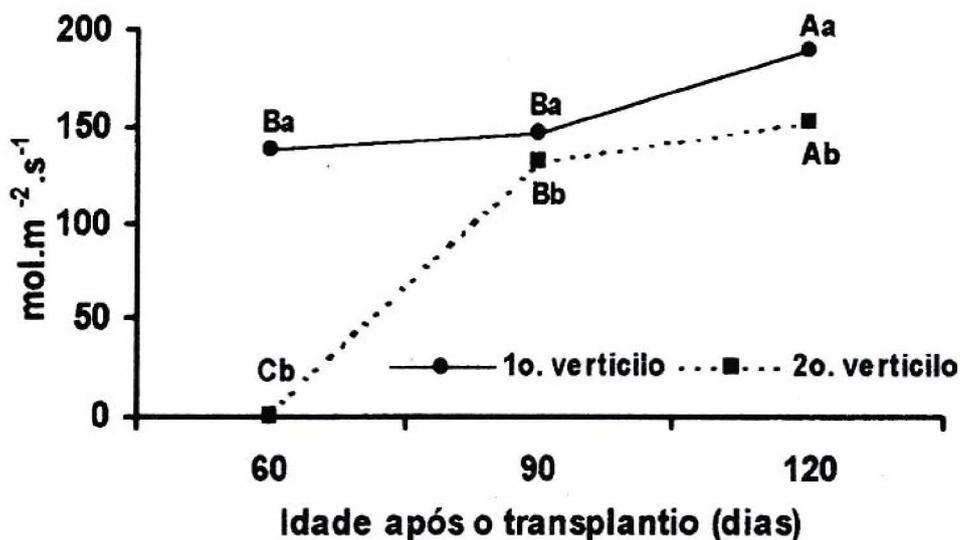


FIG. 23. Transpiração média ($n=5$) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, em diferentes idades após o transplântio. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada idade, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

Os valores médios de transpiração referentes à interação idade da planta vs. horário de observação estão diferenciados na Fig. 24.

De modo semelhante ao que ocorreu com as outras interações, houve diferença estatística entre as médias de transpiração, correspondentes aos verticilos considerados, independente do horário de avaliação, com vantagem estatística para as folhas do primeiro verticilo.

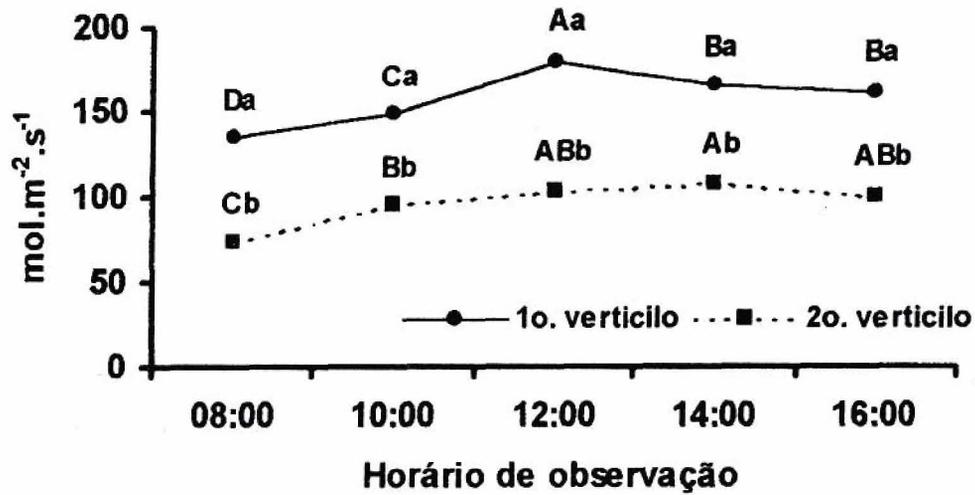


FIG. 24. Transpiração média ($n=5$) de folhas de verticilos florais de cupuaçuzeiros mantidos sob condições de viveiro com 50 % de interceptação de luz, em diferentes horários de observações. Pontos destacados em cada linha, com letras maiúsculas diversas, e para cada horário de observação, com letras minúsculas diferentes, indicam diferenças significativas entre si (Tukey, 5 %).

CONCLUSÕES

a) A maior taxa fotossintética de cupuaçuzeiro mantido em viveiro com 50 % de interceptação de luz é alcançada aos 90 dias após o transplântio e, o melhor horário para a realização das leituras, deve se situar entre as 8:00 h e 10:00 h, com maior eficiência das folhas do segundo verticilo floral;

b) a condutância estomática é maior quando as plantas atingem a idade de 120 dias após o transplântio, sendo maior nas últimas avaliações, às 14:00 h e 16:00 h, e nas folhas do primeiro verticilo;

c) a resistência estomática é maior nas folhas do primeiro verticilo, aos 90 dias após a transferência das plantas para viveiro e nos horários de 8:00 h e 10:00 h;

d) a transpiração é maior nas folhas do primeiro verticilo, nos horários entre 12:00 h e 14:00 h, quando as plantas atingem a idade de 120 dias após o transplântio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIDWELL, R.G.S. Photosynthesis. In: BIDWELL, R.G.S., ed. **Plant Physiology**. New York: Macmillan, 1974. p.137-172.
- BLEASDALE, J.K.A. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU/USP, 1977. 176p.
- 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.
- CALZAVARA, B.B.G.; MÜLLER, C.H.; KAHWAGE, O. de N. da C. **Fruticultura tropical – o cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32).
- CASCARDO, J.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.
- CAVALCANTE, A. da S. L.; COSTA, J.G. da. Situação atual e perspectivas da cultura do cupuaçuzeiro no estado do Acre, Amazônia Ocidental Brasileira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém, PA. **Anais**. Belém: EMBRAPA-CPATU/JICA, 1997. p.119-124. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 89).
- GAFFRON, H. Energy storage: photosynthesis. In: STEWARD, F.C. ed. **Plant Physiology**. New York: Academic Press, 1990. v.1B - Photosynthesis and Chemosynthesis. p.3-277.

- 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, PA. **Anais**. Belém: EMBRAPA-CPATU/JICA, 1997. p.103-108. (EMBRAPA-CAPTU. Documentos, 89).
- INOUE, M.T. Estudo comparativo da fotossíntese, transpiração e resistência difusiva em clones jovens de *Populus nigra* e *P. trichocarpa* em relação à radiação solar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.25-29, 1989.
- JUNG, P.K.; SCOTT, H.D. Leaf water potential stomatal, resistance and temperature relations in field-grown soybeans. **Agronomy Journal**, v.27, n.6, p.986-987, 1980.
- MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M. de M. de A. Condutâncias estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, n.1, p.29-34, 1999.
- MOONEY, H.A.; FIELD, C.; VÁSQUEZ-YANES, C.; CHU, C. Environmental controls on stomatal conductance in a shrub of the humid tropics. **Proceeding Natural Academy Science**, v.80, p.1295-1297, 1983.
- MOTA, P.P.C. da. **Cultura do cupuaçuzeiro: informações básicas**. Belém: CEPLAC-CORAM-COREX, 1990. 18p. (CEPLAC - COREX. Cadernos de Extensão Rural da Amazônia, 6).
- NOGUEIRA, O.L.; CONTO, A.J. do; CALZAVARA, B.B.G.; TEIXEIRA, L.B.; KATO, O.R.; OLIVEIRA, R.F. de. **Recomendações para o cultivo de espécies perenes em sistemas consorciados**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1991. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 56).

- NUNES, M.A.; RAMALHO, J.D.C.; RIJO, P. da S. Seasonal changes in some photosynthetic properties of *Ceratonia siliqua* (carob tree) leaves under natural conditions. **Physiologia Plantarum**, v.86, p.381-387, 1992.
- OLIVEIRA, M.N.S. de. **Comportamento fisiológico de plantas jovens de acerola, carambola, pitanga, cupuaçu, graviola, pupunha e biribá em função da baixa disponibilidade de água no solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1996. 67p. Dissertação Mestrado.
- PAVEL, E.W.; DeJONG, T.M. Estimating the photosynthetic contribution of developing peach (*Prunus persica*) fruits to their growth and maintenance carbohydrate requirements. **Physiologia Plantarum**, v.88, p.331-338, 1993.
- PRISCO, J.T. Possibilidades de exploração de lavouras xerófitas no semi-árido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.4, p.332-342, 1986.
- RIBEIRO, G.D. Situação atual e perspectivas da cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*, Schum.) no estado de Rondônia, Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996. Belém, PA. **Anais**. Belém: EMBRAPA-CPATU/JICA, 1997. p.109-118. (EMBRAPA-CPATU, Documentos, 89).
- RICHARDSON, M.D.; HOVELAND, C.S.; BACON, C. W. Photosynthesis and stomatal conductance of symbiotic and nonsymbiotic tall fescue. **Crop Science**, v.33, p.145-149, 1993.
- 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, PA. **Anais**. Belém: EMBRAPA-CPATU/JICA, 1997. p.89-102. (EMBRAPA-CPATU. Documento, 89).

- SCHULTZE, E.D.; KÜPPERS, M. Short-term and long-term of plant water deficits on stomatal response to humidity in *Coryllus avellana* L. use efficiency of xylem-tapping mistletoes. **Planta**, v.146, n.3, p.319-326, 1979.
- SOBRADO, M.A. Leaf age effects on photosynthetic rate, transpiration rate and nitrogen content in a tropical dry forest. **Physiologia Plantarum**, v.90, p.210-215, 1994.
- TURNER, N.C.; BEGG, J.E. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum, and tobacco under fields conditions. I. At high soil water potential. **Plant Physiology**, v.51, n.1, p.31-36, 1973.



Amazônia Oriental

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n. Caixa Postal 48,
Fax (91) 276-9845, Fone (91) 276-6333, CEP 66095-100
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br*

