

Potencial Hídrico do Cupuaçuzeiro em Sistema Agroflorestal

Ronaldo Ribeiro de Moraes¹
José Francisco de Carvalho Gonçalves²
Joanne Régis da Costa³
Glaudecy de Oliveira Ribeiro⁴



Sistemas agroflorestais (SAFs) compreendem o uso e manejo dos recursos naturais, em que espécies florestais são utilizadas em associação deliberada com cultivos agrícolas na mesma área. Esses sistemas são favoráveis, do ponto de vista ambiental, por serem adequados para a reabilitação de áreas degradadas, protegendo os solos da erosão e as bacias hidrográficas e aumentando o sequestro de carbono em comparação às áreas degradadas e pastagens (MDA, 2008; MÉIER et al., 2011).

Contudo, ainda há uma carência de estudos relacionados ao conhecimento de diferentes estratégias de uso dos recursos primários, como água, luz, CO₂ e nutrientes, usados pelas diferentes espécies constituintes do sistema agroflorestal.

Entre esses recursos primários, a disponibilidade de água exerce grande influência, tanto sobre o crescimento de desenvolvimento vegetativo da planta quanto em relação às suas características produtivas (DAMATTA, 2007). A baixa disponibilidade hídrica no solo e, conseqüentemente, nas plantas resulta em redução da produtividade (GOMES; PRADO, 2007; MORAIS, 2003; NOGUEIRA et al., 2000).

Uma das maneiras de se avaliar a utilização da água pelas plantas componentes dos SAFs é a medição do potencial hídrico foliar (Ψ_{wf}). Essa variável indica o estado energético das folhas, ou seja, os gradientes responsáveis pelo fluxo hídrico no sistema solo-planta-atmosfera (BERGONCI et al., 2000).

¹Biólogo, doutor em Ciências Biológicas (Botânica), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agrárias (Fisiologia Vegetal), pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.

³Bióloga, mestre em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴Biólogo, especialista em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental, Manaus, AM.

Estudos visando ao conhecimento do status hídrico de plantas integrantes de um sistema agroflorestal são muito importantes para o entendimento da utilização das reservas de água do solo pelas culturas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial hídrico foliar do cupuaçuzeiro em sistema agroflorestal.

Material e Métodos

Descrição da área experimental

O estudo foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental situado no Distrito Agropecuário da Suframa, ao norte de Manaus, no Km 54 da BR-174 (Manaus – Boa Vista), coordenadas geográficas entre 2° 31' e 2° 32' S e 60° 01' e 60° 02'. O clima da região é caracterizado como Am, pela classificação de Köppen (RIBEIRO; ADIS, 1984), com média anual de pluviosidade entre 1.500 mm e 2.500 mm, caracterizando a região como tropical úmida bastante chuvosa. O solo da área corresponde a um Latossolo Amarelo distrófico (TEIXEIRA; BASTOS, 1989) de textura muito argilosa, onde são encontradas limitações de fertilidade, acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, deficiências de fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio (FERNANDES; MATTOS, 1997; MACKERROW, 1992).

Os SAFs foram implantados em 1992. Selecionaram-se cinco árvores de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) com aproximadamente 12 anos em cada parcela (três sítios do sistema agroflorestal de 50 m x 60 m). Além do cupuaçuzeiro, o sistema agroflorestal foi composto por guaraná (*Paullinia cuppana*), banana (*Musa paradisiaca*), jenipapo (*Genipa amaricana*), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), teca (*Tectona grandis*) e mogno (*Swietenia macrophylla*). Para adubação verde, foram utilizadas as espécies ingá (*Inga edulis*) e *Gliricidia sepium*. Esta última foi plantada como cerca-viva ao redor de todo o sistema. Arroz, mucuna e mandioca foram as culturas anuais plantadas entre as perenes, as quais permaneceram até o terceiro ano.

Quantificação do potencial hídrico foliar (Ψ_{wf})

O Ψ_{wf} foi determinado por meio de uma bomba de pressão tipo Scholander em cinco folhas completamente expandidas, situadas na parte externa da copa de cada árvore selecionada nas parcelas. As mensurações do Ψ_{wf} foram obtidas nos períodos distintos de precipitação dos anos de 2004 e 2005 (período chuvoso e seco) e em horários diversos (5h, 8h, 10h, 12h, 14h e 16h), escolhidos aleatoriamente em cada mês e em cada período, mas com o mesmo número amostral de folhas por horário ($\eta = 75$), excetuando-se os dias chuvosos.

Para efeito de comparação, os horários de maior (5 h) e menor (12 h) Ψ_{wf} foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a observação do comportamento biológico do curso diário do Ψ_{wf} do cupuaçuzeiro foram ajustadas equações polinomiais em relação aos horários distintos (5h, 8h, 10h, 12h, 14h e 16h).

Resultados e Discussão

Os dados climatológicos do ano de 2004 para o período chuvoso (fevereiro, março e abril) apresentaram média de 390 mm e 27 °C, e para os meses menos chuvosos (agosto e setembro), as médias foram de 170 mm e 27 °C, para a precipitação e temperatura do ar, respectivamente.

No ano de 2005, as médias para os meses mais chuvosos (fevereiro, março e abril) foram de 440 mm e 26 °C e para os meses menos chuvosos (agosto e setembro) de 90 mm e 27 °C, respectivamente, para precipitação e temperatura do ar (Figura 1).

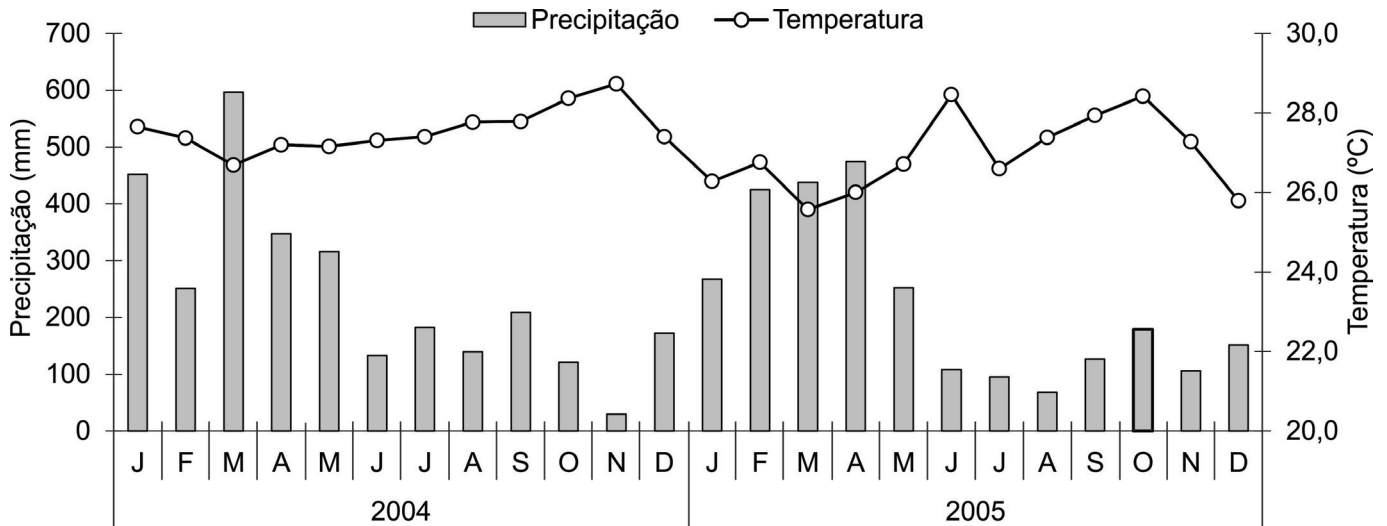


Figura 1. Dados climatológicos dos anos de 2004 e 2005 obtidos no Campo Experimental do Distrito Agropecuário da Suframa (DAS).

O período seco de 2005 apresentou redução de 47% na precipitação quando comparado com o mesmo período de 2004. Esse fato foi registrado por Suguio (2008) como sendo uma das maiores secas dos últimos 40 anos, com as condições de estiagem intensificadas durante a estação seca até setembro daquele ano, quando a umidade do ar foi muito menor que a normal.

Em 2004, observando o comportamento do Ψ_{wf} do cupuaçuzeiro em relação ao horário de 5h, verificou-se que não houve diferença entre os distintos períodos de precipitação (chuvoso e seco), enquanto para o horário de 12h, o Ψ_{wf} foi maior, como esperado para o período chuvoso (Tabela 1).

Tabela 1. Potencial hídrico foliar de *Theobroma grandiflorum* em sistema agroflorestal, obtido nos horários de 5h e 12h e em períodos distintos de precipitação (chuvoso e seco) na região de Manaus durante os anos de 2004 e 2005, $\eta = 75$.

Anos	5h		12h	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
2004	- 2,00 A	- 2,20 A	- 12,56 A	- 15,30 B
2005	- 2,40 A	- 4,00 B	- 15,20 A	- 16,90 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, para períodos de precipitação, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Esses valores inferiores do Ψ_{wf} , em razão da baixa disponibilidade hídrica do solo, podem indicar também uma estratégia de ajuste osmótico utilizada pelas plantas nos períodos de baixa disponibilidade hídrica do solo, em que há redução no Ψ_{wf} para que haja absorção de água mais efetiva e manutenção da turgescência das células no tecido foliar (MARTIN, et al., 2004).

No ano de 2005, diferentemente do ocorrido em 2004 no horário de 5h, o Ψ_{wf} foi superior na época chuvosa em comparação à época menos chuvosa, fato devido aos baixos índices de precipitação no período menos chuvoso de 2005. O mesmo efeito foi observado para o horário de 12h.

No horário de 5h, as espécies apresentaram maiores valores do status hídrico foliar. Os valores de Ψ_{wf} no horário de 5h correspondem aproximadamente ao potencial hídrico do solo, uma vez que, durante a noite, o potencial hídrico da planta tende a se equilibrar com o potencial hídrico das zonas úmidas do solo (ANDRADE et al., 1998; SCHMIDHALTER, 1997, WILLIAMS; ARAÚJO, 2002).

O comportamento no curso diário do Ψ_{wf} do cupuaçuzeiro mostrou que, no período chuvoso de ambos os anos, houve um pequeno decréscimo no potencial de água da folha no horário das 5h às 8h, diminuindo o Ψ_{wf} de forma mais acentuada até o horário de 12h (Figura 2). Esse comportamento é esperado, pois há a elevação

das taxas transpiratórias em função do aumento da temperatura foliar, uma vez que a planta promove um esfriamento foliar devido à molécula da água possuir um dos mais altos valores de calor de vaporização, reflexo, em parte, da grande quantidade de energia para romper as pontes de hidrogênio. Em uma temperatura dentro da faixa biológica, ou seja, próxima de 25 °C, gasta-se cerca de 44 kJ mol⁻¹ para evaporar uma molécula de água, portanto o processo de evaporação da molécula da água pelas plantas ocasiona uma substancial perda de calor e constitui um dos meios mais importantes de que elas dispõem para regular a temperatura, devido ao acréscimo de radiação (TAIZ; ZEIGER, 2004).

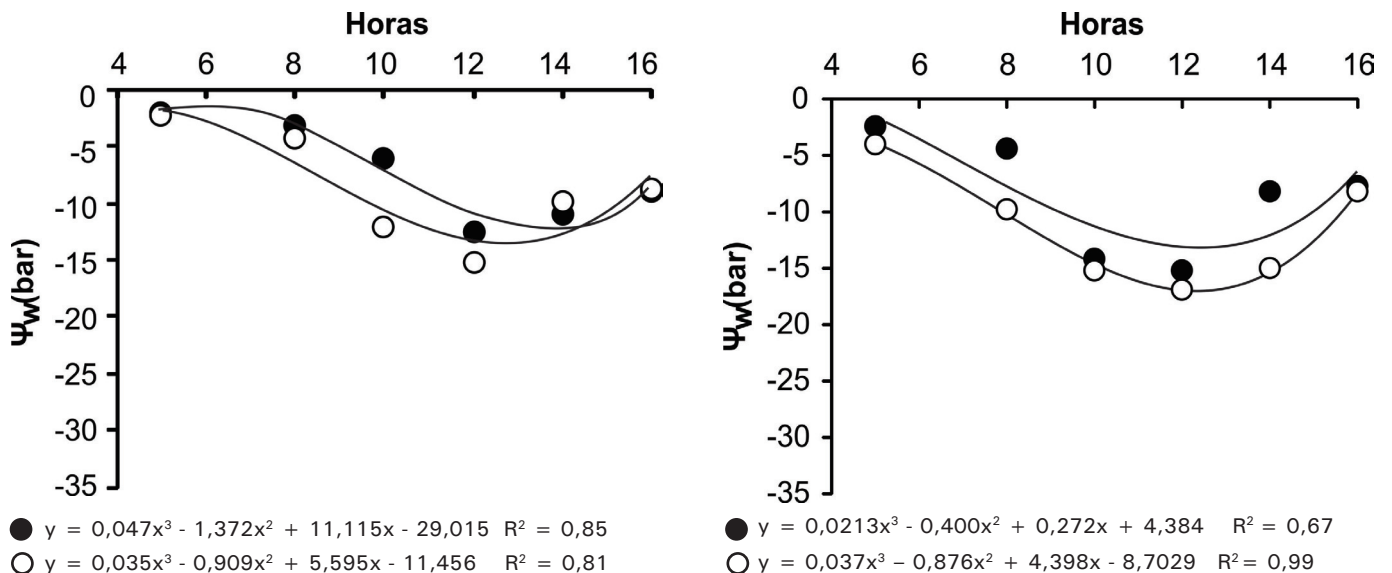


Figura 2. Curso diário do potencial hídrico do cupuaçuzeiro em sistema agroflorestal em horários e períodos distintos de precipitação. Chuvoso (●) e seco (○) na região de Manaus, durante os anos de 2004 e 2005.

A partir do horário de 12h, observou-se que as folhas exibiram acréscimo gradual do potencial hídrico no decorrer da tarde (Figura 2).

Independentemente do ano de coleta dos valores do Ψ_{wf} , o comportamento do ritmo circadiano do Ψ_{wf} do período seco foi similar ao do período chuvoso. Adicionalmente, observou-se que, no período seco do ano de 2005, os valores de Ψ_{wf} em relação ao curso diário foram inferiores aos encontrados no ano de 2004, principalmente no horário de 14h (Figura 2).

Conclusão

O comportamento do Ψ_{wf} do cupuaçuzeiro em sistema agroflorestal mostrou que a espécie apresentou diferentes valores no acúmulo de água nas folhas, tanto em função de horários distintos quanto em relação aos períodos de precipitação, o qual pôde ser refletido na variação da disponibilidade hídrica do solo.

A espécie apresentou elevados valores do Ψ_{wf} no horário de 5h, mesmo no período seco, indicando que potencialmente não houve limitação severa de água no solo do sistema agroflorestal.

Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de pesquisa. Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), principalmente ao Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal, pelo apoio logístico e pela infraestrutura. Ao projeto LBA pelo apoio logístico. À Embrapa Amazônia Ocidental, em especial aos pesquisadores responsáveis pelos SAFs, pelo apoio logístico e concessão da área de estudo.

Referências

- ANDRADE, J. L.; EIZER, F. C.; OLDSTEIN, G.; HOLBROOK, N. M.; CAVELIER, J.; JACKSON, D.; SILVERA, K. Regulation of the water flux throughout trunks, branches and leaves in trees of a lowland tropical forest. *Oecologia*, v. 115, p. 463-471, 1998.
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A.O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, 2000.
- DAMATTA, F. M. Ecophysiology of tropical tree crops: an introduction. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, n. 4, p. 239-244, 2007.
- FERNANDES, E.C.M.; MATTOS, J.C. de S. Agroforestry strategy for alleviating soil chemical constraints to food and fibre production in Amazon. In: SEIDLL, P.R. et al. *Plant propagation: principles and practices*. 6. ed. New Jersey; Prentice Hall International. 1997. 770 p.
- GOMES, F. P.; PRADO, C. H.B.A. Ecophysiology of coconut palm under water stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.19, n.4, p. 377-391. 2007.
- MACKERROW, A.J. Nutrients stocks in abandoned pastures of the Central Amazon Basin prior to and following cutting and burning. Msc-North Carolina State University, Raleigh, USA. 1992, 116p.
- MARTIN, C. E.; LIN, K. C.; HSU, C. C.; CHIOU, W. C. Causes and consequences of high osmotic potentials in epiphytic higher plants. *Journal of Plant Physiology*, v. 161, p. 1119-1124, 2004.
- MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Portaria nº75 de 8 de setembro de 2008. Secretaria da Agricultura Familiar, 2008.
- MEIER, M.; TEIXEIRA, H. M.; FERREIRA, M. G.; FERRARI, E. A. LOPES, S. I.; LOPES, R.; CARDOSO, I. M. Sistemas agroflorestais em áreas de preservação permanente. *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia*, v. 8, n.2, p. 12 – 17, 2011.
- MORAIS, R. R. Ecofisiologia de espécies arbóreas crescidas sob condições de plantios na Amazônia Central. 2003. 158f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus-AM.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 7, p: 1331-1342. 2000.
- RIBEIRO, M.N.G.; ADIS, J. Local rainfall variability, a potential bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica*, v. 14, p. 159-174, 1984.
- SCHMIDHALTER, U. The gradient between pre-dawn rhizoplane and bulk soil matric potentials, and its relation to the pre-dawn root and leaf water potentials of four species. *Plant, Cell and Environment*, v. 20, p. 953-960, 1997.
- SUGUIO, N. *Mudanças Ambientais da Terra*. – São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.
- TAIZ, Z.; ZEIGER, E. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Massachusetts, 2004. 792p.

TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B. Nutrientes nos solos de Floresta Primária e pastagem de Brachiaria humidicola na Amazônia Central. Boletim de Pesquisa, Embrapa/CPATU, n. 98, 1989, 311 p.

WILLIAMS, L.E., ARAUJO, F.J. Correlations among predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in *Vitis vinifera*. J. Am. Soc. Hortic. Sci., v. 127, p. 448–454, 2002.

Comunicado Técnico, 121

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Amazônia Ocidental
Endereço: Rodovia AM 010, Km 29 - Estrada
Manaus/Itacoatiara
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
<https://www.embrapa.br/amazonia-ocidental>
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

1ª edição

1ª impressão (2015): 300

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê de publicações

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa,
Maria Perpétua Beleza Pereira e Ricardo Lopes*

Expediente

Revisão de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol
B. de Sousa*

Editoração eletrônica: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

CGPE 12842