

# ESTIMATIVA DE TRANSPIRAÇÃO DO NIM (*Azadirachta indica* A. Jussieu) EM SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER-MT<sup>1</sup>

JOSÉ HOLANDA CAMPELO JÚNIOR<sup>2</sup> E PAULO ROBERTO FERREIRA DE SOUZA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Parte do trabalho de pesquisa realizado para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical para o segundo autor;

<sup>2</sup> Departamento de Solos e Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa s/n, Cuiabá, MT, CEP 78060-900, e-mail: [campelo@cpd.ufmt.br](mailto:campelo@cpd.ufmt.br);

<sup>3</sup> Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso (SECITEC); MT 121 KM 02 – Rodovia Senador Roberto Campos, Novo Diamantino, Diamantino, MT, CEP 78402-000, [paulferre@hotmail.com](mailto:paulferre@hotmail.com).

**RESUMO:** Há diversos métodos de medidas de consumo de água pelas plantas com diferentes limitações, principalmente quando a espécie a ser explorada é perene. O grau de confiabilidade das medidas pode ser aferido por meio de estimativas de transpiração diária de plantas durante o seu ciclo biológico, em condições de campo. Estudos da transpiração máxima diária de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) foram realizados por meio de três métodos: a) lisímetro (Lis); b) fluxo de seiva (BC); e c) Modelo de Penman-Monteith (PM). As medidas lisimétricas foram feitas em nove plantas, sendo três em cada lisímetro. A transpiração pelo fluxo de seiva foi medida em uma planta em um dos lisímetros utilizados, por meio do método de balanço de calor (BC). Os dois métodos diretos de transpiração foram comparados com a estimativa de transpiração pelo modelo de Penman-Monteith (PM) com elementos climáticos locais e variáveis das plantas. A área foliar variou de 0,24 a 5,68 m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. A transpiração diária estimada pelo modelo de PM e as medidas lisimétricas apresentaram variações de 0,37 a 11,82 e 0,13 a 14,60 L planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (0,69 a 2,59 e 0,02 a 9,62 L m<sup>-2</sup> de área foliar dia<sup>-1</sup>); com médias de 4,36 e 4,03 L planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (1,65 e 2,11 L m<sup>-2</sup> de área foliar dia<sup>-1</sup>), respectivamente. A medida obtida com o método BC apresentou variações de 0,33 a 6,61 L planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (0,97 e 3,67 L m<sup>-2</sup> de área foliar dia<sup>-1</sup>); com média de 2,64 L planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (2,28 L m<sup>-2</sup> de área foliar dia<sup>-1</sup>). A transpiração acumulada obtida com o método de fluxo de seiva (BC) subestimou os valores encontrados nos lisímetros em 26% e, em 24%, valores obtidos com aplicação do modelo de Penman-Monteith. A transpiração diária estimada pelo método do fluxo de seiva apresentou menor concordância com as medidas lisimétricas, quando comparada ao método de Penman-Monteith. No entanto, não houve diferença significativa entre o modelo de Penman-Monteith e os demais métodos avaliados para estimar a transpiração diária.

Termos para indexação: fluxo de seiva, lisímetros, balanço de calor, área foliar

NEEM (*Azadirachta indica* A. Jussieu) TRANSPIRATION ESTIMATE IN SANTO ANTONIO DO LEVERGER MUNICIPALITY, MATO GROSSO STATE, BRAZIL

**ABSTRACT:** There are several methods to measure water consumption by plants with different limitations, mainly when the species to be exploited is perennial. The reliability degree of measures may be gauged through daily transpiration estimates of plants during their biological cycle, under field conditions. Studies on the maximum daily transpiration of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) were done by 3 methods: a) lysimeter (Lys), b) heat balance (HB) and c) Penman-Monteith Model (PM). The lysimetric measures were performed for nine plants, three per lysimeter. Based on the sap flow, transpiration was measured in one plant inside a lysimeter through HB method. Both direct methods to measure transpiration were compared with the transpiration estimate by PM method, with local climatic elements and plant variables. Leaf area ranged from 0.24 to 5.68 m<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>. The daily transpiration estimated by PM model and lysimetric measures ranged from 0.37 to 11.82 and 0.13 to 14.60 L plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> (0.69 to 2.59 and 0.02 to 9.62 L m<sup>-2</sup> leaf area day<sup>-1</sup>), with means of 4.36 and 4.03 L plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> (1.65 and 2.11 L m<sup>-2</sup> leaf area day<sup>-1</sup>), respectively. The measure obtained through HB method ranged from 0.33 to 6.61 L plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> (0.97 to 3.67 L m<sup>-2</sup> leaf area day<sup>-1</sup>), with mean of 2.64 L plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> (2.28 L m<sup>-2</sup> leaf area day<sup>-1</sup>). The accumulated transpiration obtained by HB method underestimated the values found through lysimeters and PM model for 26 and 24%, respectively. The daily transpiration estimated by HB method presented lower concordance with the

lysimetric measures, when compared to PM model. However, no significant difference was observed between PM model and the remaining methods evaluated to estimate daily transpiration.

Index terms: sap flow, lysimeters, heat balance, leaf area.

---

## INTRODUÇÃO

A planta de Nim (*Azadirachta indica* A.Juss.) é cultivada há séculos na Ásia e na África. É uma espécie vegetal cujos extratos de frutos, sementes, ramos e folhas vêm sendo utilizados especialmente por suas qualidades medicinais e no combate a pragas agrícolas. É uma planta que pertence à família Miliaceae, natural de Burna e das regiões áridas da Índia, e Myanmar (Saxena, 1983).

Em vários países, essa árvore tem sido estudada para fornecer produtos alternativos aos agrotóxicos, principalmente para controlar pragas em culturas em que o uso de agrotóxico não é permitido, como no caso dos cultivos orgânicos.

A planta de Nim tem sido muito estudada, devido às propriedades químicas do extratos desta espécie. A presença de compostos no extrato como a Azadiractina, a Nimbina e a Salanina, representa um considerável potencial como inseticida natural e reduz os impactos ao ambiente causados por produtos sintéticos (Medina et al., 2004.; Huis et al., 2004).

O extrato de Nim exerce grande toxicidade e decréscimo de produção em fertilidade de ovos do ácaro rajado *Tetranychus urticae*, considerado uma praga-chave de culturas, como o algodoeiro, morangueiro, roseira, tomateiro, feijoeiro, soja e pessegueiro (Dimetry et al., 1993; Sanguanpong & Schmutteres, 1992).

No Brasil a introdução desta espécie é recente, tendo ocorrido no início da década de 1990. Os primeiros cultivos de áreas comerciais foram realizados nos estados de São Paulo, Goiás, Pará, Mato Grosso, Minas Gerais e Paraíba. Atualmente, nos estados de Goiás e Minas Gerais estão as maiores áreas cultivadas de Nim.

No Brasil, nas regiões em que vem sendo cultivado o Nim, a escassez de informações sobre as necessidades de água para a planta pode ser considerada um fator limitante na expansão da cultura do Nim, sobretudo no que diz respeito à possibilidade de uso racional da irrigação.

Atualmente, muitos métodos vêm sendo utilizados para estimar a transpiração de plantas lenhosas. Entre os métodos empregados, incluem-se o modelo empírico de Penman-Monteith (Pereira et al., 1997) e aqueles de medidas diretas em lisímetros, e fluxo de seiva pelo método de balanço de calor.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a transpiração de plantas de Nim em condições de Cerrado, na região de Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi realizado na Fazenda Experimental da UFMT, no município de Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso, em uma área situada às coordenadas geográficas de latitude 15,8° Sul e longitude 56,2° Oeste de Greenwich, e altitude de 140 m, na região denominada de Baixada Cuiabana.

Segundo classificação de Köppen, o clima da região é Aw, com temperatura média mensal variando de 22° a 27°C, e com precipitação média em torno de 1.300 mm ano-1.

O experimento foi realizado entre 25/10/2006 e 19/03/2008, iniciado aos 16 dias após a implantação das mudas no campo.

A transpiração das plantas foi medida com o uso de três lisímetros de nível de lençol freático constante e de um aparato de medida de fluxo de seiva pelo método de balanço de calor no caule e foi estimada pelo método de Penman-Monteith.

Nas plantas, as observações realizadas plantas foram de consumo de água, volume da copa, número de ramos, altura da planta, área foliar e diâmetro do caule. No decorrer do experimento, após a realização das medidas de consumo de água e de dimensões das plantas, foram podados os ramos que sobressaiam do formato cilíndrico da copa.

Para o cálculo do volume da copa de cada planta, assumiu-se o formato de um cilindro individual compondo as plantas de cada lisímetro, com todas as folhas distribuídas radialmente no caule de acordo com sua orientação e localização.

A partir de 135 dias após o plantio, as medidas de área foliar das plantas foram realizadas a com frequência média de 4 em 4 dias. A área foliar da planta foi determinada multiplicando-se o número de folhas da planta pela área média das folhas. O número de folhas de cada planta foi contado separadamente. A área média das folhas foi estimada por meio de medidas do comprimento da extremidade da folha até a parte basal da folha e pela maior largura da folha, realizadas em pelo menos 100 folhas, escolhidas ao acaso, considerando todas as nove plantas observadas.

A área foliar média foi estimada pela Equação 1

$$AFM = (C \times L) \times fc.$$

Eq (1)

Onde: AF- Área foliar (m<sup>2</sup>); C- Comprimento da folha (m); L- Maior largura da folha (m); fc- Fator de correção (adimensional).

O fator de correção foi obtido a partir da relação entre a área foliar real e o produto do comprimento pela maior largura da folha.

A área foliar real foi estimada de duas formas: a primeira, foi a partir da determinação da razão entre a área de uma porção da folha e sua respectiva massa fresca, multiplicando essa razão pela massa fresca total da folha e a segunda, foi por meio de fotos com imagem digital e processamento da imagem no programa computacional Sigma ScanPro (v. 5.0), para determinação da área.

A estimativa da transpiração máxima foi calculada pelo método de Penman-Monteith adaptado para a estimativa da transpiração de plantas isoladas, conforme descrito por Pereira et al. (1997), exceto para os valores de saldo de radiação por unidade de área foliar (R<sub>nf</sub>).

Os valores de R<sub>nf</sub> foram estimados em função do saldo de radiação acima da cultura de referência (R<sub>n</sub>), calculado segundo Pereira et al. (1997). Esta estimativa foi obtida usando uma relação entre valores de R<sub>nf</sub> encontrados com a inversão da equação de Penman-Monteith para nove dados de transpiração medida entre 22/01/2008 e 19/03/2008, e os respectivos valores de R<sub>n</sub> obtidos no mesmo período.

A resistência foliar (r<sub>f</sub>) à difusão de vapor foi considerada um valor fixo de 50 s m<sup>-1</sup>, que Monteith (1985) sugeriu ser um valor limite mínimo.

Ao longo de todo o experimento, a transpiração das plantas foi determinada pelo consumo de água em três lisímetros de lençol freático constante, distribuídos numa área com 25 m<sup>2</sup>. Cada lisímetro era composto por três recipientes com bordas arredondadas com diâmetro de 0,60 m por 1,0 m de altura, tendo área útil de exposição de 0,2827 m<sup>2</sup>. Periodicamente, nesta área de exposição era depositado sobre a superfície esterco bovino e palhada seca, com o objetivo de minimizar o aquecimento do solo e evitar a evaporação, deixando livre para transpirar apenas a parte aérea da planta.

Estes lisímetros foram abastecidos continuamente com água por meio de uma caixa intermediária provida de um sistema de bóia, ajustado a um nível de 50 cm da superfície no interior do lisímetro. Uma muda de dois meses de idade foi transplantada para cada tambor, formando um conjunto de nove plantas, com a mesma idade, dispostas no espaçamento de 3,0 x 2,0 m, para que elas apresentassem maior homogeneidade possível em altura, número de folhas e diâmetro do caule. O consumo de água pelas plantas foi contabilizado em intervalos de tempo que variaram de dois a quatorze dias, por meio da leitura de um hidrômetro instalado na fonte de alimentação dos lisímetros.

As medidas de fluxo de seiva foram estimadas a cada 30 minutos pelo método do balanço de calor no caule, com um dispositivo instalado em uma única planta de um tambor de um lisímetro. Para obter uma estimativa independente do consumo de água da planta onde foi instalado o sensor de fluxo de seiva, o total da água consumida no lisímetro foi dividido entre as três plantas, proporcionalmente à área foliar de cada planta.

Os resultados de fluxo de seiva foram obtidos em três intervalos de medidas, de 13/11/2008 a 24/11/2008 (DJ=317 a 328), 22/01/2008 a 08/02/2008 (DJ=22 a 39) e 06/03/2008 a 19/03/2008 (DJ=65 a 77), respectivamente.

Foi utilizado um aquecedor flexível, de resistência elétrica bem definida, envolvendo totalmente a seção do caule a ser aquecida, para fornecer uma quantidade de calor constante. O isolamento térmico foi realizado através de placas de borracha sobrepostas, de 3 mm e ainda, por duas lâminas de papel alumínio. Utilizou-se um alimentador de voltagem, que foi preparado para fornecer, constantemente, 5 V para o sensor. O sensor foi conectado a um sistema de aquisição de

dados modelo CR10X (Campbell Scientific, Inc, Utah, USA) programado para armazenar médias a cada 30 minutos de leituras, realizadas a cada 1 minuto. As estimativas de fluxo de seiva foram obtidas utilizando as equações proposta por Sakuratani (1981).

Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Agrometeorológica Padre Ricardo Remetter do 9º Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia (DISME/INMET).

Para a análise dos dados, foram considerados o índice de precisão, dado pelo coeficiente de correlação ( $r$ ) e o índice de concordância ( $d$ ), ou de exatidão e o coeficiente “ $c$ ” de Camargo & Sentelhas (1997) (Tabela 1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre os resultados de saldo de radiação por unidade de área foliar em plantas de Nim ( $R_{nf}$ ) obtidos com a inversão da equação de Penman-Monteith e os resultados de saldo de radiação para a cultura de referência ( $R_n$ ), obtidos de acordo com o balanço de radiação daquela cultura, segundo Pereira et al. (1997), podem ser observados na Figura 1.

Dentro da faixa de variação de  $R_{nf}$ , de menos de 1 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> até 8 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, a relação linear se mostrou significativa e adequada para explicar a variabilidade das duas grandezas, como se pode notar pelo valor encontrado de coeficiente de determinação. O coeficiente angular da reta de regressão foi diferente do encontrado por Pereira et al. (2007), mas tal diferença era previsível, considerando-se a argumentação apresentada por Villalobos (2008), no que diz respeito ao efeito da densidade de plantas sobre a interceptação da radiação. Além disso, é necessário considerar que a diferença de densidade foliar de plantas de Nim em relação a outras espécies, também pode ter contribuído para o resultado alcançado.

Estudos com lima ácida (Pereira et al., 2007) e noqueira (Green, 1993) permitiram obter relações entre o saldo de radiação por unidade de área foliar em plantas lenhosas e o saldo de radiação em área com a cultura de referência.

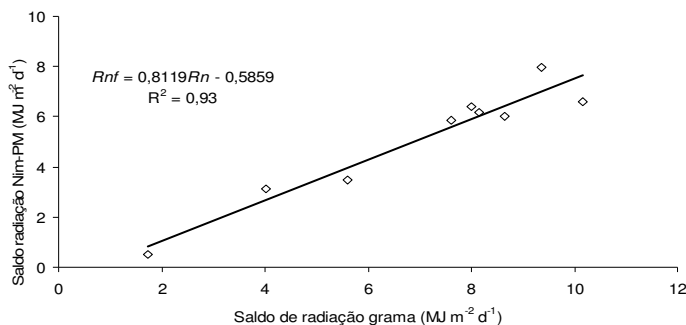


FIGURA 1. Relação entre o saldo de radiação por unidade de área foliar em plantas de *A. indica* e o saldo de radiação sobre a cultura de referência (grama), durante o período de 22/01/2008 a 19/03/2008, em Santo Antônio de Leverger, MT.

Em estudos com Lima ácida ‘Tahiti’, e no período da primavera e inverno, Marin et al. (2001) encontraram que a razão entre o saldo de radiação sobre um pomar e a radiação global apresentou valores dos coeficientes entre 0,59 e 0,69, respectivamente. Angelocci et al. (2004) estudando essa relação em lima ácida ‘Tahiti’ encontraram valores próximos de 0,88.

Os resultados de estimativa da área da folha, consideradas as medidas de maior largura (L) e de comprimento da nervura principal (C), encontram-se nas Figuras 2 e 3. A equação obtida com o uso do método de pesagem para obter área foliar real foi  $AF_{\text{peso}} = 0,5194(C \times L)$ , com  $R^2 = 0,70$ , conforme mostra a Figura 2. A equação obtida com o processamento digital das imagens das folhas para a determinação da área foi  $AF_{\text{foto}} = 0,6102(C \times L)$ , com  $R^2 = 0,84$  (Figura 3).

Na região semi-árida do nordeste, Maia (2005) mediu a área foliar do Nim usando o método de pesagem com transferência do contorno dos limbos foliares para um papel ofício e obteve valor de 0,28 de fator de correção (fc). Este valor (fc) diferiu dos valores encontrados neste trabalho, os quais foram de 0,61 e de 0,52 obtidos com imagem digital e peso das folhas, respectivamente.

A diferença de valores verificada entre os trabalhos pode ter ocorrido em função da metodologia utilizada por Maia (2005) que determinou a área foliar aos 90 dias, em plantas cultivadas em vasos, cujo lento desenvolvimento inicial foi considerado como possível causa do baixo valor de fc. Estudos comprovaram que a redução da área foliar em plantas de amendoim com crescimento limitado do sistema radicular pôde ser traduzida numa estratégia de sobrevivência, com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração (Correia & Nogueira, 2004).

O consumo de água por planta no lisímetro 1 apresentou variação de 0,23 a 13,47 L d<sup>-1</sup> (DJ 311 e 86), com média 4,25 L d<sup>-1</sup>; no lisímetro 2 a variação foi de 0,13 e 14,60 L d<sup>-1</sup> (DJ 331 e 87), com média 4,07 L d<sup>-1</sup> e no lisímetro 3 teve variação de 0,20 e 10,85 L d<sup>-1</sup> (DJ 311 e 87), com média 3,70 L d<sup>-1</sup>.

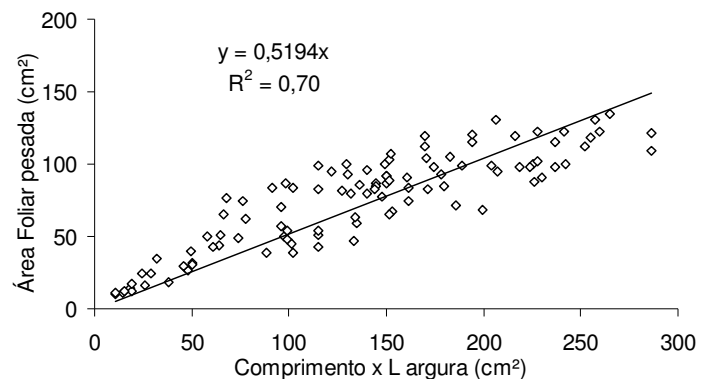


FIGURA 2. Área foliar de *A. indica*, utilizando a pesagem em função do produto do comprimento (C) pela largura (L) máxima das folhas medidas, no período de 10/10/2007 a 04/01/2008, em Santo Antônio de Leverger-MT.

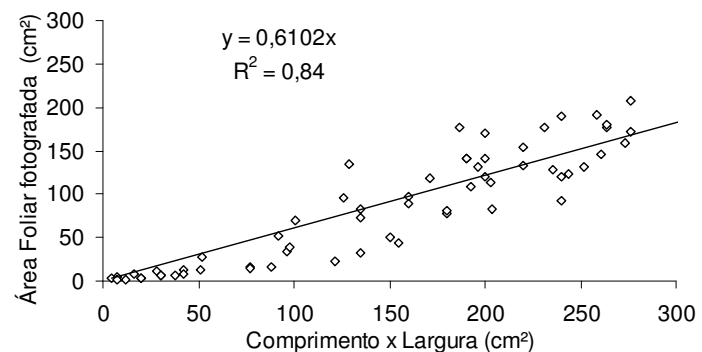


FIGURA 3. Área foliar de *A. indica*, utilizando o processamento digital de imagens de folhas, em função do produto do comprimento (C) pela largura (L) máxima das folhas medidas, no período de 10/10/2007 a 04/01/2008, em Santo Antônio de Leverger-MT.

A estimativa calculada pelo método de Penman-Monteith utilizando variáveis das plantas nos três conjuntos de lisímetros apresentou valores entre 0,37 e 11,82 L d<sup>-1</sup>, com média de 4,46 L d<sup>-1</sup>. Comparando-se as estimativas de Penman-Monteith com as medidas nos lisímetros foi possível verificar que o modelo explicou 60, 70 e 56% da transpiração, nos lisímetros 1, 2 e 3, respectivamente (Figuras 4, 5 e 6).

Os valores diários das medidas de fluxo de seiva determinadas pelo método do balanço de calor no caule (BC) realizadas em uma planta de Nim do lisímetro 1 tiveram variações entre 0,33 L d<sup>-1</sup>, na planta 1 (AF=0,34 m<sup>2</sup>; DJ 26 = 13/11/07) a 6,61 L d<sup>-1</sup> (AF= 1,80 m<sup>2</sup>; DJ 68 = 19/03/08), com média de 2,64 L d<sup>-1</sup>. A transpiração pelo Modelo de Penman-Monteith para o mesmo intervalo (13/11/07 a 19/03/08) para a mesma planta do lisímetro 1, variou entre 0,22 e 4,46 L d<sup>-1</sup> (AF= 0,62 e 1,80 m<sup>2</sup>, respectivamente) e média de 1,97 L d<sup>-1</sup> (Figura 7).

Nas Figuras 7 e 8 é possível observar a relação entre essas medidas e as medidas lisimétricas e as estimativas obtidas pelo modelo de Penman-Monteith. Considerando-se os valores dos coeficientes angulares das equações de regressão linear, os valores de fluxo de seiva subestimaram as medidas lisimétricas em 26% e em 24% das estimativas.

No primeiro caso, a diferença pode ser atribuída a problemas na impermeabilização da superfície dos lisímetros, ocorrendo com isso evaporação da água do solo.

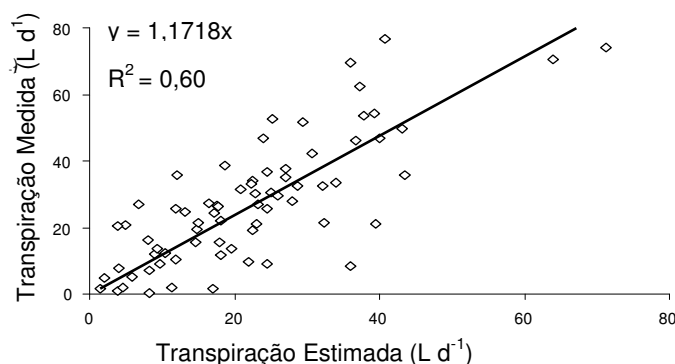


FIGURA 4. Relação entre transpiração nas plantas de *A. indica* observada e estimada no lisímetro 1 e pelo modelo de Penman-Monteith durante o período de 24/10/2006 a 19/03/2008, em Santo Antônio de Leverger, MT.

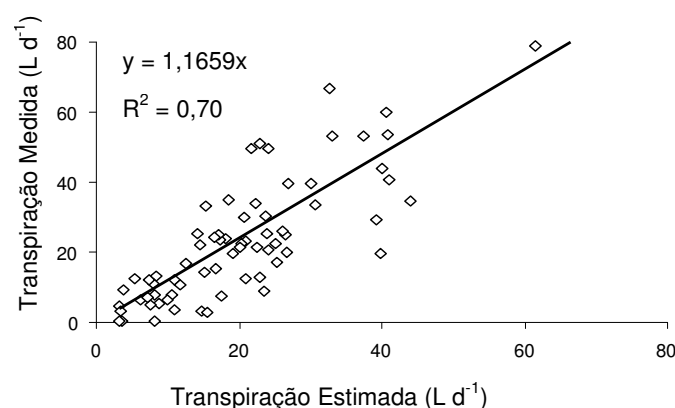


FIGURA 5. Relação entre transpiração nas plantas de *A. indica* observada e estimada no lisímetro 2 e pelo modelo de Penman-Monteith, durante o período de 24/10/2006 a 19/03/2008, em Santo Antônio de Leverger, MT.

No segundo caso (Figura 8), as diferenças podem ser atribuídas aos valores dos parâmetros utilizados no método de Penman-Monteith, sobretudo no que diz respeito ao saldo de radiação e velocidade do vento. Segundo Green et al. (1995) e Angelocci (1996), estudos com macieiras indicaram que os parâmetros de radiação solar e resistência à difusão de vapor produziram erros nos cálculos em que se utilizou o modelo de Penman-Monteith.

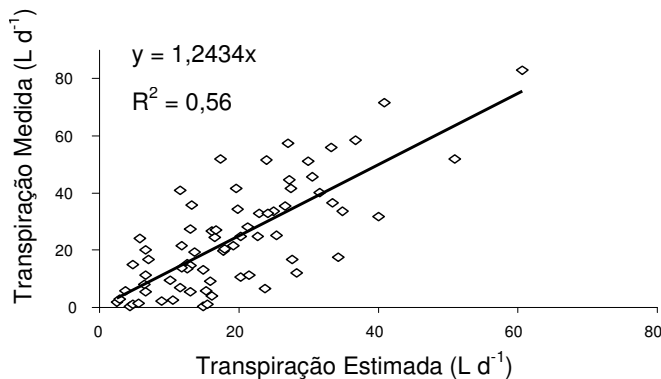


FIGURA 6. Relação entre transpiração nas plantas de *A. indica* observada e estimada no lisímetro 3 e pelo modelo de Penman-Monteith durante o período de 24/10/2006 a 19/03/2008, em Santo Antônio de Leverger, MT.

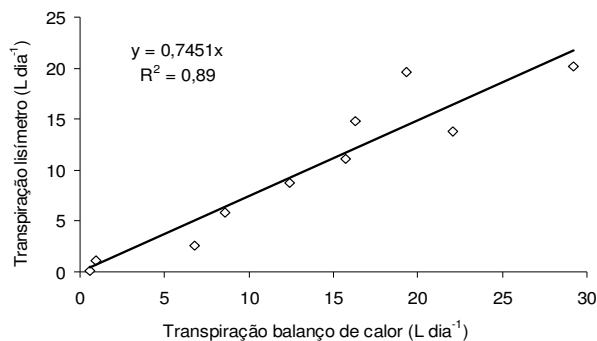


FIGURA 7. Fluxo de seiva de uma planta de *A. indica* determinada com o método de balanço de calor no caule e transpiração medida no mesmo lisímetro, no período de 13/11/07 a 24/11/07, 22/01/08 a 08/02/08 e 06/03/08 a 19/03/2008, na Fazenda Experimental da UFMT, em Santo Antônio de Leverger-MT.

Os resultados obtidos com os índices de precisão, acuracidade e confiança (Tabela 1) indicam que as medidas de transpiração realizadas com lisímetros não se mostraram adequadas aos

Segundo Weibel & Vos (1994), em medidas obtidas com o método de balanço de calor no caule, é muito comum acontecer subestimativa dos valores em relação às medidas dos lisímetros. Isso se deve provavelmente a erros na instalação do sensor ou em relação à anatomia da espécie pesquisada.

Na maioria dos trabalhos que comparam o valor do fluxo de seiva pelo método de balanço de calor com plantas lenhosas em condições de campo, a transpiração de plantas obtidas em lisímetro foi maior do que as medidas pelos sensores (Steinberg et al., 1990; Valancogne & Nasr, 1989; Schackel et al., 1992).

Weibel & Vos (1994) mediram fluxo de seiva em macieiras com sensor comercial, encontrando erros superiores a 20% na estimativa de fluxo diário de seiva. Segundo o autor, esses erros foram decorrentes de problemas no contato entre o sensor e o tronco, causando variações bruscas da transpiração, principalmente pela falta de estimativa do calor armazenado pelo caule.



valores que foram obtidos com o fluxo de seiva com o balanço de calor no caule e as estimativas do método de Penman-Monteith. Estes últimos apresentaram melhor desempenho entre si. Provavelmente, os problemas de impermeabilização da superfície dos lisímetros, permitindo a infiltração da água da chuva e a evaporação da água do solo foram a causa desse desempenho.

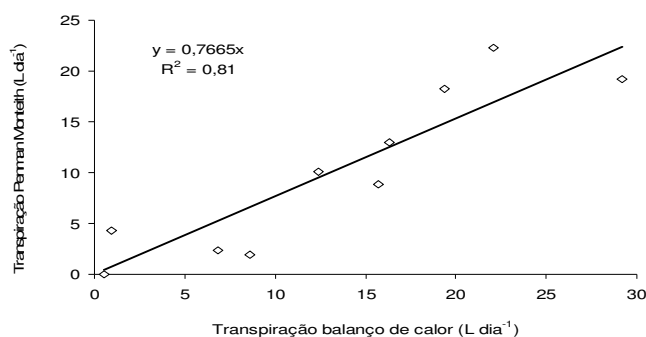


FIGURA 8. Fluxo de seiva de uma planta de *A. indica* determinada com o método de balanço de calor no caule e transpiração estimada pelo modelo de Penman-Monteith no período de 13/11/07 a 24/11/07, 22/01/08 a 08/02/08 e 06/03/08 a 19/03/2008, na Fazenda Experimental da UFMT em Santo Antônio de Leverger-MT.

Os resultados obtidos com os índices de precisão, acuracidade e confiança (Tabela 1) indicam que as medidas de transpiração realizadas com lisímetros não se mostraram adequadas aos valores que foram obtidos com o fluxo de seiva com o balanço de calor no caule e as estimativas do método de Penman-Monteith. Estes últimos apresentaram melhor desempenho entre si. Provavelmente, os problemas de impermeabilização da superfície dos lisímetros, permitindo a infiltração da água da chuva e a evaporação da água do solo, foram a causa desse desempenho.

TABELA 1. Coeficientes de precisão (r), de exatidão (d) e de confiança (c) referentes a valores de transpiração de plantas de *A. indica*, em Santo Antônio do Leverger, MT, durante o período de 24/10/2006 a 19/03/2008.

Medidas	Comparações	Índice r	Índice d	Índice c	Desempenho
Lisímetros	Lis-01 X PM	0,77	0,67	0,41	'Mau'
	Lis-02 x PM	0,83	0,74	0,52	'Sofrível'
	Lis-03 x PM	0,74	0,65	0,37	'Péssimo'
Fluxo seiva	BC x Lis	0,89	0,75	0,71	'Bom'
	BC x PM	0,84	0,73	0,64	'Mediano'

### CONCLUSÃO

A transpiração diária de plantas de Nim varia com o tamanho da planta e com as condições meteorológicas e pode ser obtida pelo fluxo de seiva, com o método do balanço de calor no caule e com as estimativas encontradas com o método de Penman-Monteith.

As condições favoráveis à expansão foliar de plantas de Nim cultivadas no cerrado podem contribuir para aumentar a transpiração das plantas, em relação a outros ambientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 301p. Irrigation and Dranaige Paper 56.

ANGELOCCI, L.R. **Estimativa da transpiração máxima em macieiras (*Malus spp*) em pomares pelo método de Penman-Monteith**.1996. 95f. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

ANGELOCCI, L.R.; MARIN, F.R.; OLIVEIRA, R.F; RIGHI, E.Z. Transpiration, leaf diffusive conductance, and atmosphere water demand relationship in an irrigated acid lime orchard. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.16, p.53-64, 2004.

CAMARGO, A.P., SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, p.1-7, 2004.

DIMETRY, N.Z.; AMER, S.A.A.; REDA, A.S. Biological activity of two neem seed kernel against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v.116, n.3, p.308-312, 1993.

GREEN, S.R.; MCNAUGHTON, K.G.; GEER, D.H.; MCLEOD, D.J. Measurement of the increased PAR and net all-wave radiation absorption by an apple tree caused by applying a reflective ground covering. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.76, n.3-4, p.163-183, 1995.

GREEN, S.R. Radiation balance, transpiration and photosynthesis of an isolated tree. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.64, n.3-4, p.201-221, 1993.

HUIS, A.; DICKE, M.; RIETJENS, I.M.C.M. Safety evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides. **Journal of Ethnopharmacology**, Wageningen, v.94, n.1, p.25-41, 2004.

MAIA, E.L. **Comportamento vegetativo de três espécies florestais sob estresse hídrico, com adubação orgânica em solos da região semi-árida nordestina**. 2005. 53f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

MARIN, F.R.; ANGELOCCI, L.R.; PEREIRA, A.R. ; VILLA NOVA, N.A.; SENTELHAS, P.C. Sap flow and evapotranspiration in an irrigated citrus orchard. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.2, p.219-226, 2001.

MEDINA, P.; BUDIA, F.; DEL ESTAL, P.; VINUELA, E. Influence of azadirachtin, a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultrastructural approach. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.97, n.1, p.43-50, 2004.

MONTEITH, J.L. Evaporation from land surfaces: progress in analysis and prediction since 1948. In: NATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN EVAPOTRANSPIRATION, Chicago, 1985. **Proceedings**. St. Joseph, ASAE, 1985. p.4-12.

PEREIRA, A.R., GREEN, S., VILLA NOVA, N.A., Relationships between single tree canopy and grass net radiations. **Agricultural Forest Meteorology**, Amsterdam, v.142, n.1, p.45-49, 2007.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, R. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1997. 70p.

SAKURATANI, T. A heat balance method for measuring water sap flow in the stem of intact plant. **Journal Agricultural Meteorology**, Tokyo, v.37, n.1, p.9-17, 1981.

SANGUANPONG, U.; SCHMUTTERES, H. Laboratory studies on the effect of neem oils and neem seed extracts on the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Stuttgart, v.99, n.6, p.637-646, 1992.

SAXENA, R.C. Naturally occurring pesticides and their potential. In: SHEMILT, L.W. (ed.). **Chemistry and World Food Supplies: The New Frontiers**. Oxford: Pergamon Press, 1983. p.664.

SCHACKEL, K.A.; JOHNSON, R.S.; MEDAWAR, C.K.; PHENE, C.J. Substantial errors in estimates of sap flow using the heat balance technique on woody stems under field conditions. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Geneva, v.117, n.2, p.351-356, 1992.

STEINBERG, S.L.; VAN BAVEL, C.H.M.; MCFARLAND, M.J. Improved sap flow gauge for woody and herbaceous plants. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, July/August, p.851-854, 1990.

VALANCOGNE, C.; NASR, Z. Measuring sap flow in the stem of small trees by heat balance method. **Hortscience**, Alexandria, v.24, n.2, p.383-385, 1989.

VILLALOBOS, F.J. Comment on "Relationships between single tree canopy and grass net radiations". **Agricultural Forest Meteorology, Amsterdam**, v.148, n.1, p.693-695, 2008.

WEIBEL, F.P.; DE VOS, J.A. Transpiration measurements on apple trees with an improved stem heat balance technique. **Plant and Soil**, Haia, v.166, n.2, p.203-219, 1994.

★★★★★