ARTIGOS

PARÂMETROS MICROMETEOROLÓGICOS RELACIONADOS ÀS DOENÇAS DA SERINGUEIRA EM MANAUS (AM)*

OSVALDO M. R. CABRAL[1] & ANTONIO C. MIRANDA[2]

[1]CNPSD/EMBRAPA, Cx. Postal 319, 69000-000, Manaus, AM.
[2]Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília (UnB), 70910-900, Brasilia, DF.

(Aceito para publicação em 17/02/93)

CABRAL, O. M. R. & MIRANDA, A. C. Parâmetros micrometeorológicos relacionados às doenças da seringueira em Manaus (AM). Fitopatol. bras. 18:365-370. 1993.

RESUMO

Medidas de temperatura e umidade do ar, radiação solar e térmica, velocidade e direção do vento foram realizadas, a cada 10 min, em um cultivo experimental de seringueira do clone Fx 3899 (híbrido *Hevea brasiliensis* x *Hevea benthamiana*) com kudzu tropical (*Pueraria phaseoloide* Benth.) entre as linhas de plantio. A temperatura do ar variou entre 20 e 30 °C e a umidade relativa entre 90 e 99% durante os ciclos diários. A penetração de radiação no seringal chegava a máximos de 60% para a radiação solar (ondas curtas) e de 70% para o saldo de radiação (ondas curtas e longas). Com isso, o kudzu tropical, por evapotranspiração, faz aumentar o teor de umidade na base das copas das seringueiras. Condições de microclima altamente favoráveis aos fungos patogênicos ocorreram geralmente durante a noite e, às vezes, durante o dia por advecção de umidade proveniente da floresta nativa adjacente.

Palavras chave: *Hevea brasiliensis*, microclima, doenças fúngicas, temperatura, umidade, radiação.

ABSTRACT

Micrometeorological parameters related to diseases in rubber tree in Manaus (AM).

Measurements of air temperature and humidity, solar and net radiation, windspeed and direction were made at 10 min intervals above and below a rubber tree plantation (clone Fx 3899 *Hevea brasiliensis* x *Hevea benthamiana*) with tropical kudzu (*pueraria phaseoloides* Benth.) as soil cover. The air temperature and relative humidity showed daily variation between 20 to 30 °C and 90 to 99%, respectively. About 60% of the incoming solar radiation could penetrate through the rubber trees, and about 70% of the net radiation. So, the tropical kudzu, through evapotranspiration, contributed to increase the humidity at the base of the crowns. Favourable micrometeorological conditions for the fungi usually ocurred during the night, but during the day it also happened by advection of humidity from an adjacent natural forest.

INTRODUÇÃO

As doenças causadas pelos fungos *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx, *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk., *Corynespora* sp e, recentemente, *Rosenscheldiella* sp e *Phyllachorra huberi* têm sido um grande problema para a heveicultura no Brasil, especialmente na região amazônica (Junqueira *et al.*, 1986, 1987a, 1987b).

Zoneamentos de aptidão climáticas com bases em condições climatológicas desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças fúngicas, têm sido utilizados

* Trabalho financiado com recursos do contrato SUDHEVEA/EMBRAPA.

para indicar quais as regiões brasileiras que seriam mais adequadas ao cultivo das seringueiras (Holliday, 1970; Moraes & Bastos, 1972; Camargo, 1976 e Ortolani *et al.*, 1983). Entretanto, às vezes constata-se alta incidência de doenças em regiões consideradas como de incidência intermediária — como o sul da Bahia, classificado por Holliday (1970) — e ausência de epidemias em locais apontados como de alta incidência — como é o caso do seringal Tira-teima no município de Guarapari (ES), citado por Bezerra (1983).

Isto ocorre porque o microclima de uma plantação pode ser bastante diferente do clima regional. Da complexa interação entre a comunidade vegetal e o clima regional resulta um microclima todo especial dentro da plantação, ao qual estão expostos os indivíduos da comunidade. Além disso, da interação entre os indivíduos e o microclima dentro da comunidade resultam, por exemplo, condições climáticas muito especiais sobre a superfície de uma folha (veja "teleoclima" em Gates, 1968; "epiclima" em Monteith, 1981). A forte influência do microclima na ocorrência e controle de doenças fúngicas nos seringais tem sido notada, por exemplo, em plantações próximas ao mar e rios (veja Gonçalves *et al.*, 1972; Bastos & Diniz, 1980) e em relação à topografia (veja Rocha & Vasconcelos, 1978).

Este trabalho descreve o microclima em uma plantação de seringueira, como ele pode ser influenciado pela vegetação usada para a cobertura do solo entre linhas de plantio (kudzu tropical) e pela vegetação adjacente (floresta primária). As características microclimáticas especiais relacionadas às doenças fúngicas nos seringais são discutidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, CNPSD (3° 8' S; 59° 52' W) localizadas entre áreas não alteradas de floresta típica de terra firme, a 30 km de Manaus, foram realizadas observações no centro de 1 ha com 464 seringueiras de 6 e 8 m de altura, com 10 anos de idade, do clone Fx 3899 (híbrido *Hevea benthamiana* x *Hevea brasiliensis*). Entre as linhas de plantio, o solo (latossolo amarelo) era coberto por kudzu tropical (*Pueraria phaseoloisdes* Benth).

Temperaturas e umidade do ar foram medidas a 0,5 m do solo (logo acima do kudzu tropical); próximo à base (2 m) e ao topo (8 m) das copas de seringueiras; e acima da plantação (10 m). Foram utilizados quatro psicrômetros de aspiração forçada, com blindagem dupla e termômetros de circuitos integrados (LM 335 - Nacional) como os descritos em Miranda *et al.* (1988).

Os saltos de energia radiante (radiação solar e térmica incidente - solar refletida e térmica emitida pela superfície) e os fluxos de energia solar (incidente e refletida) foram medidos logo acima do kudzu tropical (0,5 m) e sobre as copas das seringueiras (10 m) utilizando-se dois salto-radiômetros (tipo Funk, Swissteco Pty, Ltd., Hawthon, Austrália) e quatro solarímetros (Kipp & Zonen, Delft, Holanda).

A velocidade e a direção do vento foram medidas com um anemógrafo de rotação mensal (tipo Woelfle, Wilh. Lambrecht, USA) instalado no topo da torre. As medidas foram realizadas a cada 10 min e as médias horárias foram utilizadas na análise dos dados.

O experimento foi realizado no mês de junho de 1986, na época de transição entre a estação mais chuvosa e a menos chuvosa, no período de reenfolhamento das seringueiras (folhas novas com até 20 dias) que coincide com a época do ataque de *corynespora* sp e de *M. ulei*.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Balanço de radiação

Os fluxos de radiação observados acima e no interior do cultivo são apresentados na Figura 1. O fluxo de radiação solar (Si) acima das copas é uma variável que depende de caraterísticas regionais como turbidez atmosférica e nebulosidade (Monteith, 1975). Os valores de Si observados neste trabalho (400 W/m^2) e a variabilidade temporal (picos superiores a 900 W/m^2) foram semelhantes aos obtidos na mesma região por outros pesquisadores nesta época do ano (Villa Nova *et al.* 1976, 1978).

O fluxo de radiação solar refletida pela vegetação (Sr) depende de parâmetros como o ângulo de incidência, a intensidade e a qualidade da radiação (difusa ou direta), além de características ópticas e estruturais da vegetação (Monteith, 1975). Em média, a energia solar refletida pelas copas foi cerca de (12,4 ± 2,5)% da energia solar total, semelhante ao valor de 12% para a floresta amazônica (Shuttleworth *et al.*, 1984) e de (14,5 ± 1,5)% encontrado por Monteney *et al.* (1985) num cultivo de 19 anos na Costa do Marfim (380 plantas/ha e 24 m de altura).

O saldo de energia radiante (Rn) acima do seringal foi cerca de 300 W/m^2 durante o dia, variando com as mudanças do fluxo da radiação solar (Si). Durante a noite, o valor médio de Rn na plantação foi de -10W/m^2, maior do que os valores observados sobre a floresta amazônica, cerca de -40W/m^2 segundo Shuttleworth *et al.* (1984). Sob idênticas condições atmosféricas noturnas, quanto menor Rn (mais negativo) maior é a temperatura da superfície. Isto indica que, durante a noite, as seringueiras nas plantações podem apresentar temperaturas foliares mais baixas que aquelas em seu habitat natural (floresta primária). Menores temperaturas foliares noturnas favorecem a deposição de orvalho (molhamento foliar) e, conseqüentemente, favorecem também o desenvolvimento de doenças fúngicas.

A radiação solar incidente no kudzu tropical foi de (130 ± 50) W/m^2, variando de 15 a 60% da radiação solar medida acima do seringal. O kudzu tropical refletia cerca de 24% da energia solar nele incidente, apresentando assim um coeficiente de reflexão (ou albedo) de 0,24 que difere do valor de 0,36 encontrado por Monthey *et al.* (1981).

O saldo de energia radiante obtido abaixo das copas durante o dia foi de (100 ± 30) W/m^2, variando entre 24 a 70% de Rn medido sobre as copas. Tais valores de energia

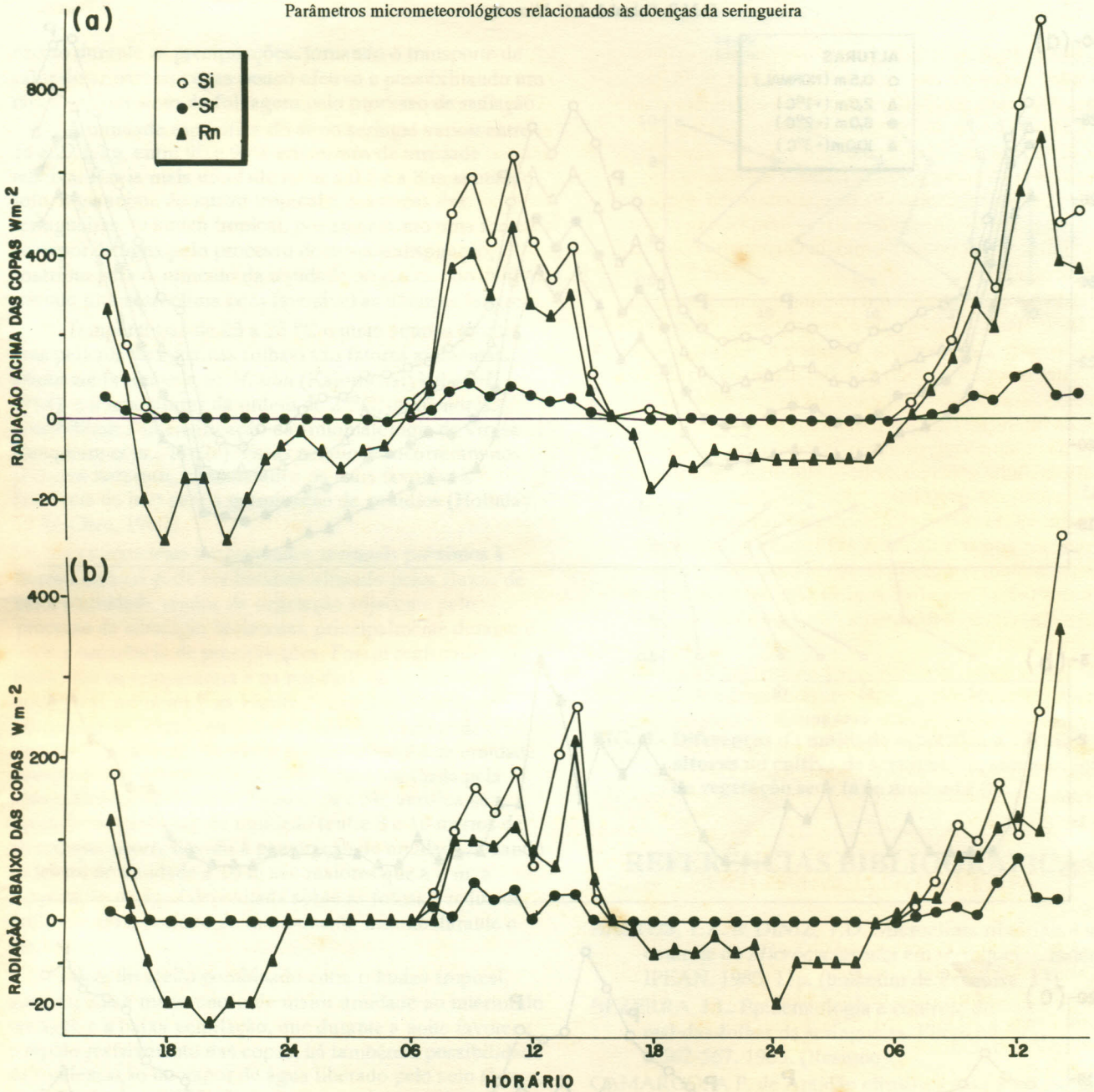

FIG. 1 - Médias horárias de densidade de fluxos de radiação incidente, Si (o); radiação solar refletida, Sr (•); saldo de radiação, Rn (▲); acima (a) e no interior (b) do cultivo de seringueira, durante o período de 3 a 5 de junho de 1986.

são suficientes para manter taxas significativas de evapotranspiração do kudzu tropical (transpiração e/ou evaporação da água depositada sobre a folhagem) que altera o microclima das copas das seringueiras, como indica a análise a seguir.

Temperatura e umidade

A Figura 2 mostra o comportamento da temperatura do ar, velocidade do vento e umidade específica, num período de 48 horas, em que ocorreram situações típicas de precipitação, diurna e noturna (indicadas por P). A temperatura do ar variou entre 20 e 30°C. Durante o dia, sem ocorrência de precipitação, as temperaturas mais altas foram observadas a 8 m de altura, indicando as copas das seringueiras como a principal fonte de calor no seringal. Ao entardecer, com a diminuição na radiação solar, as copas perdem mais energia radiante do que recebem, e chegam a temperaturas mais baixas do que a do ar acima delas (10 m). Durante a noite, quanto mais exposta estiver a seringueira ao céu aberto, e quanto menor for a transferência de energia por convecção do ar para as copas, menor será a temperatura das folhas. A velocidade do vento nos períodos noturnos foi geralmente baixa (0,5 m/s),

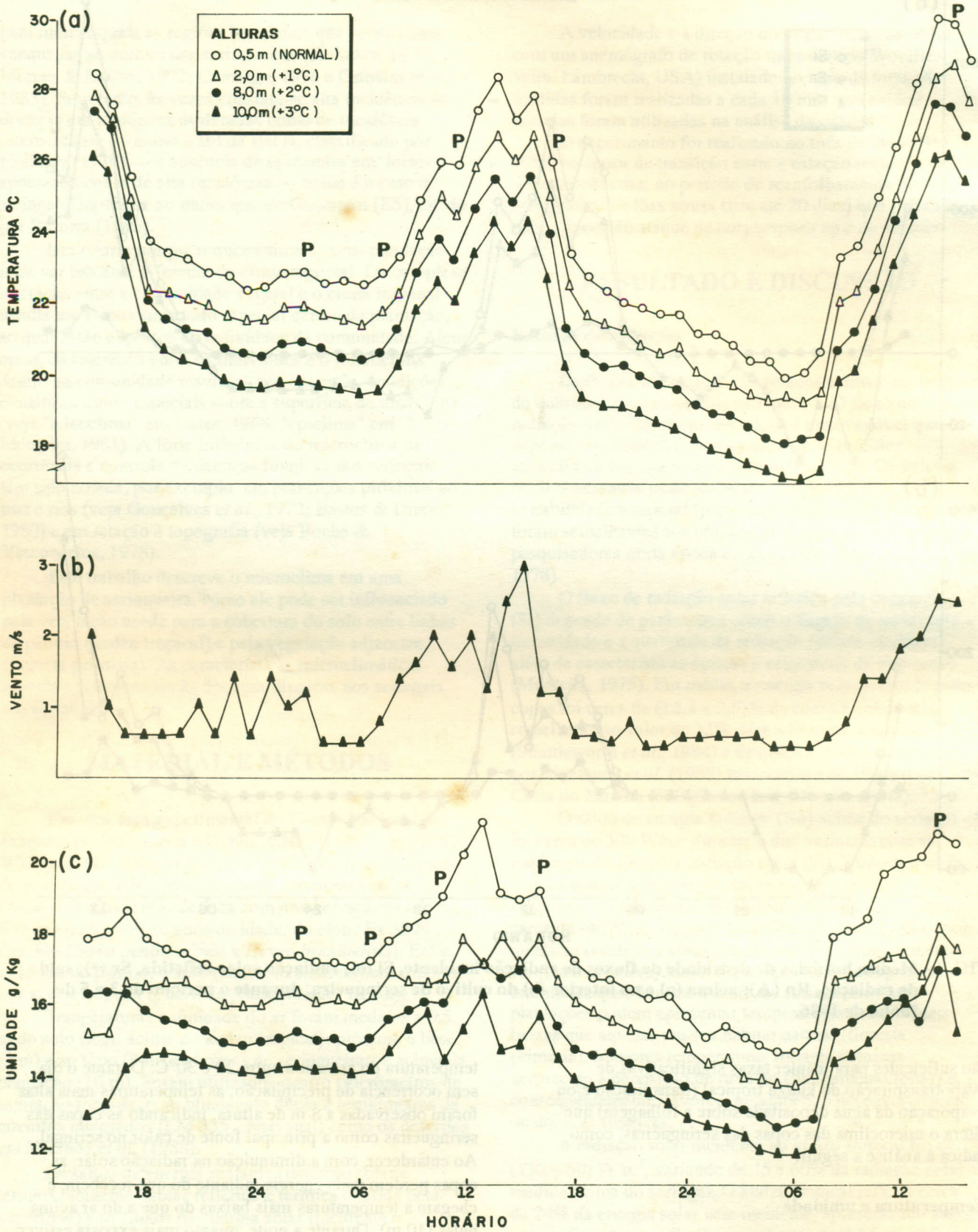

FIG. 2 - Variações diárias da temperatura do ar (a); velocidade do vento (b) a 10 m de altura e umidade específica (c) em quatro níveis no cultivo de seringueira, no período de 3 a 5 de junho de 1986. As curvas de temperatura e umidade foram deslocadas verticalmente, devendo ser adicionados os valores entre parênteses relativos a cada altura.

exceto durante as precipitações, tornando o transporte de calor do ar para as copas pouco efetivo e possibilitando um rápido esfriamento da folhagem pelo processo de radiação.

A umidade específica do ar no seringal variou entre 14 e 22 g/kg, entre 90 e 99% em termos de umidade relativa. Havia mais umidade no ar a 0,5 e a 8 m acima do solo, logo acima do kudzu tropical e das copas das seringueiras. O kudzu tropical, por atuar como uma fonte de vapor de água pelo processo de evapotranspiração, contribui para o aumento da umidade no interior do cultivo, criando um microclima bem favorável às doenças fúngicas.

Temperaturas de 23 a 25 °C e meio aquoso (como uma película de água nas folhas) são fatores ambientais altamente favoráveis ao *M. ulei* (Kajornchaiykul *et al.*, 1984); e temperaturas da ordem de 22°C, ou menores, possibilitam a intensificação da sintomatologia de virose (Junqueira *et al.*, 1987c). Essas condições ocorreram nos períodos noturnos, considerados os mais favoráveis (ausência de luz) para a germinação de conídios (Holliday, 1970; Chee, 1980).

O microclima em pequenos seringais próximos à floresta natural pode ser bastante alterado pelos fluxos de calor e umidade vindos da vegetação adjacente pelo processo de advecção horizontal, principalmente durante e após a ocorrência de precipitações. Foram registrados aumentos na temperatura e na umidade do ar durante à noite (veja primeiro P na Figura 2) devido ao transporte horizontal de ar mais quente e úmido proveniente da floresta circundante. Também houve advecção de umidade durante o dia, quando a vegetação estava molhada pela chuva. Comparando-se as Figuras 3a e 3b, verifica-se a inversão no gradiente de umidade (entre 8 e 10 metros de altura) que ocorre devido à penetração de umidade. Quando os teores de umidade a 10 m são maiores que a 8 m, a evaporação da água depositada sobre as folhas é reduzida, prolongando o período de molhamento mesmo durante o dia.

Além do efeito combinado entre o kudzu tropical, que propicia a manutenção de maior umidade no interior do seringal, e a baixa ventilação, que durante a noite favorece o rápido resfriamento das copas, há também a possibilidade da condensação do vapor de água liberado pelo solo (Jones, 1983; Pickering, 1975). Neste caso, a cobertura do solo poderia atuar tanto como hospedeiro residente, controlando a dispersão, já que após a germinação os esporos dificilmente teriam condições de infectar folhas de seringueiras, ou como auxiliar na disseminação, pois as altas umidades (na ausência de água livre) manteriam os esporos viáveis por mais tempo. Logo, a adoção de medidas visando o controle integrado de doenças, como a consorciação, deve conter o objetivo de interferir nos ciclos biológicos e na dispersão dos patógenos através de modificações no microclima. Um consórcio, por exemplo, utilizando culturas intercalares também perenes, propiciaria um aumento na biomassa, que passaria a absorver mais radiação durante o dia, limitando a atividade evapotranspiratória da cobertura do solo, e elevando as temperaturas noturnas das copas, criando assim condições desfavoráveis ao estabelecimento dos patógenos da seringueira.

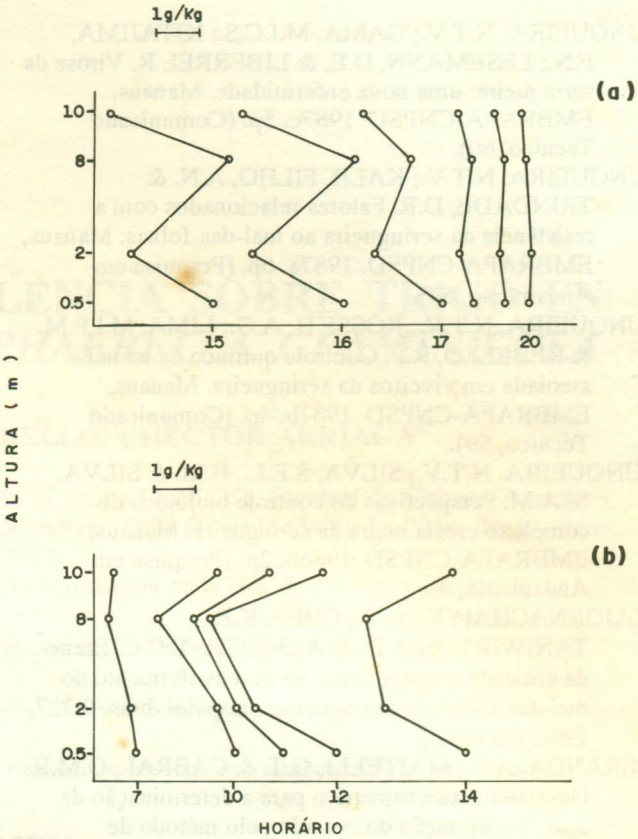

FIG. 3 - Diferenças da umidade específica a várias alturas no cultivo de seringueira, sob condições de vegetação seca (a) e molhada (b).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, T.X. & DINIZ, T.D. Microclima ribeirinho: um controle do *Microcyclus ulei* em seringueira. Belém, IPEAN. 1980. 15p. (bolhetim de Pesquisa, 13).

BEZERRA, J.L. Epidemiologia e controle do mal-das-folhas da seringueira. Fitopatol. bras. 8:562-567. 1983. (Resumo).

CAMARGO, A.P. de Aptidão climática para a hevicultura no Brasil. Ecossistema. 1:6-14. 1976.

CHEE, K.H. The suitability of enviromental conditions for the spread of South American leaf blight of Hevea rubber. Planter. 56:445-454. 1980.

GATES, D.M. Biophysical Ecology. Springer-Verlag, New York. 1968. 611pp.

GONÇALVES, T.R.C.; VIEGAS, I.J.M. & BASTOS, T.X. Queima das folhas de seringueira controle através do cultivo de clones selecionados em condições ambientais desfavoráveis ao patógeno. In: Seminário Nacional da Seringueira, 1., Cuiabá, 1972. Anais. s.1., SUDHEVEA, 1972. p. 111-115.

HOLLIDAY, P. South American leaf blight (*Microcyclus ulei*) of *Hevea brasiliensis*. Phytopatol. Papers. 12:1-13. 1970.

JONES, H.J. Plants and microclimate. Oxford, Cambridge University Press. 1983. p. 323.

JUNQUEIRA, N.T.V.; GAMA, M.I.C.S.; KITAJIMA, F.N.; LESEMANN, D.E. & LIBERREI, R. Virose da seringueira: uma nova enfermidade. Manaus, EMBRAPA-CNPSD. 1987c. 5p. (Comunicado Técnico, 60).

JUNQUEIRA, N.T.V.; KALIL FILHO, A.N. & TRINDADE, D.R. Fatores relacionados com a resistência da seringueira ao mal-das-folhas. Manaus, EMBRAPA-CNPSD. 1987a. 6p. (Pesquisa em Andamento, 54).

JUNQUEIRA, N.T.V.; ROSSETI, A.G.; LIMA, M.I.P.M. & REBELLO, R.P. Controle químico da mancha areolada em viveiros da seringueira. Manaus, EMBRAPA-CNPSD. 1987b. 4p. (Comunicado Técnico, 59).

JUNQUEIRA, N.T.V.; SILVA, S.E.L., H.M. & SILVA, M.A.M. Perspectivas do controle biológico do complexo crosta negra da seringueira. Manaus, EMBRAPA-CNPSD. 1986b. 2p. (Pesquisa em Andamento, 4).

KAJORNACHAIYKUL, P.; CHEE, K.E.; TANIWIRYONO, D. & ALMEIDA, L.C.C. Efeito da umidade e temperatura no desenvolvimento do mal-das-folhas da seringueira. Fitopatol. bras. 9:327. 1984. (Resumo).

MIRANDA, A.C.; MAITELLI, G.T. & CABRAL, O.M.R. Um sistema psicrométrico para a determinação da evapotranspiração do cerrado pelo método de Bowen. Anais do V Congresso Brasileiro de Meteorologia. Vol. 2. 1988. p. 16-21.

MONTEITH, J.L. Principles of enviromental physics. London, Edward Arnold. 1975.

MONTEITH, J.L. & UNSWORTH, M.H. Principles of Enviromental Physics. London, Edward Arnold. 1981.

MONTENY, B.A.; BARVIER, J.M. & BERNOS, C.M. Determination of the energy exchanges of a forest type culture: *Hevea brasiliensis*. In: Hutchison, B.A. & Hicks, B.B. eds. The Forest Atmosfere Interaction. s.1., D. Reidel, 1985.

MONTENY, A.B.; HUBERT, J.; LHOME, J.P. & KALMS, J.M. Le rayonement net et l'estimation de l'evapotranspiration em Cote d'Ivoire. Agric. Meteorol, 23:45-59. 1981.

MORAES, V.H.F. & BASTOS, T.X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semipermanentes e anuais, com possibilidades de expansão na Amazônia, IPEAN. 1972. (Bolhetim de Pesquisa, 54).

ORTOLANI, A.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. de & BRUNINI, O. Aptidão climática para a regionalização da heveicultura no Brasil. In: Seminário Brasileiro sobre Recomendação de Clones de Seringueira, 1., Brasília, DF, 1982. Anais. Brasília, SUDHEVEA. 1983. p. 19-25.

PICKERING, K.E. Dew and of relationships as affected by ambient humidity and soil moisture conditions. Albany, SUNYA. 1975. 118 p. (ASRC-SUNYA PUB. Nº 323).

ROCHA, H.M. & VASCONCELOS FILHO, A.P. Epidemology of the South American leaf blight of rubber in the region of Ituberá, Bahia, Brazil. Turrialba, 28(4):325-329. 1978.

SHUTTLEWORTH, W.J.; GASH, J.C.; LLOYD, C.R.; MOORE, C.J.; ROBERTS, J.; MARQUES FILHO, A. de O.; FISCH, G.; SILVA FILHO, V.; RIBEIRO, M.N.G.; MOLION, L.C.B.; ABREU SÁ, L.D. de; NOBRE, CABRAL, O.M.R.; PATEL, S. & MORAES, J.C. Observations radiation exchanges above and below Amazonian forest. Q.J.R. Meteorol. Soc. 110:1162-1169. 1984.

VILLA NOVA, N.A.; RIBEIRO, M.N.G.; NOBRE, C.A. & SALATI, E. Radiação solar em Manaus. Acta amaz. 8(3):417-421. 1978.

VILLA NOVA, N.A.; SALATI, E.; SANTOS, J.M. & RIBEIRO, M.N.G. Coeficientes de transmissão de radiação solar em Manaus em junho. Acta amaz., 6(3):319-322. 1976.