

Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 1, n. 1, p. 25-30, 1993

Aprovado para publicação em 08/06/1992.

CARACTERÍSTICAS AERODINÂMICAS DA VIDEIRA CONDUZIDA EM ESPALDEIRA.

AERODINAMIC CHARACTERISTICS FOR TRELLISED GRAPES.

Paulo Cesar Sentelhas¹, Mário José Pedro Júnior²

Fernando Picarelli Martins³

RESUMO

Foram determinados os parâmetros aerodinâmicos em videira conduzida em espaldeira, através de medidas de perfis de vento acima e abaixo do dossel para direções: paralela e perpendicular às ruas da cultura. O transporte de momento e o perfil de vento normalizado, dentro da cultura, foram estimados pelos métodos propostos por Inoue-Cionco, Landsberg-James-Thom e Cowan.

Não houve diferenças entre os parâmetros aerodinâmicos (deslocamento do plano zero (d) e rugosidade (z_o)) determinados em dia com ventos: perpendiculares e paralelos às ruas da cultura. No entanto, as determinações feitas em dia com ventos perpendiculares às ruas da cultura foram mais uniformes. Os valores de d variaram de 80 a 99% e os de z_o de 0,1 a 10% da altura da cultura.

As estimativas de velocidade do vento e a variação do transporte de momento normalizadas não apresentaram diferenças entre os três métodos utilizados.

Palavras-chave: vento, parâmetros aerodinâmicos, rugosidade da cultura, deslocamento do plano zero.

SUMMARY

¹ Engº Agrº, IPMET/UNESP. Estagiário da Seção de Climatologia. Instituto Agronômico. CP 28. 13001 Campinas - SP.

² Engº Agrº PhD. Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico. Bolsista CNPq.

³ Engº Agrº Estação Experimental de Jundiaí. Instituto Agronômico.

The aerodynamics parameters for grapes grown under a trellis system were determined using wind profiles above and below the canopy in the directions: parallel and perpendicular to the crop rows. The momentum transport and normalized wind profile in the crop were estimated through different methods: Inoue-Cionco, Landsberg-James-Thom and Cowan. There were no differences among the aerodynamic parameters (zero plane displacement (d) and roughness (z_o)) determined with winds: perpendicular and parallel to the crop rows. However, measurement in days with perpendicular winds showed more uniform results. The values of d and z_o were, respectively, 80-99% and 0.1-10% of crop height. Estimates of the normalized wind speed and variation of momentum transport using three different methods did not show any difference.

Key-words: wind profile, aerodynamic parameters, roughness length, zero-plane displacement.

INTRODUÇÃO

As interações que ocorrem entre a atmosfera e as culturas dependem da natureza da superfície. A atmosfera interage diferentemente com mata, vegetação de porte médio, gramado, solo nu e água. Essas interações resultam em fluxos que mudam as propriedades físicas da atmosfera adjacente, condicionando microclimas diferenciados.

O crescimento e produção das culturas são afetados tanto pelo microclima da comunidade vegetal, como pelas condições climáticas predominantes. As trocas dos constituintes da atmosfera entre as superfícies vegetadas e o ar dependem, na grande maioria das vezes, de fatores ligados às condições microclimáticas das culturas, que são condicionadas pela forma como o escoamento é obstruído, ou pela densidade e disposição da cultura no campo.

No caso da videira, as condições microclimáticas apresentam peculiaridades, devido principalmente à disposição da cultura no campo e à sua arquitetura. Esses fatores influenciam a captação de energia, interação com ventos e, conseqüentemente, com trocas de gases e calor da cultura com a camada de ar adjacente.

Várias culturas tem sido estudadas a nível microclimático, procurando-se determinar os parâmetros aerodinâmicos: deslocamento do plano zero (d) e rugosidade (z_o). UCHIJIMA (1976), determinou esses parâmetros para a cultura do arroz; LEGG *et al* (1981), para a cultura do feijão e batata; PEDRO JUNIOR & MAGALHÃES (1982) e BALDOCCHI *et al* (1983), para a cultura da soja; BRUNINI *et al* (1983) para a cultura do milho e KUSTAS *et al* (1989) para a cultura do algodão, todos eles evidenciando que d e z_o são

afetados pela altura da cultura, assim como pela densidade da cobertura (SHAW & PEREIRA, 1982).

No caso da videira, HICKS (1973) encontrou uma grande variação nos valores encontrados de d e z_o em relação à direção dos ventos predominantes, porém quando a direção era perpendicular às ruas da cultura z_o representava 13% da altura da videira. Nessas condições aquele autor constatou uma maior perda de água pela cultura devido à evaporação.

Mais tarde, RIOU *et al* (1987) também verificaram ser evidentes os efeitos da direção do vento no microclima da cultura, onde as relações usuais de perfil dos fluxos não são válidas para fluxos de massa e calor.

Desse modo, em função das características da cultura da videira, pretende-se verificar a influência da direção dos ventos (paralelos e perpendiculares às ruas da cultura) na determinação dos parâmetros aerodinâmicos e nos perfis vento e da variação do transporte de momento normalizados dentro da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Jundiaí, do Instituto Agrônomo de Campinas, situada na região produtora de uva de mesa. Utilizou-se a videira Niagara Rosada com quatro anos de idade, conduzida em espaldeira com três fios de arame, com espaçamento entre linhas de 2m e entre plantas de 1m. A altura média das plantas era de 160cm, estando a cultura em fase de pleno desenvolvimento vegetativo.

A orientação das linhas da cultura era norte-sul, em terreno de leve declive na direção leste-oeste, sendo a área total do experimento de 0,5 ha.

Foram feitas leituras da velocidade do vento, a intervalos de 15 minutos, nas alturas (Z): 30, 80, 160, 240 e 320 cm, com anemômetros totalizadores. Além do perfil de vento, foi determinado o perfil de temperatura do ar.

Para análise, foram selecionados dois dias com estabilidade atmosférica próxima à neutralidade, determinada pelo número de Richardson: 30 de outubro de 1987, com ventos predominantes sul (paralelos às ruas da cultura), e 13 de novembro de 1987, com ventos predominantes Nordeste e Sudoeste (perpendiculares às ruas da cultura).

Foram determinados, para cada dia de medida, o deslocamento do plano zero (d), a rugosidade (z_o) e a velocidade característica (U^*), em vários horários, utilizando-se o método estatístico da menor variabilidade, com dados medidos acima do topo da cultura, caracterizando o escoamento sobre vegetação de porte alto, dado por:

$$U = (U^* / k) \cdot \ln [(Z - d) / z_o]$$

onde U é a velocidade do vento (cm/s); U^* é a velocidade característica (cm/s); K é a constante de Von Karman (0,4) e Z a altura da cultura.

O escoamento dentro da vegetação, dado pela penetração lateral dos ventos e vertical dos turbilhões formados acima das plantas, que é responsável pelo transporte de momento para dentro da vegetação e calor sensível, calor latente, gases e partículas tanto para dentro como para fora da vegetação (PEREIRA, 1990), foi caracterizado pela variação do transporte de momento (τ) dentro da vegetação. Este é função da distribuição da densidade de área vegetal, expressa por uma equação linear de 2ª ordem, que possui várias soluções como as propostas por Inoue-Cionco, Cowan e Landsberg-James-Thom, apresentadas por PEREIRA (1990):

a) Inoue-Cionco:

$$U(z)/U(h) = \text{EXP}[g(z/h - 1)]$$

$$g = h / [(h - d) \cdot \ln (h - d) / z_o]$$

$$t(z) / t(h) = \text{EXP}^2 [g(z/h - 1)]$$

b) Cowan:

$$U(z)/U(h) = [\sinh (b z/h) / \sinh (b)]^{0,5}$$

$$b = 2 h / [(h - d) \cdot \ln (h - d / z_o)]$$

$$t(z) / t(h) = (\cosh b z/h / \sinh b)$$

c) Landsberg-James-Thom:

$$U(z)/U(h) = [1 + a(1 - z/h)]^{-2}$$

$$a = h / [2(h - d) \cdot \ln(h - d/z_0)]$$

$$t(z) / t(h) = h^3 / a^3 (h + h/a - z)^{-3}$$

sendo z a altura da medida e h a da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de d , z_0 e U^* , determinados pelo método estatístico da menor variabilidade, com perfis de vento medidos acima da cultura, mostraram existir variação desses parâmetros durante o dia (Tabela 1).

A relação desses parâmetros com a altura (h) da cultura foi:

$$d = a \cdot h, \text{ onde } a \text{ variou de } 0,8 \text{ a } 0,99$$

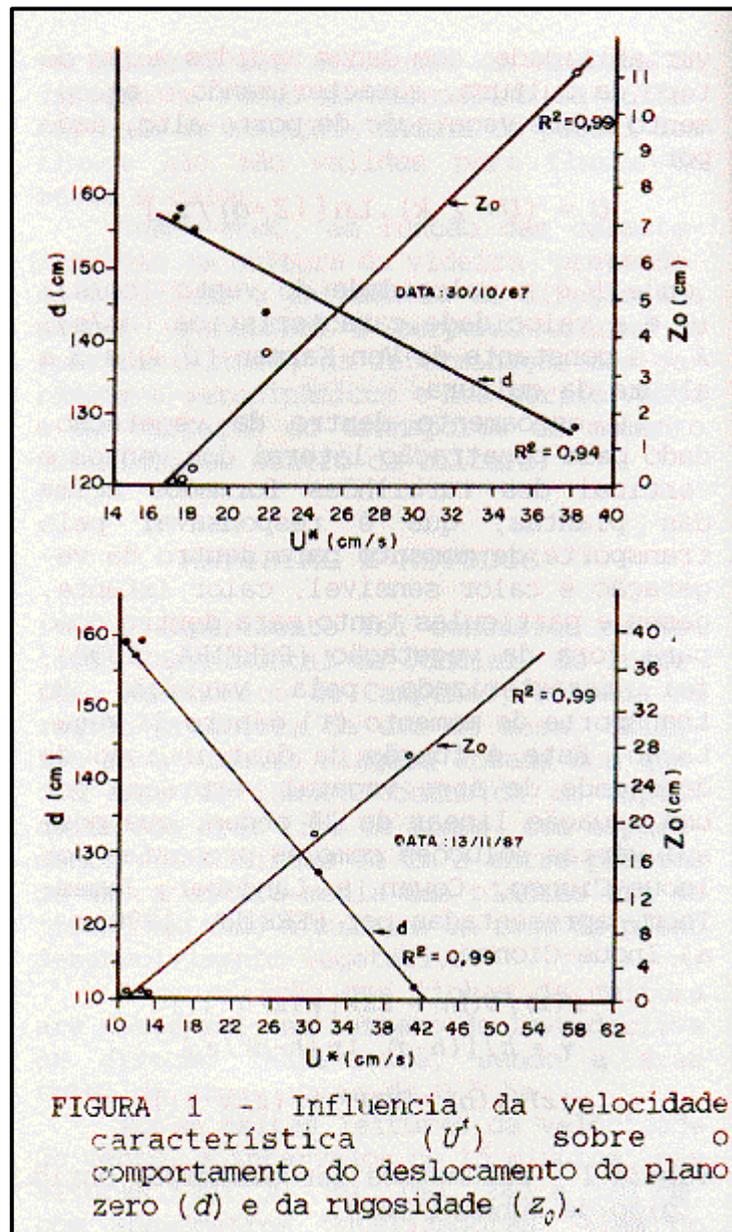
$$z_0 = b \cdot h, \text{ onde } b \text{ variou de } 0,001 \text{ a } 0,1.$$

Isto mostra que o valor de d é aproximadamente de 80 a 99% da altura da cultura e z_0 de 0,1 a 10%, similares aos valores obtidos por HICKS (1973).

Tabela 1 - Parâmetros aerodinâmicos obtidos em videira conduzida em espaldeira, na região de Jurdiaí (SP).

Parâmetros	Horário					
	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
30 de outubro de 1987						
d (cm)		157	128	155	144	158
z_0 (cm)		0,18	11,25	0,41	3,65	0,10
U^* (cm/s)		16,96	38,14	17,95	21,80	17,28
Ri		-0,008	-0,008	-0,014	-0,015	-0,012
13 de novembro de 1987						
d (cm)	112	128	157	159	159	159
z_0 (cm)	26,41	16,79	0,57	0,11	0,10	0,10
U^* (cm/s)	40,76	31,34	12,03	12,65	10,48	10,48
Ri	-0,028	-0,035	-0,032	-0,016	-0,018	0,018

Verificou-se (Tabela 1) que não houve influência da direção do vento na caracterização de d e z_o , o que também foi constatado na cultura de algodão por HATFIELD (1989). A grande variação de d e z_o , usual no método de determinação utilizado (KUSTAS *et al*, 1989), inibe qualquer tentativa de análise mais detalhada dos dados, sendo necessárias observações mais detalhadas, para que esse problema seja adequadamente solucionado. Porém, essas variações mostraram estar diretamente relacionadas com as observações de Stanhill & Fuchs e de Rijks citados por STANHILL (1976).



Os resultados obtidos, ainda mostraram existir interdependência entre d e z_o (Figura 1), evidenciando a

influência da velocidade característica (U^*) no comportamento desses parâmetros, pois quando U^* aumenta, z_0 também aumenta e d diminui. Esse fato também foi constatado por UCHIJIMA (1976) em arroz.

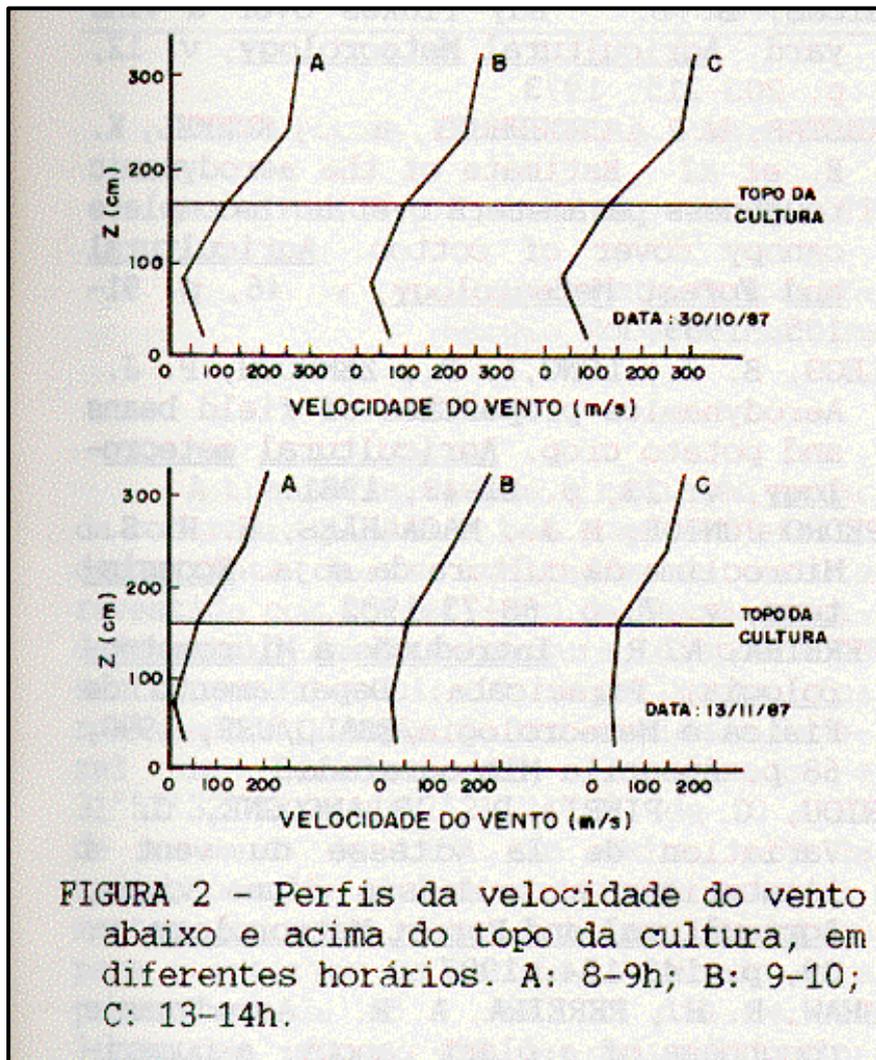
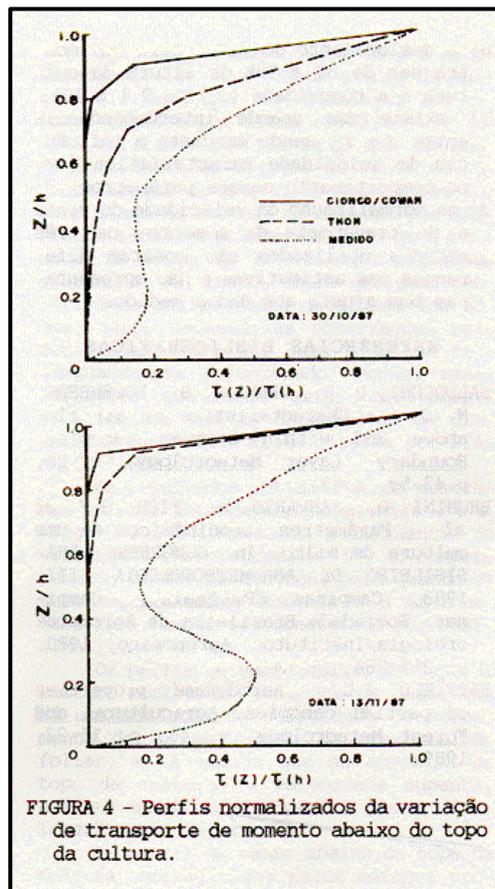
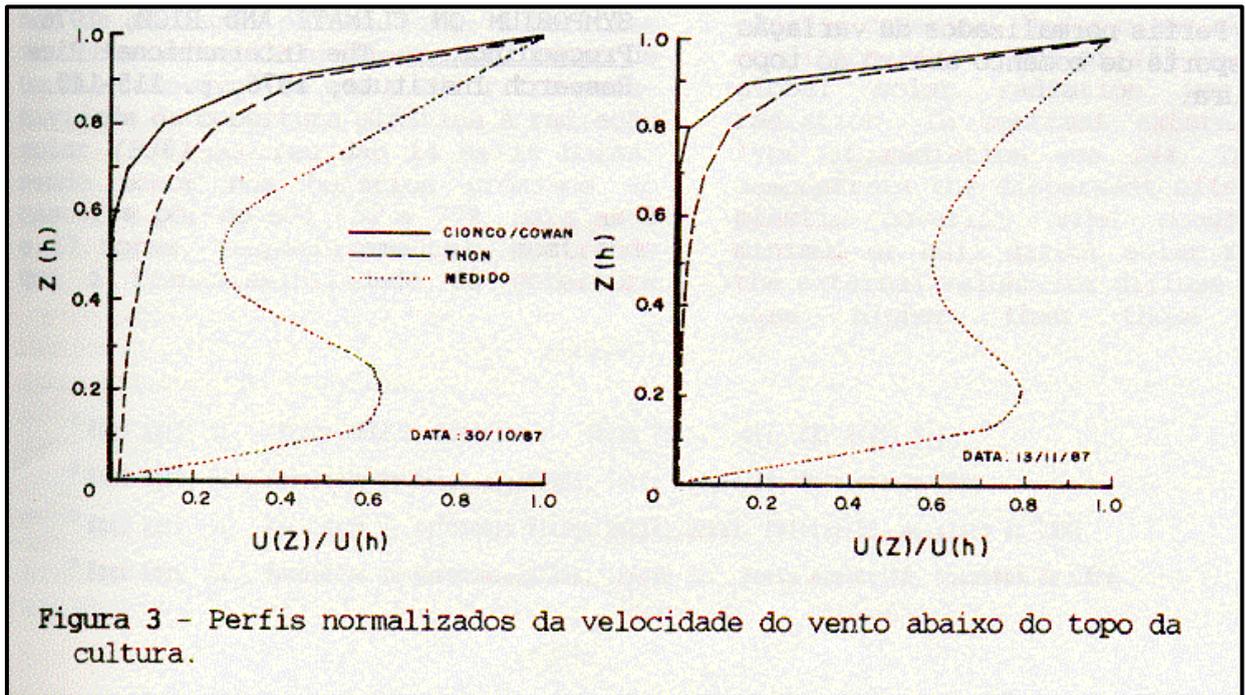


FIGURA 2 - Perfis da velocidade do vento abaixo e acima do topo da cultura, em diferentes horários. A: 8-9h; B: 9-10; C: 13-14h.

Os perfis de vento abaixo do topo da cultura mostraram, em ambos os dias, que há uma variação da velocidade do escoamento do ar em função da distribuição foliar, e, à medida que se aproxima do topo da cultura, a velocidade aumenta, até que acima dele o perfil passa a ser logarítmico (Figura 2).

Os perfis de vento abaixo do topo da cultura, normalizados pelos métodos propostos por Inoue-Cionco e Cowan (Figura 3) não apresentaram diferenças entre os valores estimados, enquanto que pelo método proposto por Landsberg-James-Thom apresentaram ligeira diferença. O mesmo foi verificado na determinação da variação de transporte de momento (Figura 4).



Todos os métodos mostraram a seguinte tendência: aumento da velocidade do vento e do transporte de

momento à medida que se chega próximo ao topo da cultura, devido à maior influência da interação cultura-atmosfera.

Os métodos utilizados não ajustaram satisfatoriamente os dados medidos na cultura, como pode ser visto nas Figuras 3 e 4, não mostrando a tendência do aumento da velocidade do vento na parte inferior da cultura, onde a obstrução ao escoamento é menor devido à reduzida densidade foliar.

Isso mostra a não validade para a cultura das relações usuais dos fluxos de massa e de calor, o que também foi verificado por RIOU *et al* (1987).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que para a cultura da videira, conduzida em espaldeira:

- a) os parâmetros aerodinâmicos d e z_o não apresentaram diferenças quando determinados em dias com ventos paralelos ou perpendiculares às ruas da cultura;
- b) o deslocamento do plano zero (d) mostra ser de 80 a 99% da altura da cultura e a rugosidade (z_o) de 0,1 a 10%;
- c) existe uma grande interdependência entre d e z_o , sendo marcante a influência da velocidade característica (U^*) no comportamento desses parâmetros;
- d) na normalização da velocidade do vento e do transporte de momento, os três métodos utilizados não mostram diferenças nas estimativas e não apresentaram bom ajuste aos dados medidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDOCCHI, D. D., VERMA S. B., ROSENBERG, N. J. Characteristics of air flow above and within soybean canopies. **Boundary- Layer Meteorology**, v. 25, p.43-59, 1983.
- BRUNINI, O., JANUÁRIO, M., FICH, G.F. *et al* Parâmetros aerodinâmicos de uma cultura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, III, 1983, Campinas, SP. **Anais...**, Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Instituto Agrônômico, 1983, p. 255-264.
- HATFIELD, J.L. Aerodynamic properties of partial canopies. **Agricultural and Forest Meteorology**. v. 46, p. 15-22, 1989.

- HICKS, B. B. Eddy fluxes over a vine yard. **Agricultural Meteorology**, v. 12, p. 203-215. 1973.
- KUSTAS, W.P., CHOUDHURY, B.J., KUNKEL, K. E. *et al* Estimate of the aerodynamic roughness parameters over an incomplete canopy cover of cotton. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 46, p. 91-105, 1989.
- LEGG, B. J., LONG, I. F., ZEMROCH, P. J. Aerodynamics properties of field beans and potato crop. **Agricultural meteorology**, v. 23, p. 21-43, 1981.
- PEDRO JÚNIOR, M.J., MAGALHÃES, H. H. S. Microclima da cultura da soja. **Ecossistema**, v. 7, p. 68-73, 1982.
- PEREIRA, A. R. **Introdução à Micrometeorologia**, Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia/ESALQ/USP, 1990, 68 p. Apostila Mimeografada.
- RIOU, C., PIERI, P., VALANCOGNE, C. Variation de la vitesse du vent a l'interieur et audessus d'une vigne, **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 39, p. 143-154. 1987.
- SHAW, R. H., PEREIRA, A. R. Aerodynamic roughness of a plant canopy: a numerical experiment. **Agricultural Meteorology**, v. 26, p. 51-65, 1982.
- STANHILL, G. - Cotton. In: MONTHEITH, J. L. **Vegetation and the atmosphere**. Londres: Academic Press, 1976, p. 121-150.
- UCHIJIMA, Z. Microclimate of rice. In: SYMPOSIUM ON CLIMATE AND RICE, 1976. **Proceedings...**, The International Rice Research Institute, 1976, p. 115-140.