

# ESTUDO DO MICROCLIMA E DOS PERFIS DE UMIDADE E DIÓXIDO DE CARBONO NO INTERIOR E ACIMA DO DOSSEL VEGETATIVO DA CULTURA DO SORGO (*Sorghum vulgare Pers.*)\*

Gilberto C. Sediyama  
William O. Pruitt\*\*

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de evapotranspiração é essencialmente influenciado pelas condições do microambiente do interior do dossel vegetativo da cultura. Por outro lado, a maioria dos fenômenos climáticos que ocorrem na vizinhança do dossel vegetativo da planta também sofre a influência das condições microclimáticas do seu interior.

O vapor d'água e o dióxido de carbono são os dois gases constituintes da atmosfera e do processo de evapotranspiração que estão sempre envolvidos nos processos biológicos próximo ao nível do solo. A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é baixa. Sendo assim, o processo de transporte de CO<sub>2</sub> por turbulência torna-se importante fator no suprimento do dióxido de carbono respirado pelas plantas e pelos microrganismos do solo.

Grande interesse tem sido demonstrado pelo estudo do microclima no interior do dossel vegetativo de culturas agrícolas, principalmente com relação ao milho, ao trigo e ao arroz (PENMAN e LONG (4), WRIGHT e LEMON (8), UCHIJIMA (6), UCHIJIMA *et alii* (7), LEMON e WRIGHT (3) e ALLEN (1). Nas proximidades da estação micrometeorológica da Universidade da Califórnia, em Davis, PRUITT e ASTON (5) e BURRAGE (2) têm desenvolvido estudos de microambiente da «Ryegrass» (*Lolium perenne*), geralmente usado para estudo da estimativa da evapotranspiração potencial.

O objetivo principal deste trabalho é determinar os perfis da concentração de vapor d'água e dióxido de carbono no interior e acima do dossel vegetativo da cultura do sorgo (*Sorghum vulgare*), a fim de verificar como estes elementos são influenciados pelas condições microambientes acima e no interior do dossel vegetativo da cultura durante as diferentes horas do dia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Determinação do Perfil de Umidade

Para determinar o perfil da concentração do vapor d'água, foram tomadas

\* Recebido para publicação em 26-04-1977.

\*\* Respectivamente, Professor Assistente da U.F.V. e Engenheiro de Irrigação do Departamento de Water Science & Engineering da Universidade da California — Davis — USA.

amostras de certo volume de ar, a cinco diferentes alturas acima do nível do terreno, sendo que as três primeiras amostragens foram tomadas no interior e as outras duas acima do dossel vegetativo do sorgo. As amostragens do volume de ar foram feitas simultaneamente em duas parcelas da área experimental, sendo uma amostragem dentro da parcela irrigada e outra dentro da parcela não irrigada, com a finalidade de comparação.

Chamando-se os dois pontos de amostragens do ar de A (área irrigada) e B (área não irrigada), a distribuição dos orifícios para a coleta da amostra de ar com o tubo flexível de plástico «tygon» em perfil vertical foi:

$$\begin{aligned} A & - 33, 67, 103, 139 \text{ e } 170 \text{ cm} \\ B & - 32, 56, 96, 126 \text{ e } 153 \text{ cm} \end{aligned}$$

Todas as alturas foram computadas a partir da superfície do solo; no dia da amostragem de ar as alturas da cultura eram: A - 140 cm e B - 120 cm.

A área experimental do sorgo era pequena, aproximadamente 56 x 79m, e as parcelas A e B foram tomadas mais ou menos no centro dessa área. A área do sorgo estava cercada pela cultura do milho nas margens Leste e Sul. As margens Norte e Oeste da área do sorgo eram cercadas por um campo aberto e arado.

As amostras de ar eram armazenadas em sacos laminados e flexíveis, de volume preestabelecido, os quais eram construídos de laminados de milar, papel-alumínio e polietileno. Todos os reservatórios de ar eram em primeiro lugar aspirados completamente antes da amostragem, por meio de bombas de aspiração rotativa. O tubo da entrada de ar utilizado foi o tubo plástico «tygon», com 4,8 mm de diâmetro interno. Em razão de se dispor de apenas duas bombas para cada local de amostragem de ar e de cinco níveis de amostragens para ambas as parcelas, foi usado um procedimento cíclico durante as amostragens de ar. Dois pontos de aspiração de ar, a partir do nível do solo, primeiro e segundo pontos simultaneamente; depois, o terceiro e o quarto pontos; em seguida, o quinto, e novamente o primeiro ponto; e assim por diante, durante o período de aspiração de um minuto para o ciclo de amostragem de quinze minutos.

O ar armazenado em cinco reservatórios flexíveis de papel foi subsequentemente analisado, e o conteúdo de umidade foi determinado por meio do «General Mills — higrômetro infravermelho». A resposta do higrômetro infravermelho representa a umidade absoluta do ar (gramas de vapor d'água por metro cúbico de ar) em milivolts (Mv). A este valor Mv foi aplicada a seguinte equação de transformação do higrômetro:

$$Q_z = (0,91 \times Mv + 0,042 \times Mv^2 + 0,0016 \times Mv^3) \times Kt \times Kp$$

onde:

$$Qz = \text{Umidade absoluta (g/m}^3)$$

$Kt$  = Fator de correção motivada pela temperatura

$$Kt = \frac{\text{Temperatura do instrumento (}^{\circ}\text{K)}}{\text{Temperatura do ar (}^{\circ}\text{K)}}$$

$$Kt = 1,0 \text{ (próximo ao equilíbrio térmico)}$$

$$Kp = \text{Correção motivada pela variação da pressão}$$

$$Kp = \frac{760 \text{ mm Hg}}{(760 \text{ mmHg} - \text{pressão do instrumento})^{1,23}}$$

$$Kp \approx 1,05 \text{ (para vácuo igual a 27 mmHg)}$$

$$Mv = \text{Leitura no higrômetro, em milivolts, com relação à referência zero do aparelho}$$

## 2.2. Determinação do Perfil de Dióxido de Carbono

Mediante o sistema de amostragem de ar para o higrômetro infravermelho, as amostras de ar seco dos sacos laminados e flexíveis foram analisados contínua e simultaneamente, quanto à concentração de dióxido de carbono, após as determinações da umidade absoluta, acoplando duas bombas para amostras individuais de ar que saíam do higrômetro infravermelho. As duas bombas, que eram combinadas entre si, forneciam fluxos iguais de ar às células do analisador de CO<sub>2</sub>. Os fluxos de ar eram continuamente calibrados e ajustados para que a leitura zero corresponesse à concentração de CO<sub>2</sub> a 400cm acima da superfície da grama do lisímetro (com 6,10 m de diâmetro) tomada como referência.

Para o estudo da distribuição vertical da concentração de CO<sub>2</sub>, no interior e acima do dossel vegetativo do sorgo, foi dada ênfase à obtenção de séries de amostragens correspondentes ao perfil completo no interior da cultura.

O analisador utilizado para determinar a concentração diferencial de CO<sub>2</sub> foi o analisador de gás com raios infravermelhos, modelo «IR 215 Beckman», tipo laboratório-portátil.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. Perfil de Umidade Absoluta

Em razão da diferença de altura e densidade das plantas nas duas parcelas, a discussão tornou-se difícil. Entretanto, pode-se observar que, de acordo com as Figuras 1 e 2, a concentração da umidade absoluta (gramas de vapor d'água/m<sup>3</sup> de ar) aumenta rapidamente entre as alturas de 33 a 67 cm, na parcela irrigada às 9:00 e 13:30 horas, indicando uma transferência de vapor d'água da superfície do solo para a região mediana da planta. No perfil de umidade, para as observações feitas nos horários de 11:05 e 15:10, o conteúdo de vapor no ar dentro do dossel vegetativo do sorgo decresceu uniformemente. O grupo de perfis da umidade absoluta para a parcela não irrigada mostra um decréscimo quase constante para a altura, à exceção do perfil para observações das 13:30 horas, onde houve uma inversão entre as alturas de 33 e 67 cm.

Comparando o gradiente de umidade absoluta entre os perfis da área irrigada e da não irrigada, à exceção das observações das 9:00 horas, a umidade absoluta dentro da cultura irrigada foi maior que a da área não irrigada.

Em torno de 9:00 horas, os gradientes de umidade eram menores em ambas as parcelas, em consequência da forte evaporação do orvalho depositado na superfície das folhas. As mudanças mais características no perfil de umidade absoluta ocorreram nas alturas de 67 e 139 cm, com duas inversões no perfil durante as observações das 13:30 horas. Para ambas as parcelas, irrigada e não irrigada, o conteúdo de umidade do ar no interior da cultura aumentou das 9:00 horas da manhã às 13:10 horas, indicando um aumento significativo no processo de evapotranspiração no decorrer do dia, principalmente na área irrigada.

### 3.2. Perfil de Concentração Diferencial do Dióxido de Carbono

Determinaram-se as concentrações diferenciais de dióxido de carbono, às várias alturas, em relação à concentração de CO<sub>2</sub> a uma altura de 400 cm sobre o lisímetro, para as duas áreas, irrigada e não irrigada, para as várias horas durante o dia, no dia 9 de agosto, no interior e acima do dossel vegetativo do sorgo.

Pode-se observar, de acordo com as Figuras 3 e 4, que as curvas de concentração diferencial de CO<sub>2</sub> mostram forte ponto de inflexão às alturas de 67 e 56 cm, respectivamente, para as parcelas irrigada e não irrigada, para os perfis de 9:00, 10:00 e 15:10 horas. Por outro lado, os perfis das 11:05 e 13:30 horas mostram apenas um aumento contínuo e gradativo na concentração diferencial de CO<sub>2</sub>.

Durante as observações das 11:05 e 13:30 horas, quando a altitude solar era maior, a radiação solar penetrou mais profundamente no interior do dossel vegetativo do sorgo, e a atividade fotossintética das folhas, induzida pela alta intensidade de luz, mostrou um decréscimo na concentração de CO<sub>2</sub> em relação a 400 cm acima do lisímetro de balança.

A concentração relativa de CO<sub>2</sub> no ar, imediatamente próxima da alta densida-

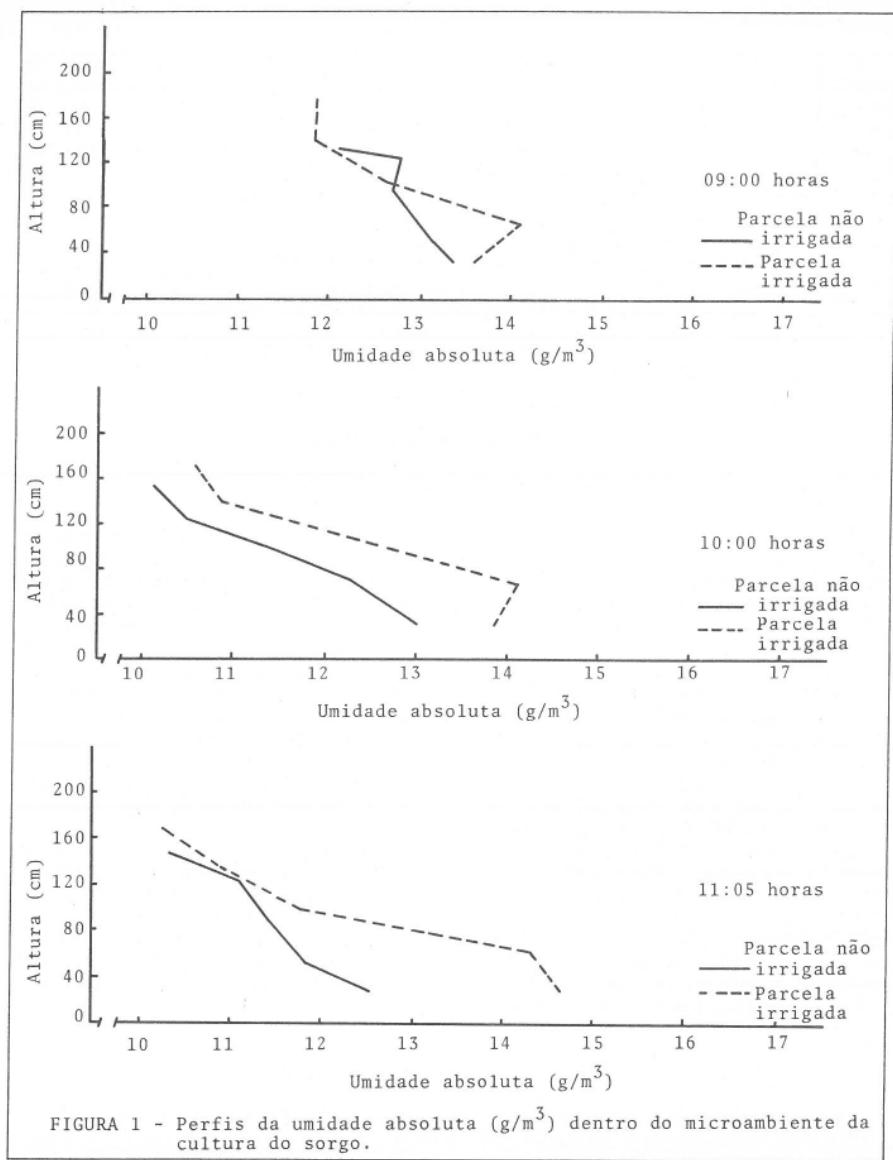
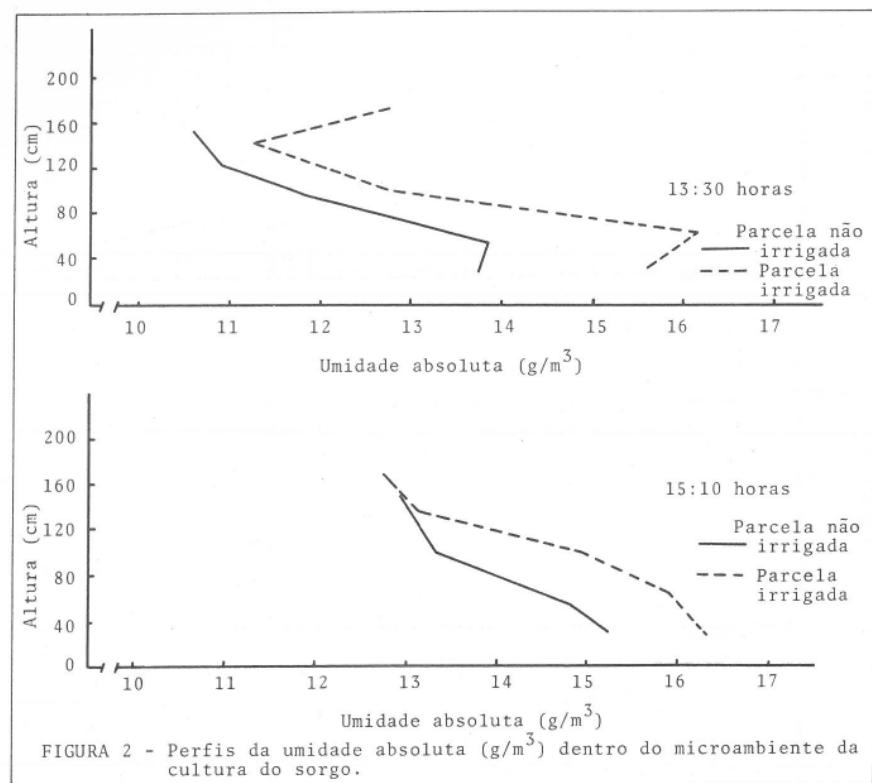


FIGURA 1 - Perfis da umidade absoluta ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) dentro do microambiente da cultura do sorgo.

de foliar, indica um ciclo diurno (depressão fotoperiódica do  $\text{CO}_2$  no ar). Pode-se observar, também, que a depressão da concentração de  $\text{CO}_2$  é maior para a parcela irrigada, com maior densidade foliar.

Para os perfis das 9:00 e 10:00 horas, a concentração de  $\text{CO}_2$  do interior do dossel vegetativo parece ser maior que 400 cm de altura como referência zero acima da cultura, indicando que o processo de respiração é ainda maior que a atividade fotossintética a estas horas do dia, para a área não irrigada. Isto sugere o deslocamento do perfil de  $\text{CO}_2$  para a direita da referência zero, refletindo o efeito acumulativo de  $\text{CO}_2$ , durante a noite, na região inferior do dossel vegetativo, por causa da liberação de  $\text{CO}_2$  das folhas e do solo.

Em razão da presença de brisas leves, os perfis do dióxido de carbono corres-



pondentes às observações das 13:30 horas sugerem que a curva de depressão parece ser influenciada pela turbulência do movimento advectivo do ar e pela intensidade da radiação acima do dossel vegetativo.

#### 4. RESUMO

Estudaram-se neste trabalho os perfis da concentração de umidade absoluta no ar e a concentração diferencial relativa de  $\text{CO}_2$  no interior e acima do dossel vegetativo da cultura do sorgo, irrigada e não irrigada.

Comparando-se os perfis envolvidos, dentro e acima da cultura do sorgo, algumas conclusões podem ser inferidas, em razão de serem poucas as informações colhidas, apesar de serem os dados obtidos de curto período de observações para estudos microclimáticos.

Quanto maior foi a densidade das folhas, maior foi a umidade absoluta no interior do dossel vegetativo do sorgo e maior foi a depressão na concentração de  $\text{CO}_2$ , principalmente na parcela irrigada.

Ao meio dia, a penetração direta dos raios solares no interior da cultura aumentou a atividade fotossintética das folhas inferiores.

Durante os períodos mais importantes da atividade fotossintética o  $\text{CO}_2$  foi suprido pela atmosfera acima da cultura por meio da transferência turbulenta de  $\text{CO}_2$ .

A umidade absoluta no interior da cultura do sorgo aumentou a partir do nas-

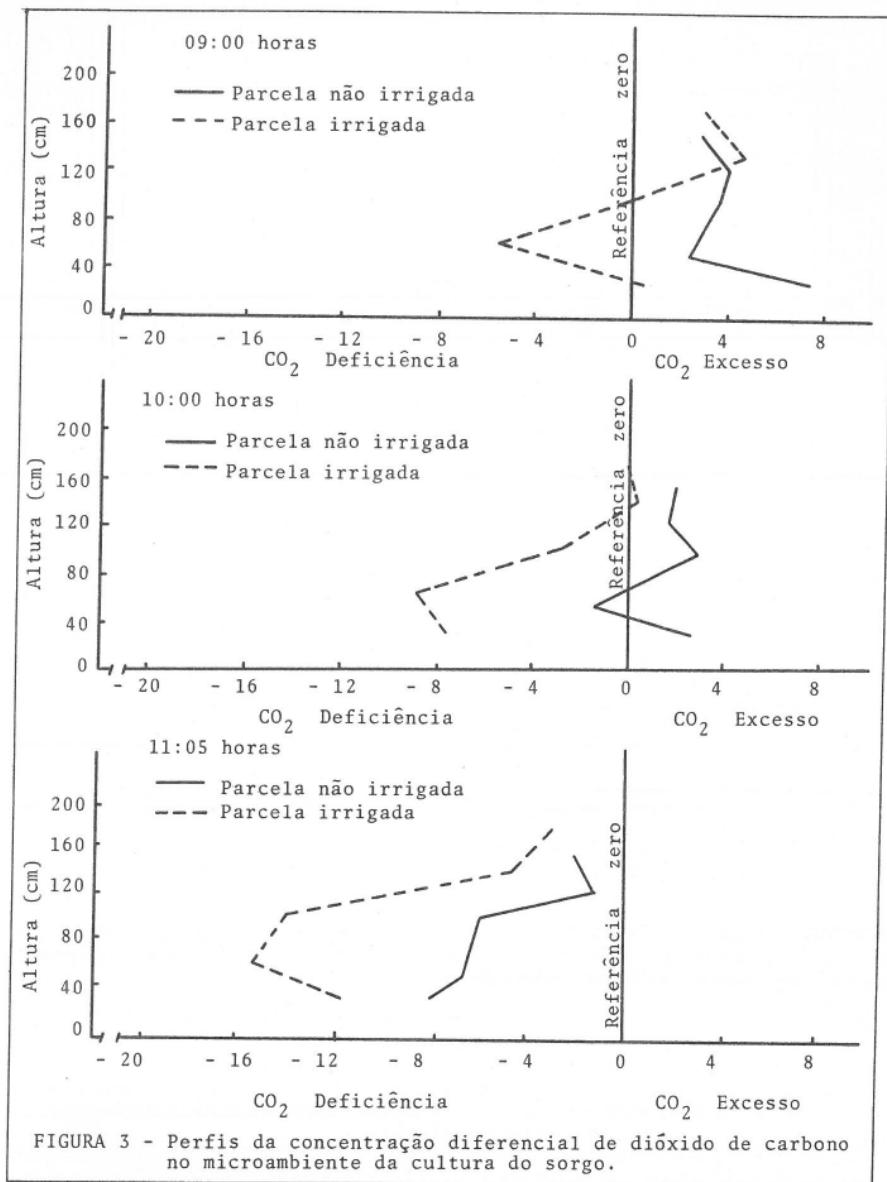


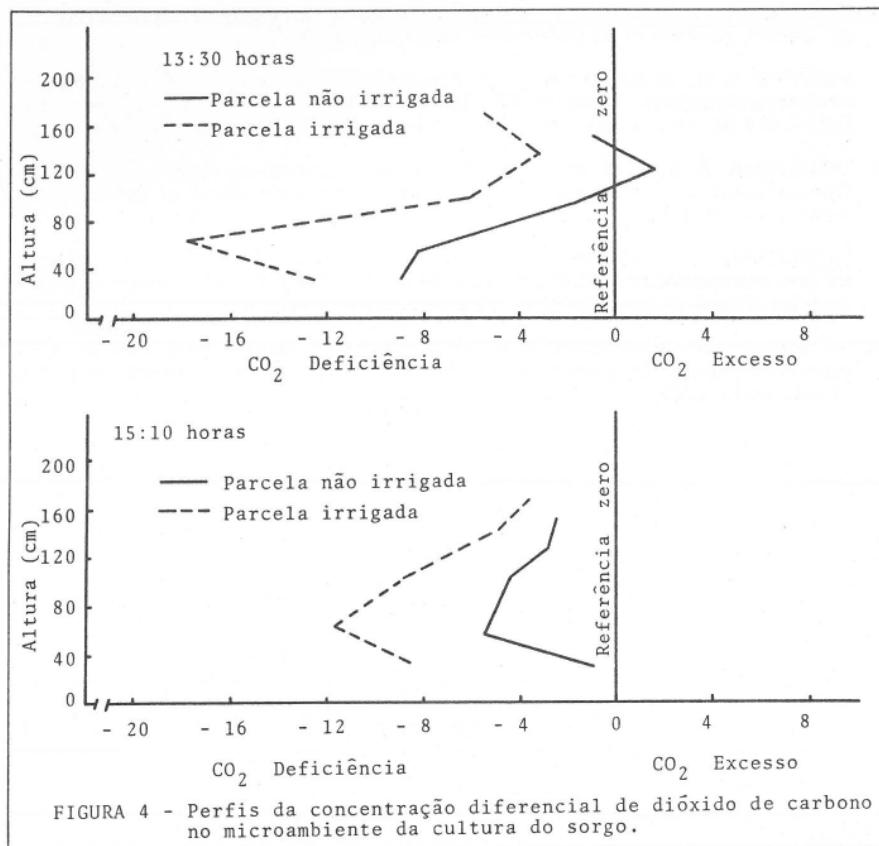
FIGURA 3 - Perfis da concentração diferencial de dióxido de carbono no microambiente da cultura do sorgo.

cer do sol até o entardecer.

A razão de acréscimo no processo de evapotranspiração foi maior na área irrigada.

## 5. SUMMARY

Profiles of absolute humidity and carbon dioxide depression within and above the crop canopy were studied in irrigated and non-irrigated fields of sorghum (*Sorghum vulgare* Pers.). Air samples were taken at five levels, three within the



canopy and two above it, in both plots. Absolute humidity and  $\text{CO}_2$  concentrations were determined with an infrared hygrometer and an infrared gas analyzer, respectively.

Although data were obtained over a short period for studies of microclimates, certain conclusions can be inferred. Absolute humidity and  $\text{CO}_2$  depression increased with foliage density and depended upon photosynthetic rate, which in turn was influenced by light intensity. During the most important period of photosynthetic activity, air turbulence brought additional  $\text{CO}_2$  into the canopy from above. The rate of increase in evapotranspiration was greater in the irrigated area.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALLEN, L.H. Jr. A study of the  $\text{CO}_2$  concentration monitored over an agricultural field near Ithaca. In: *The energy budget at the earth's surface*. Ithaca, 1968. 254 p. (Technical report).
2. BURRAGE, S. W. The environment of the grass canopy. Chapter V. In: *Final report. USAEPG Contract No. DA-AMC-28-043-C12*. University of California, Davis, 1965. pp. 65-75.
3. LEMON, E. R. & WRIGHT, J. L. Assessing sources and sinks of carbon dioxide in a corn crop using a momentum balance approach. In: *The energy budget at the earth's surface*. Ithaca, 1967. 20 p. (Technical report).

4. PENMAN, H. L. & LONG, I. F. Weather in wheat: an essay in micrometeorology. *Quart. Journal of Royal Meteor. Soc.* 86:16-49. 1960.
5. PRUITT, W.O., & ANSTON, M. J. Atmospheric and surface factors affecting evapotranspiration. Chapter III. In: *Final report, USAEPG Contract No. DA-36-039-SC-80 334*. University of California, Davis, 1963. pp. 69-105.
6. UCHIJIMA, Z. Studies on the micro-climate within plant communities. I. On the turbulent transfer coefficient within the plant layer. *The J. of Agr. Meteoro.* Tokyo. 18:1-9. 1962.
7. UCHIJIMA, Z. UDAGAWA, T. HORIE, T. & K. KOBAYASHI. Studies of energy and gas exchange within crop canopy (1). On the CO<sub>2</sub> environment in a corn canopy. *The J. of Agr. Meteoro.*, Tokyo. 23:99-108. 1967.
8. WRIGHT, J. L. & LEMON, E. R. Estimation of turbulent exchange within a corn crop canopy. In: *The energy exchange at earth's surface*. Ithaca, 1961. 36 p. (Technical report).