

ALTERAÇÕES MICROMETEOROLÓGICAS NA CULTURA DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS¹

DENISE C. FONTANA², MOACIR A. BERLATO e HOMERO BERGAMASCHI³

RESUMO - Em Taquari, RS (Lat. 29°48'S, Long. 51°48'W e alt. 76 m), foram avaliadas as alterações micrometeorológicas sobre duas comunidades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar Bragg, diferenciadas quanto ao tratamento hídrico: irrigada (parcela de 2.500 m²) e não-irrigada (parcela de 2.100 m²). A semeadura foi feita em 21 de novembro de 1985 em linhas espaçadas de 0,68 m e população de 4 x 10⁵ plantas ha⁻¹. Durante o período diurno, a temperatura do ar e o déficit de saturação do vapor d'água do ar foram dependentes do balanço de energia da superfície, influenciado principalmente pelo potencial da água no solo. Em condição de restrição hídrica, estes apresentaram valores superiores aos obtidos sem restrição hídrica, assim determinando uma maior demanda evaporativa da atmosfera junto à comunidade com restrição de suprimento de água pelo solo.

Termos para indexação: *Glycine max*, irrigação, déficit hídrico, temperatura.

MICROMETEOROLOGICAL ALTERATIONS IN SOYBEANS GROWN UNDER DIFFERENT WATER REGIMES

ABSTRACT - In Taquari, RS, Brazil (Lat. 29°48'S, Long. 51°48'W, and Alt. 76 m), micrometeorological alterations were evaluated on two Bragg soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) communities submitted to different water regimes: irrigated (plot size of 2.500 m²) and non-irrigated (2.100 m²). Sowing date was November 21, 1985, and row space of 0,68 m to accomplish a population density of 4 x 10⁵ plants/ha. During diurnal period the air temperature and the air vapor saturation deficit were dependent on the surface energy balance, which was influenced mostly by the soil water potential. Under conditions of water restrictions these parameters presented higher values than those obtained under no water restrictions, determining in this way higher atmosphere evaporative demand near to the plants.

Index terms: *Glycine max*, irrigation, water deficit, temperature.

INTRODUÇÃO

A partir do estudo do balanço de energia de uma superfície vegetada, verifica-se que a maior porção da energia disponível é utilizada nas trocas de calor latente e sensível com a atmosfera. A distribuição proporcional entre estes dois termos depende da disponibilidade de água para a evaporação, sendo influenciada, direta ou

indiretamente, pelo potencial da água no solo, pelo tipo e grau de cobertura do solo e pela demanda evaporativa da atmosfera (Baldocchi et al. 1983, Brun et al. 1985).

O déficit hídrico, portanto, determina alterações em todo o balanço energético de um sistema. Tanner & Lemon (1962) ressaltaram que quando as plantas estão bem supridas de água a maior parte da energia será utilizada no processo de evapotranspiração. Se a água, entretanto, não está disponível para a planta, ou se, por algum mecanismo fisiológico, a passagem do vapor d'água para a atmosfera é restringida, maior porção da energia radiante será utilizada nas trocas de calor sensível com a atmosfera.

Diversos trabalhos têm demonstrado que em condição de déficit hídrico a temperatura da folha e a do ar junto às plantas são superiores às

¹ Aceito para publicação em 3 de setembro de 1991
Extraído da tese de Mestrado da autora, Fac. de Agron./UFRGS, set. 87. Parcialmente financiado pela CAPES e CNPq.

² Enga.-Agra., M. Sc., Fac. Agronomia/UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90 000, Porto Alegre, RS.

³ Eng.-Agr., Dr., Fac. de Agron./UFRGS, RS. Bolsista do CNPq.

encontradas quando a água encontra-se disponível (Reicoscky et al. 1980, Baldocchi et al. 1983, Kirkham et al. 1983, Brun et al. 1985, Bergamaschi 1984).

Em experimento com soja, foram observadas diferenças de temperatura do ar nas parcelas irrigada e não-irrigada, variando de 3,7 a 6,2°C, e decréscimos na evapotranspiração de 40 a 70% na parcela não-irrigada (Reicoscky et al. (1980). Bergamaschi (1984) verificou que as alterações micrometeorológicas em feijoeiro acentuaram-se à medida que evoluiu o déficit hídrico, e foram mais evidentes nas horas mais quentes do dia.

Estes parâmetros micrometeorológicos podem ser usados como indicadores indiretos de estresse de água na planta e utilizados para iniciar o processo de irrigação (Reicoscky et al. 1980).

O objetivo principal do presente trabalho foi avaliar as condições micrometeorológicas, em níveis diários, que envolveram duas comunidades de soja diferenciadas quanto ao tratamento hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Taquari, do Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO), da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Rio Grande do Sul. O município de Taquari está situado na região climática da Depressão Central, a uma altitude de 76 m, latitude 29°48'Sul e longitude de 51°48'Oeste. O clima da região é subtropical úmido de verão quente, fórmula climática Cfa, segundo Köppen (1948). O solo é laterítico Bruno-avermelhado distrófico, de textura argilosa e relevo suave ondulado.

A cultivar de soja utilizada foi Bragg, semeada em 21 de novembro de 1985, em linhas espaçadas de 0,68 m, obtendo-se uma população de 4×10^5 plantas. ha⁻¹.

O experimento constou de duas parcelas experimentais, sendo uma irrigada e a outra não irrigada, com áreas de, aproximadamente, 2.400 m² e 2.100 m², respectivamente.

A irrigação, por aspersão, foi processada sempre que o potencial matricial da água no solo a 0,15 m, atingia -0,05 a -0,06 MPa, cessando quando este atingia -0,001 MPa.

A lâmina de água aplicada foi de, aproximadamente, 30 mm, sendo a frequência média de irrigação igual a treze dias.

As observações foram feitas ao longo do ciclo de desenvolvimento da soja, sendo caracterizados, nos diferentes dias, a fenologia (metodologia descrita por Fehr & Caviness e adaptada por Costa & Marchezan 1982) e o índice de área foliar (amostragens de três segmentos de 0,50 m de plantas ou 0,34 m², coletadas ao acaso).

Ao final do experimento, foi determinado, em ambas as parcelas, o rendimento de grãos, kg.ha⁻¹ (amostragem de cinco segmentos de 1,8 m de plantas ou 1,2 m²).

A radiação solar global foi medida em uma estação meteorológica, localizada junto à área experimental, utilizando-se um piranômetro marca Eppley, modelo preto e branco, com constante 7,61 mV por cal cm⁻² min⁻¹.

A temperatura e o déficit de saturação do vapor d'água do ar junto às plantas foram medidos através de psicômetros de pares termoeletrônicos de cobre-constantan, localizado ao nível do topo da cultura e no centro da parcela experimental. Os pares termoeletrônicos foram colocados em microabrigos, construídos em PVC branco. Estes sensores faziam parte do equipamento utilizado na determinação do balanço de energia da soja (Fontana 1987).

As determinações foram feitas somente no período diurno (das 6 às 19 h), em intervalos de 15 min nos dias nublados, e de 30 min nos dias claros.

Para cada dia de determinação micrometeorológica foram feitas medições, no início da manhã, em conjuntos de cinco tensiômetros de manômetro de mercúrio com cápsula porosa de porcelana, instalados no interior de cada parcela experimental, nas profundidades de: 0,15, 0,30, 0,45, 0,60, e 0,75 m. Para a determinação de potenciais matriciais abaixo de -0,08 MPa, foram coletadas amostras para obtenção da umidade volumétrica do solo nas mesmas camadas, e depois utilizadas as curvas características do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as Fig. 1, 2, 3 e 4, observaram-se diferenças de temperatura e déficit de saturação do vapor d'água do ar entre as parcelas experimentais. Estas diferenças ocorreram como resultado dos balanços de energia diferenciados em função de condições - também diferenciadas - de superfície e de ambiente. A

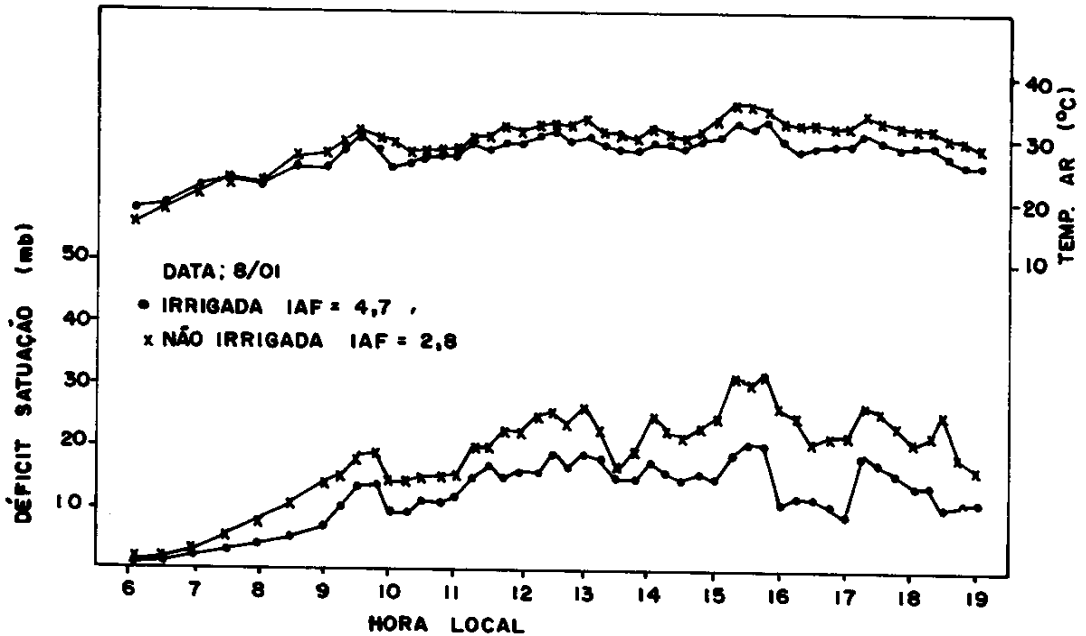


FIG. 1. Temperatura do ar e déficit de saturação do vapor d'água do ar para soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não-irrigada. Taquari, RS, 08.01.86.

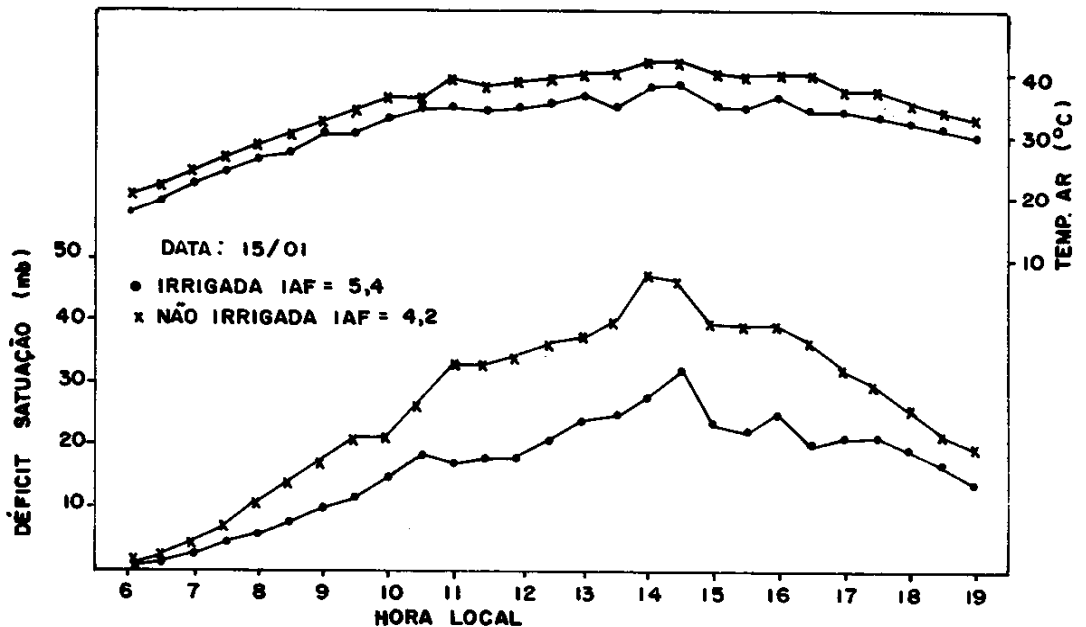


FIG. 2. Temperatura do ar e déficit de saturação do vapor d'água do ar para soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não-irrigada. Taquari, RS, 15.01.86.

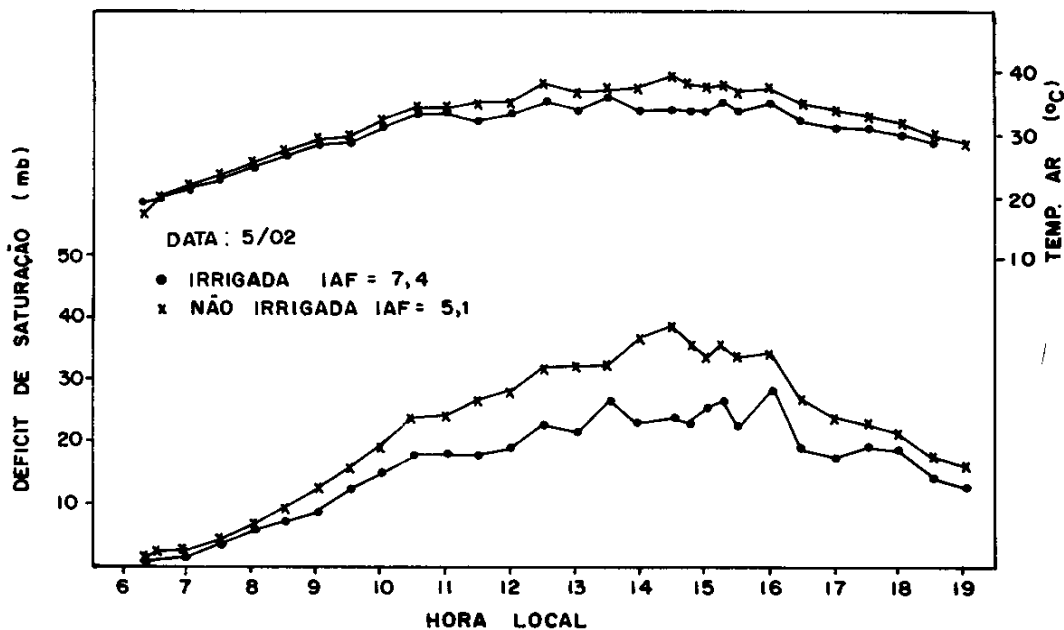


FIG. 3. Temperatura do ar e déficit de saturação do vapor d'água do ar para soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não-irrigada. Taquari, RS, 05.02.86.

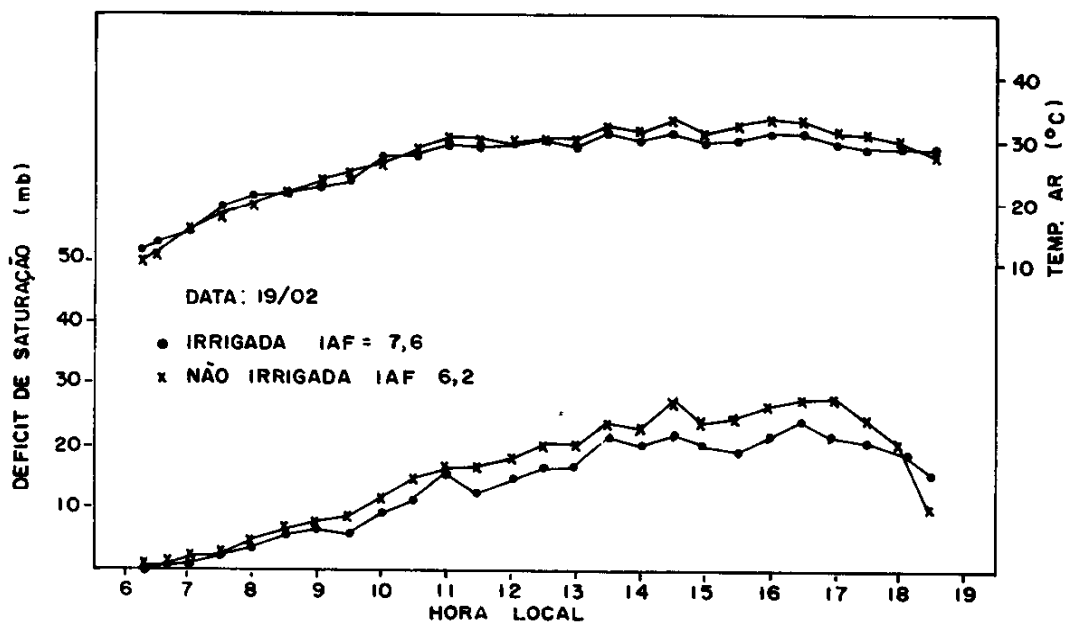


FIG. 4. Temperatura do ar e déficit de saturação do vapor d'água do ar para soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não-irrigada. Taquari, RS, 15.02.86.

precipitação pluvial e a irrigação ocorridas no período de dezembro de 1985 a março de 1986 estão apresentadas na Tabela 1.

Em todos os dias de observações, a temperatura e o déficit de saturação do vapor d'água do ar foram maiores na parcela não-irrigada em re-

lação à parcela irrigada (Fig 1, 2, 3 e 4). Entretanto, pela Tabela 2, verifica-se que no dia 8/janeiro as diferenças de temperatura foram relativamente menores do que nos dias 15.01 e 05.02, função, possivelmente da disponibilidade hídrica semelhante entre os tratamentos, abaixo

TABELA 1. Precipitação pluvial (mm) e irrigação (mm) ocorridas no período de dezembro de 1985 a março de 1986. Taquari, RS.

Dia	Meses							
	Dez.		Jan.		Fev.		mar.	
	Prec.	Irrig.	Prec.	Irrig.	Prec.	Irrig.	Prec.	Irrig.
1								
2								
3				15,0		60,0		
4								
5							2,5	
6		30,0		15,0				60,0
7								
8					7,4			
9				15,0	14,4			
10							38,5	
11								
12	11,7		7,7			30,0		
13	0,7			15,0				
14					2,8		16,1	
15					5,8		46,1	
16					25,7		11,2	
17		30,0	56,6				1,0	
18							49,8	
19								
20						45,0		
21		30,0						
22								
23					32,9			
24		30,0		45,0	4,4			
25	29,9				0,3			
26	7,7				5,5			45,0
27	2,5				1,6			
28				60,0	3,7			
29								
30		30,0	3,4					
31								
Total mensal	52,5	150,0	67,7	165,0	104,5	136,0	165,2	105,0

TABELA 2. Radiação solar global (Rs), temperatura do ar (T) e fluxo de calor latente de evaporação (LE), para a soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não-irrigada. Taquari, RS, 1985/87.

Data	Tratamento	Hora	Rs (Wm ⁻²)	T (°C)	LE (Wm ⁻²)	Acréscimo em T (°C)	Decréscimo em LE (%)
08/01	Irrigado	11:30	682,2	28,4	-388,0	1,4	30
	Não-irrigado			29,8	-271,5		
	Irrigado	12:00	691,0	29,3	-461,7	1,8	29
	Não-irrigado			31,1	-325,9		
	Irrigado	12:30	949,3	30,6	-536,1	1,7	29
	Não-irrigado			32,3	-380,4		
15/01	Irrigado	11:30	886,5	33,6	-580,5	4,4	28
	Não-irrigado			38,0	-419,5		
	Irrigado	12:00	914,4	34,3	-597,3	4,2	38
	Não-irrigado			38,5	-369,9		
	Irrigado	12:30	914,4	35,1	-574,1	4,2	35
	Não-irrigado			39,3	-374,8		
05/02	Irrigado	11:30	865,5	32,1	-418,5	2,7	11
	Não-irrigado			34,8	-372,7		
	Irrigado	12:00	893,4	33,3	-557,0	1,8	22
	Não-irrigado			35,1	-436,3		
	Irrigado	12:30	928,3	35,3	-529,3	2,5	01
	Não-irrigado			37,8	-526,3		
19/02	Irrigado	11:30	928,3	28,6	-464,6	1,2	+09
	Não-irrigado			29,8	-506,1		
	Irrigado	12:00	949,3	29,1	-557,8	-0,3	01
	Não-irrigado			28,8	-550,0		
	Irrigado	12:30	928,3	29,8	-506,3	0,3	0
	Não-irrigado			30,1	-507,4		

de 0,45 m de profundidade do solo (Fig 5). Além disso, pela Tabela 2 verifica-se que a radiação solar global apresentou valores mais baixos do que nos demais dias, devido à presença de nebulosidade. O calor latente de evaporação (LE) teve um decréscimo da ordem de 30% na parcela não-irrigada (Tabela 2). Estas diferenças em LE entre os tratamentos foram explicadas por Fontana (1987) como consequência da presença de energia advetiva, determinando valores elevados de LE na parcela irrigada.

Brun et al. (1985) observaram que as diferenças no balanço de energia foram determinadas mais pela disponibilidade hídrica do que pelas diferenças na radiação solar ou temperatura do ar. Para o dia 15.01, a disponibilidade hídrica foi bastante distinta entre os tratamentos (Fig. 5), determinando grandes diferenças em LE en-

tre os tratamentos. Na parcela irrigada, maior porção do saldo de radiação foi utilizada em LE, e, conseqüentemente, menor porção foi utilizada para o aquecimento do ar. Neste dia, as diferenças de temperatura e déficit de saturação do vapor d'água do ar foram bastante grandes, do que se conclui que além do menor teor de umidade do solo, as plantas da parcela não-irrigada foram submetidas a maior demanda evaporativa da atmosfera. Comportamento semelhante foi observado por Reicosky et al. (1980), Baldocchi et al. (1983) e Bergamaschi (1984), entre outros.

No dia 05.02 houve diferenças nos perfis de água no solo entre os tratamentos (Fig. 5), determinando comportamentos distintos; entretanto, as alterações micrometeorológicas foram menos intensas do que no dia 15.01. No período

mais quente do dia, foram observados maiores valores de temperatura do ar e de déficit de saturação do vapor d'água do ar, assim como as maiores diferenças entre os tratamentos. Reicoscky et al. (1980) verificaram que o fechamento estomático, durante os períodos de alta densidade de fluxo de radiação solar, resulta em

elevação da temperatura da folha e do ar.

Para o dia 19.02, pode-se observar que as curvas de temperatura do ar e o déficit de saturação do vapor d'água do ar estão muito próximos ou até superpostos (Fig. 4). Pela Tabela 2 pode-se observar que o decréscimo em LE foi muito pequeno, não existindo em alguns horá-

POTENCIAL MATRICIAL (MPa)

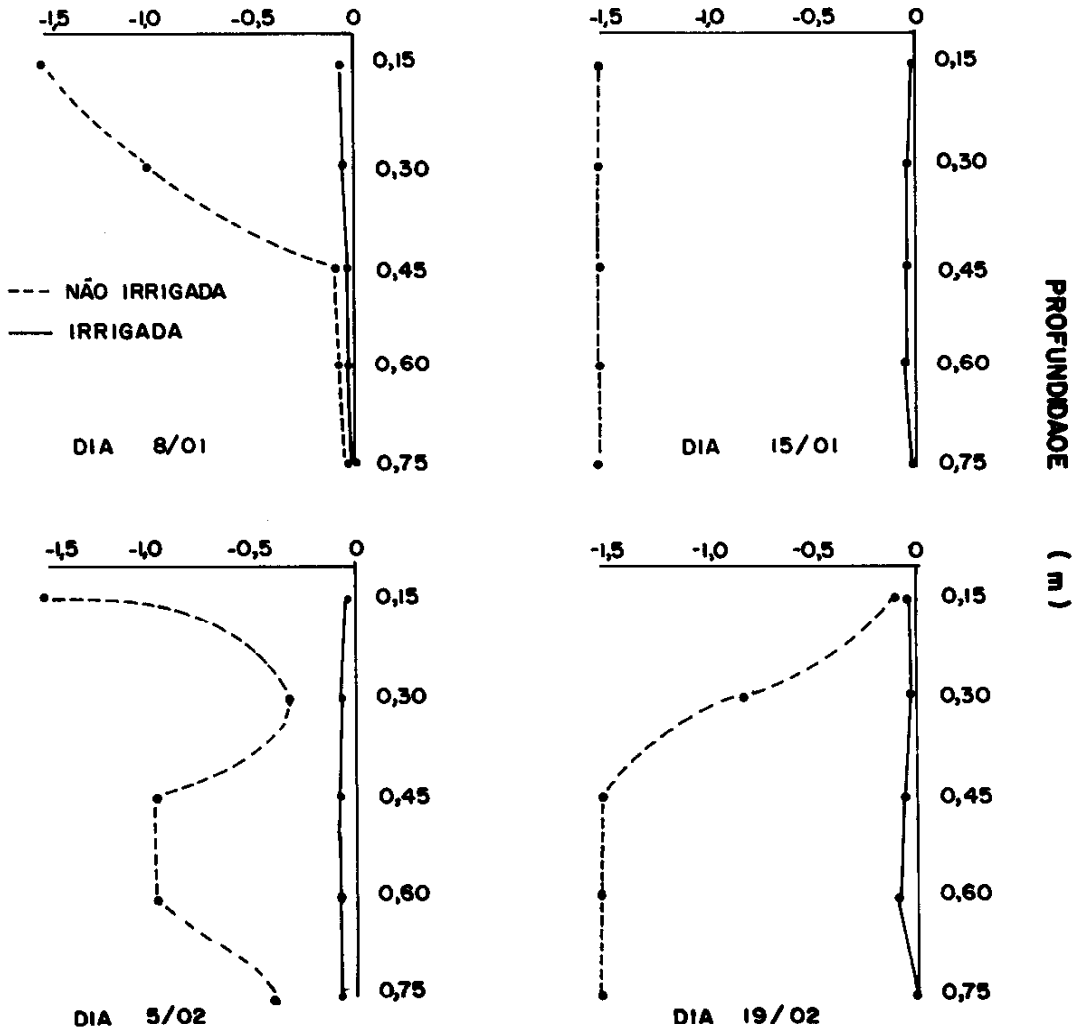


FIG. 5. Potencial matricial da água no solo cultivado com soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não-irrigada. Taquari, RS. 1985/86.

rios; isto mostra que a água existente no perfil do solo acima de 45 cm de profundidade (Fig. 5) supriu as plantas no tratamento sem irrigação.

Baldocchi et al. (1983) e Bergamaschi (1984) observaram interação entre a disponibilidade hídrica e o índice de área foliar. Brun et al. (1972), trabalhando com soja e sorgo, determinaram que com valores de índice área foliar superior a 2,9 LE se torna independente desse índice. Nos dias observados neste trabalho, os valores de índice de área foliar foram superiores ao valor limite estabelecido por Brun et al. (1972). Este fato determina que, possivelmente, as diferenças de dossel vegetativo entre os tratamentos não foram importantes a ponto de influenciar a participação do saldo de radiação.

As diferenças observadas de potencial da água no solo, temperatura do ar e déficit de saturação do vapor d'água do ar determinaram diferenças no crescimento da cultura, expresso pelo índice de área foliar superior na parcela ir-

rigada em relação à parcela não-irrigada (Fig. 6). O mesmo comportamento foi observado para o rendimento final de grãos. Na parcela irrigada obteve-se um rendimento de grãos em torno de 3.500 kg.ha⁻¹, enquanto que na parcela não-irrigada o mesmo foi reduzido em, aproximadamente, 1.000 kg.ha⁻¹. Este fato encontra suporte em diversos trabalhos científicos. Entre eles, Berlato (1987) verificou que o rendimento da soja no Rio Grande do Sul é altamente dependente da variabilidade interanual das condições hídricas do solo.

CONCLUSÕES

1. A temperatura do ar e o déficit de saturação do vapor d'água do ar foram dependentes do balanço de energia da superfície, influenciado principalmente pelo potencial matricial da água no solo, mas também, pela disponibilidade de energia.

2. Em condição de restrição hídrica, a tempe-

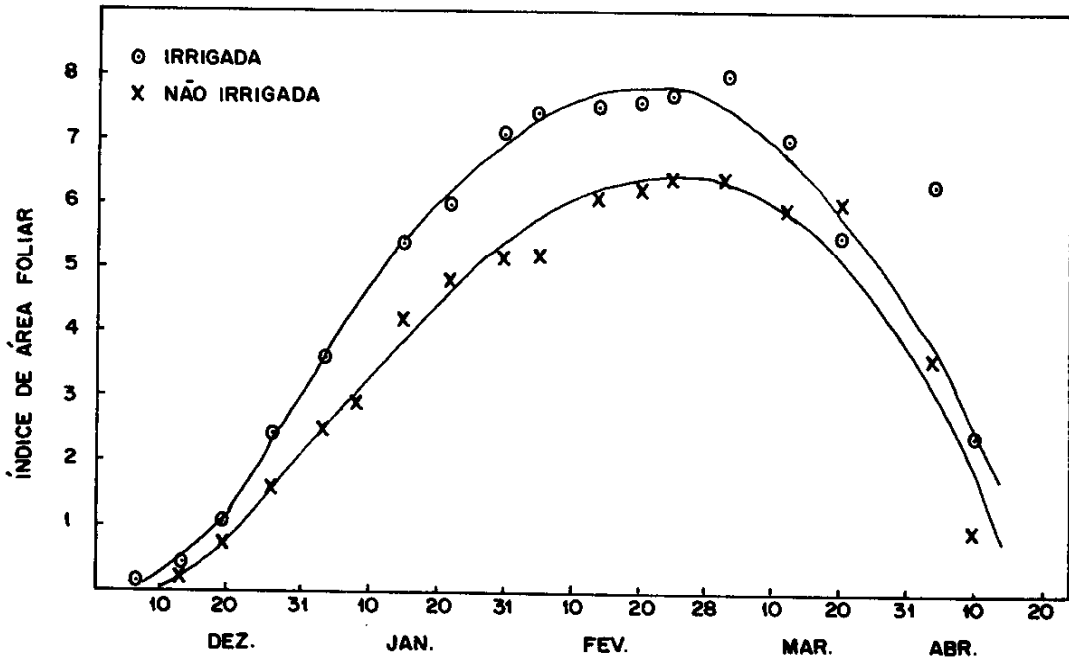


FIG. 6. Índice de área foliar da soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não-irrigada. Taquari, RS, 1985/86.

ratura do ar e o déficit de saturação do vapor d'água do ar apresentaram valores superiores aos obtidos sem restrição hídrica, determinando uma maior demanda evaporativa da atmosfera junto às plantas.

3. As diferenças entre os tratamentos foram acentuadas nas horas de maior disponibilidade de energia para as plantas.

4. A restrição na disponibilidade hídrica, acompanhada de maior temperatura do ar e maior déficit de saturação do vapor d'água do ar, determinou um menor crescimento e rendimento de grãos da parcela não-irrigada em relação à irrigada.

REFERÊNCIAS

- BALDOCCHI, D.D.; VERMA, S.B.; ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; GARAY, A.; SPECHT, J.E. Influence of water stress on the diurnal exchange of mass and energy between the atmosphere and a soybean canopy. *Agronomy Journal*, Madison, v.75, p.543-548, 1983.
- BERGAMASCHI, H. Perda de água e Desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob diferentes condições da disponibilidade hídrica no solo e na atmosfera. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 1984. 204p. Tese de Doutorado.
- BERLATO, M.A. Modelo de relação entre o rendimento de grãos da soja e o déficit hídrico para o estado do Rio Grande do Sul. São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais, 1987. 93p. Tese de Doutorado.
- BRUN, L.J.; ENZ, J.W.; LARSEN, J.K. Evaluation of energy balance and water use by spring wheat during a normal and a dry season. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.35, p.103-111, 1985.
- BRUN, L.J.; KANEMASU, E.T.; POWERS, W.L. Evapotranspiration from soybean and sorghum fields. *Agronomy Journal*, Madison, v.64, p.145-148, 1972.
- COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. Características dos estádios de desenvolvimento da soja. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 30p.
- FONTANA, D.C. Balanço de radiação e balanço de energia em Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) irrigada e não irrigada. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1987, 121p. Tese de Mestrado.
- KIRKHAM, M.B.; JOHNSON, D.E.; KANEMASU, E.T.; STONE, L.R. Canopy temperature and growth of differentially irrigated alfalfa. *Agricultural Meteorology*, Boston, v.29, p.235-246, 1983.
- KÖEPPEN, W. Climatologia; con un de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- REICOSCKY, D.C.; DEATON, D.E.; PARSONS, J.E. Canopy air temperatures and evapotranspiration from irrigated and stressed soybeans. *Agricultural Meteorology*, Boston, v.21, p.21-35, 1980.
- TANNER, C.B.; LEMON, E.R. Radiant energy utilized in evapotranspiration. *Agronomy Journal*, Madison, v.54, p.207-212, 1962.