

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL NAS CONDIÇÕES MICROCLIMÁTICAS NA CULTURA DA SOJA¹

ELENA MELGES², NEI F. LOPES³ e MARCO A. OLIVA⁴

RESUMO - Foi estudado o efeito do sombreamento artificial sobre a resistência estomática e as condições microclimáticas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). As telas plásticas usadas para regular o nível de radiação solar (30%, 50%, 70% e 100%) alteraram a qualidade da luz incidente sobre as plantas. No entanto, a temperatura e a umidade relativa do ar não foram modificadas, embora a temperatura da copa das plantas tenha decrescido com o sombreamento. As plantas sombreadas apresentaram maiores valores de resistência estomática que as plantas expostas a plena radiação solar.

Termos para indexação: *Glycine max*, resistência estomática, condições microclimáticas.

THE EFFECT OF ARTIFICIAL SHADING ON MICROCLIMATE CONDITIONS IN A SOYBEAN CROP

ABSTRACT - The effect of artificial shading was studied on stomatal resistance and microclimate conditions in a soybean crop (*Glycine max* (L.) Merrill.). The plastic screen used to regulate the solar radiation level (30%, 50%, 70% and 100% of sunlight) altered the quality of the incident light on soybean plants. While the air temperature and relative humidity were not modified, the canopy temperature was reduced by shading. Shaded plants showed greater values of stomatal resistance than the plants under full sunlight.

Index terms: *Glycine max*, stomatal resistance, microclimate conditions.

INTRODUÇÃO

O sombreamento artificial, com telas plásticas, simulando condições de luz imposta à cultura, apresenta a desvantagem de a redução da luz ser constante e uniforme durante todo o período experimental, o que não ocorre em condições de competição inter e intraespecífica. Entretanto, tem a vantagem de eliminar a competição por espaço, água, nutrientes etc., ficando apenas o efeito da redução da radiação solar, além de permitir conhecer com relativa exatidão a densidade do fluxo radiante que incide na soja em cada tratamento.

O sombreamento artificial pode influenciar as condições microclimáticas na cultura da soja. Empregando diferentes materiais de sombreamento, McGinnies (1966), Allen (1975) e Shou et al. (1978) constataram que o sombreamento artificial tem pouco efeito na temperatura do ar, enquanto Cooper (1966) verificou que a temperatura do ar decresceu

proporcionalmente ao aumento do sombreamento. Normalmente, quando um fator ambiental é alterado desencadeia modificações em outros fatores. Assim, a redução na densidade do fluxo radiante deve provocar modificações nos demais fatores do meio, bem como mudanças no metabolismo da planta.

O aumento da resistência estomática com o sombreamento parece relacionar-se com a redução da densidade dos estômatos (Allen 1975, Ciha & Brun 1975, Crookston et al. 1975), ocasionada pelo aumento da área foliar, uma vez que o número total e a diferenciação dos estômatos não são influenciados pela densidade do fluxo radiante (Ciha & Brun 1975).

Este trabalho teve o objetivo de analisar a influência do sombreamento artificial nas condições microclimáticas e na resistência estomática da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 28 de novembro de 1981, em condições de campo, no município de Viçosa, MG. O terreno apresenta topografia plana, e o solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, com textura argilosa e fertilidade média.

O solo recebeu uma adubação básica correspondente a 20 kg/ha de N, 100 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O, na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples, e cloreto de potássio, respectivamente. A seguir, foi feita a semeadura da cultivar UFV-2, inoculada com cultura comercial de *Rhizobium japonicum*.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com três repetições. Cada parcela

¹ Aceito para publicação em 25 de agosto de 1988. Parte da tese apresentada pela autora à Universidade Federal de Viçosa (UFV), para obtenção do Grau de Mestre em Fisiologia Vegetal.

² Bióloga, M.Sc., Profa. - Assist., Dep. de Biol., Universidade Estadual de Maringá (UEM), CEP 87200 Maringá, PR.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Prof. - Adj., Dep. de Biol. Veg., UFV, CEP 36570 Viçosa, MG.

⁴ Biólogo, Dr. rer. nat., Prof. - Adj., Dep. de Biol. Veg., UFV.

correspondeu a uma época de coleta do material, totalizando dez coletas, a intervalos regulares de catorze dias, durante todo o ciclo da cultura, utilizadas posteriormente para a análise de crescimento da soja, e consistiu de quatro subparcelas, correspondentes a quatro níveis de radiação solar (30%, 50%, 70% e 100%). O sombreamento artificial foi obtido com telas plásticas (sombrite 1003, 1005 e 1007) pretas, que propiciaram 30%, 50% e 70% de redução na radiação solar incidente. As telas foram pregadas em armações de madeira, o que possibilitou a sua elevação, à medida que as plantas cresciam. Os tratamentos foram aplicados no sexto dia após o plantio, data da emergência das plantas.

A resistência estomática (R_s) foi medida com um porômetro de difusão tipo LAMBDA LI - 60, com sensor horizontal, adaptado por Kanemasu et al. (1969), de acordo com o método descrito por Wallihan (1964). Os cálculos foram feitos com a utilização da fórmula proposta por Kanemasu & Tannier (1969a). A R_s foi determinada a intervalos de 14 dias, a partir do 28º dia após a emergência, no folíolo central de folhas da parte superior do caule que estivessem totalmente expandidas. As medições foram efetuadas entre as 14 h e as 15 h e 30 min. e contaram de três repetições para cada sub-parcela.

A temperatura da copa foi medida entre as 14 e as 15 h, por ocasião das coletas, em todas as subparcelas, com três repetições, com o uso do termômetro a infravermelho Barnes modelo PRT 10 L, conforme descrição de Fuchs & Tanner (1966) e Hatfield (1979).

A radiação solar total incidente foi obtida com um solarímetro Kipp & Zonen, modelo CM6, acoplado a um milivoltímetro registrador. As temperaturas médias, bem como a

umidade relativa do ar, foram registradas por um termoigrográfo Lambrecht, modelo 252. A precipitação pluvial foi determinada por meio de um pluviômetro, localizado no Posto Meteorológico da Universidade Federal, a 500 m da área experimental.

O iluminamento, a qualidade da luz, a temperatura e a umidade relativa do ar, nos diversos tratamentos, foram avaliados às 9, 12 e 15 horas, no meio da área útil da subparcela, em vários estádios da cultura. O iluminamento foi determinado com o uso de um luxímetro AEG tipo UM. Na determinação da qualidade da luz foi utilizado um fotômetro (Plant Growth Photometer) International Light modelo IL 150. Tanto a temperatura como a umidade relativa do ar foram medidas com um psicrômetro de onda.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A radiação solar (Fig. 1) apresentou valores mais elevados nos três primeiros meses do período experimental, decrescendo à medida que o ciclo da cultura foi se aproximando do final. Embora a radiação solar média durante o período experimental tenha sido relativamente alta, houve grandes oscilações entre os dias e dentro de um mesmo dia, motivadas pela alta nebulosidade da região na época das chuvas.

A precipitação pluvial total (Fig. 2) no período experimental foi de 962 mm. A precipitação média anual é de 1.342 mm, concentrada no período de

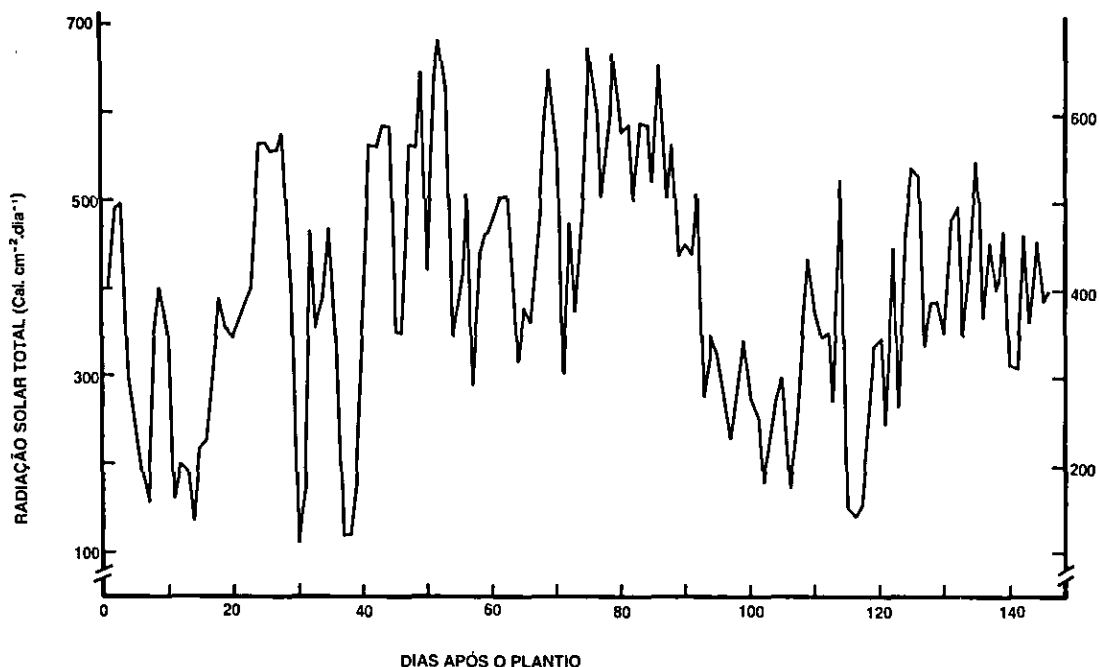


FIG. 1. Radiação solar total incidente no período de 28.11.81 a 22.04.82.

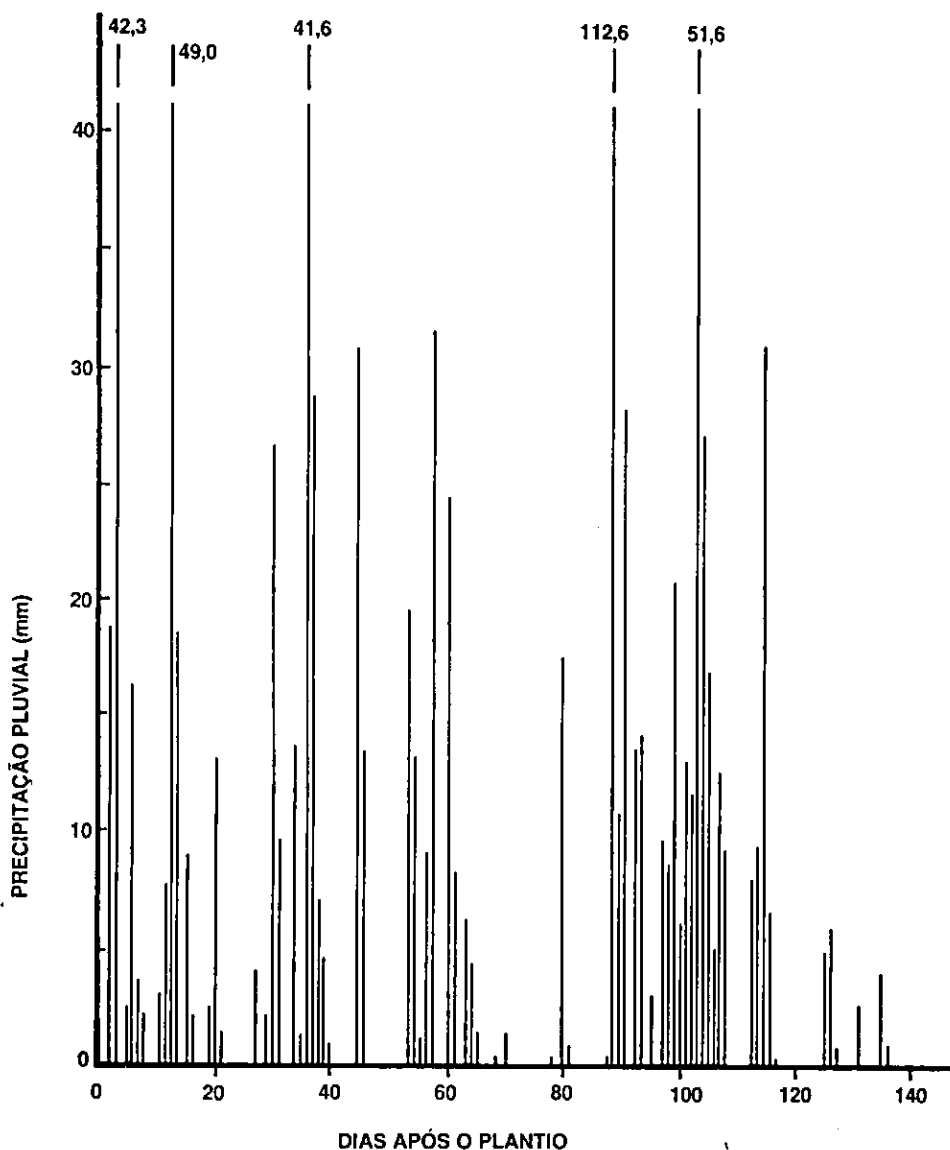


FIG. 2. Precipitação pluvial diária no período de 28,11,81 a 22,04,82.

outubro a março. Embora bem distribuída, em muitas ocasiões o solo ficou saturado de água. A temperatura e a umidade relativa média do ar (Fig. 3) situaram-se em torno das normais da região.

As variações da temperatura do ar (Tabela 1) nas três horas de medição não foram significativas. Utilizando diferentes materiais de sombreamento, McGinnies (1966), Allen (1975) e Shou et al. (1978) verificaram que o sombreamento artificial tem pouco

efeito na temperatura do ar. Entretanto, utilizando gaze como material de sombreamento, Shou et al. (1978) observaram decréscimo de 6°C, ao meio-dia, entre 30% de sombreamento e o controle, e Cooper (1966) verificou que a temperatura do ar decresceu proporcionalmente ao aumento do sombreamento.

Os dados de umidade relativa do ar, nos quatro níveis de radiação solar, encontram-se na Tabela 2. Observa-se que não houve diferenças entre os tra-

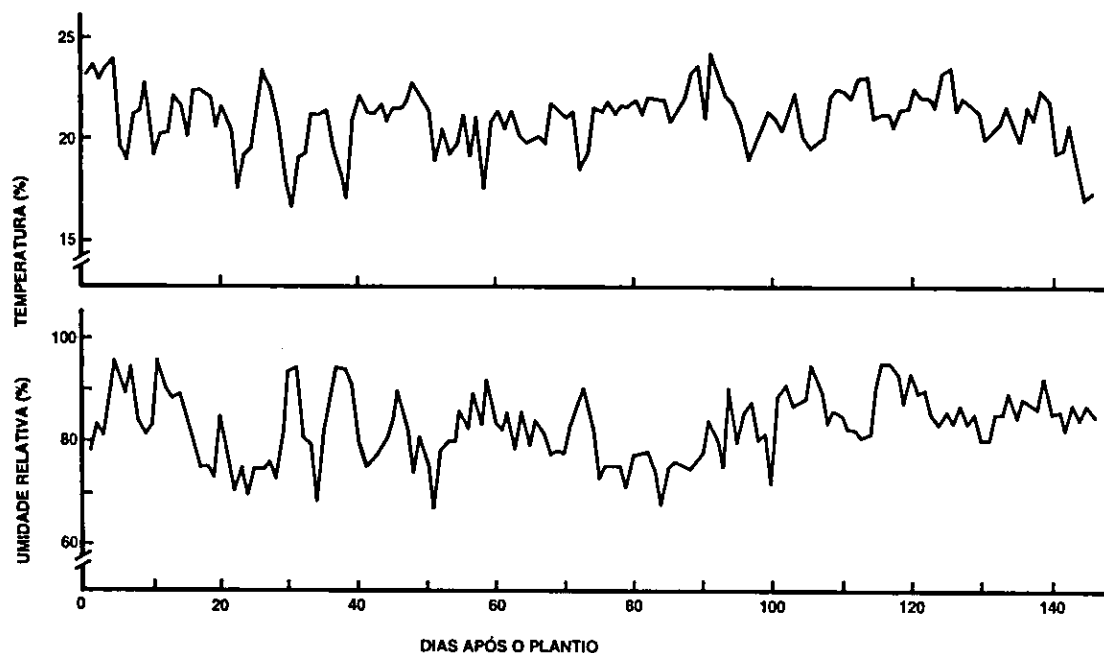


FIG. 3. Temperatura e umidade relativa do ar médias no período de 28.11.81 a 22.04.82.

TABELA 1. Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), sob os quatro níveis de radiação solar.

Horas do dia	Radiação solar relativa (%)			
	100	70	50	30
9	24,1	23,7	23,3	23,2
12	27,7	27,2	27,2	26,8
15	28,7	27,9	27,6	27,1

TABELA 2. Umidade relativa do ar (%), sob os quatro níveis de radiação solar.

Horas do dia	Radiação solar relativa (%)			
	100	70	50	30
9	81	81	81	81
12	69	69	69	69
15	58	58	59	58

tamentos. Provavelmente, a temperatura e a umidade relativa do ar não foram alteradas pelas telas, porque seu arranjo não restringiu a movimentação da massa de ar.

Os dados de iluminamento são apresentados na Tabela 3. Observa-se que as telas propiciaram redução média de 33%, 53% e 72%, em relação à iluminância do meio ambiente (100%).

A Fig. 4 mostra alterações na qualidade da luz, sob as diversas telas, nos três horários do dia. Nota-se que houve redução de energia nas faixas do azul, do vermelho e do vermelho distante. No entanto, a redução de energia tendeu a ser maior na faixa do vermelho-distante, em todos os horários.

A resistência estomática (R_s) está representada na Fig. 5. Observa-se a tendência de as plantas sombreadas apresentarem maiores valores de R_s que as plantas expostas a plena radiação solar. Como a re-

TABELA 3. Efeito da radiação solar relativa no iluminamento (Klux).

Horas do dia	Radiação solar relativa (%)			
	100	70	50	30
9	12,7	8,4	6,0	4,0
12	58,9	38,5	27,1	13,6
15	67,4	46,3	32,4	19,8

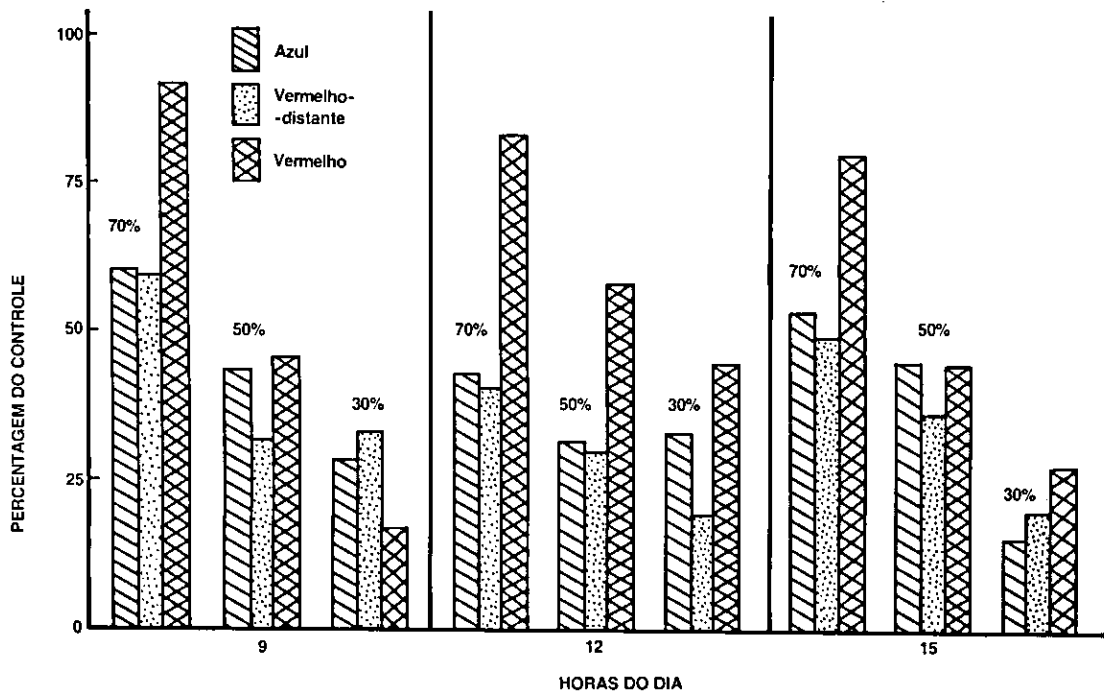


FIG. 4. Alteração da qualidade da luz ocasionada pelas telas de plástico.

sistência ao CO₂ e ao vapor de água entre a folha e a atmosfera dependem da densidade e abertura dos estômatos (Kanemasu & Tanner 1969b, Ciha & Brun 1975), o aumento de R_s das plantas sombreadas foi causado principalmente pelo decréscimo na densidade dos estômatos. Estudos com soja (Allen 1975, Ciha & Brun 1975) e com feijão (Crookston et al. 1975) relatam decréscimo na densidade estomática em plantas cultivadas sob reduzidos níveis de luz. Considerando que o número total e a diferenciação dos estômatos não são influenciados pela densidade de fluxo radiante (Ciha & Brun 1975), o decréscimo na densidade estomática foi causado pelo aumento da área de cada folha (Melges 1983) quando as plantas foram submetidas a níveis de radiação solar decrescentes.

As plantas cultivadas sob os dois menores níveis de radiação solar apresentaram valores de R_s inferiores ao do obtido sob o nível de 70%, o que indica que, possivelmente, não sofreram estresse do meio-dia, mantendo seus estômatos com maior abertura na hora da determinação (14-15 h e 30 min). Os valores de R_s não diferiram nos níveis de 30% e 50% de radiação solar, em razão de as plantas apresentarem áreas do fófolo central semelhantes. Como as de-

terminações de R_s foram efetuadas sempre em folhas adultas e no mesmo horário, os valores deveriam permanecer relativamente constantes. As flutuações dos valores foram causadas, portanto, pelas variações meteorológicas nos diferentes dias das determinações. Os maiores valores de R_s nos níveis de 100% e 70% de radiação solar, nas duas últimas determinações, foram causados pela senescência foliar. Segundo Turner (1969), a senescência ocasiona aumento de R_s em folhas de milho, porém a idade não influencia R_s antes que as folhas se tornem amarelas.

Sendo a R_s fator de importância maior na resistência total à difusão do vapor de água que na resistência total à difusão do CO₂ (Gaastra 1959), é possível supor que no presente experimento tenha influenciado mais a transpiração que a fotossíntese. Observação semelhante, em feijão, foi relatada por Crookston et al. (1975).

A Tabela 4 mostra a variação ocorrida na temperatura da copa em decorrência do uso de telas de plástico para regular o nível de radiação solar. O decréscimo da temperatura nos tratamentos sombreados foi devido principalmente à redução energética na faixa da radiação infra-vermelha ou calorífica. A redução da temperatura da copa provavelmente re-

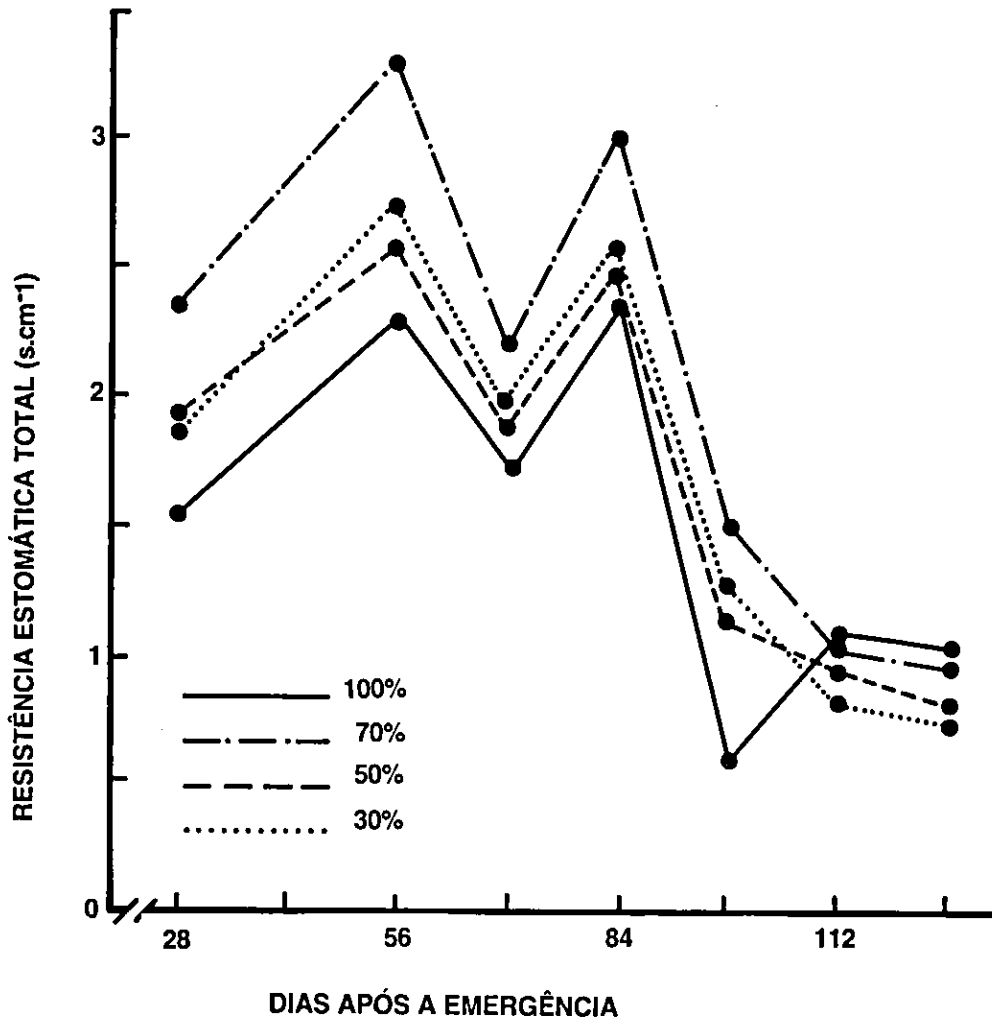


FIG. 5. Resistência estomática total de plantas cultivadas sob quatro níveis de radiação solar.

TABELA 4. Efeito da redução da radiação solar por meio de telas de plástico na temperatura da copa das plantas ($^{\circ}\text{C}$).

Dias após a emergência	Radiação solar relativa (%)			
	100	70	50	30
28	30	29	27	26
56	28	26	25	24
84	32	30	29	28
98	30	27	26	25
112	28	27	26	26

percutiu no metabolismo das plantas, desacelerando vários processos enzimáticos.

Provavelmente, a menor temperatura da copa das plantas contribuiu para a diminuição da respiração mitocondrial nas plantas sombreadas. A influência da temperatura no componente da respiração mitocondrial, associada com o crescimento, poderia ser indireta, refletindo-se em variações nas taxas de crescimento. Isso sugere que o aumento da temperatura elevaria o custo de manutenção ou respiração escura, ligada a atividades de manutenção, pelo maior giro protéico e fluxo ativo de íons (Penning de Vries 1975).

CONCLUSÕES

1. As telas de plástico usadas para reduzir a densidade do fluxo radiante alteraram a qualidade da luz incidente sobre as plantas. Houve redução energética nas faixas do azul, do vermelho e do vermelho-distante, sendo mais acentuada na faixa do vermelho-distante, em todos os horários.
2. A temperatura e a umidade relativa do ar não foram influenciadas pelo sombreamento.
3. A temperatura da copa das plantas decresceu proporcionalmente à redução da energia radiante.
4. As plantas sombreadas apresentaram maiores valores de resistência estomática que as plantas expostas a plena radiação solar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro a este trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, L.H. Shade-cloth microclimate of soybeans. *Agron. J.*, **67**:175-81, 1975.
- CIHA, A.J. & BRUN, W.A. Stomatal size and frequency in soybeans. *Crop Sci.*, **15**:309-13, 1975.
- COOPER, C.S. Response of birdsfoot trefoil and alfalfa to various levels of shade. *Crop Sci.*, **6**:63-6, 1966.
- CROOKSTON, R.K.; TREHARNE, K.J.; LUDFORD, P.; OZBUN, J.L. Response of beans to shading. *Crop Sci.*, **15**:412-6, 1975.
- FUCHS, M. & TANNER, C.B. Infrared thermometry of vegetation. *Agron. J.*, **58**:597-601, 1966.
- GAASTRA, P. Photosynthesis of crop plant as influenced by light carbon dioxide, temperature and stomatal diffusion resistance. *Medel. Landbouwhogescho.*, **59**:1-68, 1959.
- HATFIELD, J.L. Canopy temperatures: the usefulness and reliability of remote measurements. *Agron. J.*, **71**:889-92, 1979.
- KANEMASU, E.T.; THURTELL, G.W.; TANNER, C.B. Design, calibration and field use of a stomatal diffusion porometer. *Plant Physiol.*, **44**:881-5, 1969.
- KANEMASU, E.T. & TANNER, C.B. Stomatal diffusion resistance of snap beans. I. Influence of leaf-water potential. *Plant Physiol.*, **44**:1547-52, 1969a.
- KANEMASU, E.T. & TANNER, C.B. Stomatal diffusion resistance of snap beans. II. Effect of light. *Plant Physiol.*, **44**:1542-6, 1969b.
- McGINNIES, W.J. Effects of shade on the survival of crested wheatgrass seedlings. *Crop Sci.*, **6**:482-4, 1966.
- MELGES, E. **Crescimento, conversão da energia solar e nodulação da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sob quatro níveis de radiação solar, em Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa, UFV, 1983. 78p. Tese Mestrado.
- PENNING DE VRIES, F.W.T.P. The cost of maintenance processes in plant cells. *Ann. Bot.*, **39**:77-92, 1975.
- SCHOU, J.B.; JEFFERS, D.L.; STREETER, J.C. Effects of reflectors, black boards, or shades applied at different stages of plant development on yield of soybeans. *Crop Sci.*, **18**:29-34, 1978.
- TURNER, N.C. Stomatal resistance to transpiration in three contrasting canopies. *Crop Sci.*, **9**:303-7, 1969.
- WALLIHAN, E.F. Modification and use of an electric hygrometer for estimating relative stomatal aperture. *Plant Physiol.*, **43**:200-14, 1964.