

## COMPONENTES DA RADIAÇÃO SOLAR EM CULTURA DE PIMENTÃO EM AMBIENTES PROTEGIDO E CAMPO

Antonio Ribeiro da CUNHA<sup>1</sup>, João Francisco ESCOBEDO<sup>2</sup>, Emerson GALVANI<sup>3</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

Em torno de 90 a 95% de toda a massa vegetal é proveniente do processo fotossintético, vindo consolidar a definição dada por Monteith (1958), de que a agricultura pode ser considerada como uma forma de exploração da energia solar, sendo isso possível mediante um adequado fornecimento de água e nutrientes, necessários à manutenção e desenvolvimento da planta (Prates et al., 1986).

No Brasil, o interesse de estudos em ambientes protegidos tem aumentado nos últimos anos, nas diversas regiões do país, principalmente com os de cobertura plástica, tanto para fins de pesquisa quanto para fins comerciais; objetivando conhecer principalmente as alterações ocorridas com relação aos elementos meteorológicos, os quais influenciam diretamente a cultura ali instalada.

Com isso, este trabalho teve por objetivo avaliar os níveis das radiações solar global, difusa e refletida ao longo do ciclo da cultura de pimentão híbrido Elisa em condições de cultivo protegido e de campo.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 21/04/99 a 03/11/99, no Departamento de Recursos Naturais – Setor Ciências Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, SP, com latitude de 22°51' S, longitude de 48°26' W e altitude de 786 metros. A área experimental constou de duas parcelas, sendo a primeira constituída por um ambiente protegido tipo arco não-climatizada e orientada no sentido NNW-SSE, com área de 280 m<sup>2</sup>, coberto com polietileno de baixa densidade claro de 120µm, e com malha preta de polipropileno com redução de 50% da radiação solar nas laterais. A segunda, constituída por uma área de campo orientada no mesmo sentido, com dimensões idênticas à primeira e distante 15 metros. Nos cultivos foi utilizado o híbrido de pimentão Elisa espaçamento de 0,3 na linha e 1,0m entre linhas.

As especificações dos sensores da radiação solar global, difusa e refletida, tanto para as condições de cultivo protegido e de campo, encontram-se na Tabela 1 com suas respectivas constantes de calibração.

A radiação solar global (Rg) foi medida com 2 piranômetros voltados para cima, um para o cultivo protegido e outro para o de campo. A radiação solar difusa (Rd) foi obtida utilizando-se de um anel de sombreamento sobre um piranômetro voltado para cima, sendo utilizados 2 piranômetros e 2 anéis, um para o cultivo protegido e outro para o de campo; sendo essas medidas corrigidas em função de um fator de correção, o qual é função das dimensões do anel (raio e largura), da latitude do local, da declinação solar e do ângulo horário no por do sol (Melo, 1993).

**Tabela 1** – Sensores das componentes da radiação solar com suas respectivas constantes de calibração, para os dois cultivos.

Componentes Radiação Solar	Constante calibração ( $\mu\text{V.m}^{-2}.\text{W}^{-1}$ )	
	Protegido	Campo
Global	16,965	8,130
Difusa	17,968	8,170
Refletida	17,183	14,437

A radiação solar refletida (Rr) foi medida com 2 piranômetros voltados para baixo, um para o cultivo protegido e outro para o de campo. Todos esses sensores foram instalados a 2 metros de altura.

A coleta dos dados das componentes da radiação solar foi feita, para ambos os cultivos, através de um Micrologger 21X (Campbell Scientific, Inc., 1984-96), sendo os sinais enviados pelos sensores num intervalo de tempo de 5 segundos, com saída de médias a cada 5 minutos. A confecção das curvas diárias dos valores instantâneos em  $\text{W.m}^{-2}$  da radiação solar global, refletida e difusa e a integralização dos seus valores ao longo do dia em  $\text{MJ.m}^{-2}$ , foi efetuada através de um programa confeccionado no software Microcal Origin™.

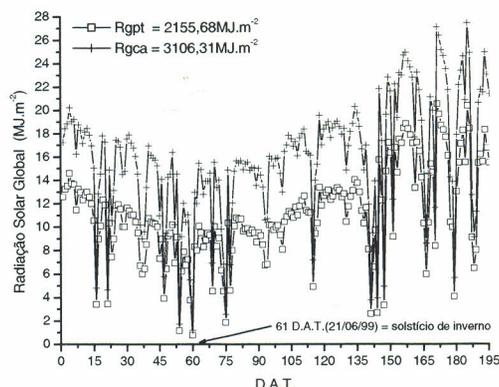
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Radiação solar global (Rg)

A Figura 1 mostra a variação de Rg ao longo do ciclo da cultura de pimentão, com valores integrados de Rg para as condições de cultivo protegido e de campo, de 2155,68 e 3106,31  $\text{MJ.m}^{-2}$ , respectivamente. Observa-se que o cultivo protegido apresentou os menores valores devido à transmissividade de onda curta do PEBD claro utilizado, ou seja, 69,40% da radiação solar total incidente.

Em determinados dias, houve uma diminuição acentuada nos valores de Rg no cultivo de campo, fazendo com que esses se aproximassem dos valores encontrados em cultivo protegido, sendo a causa disto a ocorrência de dias com céu nublado que diminui a quantidade de Rg em ambos os cultivos.

É importante notar que a variação de Rg depende da época do ano, ou seja, declinação do Sol, mostrando-se



**Figura 1** - Variação de Rg ao longo do ciclo da cultura de pimentão para as condições de cultivo protegido (pt) e de campo (ca).

<sup>1</sup> Engo Agro, Dr., Depto Recursos Naturais – Setor Ciências Ambientais, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

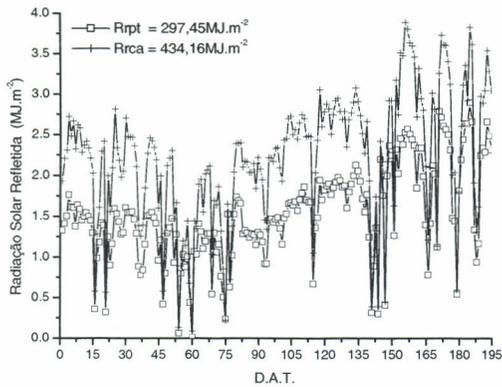
E-mail: arcunha@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Prof. Dr. Adjunto, Depto Recursos Naturais – Setor Ciências Ambientais, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

E-mail: escobedo@fca.unesp.br

<sup>3</sup> Doutorando do Curso de Pós-Graduação Energia na Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

E-mail: hildeu@fca.unesp.br



**Figura 2** - Variação de Rr ao longo do ciclo da cultura de pimentão para as condições de cultivo protegido (pt) e de campo (ca).

em função disto que houve um decréscimo da quantidade de Rg até os 100 d.a.t. e após um aumento considerável, para ambos os cultivos, com exceção dos dias nublados.

### 3.2 Radiação solar refletida (Rr)

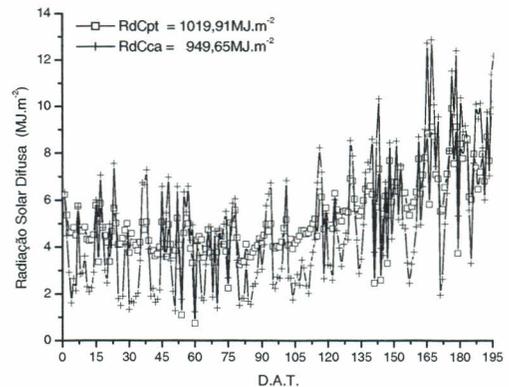
A Figura 2 mostra a variação de Rr para o ciclo da cultura, com valores integrados de 297,45 e 434,16 MJ.m<sup>-2</sup>, para as condições de cultivo protegido e de campo, respectivamente.

Observou-se valores maiores de energia refletida para o cultivo de campo, demonstrado por um dossel menos denso, o que pode ter aumentado a energia nessa condição de cultivo. São também observados dias com valores baixos de Rr, próximos de zero, apresentando-se esses dias com céu nublado, impedindo assim a passagem da radiação de ondas curtas a qual deveria incidir sobre o dossel da cultura de pimentão e ser refletida para a atmosfera, sendo grandemente atenuado esse processo devido à presença de grande quantidade de nuvens nesses dias.

### 3.3 Radiação solar difusa (Rd)

A Figura 3 mostra os valores integrados de Rd para o ciclo da cultura de pimentão, onde observa-se em condição de cultivo protegido 1019,91 MJ.m<sup>-2</sup> e em cultivo de campo 949,65 MJ.m<sup>-2</sup>, demonstrando o efeito de aumentar Rd pelo PEBD ao longo do ciclo da cultura.

Através das curvas de Rg ao longo do ciclo da cultura de pimentão, nota-se que é difícil estabelecer uma correlação entre Rg e Rd ao longo do ciclo, devido a variação dos valores de Rd associado à grande dependência da quantidade e tipo de nuvens, mostrando-se mais dispersivo em condição de cultivo de campo, sendo necessário então, a



**Figura 3** - Variação de Rd ao longo do ciclo da cultura de pimentão para as condições de cultivo protegido (pt) e de campo (ca).

separação dos dias com céu limpo dos dias com céu nublado para este tipo de estudo, pois segundo Martinez Garcia (1978), em condições de dia com céu limpo, 20% da radiação global corresponde à fração difusa, já em cultivo protegido esse valor pode ser superior a 60%.

## 4. CONCLUSÃO

Sob diversas condições de cobertura do céu e fases fenológicas da cultura, o cultivo protegido apresentou valores de radiação solar global e refletida inferiores em 44,10% e 45,96%, respectivamente, e ligeiramente superiores para a radiação difusa em 7,40% com relação ao cultivo de campo.

## 5. REFERÊNCIAS

- CAMPBELL SCIENTIFIC, INC. **21X Micrologger: operator's manual**. Revision: 3/96. Logan, Utah: Copyright©, 1984-1996.
- MARTINEZ GARCIA, P.F. **Características climáticas de los invernaderos de plástico**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias - INIA, 1978. 48p. (Hoja Técnica, 19)
- MELO, J.M.D. **Desenvolvimento de um sistema para medir simultaneamente radiações global, difusa e direta**. Botucatu, 1993. 130p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista.
- MONTEITH, J.L. The heat balance of soil beneath crops. In: **Climatology and microclimatology**. Paris: UNESCO, 1958. 151p.
- PRATES, J.E.; SEDIYAMA, G.C.; VIEIRA, H.A. **Clima e produção agrícola. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.138, p.18-22, 1986.