

DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR NOS MESES MAIS FRIOS DO ANO PARA O CULTIVO DO TOMATEIRO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Galileo Adeli BURIOL¹, Valduino ESTEFANEL², Jerônimo Luiz ANDRIOLO¹, Ronaldo MATZENAUER³, Ivonete Fátima TAZZO⁴

RESUMO

Determinou-se a média mensal da radiação solar global, o número médio de dias com valores iguais e inferiores a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, a probabilidade de ocorrerem médias mensais iguais ou inferiores a esse valor, nos meses de abril a setembro no Estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados os dados medidos em 24 Estações Meteorológicas localizadas nas diferentes regiões climáticas do Estado, pertencentes à Secretaria da Agricultura do Estado, no período entre 1957-1997. Constatou-se que nas regiões da Depressão Central, Campanha, Serra do Nordeste e Litoral a média mensal encontra-se abaixo do limite de $200 \text{ cal cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ no mês de Junho e julho e nas regiões da Serra do Sudeste, Planalto, Alto Uruguai a disponibilidade de radiação solar, nos meses de inverno, em média fica acima deste limite.

INTRODUÇÃO

A produtividade das hortaliças em estufa no período invernal é determinada principalmente pela disponibilidade de energia solar (COCKSHULL et al., 1992; GARY et al., 1996). Vários dias consecutivos com baixos valores de radiação, além de reduzir o crescimento das plantas acarreta problemas na polinização e/ou no pegamento de frutos. Nas estufas sem aquecimento estes problemas são intensificados quando valores baixos de radiação solar vêm acompanhado de

¹ Engº. Agrº. Professor do Departamento de Fitotecnia – UFSM, Bolsista CNPq.

² Engº. Agrº. Professor do Departamento de Fitotecnia – UFSM.

³ Engº. Agrº. Dr., Pesquisador da FEPAGRO/SCT.

⁴ Aluna de Graduação do Curso de Agronomia – UFSM, bolsista da FAPERGS.

temperaturas baixas inferiores a 15°C (PECAUT , 1993; ANDRIOLO et al., 1997). Para o tomateiro o limite trófico inferior é estimado em torno de 200 cal cm⁻² dia⁻¹ (FAO, 1990).

Tendo em vista que, no Sul do Brasil, o cultivo em estufas plásticas têm-se intensificado no últimos anos e ainda, que o tomateiro constitui-se na principal espécie cultivada nestes microambientes é importante que seja determinado a disponibilidade de radiação solar nos meses de inverno para esta cultura. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o potencial de radiação solar nos seis meses mais frios do ano para o cultivo do tomateiro no Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados, para cada ano, período 1957-1997, as médias mensais de radiação solar global ($K\downarrow$) dos meses de abril a setembro, de 24 Estações Meteorológicas, pertencentes à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária-FEPAGRO, Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. O período de observação variou para cada estação em função da data de início de funcionamento da mesma e/ou da interrupção das observações. Com estes dados determinou-se, para cada Estação Meteorológica, a média mensal e o número de meses em que o valor da intensidade de fluxo médio de radiação foi igual ou inferior a 200 cal cm⁻² dia⁻¹. Estimou-se também o número de dias com radiação igual ou inferior a 200 cal⁻² dia⁻¹ pela interpolação da diferença entre as médias de dois meses consecutivos, considerando-se as médias destes meses centradas no dia 15 dos mesmos.

Para obter as probabilidades de ocorrência de médias mensais iguais ou inferiores a 200 cal cm⁻² dia⁻¹ foi estudado o ajustamento das médias mensais dos diversos anos às distribuições normal e gama, usando o teste de Lilliefors para a primeira e o teste Kolmogorov-Imirnov para a segunda (CAMPOS, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados da Tabela 1 mostram que, no mês de junho, em vários locais do Estado do Rio Grande do Sul, os valores médios de radiação solar global são inferiores a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, limite trófico crítico inferior para o desenvolvimento do tomateiro. Também em julho em alguns locais, os valores médios são inferiores a este limite. Os locais que apresentam valores médios inferiores a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ são principalmente aqueles localizados no Litoral, Campanha, Depressão Central e Serra do Nordeste.

O número médio estimado de dias com valores inferiores a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, Tabela 2 pode atingir até 47 dias como em Santana do Livramento. Este valor é considerado bastante elevado, mostrando que, nesta região, no mês de junho e julho é praticamente inviável que o tomateiro se desenvolva satisfatoriamente. Outros locais, como Bagé, Osório e São Gabriel também apresentaram valores bastante elevados, acima de 30 dias.

Os desvios-padrão dos valores médios, Tabela 1, mostram uma elevada variabilidade da radiação solar global mensal. Locais como Rio Grande, Osório, Bagé, Quaraí, Julio de Castilhos, Ijuí, Encruzilhada do Sul, Erexim e Veranópolis apresentam valores de desvio padrão acima de $40 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ praticamente em todos os meses. Em Erexim e Veranópolis os valores são bem mais elevados.

Os valores elevados do desvio-padrão indicam ocorrer grande variabilidade entre anos nos diferentes meses. Desta forma, é de se esperar que, mesmo nos locais e meses em que os valores médios de radiação solar global são superiores a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, existe probabilidade de ocorrerem dias com valores mensais inferiores a este limite. Isto pode ser constatado através dos dados da Tabela 3 que foi obtida pela distribuição normal. Observa-se que de maio a junho em todos os locais existe probabilidade de ocorrer valores inferiores a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Tomando-se o mês de junho como exemplo, mês de médias mais baixas, nos locais de Jaguarão, Osório, Bagé, Santana do Livramento, São Gabriel, Santa Maria, Alegrete, Julio de Castilhos e Farroupilha, a probabilidade de ocorrerem dias com valores inferiores a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ é superior a 50%.

Tabela 1: Radiação solar global média (K•) e desvio padrão (s) dos meses de abril a setembro período de 1957-1997, para as diferentes Estações Meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul.

Estação Meteorológica	Abril		maio		junho		julho		agosto		setembro	
	K•	s	K•	s	K•	s	K•	s	K•	s	K•	s
Jaguarão	320	25,44	246	33,13	193	39,49	207	64,89	243	51,69	317	49,16
Rio Grande	344	70,35	257	48,28	206	36,84	205	42,97	260	49,75	331	65,86
Osório	275	49,27	228	52,48	192	36,15	201	36,52	224	47,77	261	54,55
Bagé	299	48,11	231	43,22	187	43,56	190	31,62	249	45,77	318	67,87
Quaraí	323	41,00	253	37,00	211	46,00	223	49,00	272	37,00	352	44,00
Santana do Livramento	318	30,13	225	23,43	187	25,07	188	22,99	246	35,02	324	35,03
São Gabriel	306	34,65	249	33,00	197	24,56	195	24,46	264	34,44	333	34,81
Cachoeirinha	324	32,78	254	28,19	213	21,74	219	34,08	253	47,38	329	29,83
Santa Maria	305	37,06	240	36,23	194	25,61	206	27,95	242	42,17	319	51,02
Taquari	301	30,83	238	24,35	248	34,36	307	34,31	393	34,01	459	40,45
Alegrete	311	25,81	235	18,50	191	25,65	216	33,33	250	25,87	321	38,83
Guaíba	307	30,55	243	30,51	205	28,11	213	30,83	253	34,99	321	33,00
Julio de Castilho	292	52,40	234	52,32	195	44,15	208	48,70	244	56,22	302	68,78
Crua Alta	326	45,13	251	33,83	216	38,80	235	38,99	278	39,59	340	52,82
Ijuí	352	64,23	266	46,81	223	36,64	237	41,46	281	39,68	361	60,32
Passo Fundo	318	20,99	258	19,16	212	25,13	230	20,83	258	24,34	324	19,46
Santo Augusto	326	39,50	256	36,16	214	29,02	227	31,86	259	26,39	337	28,95
Vacaria	342	39,00	265	29,87	224	25,31	234	29,23	266	23,59	331	27,91
Encruzilhada do Sul	307	52,47	250	46,22	202	39,60	205	33,82	242	45,93	306	46,81
Erexim	295	120,76	235	95,99	198	79,99	211	83,81	240	90,14	289	109,21
São Borja	317	42,12	258	26,80	221	30,70	223	26,90	269	34,10	334	48,60
Uruguaiana	318	45,00	257	32,00	203	56,00	209	56,00	261	66,00	301	130,00
Farroupilha	297	34,80	231	31,44	193	23,77	211	23,6	236	31,32	305	38,05
Veranópolis	355	64,08	291	62,00	248	55,96	262	63,63	295	55,42	358	63,08

Tabela 2: Número médio estimado de dias com valores de radiação solar global ($K\bullet$) igual ou inferior a $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e período em que ocorreram esses dias para as diferentes Regiões Climáticas do Estado do Rio Grande do Sul.

Região Climática	Estação Meteorológica	Nº dias	Período
Litoral	Jaguarão	21 dias	11/06 - 01/07
	Rio Grande		
	Osório	36 dias	08/06 - 13/07
Campanha	Bagé	45 dias	06/06 - 20/07
	Quaraí		
	Santana do Livramento	47 dias	05/06 - 21/07
	São Gabriel	35 dias	13/06 - 17/07
Depressão Central	Cachoeirinha		
	Santa Maria	20 dias	11/06 - 30/06
	Taquari		
	Alegrete	17 dias	09/06 - 25/06
	Guafba		
Planalto e Missões	Julio de Castilho	16 dias	11/06 - 26/06
	Crua Alta		
	Ijuí		
	Passo Fundo		
	Santo Augusto		
	Vacaria		
Serra do Sudeste	Encruzilhada do Sul		
Vala Uruguai	Erexim	8 dias	13/06 - 20/06
	São Borja		
	Uruguaiana		
Serra do Nordeste	Farroupilha	18 dias	10/06 - 27/06
	Veranópolis		

TABELA 3: Probabilidade de ocorrência de valores médios de radiação solar global (K_{\downarrow}) inferiores a $200 \text{ cal}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ nos meses de abril a setembro para as diferentes Estações Meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul.

Região Climática	Estação Meteorológica	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro
Litoral	Jaguarão	<0,00	0,09	0,57	0,46	0,21	<0,00
	Rio Grande	0,03	0,13	0,43	0,45	0,11	0,03
	Osório	0,07	0,30	0,58	0,49	0,31	0,13
Campanha	Bagé	0,03	0,24	0,61	0,63	0,14	0,04
	Quaraí	<0,00	0,08	0,41	0,32	0,03	<0,00
	Santana do Livramento	<0,00	0,14	0,70	0,69	0,10	<0,00
Depressão Central	São Gabriel	<0,00	0,13	0,55	0,59	0,04	<0,00
	Cachoeirinha	<0,00	0,03	0,28	0,29	0,13	<0,00
	Santa Maria	<0,00	0,13	0,59	0,42	0,16	<0,00
	Taquari	<0,00	0,06	0,08	0,00	0,00	<0,00
	Alegrete	<0,00	0,03	0,64	0,32	0,03	<0,00
Planalto e Missões	Guaíba	<0,00	0,08	0,43	0,34	0,07	<0,00
	Julio de Castilho	0,04	0,26	0,55	0,44	0,22	0,07
	Crua Alta	<0,00	0,07	0,34	0,18	0,03	<0,00
	Ijuí	<0,00	0,08	0,26	0,19	0,03	<0,00
	Passo Fundo	<0,00	<0,00	0,32	0,08	<0,00	<0,00
	Santo Augusto	<0,00	0,06	0,32	0,20	0,02	<0,00
Serra do Sudeste	Vacaria	<0,00	0,02	0,17	0,13	<0,00	<0,00
	Encruzilhada do Sul	0,03	0,14	0,49	0,45	0,18	0,01
Vala Uruguai	Erexim	0,03	0,11	0,30	0,19	0,97	<0,00
	São Borja	<0,00	0,01	0,25	0,20	0,03	<0,00
	Uruguiana	<0,00	0,03	0,28	0,29	<0,00	<0,00
Serra do Nordeste	Farroupilha	<0,00	0,16	0,62	0,33	0,13	<0,00
	Veranópolis	<0,00	0,08	0,20	0,17	0,05	<0,00

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J.L., STRECK, N.A., BURIOL, G.A. LUDKE, L. Growth, development and dry matter distribution of a tomato crop as affected by environment. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v. 73, n 1, p. 125-130, 1998.

CAMPOS, H. de **Estatística não paramétrica**, 4^a ed., Piracicaba ESALQ/USP, p. 349, 1983.

COCKSHULL, K. E., C. J., CAVE, C. R. J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science.**, v. 67, n 1, p. 11-24, 1992.

FAO – **Protected cultivation in the mediterranean climate**. Roma, FAO, 1990, 313p. (Plant Production and Protection paper, n 90).

GARY, C., BAILLE, A., NAVARRETE, M., ESPANET, R. TOMPOUSSE, un modele simplifié de prévision du rendement et du calibre de la tomate. In: **Séminaire de L’AIP “Serres”**, Alenya, INRA, 1996. 10p.

PECAUT, P., Connaissance et amélioration du matériel vegetal. In: **L’INRA et les cultures sous serre**. Paris Institut Nacional de la Recherche Agronomique, 1983 p.135 – 174 (230p)