

**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE TEMPERATURAS MÁXIMAS DO AR
PREJUDICIAIS AOS CULTIVOS AGRÍCOLAS EM SANTA MARIA, RS.**

**PROBABILITY OF OCCURENCE OF MAXIMUM TEMPERATURE HARMFUL TO
AGRICULTURE CULTURES IN SANTA MARIA, RS.**

Valduino Estefanel¹, Flavio Miguel Schneider¹ e Galileo Adeli Buriol¹

RESUMO

Com base nos registros da Estação Climatológica localizada em Santa Maria, RS, obtiveram-se as probabilidades de ocorrência de dias com temperaturas máximas do ar iguais ou acima de diversos níveis térmicos para cada decêndio. Os níveis térmicos utilizados foram 18°C, 20°C,... 32°C para os meses da termofase negativa (abril a setembro) e 30°C, 32°C ..., 38°C para os meses da termofase positiva (outubro a março). Foram também obtidas, para cada mês, as probabilidades de ocorrência de seqüências de quatro, oito e quinze ou mais dias com a temperatura máxima elevada. Para obter as tabelas de probabilidades foi utilizada a distribuição binomial negativa. Resultados evidenciam que, nos meses mais frios, ocorrem, com elevado nível de probabilidade, dias com temperatura máxima do ar acima de 28°C, elevada para a época. Temperaturas iguais ou maiores de 36°C podem ocorrer em todos os decênios dos meses mais quentes.

Palavras-chave: Temperatura máxima do ar, probabilidade de ocorrência, aperiodicidade.

SUMMARY

The accumulated data from the Climatological Station located in Santa Maria (RS) allowed the determination of probabilities from the days with maximum temperature equal or above various thermal level for each 10 days time period. The thermal levels used for the winter months were 18°C, 20°C, ..., 32°C (April until September) and 30°C, 32°C, ...,38°C for the summer months (October until March). Also were obtained for each month the probabilities of sequence for: four, eight and fifteen or more days with elevated maximum temperature. To obtain the probability table's, the negative binomial distribution was used. The results showed that maximum temperature equal or above 28°C had hight probability for the winter time. During the summer is common to occur days with maximum temperature above 36°C.

Key words: Maximum temperature, probability of occurrence, aperiodicity.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das disponibilidades térmicas de um local é necessário em várias atividades agronômi-

¹Eng° Agr°, Professor Titular do Departamento de Fitotecnia do CCR/UFMS. 97119-900 Santa Maria, RS.
Bolsista do CNPq.

cas como a seleção e introdução de cultivares, definição de épocas de semeadura, eleição de tratos culturais e implantação de mecanismos de modificação de ambientes agrícolas.

Dentre os parâmetros térmicos pouco estudados destaca-se a temperatura máxima diária do ar. Este parâmetro exerce dois efeitos bioclimáticos ao longo do ano: nos meses frios tem ação desvernalizante sobre as criófitas e nos meses quentes pela ação deprimente tanto no crescimento como no desenvolvimento das plantas. Nas culturas de verão para as quais existe um conhecimento detalhado das exigências térmicas, como o milho, o sorgo e a soja, nos modelos matemáticos de quantificação do crescimento e de previsão da data de maturação, a temperatura entra como um parâmetro importante tanto na promoção (acima de 10°C) como na inibição (acima de 30°C) do crescimento e desenvolvimento (GILMORE & ROGERS, 1958; ASPIAZÚ, 1971; SIERRA & MURPHY, 1973); BROWN, 1983. No inverno, temperaturas acima de 16° a 21°C, conforme a espécie, anulam o efeito das temperaturas baixas na quebra de dormência, prejudicando o desenvolvimento, a longevidade e a produtividade de plantas criófitas (EREZ & LAVEE, 1971; RICHARDSON et al, 1974). A temperatura máxima, juntamente com a mínima é também elemento básico no cálculo dos graus-dia e do termoperíodo (NEILD, 1967; ARNOLD, 1980; DUBÉ et al, 1984).

Os estudos das disponibilidades regionais e locais da temperatura do ar no Estado do Rio Grande do Sul (PAUWELS, 1924; MACHADO, 1950; BURIOL, 1976; ESTEFANEL et al, 1978) normalmente tem utilizado as médias mensais e anuais e/ou valores absolutos mensais e anuais. O uso de valores mensais não permite a detecção nem a determinação da frequência e de períodos com temperaturas máximas do ar elevadas ou baixas para a época, aspecto extremamente importante em regiões como o Rio Grande do Sul que apresenta uma significativa variabilidade nos valores da temperatura do ar. Objetivando melhor caracterizar o comportamento das temperaturas máximas diárias do ar ao longo do ano na região de Santa Maria, o presente trabalho apresenta as probabilidades de ocorrência de dias com temperatura máxima do ar maior ou igual a 18°C nos meses mais frios e maior ou igual a 30°C nos meses mais quentes, bem como de seqüências de diferentes durações.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os registros de temperatura do ar obtidos no abrigo meteorológico da Estação Climatológica Principal pertencente ao 8° Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura, no período 1912/91. De 1912 a 1967 a estação estava localizada no centro da cidade de Santa Maria (latitude: 29°41'S, longitude: 53°48'W e altitude: 138m). De 1968 em diante está localizada no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (latitude:29°42'S, longitude: 53°42'W e altitude: 95m) A homogeneidade das médias mensais das temperaturas médias, máximas e mínimas do ar, bem como o número de dias com temperaturas igual ou maior a 18°C foi avaliada utilizando a técnica das duplas massas (OMETTO, 1980).

Para os seis meses da termofase negativa anual (de abril a setembro) obteve-se o número de dias em cada decêndio de cada ano com temperatura máxima maior ou igual a 18°C, 22°C, ..., 32°C. Para os meses da termofase positiva anual (outubro a março) foi repetido o mesmo procedimento, usando os níveis térmicos (T_b) de 30°C, 32°C, ..., 38°C. Considerou-se o período entre o dia 1° e o 10° dia de cada mês como o primeiro decêndio, dos dias 11 a 20 como o segundo decêndio e o período após o dia 20 como o terceiro decêndio. Quando havia falta de dados em um ou mais dias de um decêndio foi descartado o decêndio completo. No final foram utilizados de 70 a 76 anos dependendo do número de falhas de cada decêndio.

Foram também obtidas, para cada ano, as seqüências de quatro ou mais dias, de oito ou mais dias e 15 ou mais dias com temperatura igual ou maior que os T_b considerados. Cada seqüência foi contabilizada no mês em que ela terminou, independente de quando tenha começado

Foi verificada a aderência do número de dias e do número de seqüências de dias com temperatura igual

ou superior a cada T_b às distribuições Binomial Negativa e Poisson. Usou-se o teste de Kolmogoroff-Smirnoff (CAMPOS, 1983) sendo os parâmetros dessas distribuições estimados com os dados disponíveis. O parâmetro k da distribuição binomial negativa foi estimado pelo método dos momentos e da máxima verossimilhança (BLISS & FISHER, 1953).

As frequências teóricas brutas foram calculadas com base em algoritmos apresentados por DAVIES (1974) e, a partir delas, as frequências teóricas relativas acumuladas que correspondem às probabilidades procuradas. Para a distribuição Binomial Negativa as frequências brutas foram calculadas pelas equações abaixo:

$$f_{x=0} = \frac{N}{\left(1 + \frac{M}{k}\right)^k} \quad (1)$$

$$f_{x=i} = f_{x=i-1} \cdot \frac{M}{(k+M)} \cdot \frac{(k+i-2)}{(i-1)}$$

$$i = 1, 2, \dots, I-1 \quad (2)$$

$$f_{x=I} = N - \sum_{i=1}^{I-1} f_{x=i} \quad (3)$$

onde N é o número de anos de observação, M é a média, k é o parâmetro da distribuição Binomial Negativa e I é o número de classes. Por desconhecer os verdadeiros valores de M e de k foram usadas suas estimativas. Para a distribuição de Poisson as equações foram:

$$f_{x=0} = N \cdot e^{-M} \quad (4)$$

$$f_{x=i} = \frac{(f_{x=i-1} \cdot M)}{(i-1)} \quad i = 1, 2, \dots, I-1 \quad (5)$$

$$f_{x=I} = N - \sum_{i=1}^{I-1} f_{x=i} \quad (6)$$

onde e indica a base dos logaritmos naturais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de homogeneidade mostrou que a troca de local da estação durante o período de sua existência bem como as eventuais mudanças no equipamento ou no observador não afetaram sensivelmente os elementos meteorológicos analisados. Concluiu-se, então, que é possível usar todo o período (1912-91) como uma série única.

O teste de Kolmogoroff-Smirnoff mostrou que o número de dias em cada decêndio com temperatura igual ou maior que os T_b estudados adere melhor à distribuição Binomial Negativa do que à de Poisson. Dos 225 casos estudados, em 192 o teste de Kolmogoroff-Smirnoff só rejeitou H_0 (frequência empírica \equiv frequência teórica) para $p > 0,20$, em dois casos para p entre $p=0,10$ e $p=0,20$ e, em 31 casos, não foi possível estimar os parâmetros dessa distribuição. Esses 31 casos ocorreram com T_b mais baixos e nos meses em que esses T_b são mais frequentes. Nesses casos, em muitos anos, todos os dias do decêndio tinham temperatura acima do T_b considerado, fazendo com que a variância ficasse menor do que a média, sendo então impossível estimar o parâmetro k . Por outro lado, somente em 122 casos a mesma hipótese em relação à distribuição de Poisson foi rejeitada a $p > 0,20$, 28 casos entre $p=0,10$ e $p=0,20$, 21 casos entre $p=0,05$ e $p=0,10$ e em 54 casos a $p < 0,05$.

Isto demonstra que os dias com temperatura alta ocorrem agrupados e não de forma independente como seria se ajustassem à distribuição de Poisson. Na realidade, quando uma massa de ar quente provoca uma elevação da temperatura na região, essa temperatura tende a permanecer elevada por vários dias até a entrada de uma massa de ar fria.

As probabilidades de ocorrência de dias com temperatura maior ou igual aos T_b estudados são apresentadas nas Tabelas 1 e 3 e as probabilidades de ocorrerem seqüências de dias quentes nas Tabelas 2 e 4. Essas tabelas foram calculadas, sempre que possível, com base na distribuição Binomial Negativa, de preferência usando a estatística k estimada pelo método dos momentos. Nos casos em que não foi possível estimar os parâmetros dessa distribuição, mas a série se ajustava à distribuição de Poisson, esta foi utilizada. Quando os dados não aderiram a nenhuma das duas distribuições usaram-se as probabilidades teóricas.

Como exemplo do uso dessas tabelas o leitor poderá verificar na Tabela 1 que, para o 1º decêndio de julho, existe $p=0,54$, ou seja 54% de probabilidades (aproximadamente num ano em cada dois), de ocorrer um ou mais dias com temperatura máxima igual ou superior a 26°C. Logo abaixo, verifica-se que em 6% dos anos (aproximadamente num ano em cada dezessete) ocorrem cinco ou mais dias com temperatura máxima igual ou superior a 26°C. Nesta época do ano, frutíferas criófitas menos exigentes em frio, como um grande número de genótipos de pessegueiro, normalmente já tem satisfeitas suas exigências em de frio, e cinco ou mais dias com este nível térmico, principalmente se consecutivos, podem, se não ocorrerem temperaturas abaixo de 13°C, desencadear os processos de brotação e/ou floração. As plantas, neste estágio fenológico, tornam-se altamente sensíveis às temperaturas baixas que porventura venham a ocorrer, o que, segundo ESTEFANEL et al (1988), freqüentemente ocorrem na região, ocasionando prejuízos no desenvolvimento, longevidade e produtividade das plantas. Temperaturas de 30°C podem ocorrer em todos os decêndios do período e temperaturas de 32°C somente não foram observadas no mês de junho e no 2º e 3º decêndios de julho.

A Tabela 2 mostra as probabilidades de ocorrência de dias consecutivos com temperatura igual ou acima das T_b . Verifica-se que, no mes de julho, em 82% dos anos ocorrem uma ou mais seqüências de quatro ou mais dias com temperatura alcançando 18°C. Provavelmente uma seqüência de quatro dias com temperaturas nesse nível não seja suficiente para promover processos fisiológicos vegetativos ou reprodutivos, mas se ocorrerem duas ou mais seqüências ($p=0,50$) ou três ou mais seqüências ($p=0,24$) sem a ocorrência de temperaturas abaixo de 13°C, a quebra de dormência ocorrerá para diversas espécies de plantas caducifólias. Deve-se considerar ainda que existe 0,51 de probabilidades de ocorrer uma ou mais seqüências de oito ou mais dias e 0,13 de ocorrerem 15 ou mais dias consecutivos com a temperatura alcançando 18°C. Disso se depreende que em Santa Maria ocorrem com freqüência situações térmicas favoráveis à quebra de dormência no mês de julho, ou seja, bem antes do término da estação fria. Para evitar que frios tardios causem dano às plantas

caducifólias deve haver um esforço dos melhoristas no sentido de obter cultivares com temperatura-base de crescimento mais elevada, para que a brotação e/ou floração das plantas, mesmo já com suas exigências em horas de frio satisfeitas, ocorra numa época em que o risco de ocorrência de temperaturas prejudiciais seja mínimo.

Tabela 1 - Probabilidade de ocorrência de N ou mais dias com temperatura máxima maior ou igual a diversos níveis térmicos, $p(X \geq X) = \pi$, em cada decêndio dos meses mais frios, em Santa Maria, RS, com base no período 1912-91.

Nível Térmico N (°C)	(Dias)	Abril			Maio			Junho			Julho			Agoato			Setembro			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
18	1	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00
	3	1,00	1,00	1,00	0,97	0,99	0,99	0,93	0,90	0,90	0,87	0,91	0,95	0,93	0,95	0,98	0,98	0,98	1,00	
	5	1,00	1,00	1,00	0,79	0,90	0,91	0,72	0,64	0,65	0,59	0,66	0,75	0,71	0,76	0,88	0,86	0,89	0,99	
	7	1,00	1,00	0,99	0,66	0,69	0,70	0,44	0,33	0,35	0,30	0,36	0,45	0,40	0,45	0,65	0,60	0,66	0,93	
	9	0,99	0,99	0,89	0,44	0,42	0,42	0,21	0,12	0,14	0,12	0,15	0,21	0,17	0,19	0,36	0,32	0,38	0,71	
20	1	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,97	0,96	0,97	0,93	0,98	0,99	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	
	3	1,00	1,00	1,00	0,98	0,95	0,92	0,75	0,70	0,74	0,86	0,81	0,83	0,74	0,83	0,94	0,94	0,95	1,00	
	5	1,00	1,00	0,99	0,89	0,76	0,71	0,45	0,37	0,43	0,37	0,50	0,55	0,45	0,51	0,74	0,71	0,74	0,95	
	7	1,00	0,99	0,92	0,67	0,46	0,45	0,22	0,15	0,19	0,18	0,23	0,28	0,22	0,23	0,43	0,39	0,43	0,79	
	9	0,91	0,80	0,64	0,39	0,21	0,23	0,09	0,05	0,07	0,08	0,09	0,12	0,09	0,08	0,18	0,15	0,18	0,32	
22	1	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,93	0,85	0,89	0,93	0,87	0,96	0,96	0,88	0,96	0,98	0,98	0,98	0,99	
	3	1,00	1,00	0,97	0,95	0,81	0,69	0,49	0,51	0,60	0,51	0,69	0,71	0,54	0,68	0,78	0,80	0,79	0,94	
	5	0,99	0,97	0,83	0,74	0,50	0,44	0,24	0,22	0,29	0,25	0,35	0,38	0,28	0,34	0,46	0,43	0,45	0,73	
	7	0,90	0,64	0,56	0,42	0,24	0,26	0,11	0,08	0,11	0,11	0,14	0,16	0,13	0,12	0,21	0,15	0,18	0,42	
	9	0,58	0,49	0,28	0,17	0,10	0,14	0,05	0,02	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,08	0,04	0,05	0,17	
24	1	0,99	0,99	0,99	0,96	0,90	0,87	0,71	0,77	0,83	0,72	0,86	0,92	0,79	0,91	0,92	0,93	0,91	0,98	
	3	0,97	0,93	0,88	0,70	0,59	0,33	0,30	0,35	0,43	0,35	0,47	0,56	0,40	0,54	0,57	0,54	0,51	0,78	
	5	0,85	0,70	0,59	0,37	0,31	0,28	0,12	0,13	0,19	0,16	0,21	0,24	0,18	0,22	0,26	0,19	0,20	0,42	
	7	0,59	0,39	0,29	0,16	0,15	0,13	0,04	0,05	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,10	0,05	0,06	0,15	
	9	0,30	0,15	0,10	0,06	0,07	0,06	--	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	--	0,01	0,04	
26	1	0,99	0,96	0,87	0,83	0,75	0,75	0,56	0,53	0,64	0,54	0,73	0,81	0,64	0,76	0,79	0,81	0,75	0,90	
	3	0,91	0,70	0,53	0,44	0,37	0,33	0,16	0,14	0,25	0,18	0,29	0,36	0,27	0,34	0,36	0,30	0,30	0,49	
	5	0,64	0,39	0,27	0,20	0,17	0,13	0,04	0,04	0,10	0,06	0,09	0,12	0,12	0,13	0,14	0,07	0,08	0,18	
	7	0,33	0,17	0,13	0,09	0,08	0,04	--	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,01	0,02	0,05	
	9	0,18	0,07	0,06	0,03	0,03	0,01	--	--	--	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	--	--	0,01	
28	1	0,93	0,80	0,65	0,55	0,52	0,51	0,24	0,28	0,39	0,29	0,49	0,56	0,49	0,63	0,64	0,57	0,57	0,72	
	3	0,61	0,38	0,28	0,21	0,18	0,16	0,04	0,03	0,09	0,05	0,11	0,15	0,16	0,19	0,23	0,15	0,18	0,27	
	5	0,30	0,15	0,12	0,09	0,07	0,05	--	--	0,02	0,01	0,03	0,04	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05	0,08	
	7	0,12	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	--	--	--	--	--	0,01	0,02	0,01	0,02	--	0,02	0,02	
	9	0,04	0,02	0,02	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,01	--	0,01	--	--	--	
30	1	0,70	0,57	0,36	0,23	0,31	0,23	0,05	0,01	0,04	0,03	0,11	0,21	0,24	0,37	0,48	0,36	0,43	0,57	
	3	0,28	0,14	0,12	0,07	0,08	0,05	--	--	--	0,01	0,01	0,03	0,04	0,10	0,12	0,08	0,09	0,11	
	5	0,10	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	--	--	--	--	--	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	
	7	0,03	0,01	0,02	0,01	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	9	0,01	--	0,01	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
32	1	0,42	0,25	0,15	0,06	0,05	0,03	--	--	--	0,01	--	--	0,08	0,15	0,23	0,23	0,22	0,33	
	3	0,12	0,03	0,04	0,02	--	--	--	--	--	--	--	--	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	
	5	0,04	--	0,02	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,01	--	
	7	0,01	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	9	0,01	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

A Tabela 3, que apresenta as probabilidades para os meses de verão mostra que no 3º decêndio de

dezembro, nos três decêndios de janeiro e no 1º decêndio de fevereiro em 70 a 80 % dos anos ocorrem cinco ou mais dias com temperatura igual ou superior a 30°C. Observa-se também que, em todos os decêndios de verão existe probabilidade de ocorrerem dias com temperatura igual ou superior a 36°C e que temperaturas iguais ou superiores a 38°C só não foram observadas no mês de outubro e no 1º decêndio de novembro, podendo-se afirmar que, nesse período, essas temperaturas tem probabilidade desprezível de ocorrer.

Tabela 2 - Probabilidade de ocorrência de M ou mais seqüências com 4 ou mais dias, oito ou mais dias e 15 ou mais dias nos meses mais frios em Santa Maria, RS, com base no período 1912-91.

Nível Térmico M (°C)	Abril			Maio			Junho			Julho			Agosto			Setembro			
	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	
18	1	0,35	0,33	0,27	0,94	0,91	0,81	0,93	0,56	0,27	0,82	0,51	0,13	0,93	0,59	0,11	1,00	0,91	0,31
	2	0,07	0,06	--	0,52	0,24	0,07	0,74	0,19	0,04	0,50	0,16	--	0,82	0,23	--	0,91	0,39	--
	3	--	--	--	0,26	--	--	0,22	0,05	--	0,24	--	--	0,24	--	--	0,50	0,05	--
	4	--	--	--	0,10	--	--	0,02	--	--	--	--	--	0,08	--	--	0,06	--	--
20	1	0,72	0,86	0,43	0,86	0,86	0,38	0,77	0,32	0,08	0,75	0,35	0,07	0,83	0,44	0,03	1,00	0,51	0,08
	2	0,32	0,22	--	0,58	0,26	0,26	0,43	--	--	0,40	0,07	--	0,53	0,11	--	0,89	0,16	--
	3	0,14	--	--	0,31	0,02	--	0,18	--	--	0,16	--	--	0,26	0,02	--	0,44	--	--
	4	--	--	--	0,14	--	--	--	--	--	0,05	--	--	0,10	--	--	0,03	--	--
	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,03	--	--	--	--	--
22	1	0,86	0,89	0,25	0,82	0,47	0,08	0,64	0,19	0,02	0,64	0,19	0,02	0,70	0,22	--	0,80	0,17	0,03
	2	0,59	0,22	--	0,52	0,13	--	0,27	--	--	0,28	0,09	--	0,34	0,03	--	0,48	--	--
	3	0,32	--	--	0,25	--	--	0,08	--	--	--	--	--	0,13	--	--	0,22	--	--
	4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,03	--	--	0,08	--	--
24	1	0,82	0,46	0,10	0,68	0,17	0,03	0,44	0,07	--	0,52	0,08	--	0,53	0,11	--	0,57	0,05	--
	2	0,52	0,13	--	0,31	0,02	--	0,12	--	--	0,16	--	--	0,18	--	--	0,20	--	--
	3	0,25	--	--	0,11	--	--	0,02	--	--	--	--	--	0,04	--	--	0,05	--	--
26	1	0,68	0,24	0,03	0,46	0,08	0,02	0,08	--	--	0,29	--	--	0,39	0,06	--	0,36	--	--
	2	0,32	0,03	--	0,13	--	--	--	--	--	0,05	--	--	0,09	--	--	0,07	--	--
28	1	0,48	0,11	0,02	0,20	--	--	--	--	--	0,07	--	--	0,25	0,02	--	0,21	--	--
	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,03	--	--	0,02	--	--
30	1	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	0,02	--	--	0,11	--	--	0,09	--	--
32	1	0,10	0,02	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,02	--	--	0,03	--	--

As probabilidades de ocorrência de dias consecutivos com temperatura acima dos T_b nos meses mais quentes estão na Tabela 4. Verifica-se que é alta a probabilidade de ocorrerem seqüências de quatro ou mais dias e também de oito ou mais dias com a temperatura alcançando o T_b de 30°C nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A partir desse nível existe redução da atividade fotossintética da maioria dos cultivos anuais de verão (GILMORE & ROGERS, 1958; ASPIAZÚ, 1971; SIERRA & MURPHY, 1973; BROWN, 1983). Também verifica-se que, num em cada dois anos, ocorrem seqüências de quatro ou mais dias com temperatura máxima do ar maior ou igual a 32°C nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. De novembro a março existe probabilidade de ocorrer seqüências de quatro ou mais dias com temperatura máxima alcançando ou ultrapassando os 36°C, mas essas seqüências não atingem a duração de oito dias. A redução da atividade fotossintética proporcionada pelas altas temperaturas não é muito sensível devido à elevada disponibilidade de radiação existente na região em função do comprimento do dia. Apesar da probabilidade de ocorrerem seqüência de dias com temperatura elevada, no verão também podem ocorrer períodos com temperaturas baixas, conforme verificaram BURIOL et al (1991), que causam danos à fecundação da cultura do arroz na fase de floração.

Tabela 3 - Probabilidade de ocorrência de N ou mais dias com temperatura maior ou igual a diversos níveis térmicos, $p(x \geq X) =$, em cada decênio dos meses mais quentes, em Santa Maria, RS, com base no período 1912-91.

Nível Térmico N (°C)	(Dias)	Outubro			Novembro			Dezembro			Janeiro			Fevereiro			Março		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
30	1	0,46	0,52	0,72	0,80	0,83	0,96	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,92
	3	0,10	0,12	0,27	0,32	0,43	0,68	0,79	0,88	0,94	0,94	0,95	0,96	0,93	0,92	0,84	0,80	0,68	0,60
	5	0,02	0,03	0,08	0,08	0,19	0,32	0,44	0,60	0,74	0,73	0,77	0,80	0,70	0,66	0,53	0,48	0,36	0,32
	7	0,01	0,01	0,02	0,02	0,08	0,10	0,17	0,30	0,42	0,42	0,46	0,51	0,38	0,33	0,23	0,21	0,16	0,15
32	1	0,31	0,35	0,47	0,55	0,63	0,79	0,88	0,75	0,96	0,96	0,96	0,97	0,93	0,94	0,87	0,82	0,71	0,68
	3	0,04	0,06	0,10	0,09	0,22	0,28	0,44	0,37	0,69	0,71	0,70	0,76	0,62	0,61	0,48	0,41	0,32	0,28
	5	--	0,01	0,02	0,01	0,07	0,06	0,15	0,13	0,35	0,38	0,37	0,45	0,31	0,28	0,21	0,17	0,14	0,11
	7	--	--	--	--	0,02	0,01	0,04	0,04	0,14	0,16	0,15	0,21	0,13	0,10	0,08	0,06	0,06	0,04
34	1	0,09	0,16	0,22	0,26	0,38	0,44	0,56	0,70	0,75	0,71	0,76	0,75	0,67	0,71	0,60	0,45	0,41	0,24
	3	0,01	0,01	0,03	0,02	0,08	0,07	0,17	0,24	0,33	0,34	0,36	0,38	0,27	0,26	0,21	0,14	0,14	0,08
	5	--	--	0,01	--	0,02	0,01	0,05	0,06	0,13	0,15	0,15	0,19	0,10	0,08	0,07	0,05	0,06	0,04
	7	--	--	--	--	--	--	0,01	0,02	0,04	0,07	0,06	0,09	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
36	1	0,04	0,07	0,03	0,08	0,18	0,11	0,24	0,23	0,37	0,45	0,38	0,42	0,30	0,32	0,27	0,16	0,12	0,05
	3	--	--	--	--	0,02	0,02	0,04	0,06	0,11	0,12	0,11	0,14	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04	0,02
	5	--	--	--	--	--	--	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
	7	--	--	--	--	--	--	--	--	0,02	--	--	0,02	--	--	--	--	0,01	--
38	1	--	--	--	--	0,04	0,04	0,05	0,07	0,15	0,24	0,13	0,13	0,07	0,08	0,03	0,03	0,04	0,01
	3	--	--	--	--	0,01	--	--	0,01	0,01	0,04	0,02	0,03	--	0,01	0,01	--	0,01	--
	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,01	--	--	0,01	--	--	--

Evidencia-se, portanto, que, de um modo geral, nos meses mais frios da região de Santa Maria ocorrem, com elevado nível de probabilidade, dias com temperatura máxima do ar elevada que podem desencadear processos de brotação e/ou floração nas frutíferas criófitas em épocas ainda sujeita a danos por frio. Assim como nos meses estivais, não é raro a ocorrência de temperaturas máximas do ar elevadas e que são consideradas deprimentes para a maioria dos cultivos anuais de verão.

Para uma melhor análise do efeito das temperaturas máximas do ar elevadas, é necessário estudar a duração do período em que a temperatura do ar permanece acima dos limites térmicos prejudiciais, o que será feito num futuro trabalho.

Tabela 4 - Probabilidade de ocorrência de M ou mais seqüências com 4 ou mais dias, oito ou mais dias e 15 ou mais dias nos meses mais quentes em Santa Maria, RS, com base no período 1912-91.

Nível Térmico M (°C)		Outubro			Novembro			Dezembro			Janeiro			Fevereiro			Março		
		≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15	≥4	≥8	≥15
30	1	0,18	0,02	--	0,46	0,04	--	0,80	0,31	0,04	0,85	0,44	0,13	0,80	0,44	0,05	0,54	0,13	--
	2	--	--	--	0,12	--	--	0,48	0,06	--	0,57	0,11	--	0,48	0,12	--	0,19	0,01	--
	3	--	--	--	--	--	--	0,08	--	--	0,30	--	--	0,22	--	--	0,04	--	--
	4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,13	--	--	--	--	--	--	--	--
32	1	0,04	--	--	0,10	0,02	--	0,53	0,05	--	0,67	0,13	0,07	0,60	0,24	--	0,30	--	--
	2	--	--	--	--	--	--	0,17	--	--	0,30	0,01	--	0,23	0,03	--	0,03	--	--
	3	--	--	--	--	--	--	0,04	--	--	0,10	--	--	0,06	--	--	0,01	--	--
	4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,03	--	--	--	--	--	--	--	--
34	1	--	--	--	0,02	--	--	0,21	--	--	0,41	0,05	0,02	0,30	0,02	--	0,11	--	--
	2	--	--	--	--	--	--	0,02	--	--	0,10	--	--	0,05	--	--	0,01	--	--
36	1	--	--	--	0,02	--	--	0,05	--	--	0,08	--	--	0,05	--	--	0,04	--	--

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, C.V. Maximum-minimum temperatures as basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 76, p. 682-692, 1960.
- ASPIAZÚ, C. Prognóstico de fases en cultivos de maiz dentado mediante sumas de temperaturas. **Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires**. Buenos Aires, v. 19, n. 1-2, p. 61-69, 1971.
- BLISS, C.I., FISHER, R.A. Fitting the Negative Binomial distribution to biological data. **Biometrics**, Washington, v. 9, p. 176-200, 1953.
- BROWN, D. **A "heat unit" system for corn hybrid recomendations**. The National Conference on Agricultural Meteorology, V, Lakeland, Florida, 1963. (Trabalho apresentado, 10 p. datilografado).
- BURIOL, G.A. Intensidade das temperaturas mínimas e datas de ocorrência de níveis prejudiciais aos cultivos. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-42, 1976.
- BURIOL, G.A., ESTEFANEL, V., SCHNEIDER, F.M. et al. Ocorrência e duração das temperaturas mínimas diária do ar prejudiciais à fecundação das flores do arroz em Santa Maria, RS. 1 - Probabilidade de ocorrência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p.23-24, 1991.
- CAMPOS, H. de **Estatística não Paramétrica**. 4ª ed., Piracicab a: ESALQ/USP, 1983, 349 p.
- DAVIES, R.G. **Computer programing in quantitative Biology**. Londres: Academic Press, 1971. 492 p.
- DUBÉ, P.A., CASTONGUAY, Y., CÔTÉ, J. et al. **Réévaluation de la distribution des unités-thermiques-maï s ao Québec**. Québec: Ministre de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 1984. 49 p. (Bulletin Technique, 7).
- EREZ, A., LAVEE, S. The effect of climatic conditions on dormency development of peach buds. I Temperature. **Proc. Amer. Soc. for Hort. Science**, New York, v. 96, n.6, p.711-714, 1971.
- ESTEFANEL, V., BURIOL, G.A., SACCOL, A.V. et al Variabilidade e probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas do ar no Estado. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 8, n. 4, p. 363-384, 1978.
- ESTEFANEL, V., MANFRON, P.A., SACCOL, A.V. et al. Análise das temperaturas mínimas ocorridas em Santa Maria, RS. II - Probabilidades das datas de ocorrência das temperaturas mínimas do ar compreendidas no intervalo de -1 a 9°C. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 18, n.1, p. 15-28, 1988.
- GILMORE, E., ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, p. 611-615, 1958.
- MACHADO, F.P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1950. 91 p.
- NEILD, R.E. Maximum-minimum temperatures as a basis for evaluating thermoperiodic response. **Monthly Weather Review**, Calcutta, v. 95, p. 583-584, 1967.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. Cap. 9, p. 181-205.
- PAUWELS, P.G.J. Subsídios para uma Climatologia do Rio Grande do Sul. II - Temperatura. **Egatea**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 313-329, 1924.
- RICHARDSON, E.A., SEELEY, S.D., WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest for "Redaven" and "Elberta" peach trees. **Hortscience**, East Lansing, v. 9, p. 331-332, 1974.
- SIERRA, E.M., MURPHY, G.M. **Aspectos bioclimáticos del cultivo del sorgo**. Viedna, Rio Negro: IDEVI, Estación Experimental de Riego y Cultivo. 1973, p. 28-54. (Série Técnica, 3).