

ANÁLISE DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS DO AR REGISTRADAS EM SANTA MARIA, RS. III - CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS DIÁRIAS DO AR AO LONGO DO ANO.

Analysis of Minimum Temperatures Registrated in Santa Maria, RS. III - Characterization of the Behaviour of Daily Minimum Temperatures During the Year.

Galileo Adeli Buriol*, Ailo Valmir Saccol*, Flavio Miguel Schneider*, Arno Bernardo Heldwein**, Paulo Augusto Manfron*** e Valduino Estefanel**

RESUMO

Foram determinados os valores médios mensais e decadais e respectivos desvios padrão das temperaturas mínimas diárias do ar (T_{ma}), número de seqüências de dias consecutivos com T_{ma} baixa e elevada, número e intensidade dos ascensos e descensos das T_{ma} , época de ocorrência de períodos de frio no inverno e freqüência de T_{ma} baixa nos meses estivais. Utilizaram-se as T_{ma} registradas na Estação Climatológica Principal instalada inicialmente na cidade de Santa Maria, período de 1912-1967, e posteriormente no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, período de 1970-1984. Os resultados evidenciam que a variabilidade das T_{ma} é elevada e maior nos meses de abril a setembro. Também verifica-se que em 64,8% dos anos ocorrem T_{ma} menores do que $0,0^{\circ}\text{C}$ em pelo menos num dos seguintes meses: maio, junho, julho e agosto. O inverno da região mesoclimática de Santa Maria é ameno, apresenta alternância de períodos curtos com T_{ma} baixa seguidos de períodos curtos com T_{ma} elevada e não se verificam seqüências maiores que seis dias frios consecutivos com $T_{ma} \leq 2,3^{\circ}\text{C}$. Somente num em cada 12 anos ocorrem períodos de frio ao longo de todo o inverno. A ocorrência de ascensos ou descensos da $T_{ma} \geq 12,0^{\circ}\text{C}$ é rara e se restringe aos meses de maio a agosto. Também se observa que durante os meses de dezembro a março ocorrem T_{ma} prejudi-

*Professor Titular do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Bolsista do CNPq. 97.119 Santa Maria, RS.

**Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Bolsista do CNPq.

***Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria.

ciais aos cultivos estivais.

UNITERMOS: temperatura mínima do ar, aperiodicidade.

SUMMARY

The monthly and decade mean values and respectively standard deviation daily minimum temperatures (T_{ma}), number of sequential days with high and low T_{ma}, number and intensity of T_{ma} rising and fall, occurrence moment of cold period in winter and frequency of low T_{ma} on summery months were determined. The T_{ma} used were taken from meteorological station located initially at Santa Maria city, period from 1912 to 1967, and afterwards at campus of the Federal University of Santa Maria. The data showed that T_{ma} variability is high and higher at the winter time (april to september). Was observed that 64.8% of the years, T_{ma} were lower than 0.0°C at least in one of the following months: may, june, july and august. The winter of Santa Maria is mild with short period of low T_{ma} alternated with short period of high T_{ma}. No periods higher than six days with T_{ma} ≤ 2.3°C were observed. Cold periods during all the winter time were observed only once every twelve years. The occurrence of rising or fall of T_{ma} ≥ 12.0°C is not frequent and restricted to the period of may to august. During the period from december to march were observed low T_{ma} that caused damage to the summer crops.

KEY WORDS: minimum air temperature, aperiodicity.

INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Sul tem-se verificado que não apenas as primeiras e as últimas temperaturas mínimas inverniais têm causado prejuízos aos cultivos agrícolas (1, 11). A ocorrência, durante os meses frios, de períodos prolongados com temperaturas mínimas elevadas seguidas de temperaturas baixas também têm sido prejudiciais, principalmente às frutíferas criófilas. Estas espécies, uma vez satisfeitas suas exigências em horas de frio, brotam e/ou florescem se submetidas a temperaturas elevadas e, portanto, tornam-se altamente sensíveis a temperaturas baixas que por ventura venham a ocorrer.

Durante o período compreendido entre o fim da primavera e o início do outono também é comum a ocorrência de temperaturas mínimas baixas que podem causar danos aos cultivos anuais de verão. Um exemplo bastante conhecido no sul do Brasil são os frequentes danos causados

por temperaturas baixas à cultura do arroz. Nesta cultura, temperaturas mínimas do ar de 17,00C durante cinco dias, de 15,00C durante apenas uma hora na fase inicial de formação do pólen ou ainda, durante aproximadamente dez dias antes da emergência da panícula, acarretam a esterilidade de muitas flores e panículas (6,15). Estas fases nas lavouras de arroz geralmente ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro e março.

Os trabalhos de análise e divulgação dos dados de temperatura mínima do ar das diferentes estações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul (9, 10, 12) e os estudos das disponibilidades regionais e locais das temperaturas mínimas do ar no Estado (2, 5, 7, 8, 10, 14) tem utilizado as médias mensais e anuais e/ou as temperaturas mínimas absolutas mensais ou anuais. O uso de valores mensais não permite a detecção e nem a determinação da frequência e períodos com temperaturas mínimas do ar elevadas ou baixas para a época; nem se os períodos de frio são contínuos em todo o inverno ou se são frequentemente interrompidos por períodos com temperaturas mínimas do ar elevadas; nem se as variações entre a temperatura mínimas do ar de dois dias consecutivos são suaves ou acentuadas e nem a frequência de ocorrência de variações acentuadas.

Objetivando melhor caracterizar o comportamento das temperaturas mínimas diárias do ar, ao longo do ano, na região de Santa Maria, o presente trabalho estuda principalmente as frequências de seqüências de dias com temperaturas mínimas do ar baixas e temperaturas mínimas do ar elevadas; os ascensos e descensos das temperaturas mínimas diárias do ar; época de ocorrência de períodos frios e frequência de temperaturas mínimas do ar baixas nos meses estivais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de temperatura mínima diária do ar (T_{ma}) registrados no interior do abrigo meteorológico da Estação Climatológica Principal que inicialmente se encontra instalada na cidade de Santa Maria (latitude: 29°41'S, longitude: 53°48'W e altitude: 138 m) e que em 1968 foi transferida para o campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM (latitude: 29°42'S, longitude: 53°42'W e altitude: 95 m). Entre estes locais em que a Estação foi instalada o relevo é ondulado e a distância, em linha reta, é de aproximadamente 9,5 km. Esta estação represen-

ta as condições climatológicas ocorrentes na parte baixa da região e não aquelas dos locais de maior altitude como os distritos de Itaãra e São Marinho e os municípios de Silveira Martins e Julio de Castilhos.

A Estação Climatológica Principal, quando localizada na cidade, segundo registros nos arquivos do 8º Distrito de Meteorologia do Departamento Nacional de Meteorologia, sofreu troca de local de instalação em duas oportunidades. Por este fato e em consequência de ter permanecido instalada durante um grande período de tempo (1912 - 67) no perímetro urbano (cidade) e um pequeno período de tempo (1970 - 84) no Campus da UFSM, estudou-se a homogeneidade dos dados de temperatura mínima do ar com o uso do método de análise das duplas massas (13).

A partir dos valores diários de T_{ma} calcularam-se as médias mensais e decadais para os doze meses do ano e os respectivos desvios padrão. Também determinou-se para cada dia do ano, a T_{ma} de maior valor e a de menor valor ocorridas no período de 72 anos analisados.

A análise do comportamento da T_{ma}, ao longo do ano, na região de Santa Maria, foi realizada através: a) da determinação do número de seqüências de dias com T_{ma} baixas e seqüências com T_{ma} altas; b) do estudo da variação da T_{ma} entre dois dias consecutivos; c) da classificação dos invernos; d) da época de ocorrência de períodos de frio no inverno; e) da ocorrência de T_{ma} baixas nos meses estivais. O ponto de partida para determinar os limites térmicos das seqüências de dias com T_{ma} baixas e altas, para classificar os invernos e caracterizar os períodos frios, foi o valor normal das temperaturas mínimas do ar do mês mais frio para Santa Maria, RS, que é de 9,3°C (10). Considerou-se dia com T_{ma} baixa quando o valor era $\leq 9,2^{\circ}\text{C}$ e alta quando a T_{ma} do dia era $\geq 13,0^{\circ}\text{C}$.

Contabilizaram-se os dias consecutivos com T_{ma} baixas nas classes de $\leq 9,2^{\circ}\text{C}$, $\leq 4,6^{\circ}\text{C}$ e $\leq 2,3^{\circ}\text{C}$ e os dias consecutivos com T_{ma} altas nas classes de $\geq 13,0^{\circ}\text{C}$, $\geq 16,0^{\circ}\text{C}$ e $\geq 19,0^{\circ}\text{C}$. As seqüências de dias foram classificadas em 1, 2, 3, 4, 5, 6 a 10, 11 a 15, 16 a 20 e 21 ou mais dias com T_{ma} baixas ou altas. As seqüências foram determinadas para cada mês e ano e após foi computado o número de seqüências, classificadas em número de dias e níveis de temperatura, em todo o período analisado. Como nem sempre as seqüências iniciavam e terminavam no mesmo mês, adotou-se creditar as seqüências ao mês em que terminavam. Quando, no decorrer de uma seqüência, ocorreu um ou dois dias com ausência de registro da T_{ma}, foi feita uma análise dos valores anterior e posterior à falha para decidir se a seqüência iria continuar ou se

seria interrompida. Quando houve ausência de três ou mais dias, a sequência foi interrompida no dia anterior ao início da falha.

A variação da T_{ma} (D) entre dois dias consecutivos foi calculada pela expressão:

$$D = T_{ma_{i-1}} - T_{ma_i}$$

onde: T_{ma_i} indica a T_{ma} do dia "i" da série de dados.

A ascensão da temperatura mínima do ar é indicada por valores positivos de D e o descenso por valores negativos de "D". Após, determinou-se, para cada mês, o número de ascensos nos intervalos de -0,1 a -2,9°C, -3,0 a -5,9°C, -6,0 a 8,9°C, -9,0 a -11,9°C e -12,0°C ou menos e o número de descensos nos intervalos de 0,1 a 2,9°C, 3,0 a 5,9°C, 6,0 a 8,9°C, 9,0 a 11,9°C e 12,0°C ou mais. Também determinaram-se, para cada mês, os valores máximos de descenso e de ascenso da T_{ma} ocorridos, além do número de vezes em que não houve variação.

Os invernos foram classificados em frios, medianamente frios, medianamente quentes, com base nos valores médios mensais da T_{ma} . O inverno foi considerado: a) frio, quando o ano apresentava três ou mais meses com $\overline{T_{ma}} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$ ou dois meses com $\overline{T_{ma}} \leq 8,2^{\circ}\text{C}$ ou, ainda, dois meses com $\overline{T_{ma}} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$, mas com um mês com $\overline{T_{ma}} \leq 6,2^{\circ}\text{C}$; b) medianamente frio, quando o ano apresentava dois meses com $\overline{T_{ma}} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$ e não se enquadrava no item anterior ou somente um mês com $\overline{T_{ma}} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$; d) quente, quando todos os meses apresentavam $\overline{T_{ma}} > 9,2^{\circ}\text{C}$.

Considerou-se a existência de períodos de frio nos meses da termofase negativa anual quando ocorriam 10 dias consecutivos com $T_{ma} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$, ou 9 dias com $T_{ma} \leq 8,2^{\circ}\text{C}$, ou 8 dias com $T_{ma} \leq 7,2^{\circ}\text{C}$, ou 7 dias com $T_{ma} \leq 6,2^{\circ}\text{C}$, ou ainda 6 dias com $T_{ma} \leq 5,2^{\circ}\text{C}$. Os períodos de frio foram classificados por época de ocorrência em início de inverno (16/04 a 15/06), pleno inverno (16/06 a 15/08) e fim do inverno (16/08 a 15/10). Após, determinou-se o número de anos com períodos de frio no início, pleno, fim, início e pleno, pleno e fim, início e fim, início, pleno e fim de inverno e anos sem períodos de frio.

Nos meses estivais, de dezembro a março, determinou-se o número total de dias por mês e o número de anos em que ocorreram T_{ma} baixas para a época em análise. Considerou-se como T_{ma} baixa os valores $\leq 9,2^{\circ}\text{C}$, $\leq 11,0^{\circ}\text{C}$, $\leq 12,0^{\circ}\text{C}$, $\leq 13,0^{\circ}\text{C}$, $\leq 14,0^{\circ}\text{C}$ e $\leq 15,0^{\circ}\text{C}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 verifica-se que a inclinação das linhas, formada pelo somatório acumulado das médias das temperaturas mínimas anuais e dos meses de março, junho, setembro e dezembro, é constante em todo período de observação, não havendo alteração nem mesmo com a troca de local da Estação. Esta análise mostra que existe homogeneidade nos valores de T_{ma} em todo o período de observação (1912 a 1984) e, portanto, as T_{ma} registradas podem ser estudadas como pertencentes a uma única série de dados.

Analisando a Tabela 1, que apresenta os valores médios mensais e decadais da T_{ma}, verifica-se que o menor (9,4°C) e o maior (18,9°C) valor mensal ocorreram em julho e janeiro, respectivamente, confirmando os resultados apresentados em trabalhos anteriores (10, 12, 14). Também constata-se que o comportamento médio da T_{ma} em fevereiro é praticamente idêntico ao ocorrido em janeiro, sendo que o valor médio da 2ª década deste mês é superior ao valor médio da T_{ma} em janeiro. Analogamente, o comportamento médio da T_{ma} em junho é similar ao ocorrido em julho, sendo que o valor médio da 2ª década desse mês é idêntico ao valor médio da T_{ma} de julho.

O aspecto mais significativo da Tabela 1 são os valores elevados dos desvios padrão, principalmente nos meses mais frios (de maio a setembro). Este aspecto evidencia a grande variabilidade das T_{ma} e que somente o valor médio é insuficiente para caracterizar adequadamente o comportamento das T_{ma}. Também é possível inferir que, por exemplo, durante o mês de julho, ocorreram dias com valores de T_{ma} bastante elevados, bem acima da média, e dias com valores de T_{ma} bastante baixos, bem menores que a média.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores mais baixos e mais elevados, para cada dia, das T_{ma} ocorridas em Santa Maria, respectivamente. Verifica-se que em 64,8% dos anos ocorreram T_{ma} menores do que 0,0°C em pelo menos num dos seguintes meses: maio, junho, julho e agosto.

A Tabela 2 também mostra que o valor mais baixo de temperatura mínima do ar ocorrido foi de -2,6°C, o que permite inferir que o inverno da região mesoclimática de Santa Maria é pouco rigoroso. Tendo em vista as temperaturas mínimas letais para a maioria dos cultivos agrícolas (4, 16), deduz-se que, nesta região, as espécies frutíferas criófilas, quando em repouso, estão livres de danos por temperaturas baixas. A amenidade das T_{ma} também tendem a favorecer o cultivo de

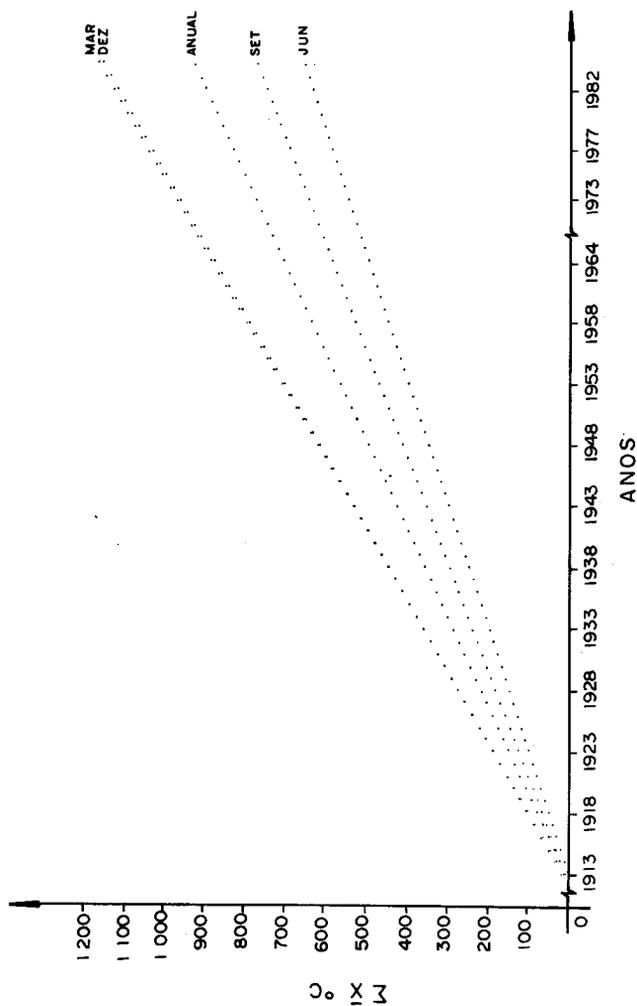


FIGURA 1. Somatório acumulado dos valores médios mensais, de março, junho, setembro e dezembro e anuais da temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$) registrados em Santa Maria, RS, no período de 1912/1967 e 1970/1984.

TABELA 1 - Médias mensais e decadais (\bar{X}) e respectivos desvios padrão (δ) das temperaturas mínimas do ar observadas em Santa Maria, RS, no período de 1912/67 e 1970/84.

Meses	MENSAL		1ª. DÉCADA		2ª. DÉCADA		3ª. DÉCADA	
	\bar{X}	δ	\bar{X}	δ	\bar{X}	δ	\bar{X}	δ
JANEIRO	18,9	2,9	18,7	3,2	18,8	2,8	19,2	2,8
FEVEREIRO	18,8	2,8	18,7	2,8	19,0	2,7	18,7	3,0
MARÇO	17,4	3,1	18,2	2,8	17,5	3,1	16,6	3,2
ABRIL	14,2	3,8	15,3	3,6	14,0	3,7	13,3	4,0
MAIO	11,8	4,6	12,6	3,8	11,6	4,6	11,1	5,0
JUNHO	9,7	5,0	10,0	4,7	9,4	4,8	9,7	5,3
JULHO	9,4	5,2	9,2	5,1	9,4	5,4	9,7	5,2
AGOSTO	10,1	4,9	9,7	5,0	10,0	4,9	10,4	4,8
SETEMBRO	11,5	4,3	10,6	4,7	11,6	4,2	12,5	3,8
OUTUBRO	13,3	3,8	12,8	3,9	13,0	3,7	14,0	3,6
NOVEMBRO	15,1	3,3	14,4	3,2	15,0	3,2	15,8	3,3
DEZEMBRO	17,2	3,3	16,8	3,2	17,0	3,5	17,8	3,1

TABELA 2 - Temperatura mínima diária do ar mais baixa ocorrida em Santa Maria, RS, no período 1912/67 e 1970/84.

DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
01	10,0	11,4	11,2	6,6	4,0	1,4	0,9	-2,0	1,9	3,4	6,7	8,6
02	11,4	13,0	11,5	6,5	5,3	2,5	-0,6	-0,3	1,8	4,7	7,5	9,8
03	11,0	12,2	11,3	6,8	5,0	1,8	0,0	-0,8	0,2	5,6	5,5	9,3
04	11,0	11,9	8,2	6,3	5,7	-1,0	1,4	0,8	2,1	3,5	6,2	8,3
05	9,6	12,2	11,2	8,6	3,4	-0,4	0,4	-0,2	2,0	4,0	8,1	7,2
06	12,4	12,0	11,4	8,6	4,7	-0,5	-1,0	-0,6	0,4	5,0	8,3	7,6
07	11,4	10,7	11,8	7,7	3,0	-0,4	-1,2	-0,1	0,1	4,0	7,0	9,6
08	9,6	11,9	10,8	7,0	2,2	-2,6	-1,0	1,4	0,0	5,6	5,4	7,6
09	10,8	10,5	11,5	6,6	5,2	-1,6	-2,2	0,1	0,8	4,0	8,2	9,0
10	11,7	12,4	12,5	6,8	1,3	0,2	2,4	0,0	2,0	2,8	5,2	10,3
11	12,8	13,0	10,3	5,4	3,7	0,2	-2,3	0,4	3,9	3,2	7,2	10,1
12	13,0	14,0	10,8	4,7	3,1	-0,8	0,3	2,4	3,0	3,5	8,4	10,0
13	13,0	13,0	10,5	6,9	2,0	-1,9	-1,6	2,4	3,6	3,8	5,2	9,5
14	12,8	13,2	12,4	6,8	2,3	-1,6	-0,6	2,6	2,5	3,6	6,8	9,8
15	11,6	12,9	10,3	5,0	2,0	-1,2	-1,0	1,0	3,3	6,0	7,0	9,9
16	12,1	11,2	8,1	4,8	0,6	0,8	-1,0	0,8	3,1	5,7	7,6	9,5
17	11,2	12,0	9,4	6,1	1,6	-2,6	-2,0	0,1	0,3	7,3	7,4	11,2
18	10,5	11,9	9,2	6,4	1,5	-1,8	0,0	0,5	3,3	7,8	7,8	9,5
19	10,7	10,9	9,7	6,6	0,4	-0,5	-2,0	-0,1	0,5	5,6	6,4	8,5
20	12,8	10,5	10,1	4,7	2,3	-2,0	-2,2	1,8	2,4	4,4	7,6	10,9
21	12,5	10,0	8,3	7,4	2,0	-0,6	-0,6	1,6	3,8	5,2	8,0	10,0
22	12,5	12,8	8,2	6,2	2,1	-1,6	-1,5	-0,2	2,8	6,2	5,8	9,2
23	12,8	12,7	10,7	4,0	0,9	-0,8	0,0	0,0	3,4	6,5	7,5	10,9
24	11,2	10,8	9,4	2,5	-0,4	0,0	0,4	0,3	5,0	6,4	8,8	8,4
25	10,4	9,9	7,6	4,2	0,6	-0,4	1,0	2,1	5,4	7,4	7,0	10,3
26	12,8	10,5	8,5	3,0	2,4	0,8	-1,0	0,5	5,7	7,8	8,5	12,3
27	10,6	12,2	8,8	5,2	0,7	-0,7	1,2	0,7	4,5	6,5	9,0	12,4
28	12,0	12,0	8,3	5,9	-1,0	-0,5	0,0	2,6	6,0	6,4	8,5	11,0
29	12,3	14,4	7,4	5,2	0,6	0,0	-1,0	0,4	6,5	5,0	10,5	10,4
30	12,5	-	6,0	6,8	1,8	-0,5	-0,4	1,7	4,2	5,8	8,7	11,0
31	12,4	-	5,9	-	0,4	-	-0,7	0,8	-	7,4	-	12,2
MÉ-												
DIA	11,7	11,9	9,8	6,0	2,2	-0,5	-0,7	0,7	2,8	5,3	7,4	9,8

TABELA 3 - Temperatura mínima diária do ar mais elevada ocorrida em Santa Maria, RS, no período de 1912/67 e 1970/84.

DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
01	28,0	28,8	24,4	22,9	19,2	21,8	19,6	24,2	23,5	22,3	20,5	22,5
02	24,6	24,0	25,2	23,4	19,6	21,8	22,6	24,5	19,6	23,3	22,2	23,2
03	26,3	24,0	23,8	21,4	19,5	22,8	19,4	22,6	23,4	20,7	21,0	22,6
04	26,0	28,0	25,4	22,0	20,5	16,7	18,6	22,7	19,1	19,1	24,4	23,8
05	25,4	24,8	24,2	22,1	22,0	19,2	19,0	22,2	21,0	20,7	20,0	25,8
06	28,0	26,8	25,9	23,5	20,0	18,8	20,0	22,8	19,3	25,0	22,2	25,0
07	25,6	23,5	24,8	23,2	20,7	20,0	22,7	22,5	23,3	22,9	20,6	26,5
08	24,5	23,8	22,8	23,2	23,8	21,4	20,2	19,5	20,6	25,5	21,5	22,8
09	24,3	22,8	26,5	22,6	23,4	20,7	21,2	22,8	28,4	26,8	20,9	22,5
10	24,5	24,6	24,0	23,0	22,0	18,6	23,4	20,6	25,2	18,8	20,8	21,8
11	30,4	25,4	24,9	27,6	22,2	17,3	22,0	23,0	27,6	20,3	21,4	23,4
12	23,6	25,9	24,2	23,6	19,6	22,8	22,7	21,8	24,0	18,5	22,5	23,4
13	24,4	24,7	26,0	24,8	23,7	21,2	22,4	21,0	22,6	20,2	19,6	24,9
14	26,1	29,6	26,6	20,2	20,2	20,1	23,2	23,2	20,5	20,0	25,4	25,8
15	25,4	25,0	25,2	21,7	22,4	17,8	23,8	22,5	22,2	24,6	22,2	21,8
16	23,6	23,7	24,9	20,5	18,8	19,2	19,1	23,6	19,2	20,4	21,0	24,0
17	22,6	23,2	25,4	19,9	22,0	22,0	20,7	23,1	19,1	20,6	21,5	22,4
18	24,8	25,0	22,8	22,0	20,3	17,7	23,4	24,6	18,4	20,0	20,8	24,2
19	25,1	24,0	24,8	21,0	19,1	21,8	23,0	23,0	26,2	22,8	20,9	27,8
20	24,3	24,2	24,5	20,4	22,2	22,0	22,0	24,6	27,2	26,0	22,1	25,9
21	26,8	24,3	23,3	20,4	23,7	22,0	22,0	23,6	19,0	24,5	20,5	25,5
22	25,2	27,2	24,2	21,6	23,6	21,0	21,0	21,4	20,2	21,9	21,6	22,4
23	27,7	24,5	23,2	22,2	20,3	20,8	20,3	23,4	22,4	21,2	22,0	24,1
24	25,5	26,8	23,3	22,4	20,0	20,4	17,4	22,2	19,8	21,3	21,0	23,7
25	25,8	25,5	22,5	21,0	22,2	21,0	21,4	26,1	19,2	23,7	22,9	26,3
26	26,8	26,4	22,7	25,0	23,0	20,3	22,7	24,4	18,4	22,4	20,6	24,3
27	27,6	25,4	22,2	24,4	23,2	23,1	23,2	25,0	26,1	22,5	22,2	24,4
28	25,3	32,5	24,0	22,0	25,3	22,3	23,0	27,2	22,2	20,8	27,2	25,8
29	25,8	25,7	24,2	21,6	21,8	21,8	23,2	26,5	25,4	22,0	25,0	25,5
30	24,4	-	21,8	18,3	22,6	21,6	24,0	19,6	28,2	21,4	24,7	26,8
31	25,6	-	22,0	-	22,7	-	22,2	26,7	-	23,5	-	25,7
MÉ-												
DIA	25,6	25,5	24,2	22,3	21,6	20,6	21,5	23,3	22,4	22,1	22,0	24,3

espécies não exigentes em frio invernal mas que toleram temperaturas $\leq 0,0^{\circ}\text{C}$, como dos gêneros *Citrus*, *Persea* e *Eryobotria*.

Nos meses mais quentes do ano podem ocorrer temperaturas mínimas bastante baixas para a época, como as temperaturas mínimas absolutas de até $7,2^{\circ}\text{C}$, $9,6^{\circ}\text{C}$ e $9,9^{\circ}\text{C}$, ocorridas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente. Temperaturas mínimas do ar de $10,0^{\circ}\text{C}$, $11,0^{\circ}\text{C}$, $12,0^{\circ}\text{C}$ e $13,0^{\circ}\text{C}$, que não raramente ocorrem nesta época do ano, são prejudiciais a diversos cultivos estivais, principalmente se estiverem na fase de floração.

Com relação aos valores mais elevados de T_{ma} (Tabela 3), verifica-se a ocorrência de temperaturas de até $25,3^{\circ}\text{C}$, $23,1^{\circ}\text{C}$, $24,0^{\circ}\text{C}$ e $27,2^{\circ}\text{C}$, respectivamente nos meses de maio, junho, julho e agosto. Estes níveis térmicos e/ou T_{ma} de $18,0^{\circ}\text{C}$, $19,0^{\circ}\text{C}$, $20,0^{\circ}\text{C}$, $21,0^{\circ}\text{C}$ e $22,0^{\circ}\text{C}$, que não raro ocorrem nesta época do ano, indicam a existência de períodos com temperaturas do ar altas, que podem possibilitar a brotação e floração de espécie como as frutíferas criófilas, em época ainda sujeita a danos por frio.

Nos meses estivais observa-se a ocorrência de T_{ma} de até $32,5^{\circ}\text{C}$, em fevereiro; entretanto, de um modo geral, os valores mais elevados de T_{ma} estão na faixa dos $23,0^{\circ}\text{C}$ aos $28,0^{\circ}\text{C}$. Apesar de nos meses mais quentes os valores mais elevados de T_{ma} serem maiores, a diferença com relação aos valores mais elevados de T_{ma} nos meses mais frios não é muito acentuada.

A Tabela 4 mostra que as ascensões térmicas podem atingir valores de até $-16,5^{\circ}\text{C}$ e os descensos térmicos até $16,4^{\circ}\text{C}$. Também verifica-se que em aproximadamente 70% das situações a variação da T_{ma} entre um dia e outro é menor ou igual a $2,9^{\circ}\text{C}$ e que em 7% das situações esta variação excede aos $5,9^{\circ}\text{C}$. Ascensos ou descensos superiores a $9,0^{\circ}\text{C}$ e $12,0^{\circ}\text{C}$ somente ocorrem, respectivamente, em 1% e 0,3% das situações analisadas.

Aspecto interessante evidenciado na Tabela 4 é o aumento significativo de ascensos maiores ou iguais a $6,0^{\circ}\text{C}$ nos meses mais frios, principalmente no período de maio a agosto. Pode-se afirmar que os ascensos ou descensos superiores a $11,9^{\circ}\text{C}$ praticamente sã ocorrem nestes quatro meses, corroborando para a afirmação de que a variabilidade das T_{ma} é maior nos meses mais frios. Também deve-se ressaltar que declínios acentuados, maiores que $11,0^{\circ}\text{C}$ na T_{ma} entre um dia e outro, são mais frequentes que as ascensões da mesma magnitude.

A ocorrência de números de ascensos e descensos da mesma magnitude mostra que a região sofre a invasão de massas de ar frias com o afastamento da massa de ar quente dominante, alternadas com a entrada de massa de ar quente com afastamento da massa de ar fria, ao longo de todo o ano. Os descensos térmicos e dias consecutivos com temperaturas baixas ocorrem com a chegada e permanência de um centro de alta pressão por alguns dias sobre a região e os ascensos térmicos e dias consecutivos com temperaturas elevadas, com a chegada e permanência de um centro de baixa pressão atmosférica (3).

Conforme se constata na Tabela 5, na região de Santa Maria não ocorrem seqüências maiores que 6 dias consecutivos com $T_{ma} \leq 2,3^{\circ}\text{C}$. A freqüência de ocorrência de seqüências de 4 e 5 dias frios com $T_{ma} \leq 2,3^{\circ}\text{C}$ é bastante baixa e quando ocorrem se restringem aos meses de junho a agosto; praticamente não ocorrem seqüências com mais de 10 dias frios com $T_{ma} \leq 4,6^{\circ}\text{C}$, sendo que seqüências maiores que 3 dias com este limite de temperaturas somente ocorreu nos meses de maio a setembro.

A Tabela 5 também mostra que seqüências com mais de 3 dias com $T_{ma} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$ somente ocorreram de abril a outubro, enquanto que um número pequeno, mas significativo, de seqüências com mais de 10 dias consecutivos com $T_{ma} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$ ocorrem nos meses de julho e agosto. Com exceção de uma ocorrência em junho e outra em agosto, não ocorrem seqüências maiores que 21 dias com temperaturas do ar baixas. Também deve-se ressaltar que mesmo em meses como novembro podem ocorrer seqüências de até 3 dias com $T_{ma} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$. A análise destes dados evidencia que na região de Santa Maria, de um modo geral, nos meses mais frios não existem períodos prolongados e contínuos com temperaturas mínimas do ar consideradas baixas ($T_{ma} \leq 9,2^{\circ}$).

Seqüências de dias "quentes" com $T_{ma} \geq 19,0^{\circ}\text{C}$ ocorrem em todos os meses do ano (Tabela 6). Nos meses de maio a setembro, entretanto, não ocorrem seqüências maiores que 6 dias consecutivos. O número de seqüências de 3 dias é relativamente alto, o que demonstra que não raramente ocorre $T_{ma} < 19,0^{\circ}\text{C}$ nesta época do ano.

Nos meses mais frios podem ocorrer seqüências de dias "quentes" de até 14 dias com $T_{ma} \geq 16,0^{\circ}\text{C}$. Seqüências de até 3 dias ocorrem freqüentemente e têm o valor médio de 1,8 seqüência por mês. Mesmo nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, o número de seqüências de dias "quentes" maiores que 12 dias com $T_{ma} \geq 16,0^{\circ}\text{C}$ é pequeno, evidenciando que também ocorrem T_{ma} consideradas baixas para a época.

TABELA 5 - Número de seqüências de dias frios consecutivos com temperatura mínima diária do ar (T_{ma}) $\leq 9,2^{\circ}\text{C}$, $\leq 4,6^{\circ}\text{C}$, $\leq 2,3^{\circ}\text{C}$ ocorridas em Santa Maria, RS, no período 1912/67 e 1969/84.

Meses	Seqüências (dias)									
	1	2	3	4	5	6-10	11-15	16-20	21 ou mais	Máxima
<u>$T_{ma} \leq 9,2^{\circ}\text{C}$</u>										
Março	12	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Abril	46	35	17	5	6	2	0	0	0	8
Maió	70	52	23	16	13	20	1	1	0	20
Junho	51	52	25	21	38	11	1	2	1	23
Julho	53	37	24	30	23	46	15	4	0	19
Agosto	44	50	38	19	23	48	10	1	1	79
Setembro	77	52	36	31	12	19	5	0	0	15
Outubro	72	47	22	15	4	4	0	0	0	8
Novembro	41	20	4	0	1	0	0	0	0	5
Dezembro	9	4	0	0	0	0	0	0	0	2
<u>$T_{ma} \leq 4,6^{\circ}\text{C}$</u>										
Abril	2	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Maió	35	16	11	3	1	2	0	0	0	7
Junho	67	41	22	15	5	9	1	0	0	12
Julho	67	48	28	15	6	15	0	0	0	9
Agosto	66	41	21	11	7	3	0	0	0	10
Setembro	35	27	8	2	0	1	0	0	0	9
Outubro	10	2	1	0	0	0	0	0	0	3
<u>$T_{ma} \leq 2,3^{\circ}\text{C}$</u>										
Maió	19	3	2	0	0	0	0	0	0	3
Junho	38	21	10	7	4	0	0	0	0	5
Julho	55	29	20	3	2	0	0	0	0	5
Agosto	29	13	6	3	1	1	0	0	0	6
Setembro	13	6	1	0	0	0	0	0	0	3

Nos meses de maio a setembro podem ocorrer seqüências de até 20 dias com $T_{ma} \geq 13,0^{\circ}\text{C}$ e não é muito raro a ocorrência de seqüências com até 9 dias. Seqüências de até 3 dias "quentes" com $T_{ma} \geq 13,0^{\circ}\text{C}$ são frequentes nos meses frios, sendo que, em média, ocorrem 2,6 seqüências por mês. O número de seqüências com mais de 21 dias com $T_{ma} \geq 13,0^{\circ}\text{C}$ é relativamente pequeno nos meses estivais, o que demonstra que não raramente ocorrem $T_{ma} < 13,0^{\circ}\text{C}$ nesta época do ano.

Pelo número de seqüências com dias frios ou "quentes" constata-se que na região de Santa Maria ocorrem dias consecutivos com T_{ma}

baixas ou com T_{ma} elevadas. A duração e intensidade destes períodos variam com o ano e o mês e normalmente são observados mais do que uma vez ao ano. Estes períodos com dias consecutivos com T_{ma} baixas ou com T_{ma} elevadas não são detectados quando se utiliza valores médios.

A Tabela 7 mostra que em apenas 19,2% dos anos ocorreram invernos frios e que em mesma proporção ocorreram invernos quentes. Também verifica-se que existe um equilíbrio entre o número de anos com invernos medianamente frios e os anos com invernos medianamente quentes.

A Tabela 7 também mostra que em apenas 8,3% dos anos ocorreram períodos frios ao longo de todo o inverno e que é mais freqüente a sua ocorrência somente no pleno inverno. Verifica-se ainda que é aproximadamente três vezes mais freqüente a ocorrência de períodos frios somente no início e no início e pleno inverno do que, respectivamente, somente no fim e pleno e fim do inverno. Não há inverno que seja frio no início e no fim, isto é, quando ocorre concentração do frio no início jamais ocorre no fim do inverno. Os anos de 1941 e 1969 apresentaram com particularidades a distribuição de períodos frios ao longo de todo o inverno, entretanto, em função da alternância com períodos de T_{ma} elevada, não se caracterizam como invernos frios e sim medianamente frios.

Os riscos devido a ocorrência de temperaturas mínimas do ar baixas no verão e no início do outono são elevados (Tabela 8). Dos quatro meses analisados, verifica-se que a periculosidade das temperaturas mínimas do ar é maior nos meses de dezembro a março. Nos meses de janeiro e fevereiro não foram registradas temperaturas mínimas do ar inferiores a 9,6°C, enquanto que nos meses de dezembro e março foram observadas temperaturas mínimas de até 7,6°C e 5,9°C, respectivamente. O número médio de dias com T_{ma} baixas também é significativamente maior nestes meses.

Os valores da Tabela 8 evidenciam que, tomando-se como exemplo a cultura do arroz, em praticamente todos os anos a sua polinização pode coincidir com períodos com T_{ma} baixa, sendo que estes riscos são maiores quando a polinização ocorre em março. Para melhor avaliar a periculosidade das T_{ma} deveria ser determinada a duração, em h, das T_{ma} abaixo de determinados níveis térmicos.

Evidencia-se, portanto, que, de um modo geral, os invernos na região de Santa Maria são amenos e a variabilidade das T_{ma} é bastante elevada, principalmente nos meses frios. Por isto, é comum ocorrerem pe-

TABELA 7 - Distribuição dos anos conforme o tipo de inverno e época de ocorrência de períodos de frio em Santa Maria, RS, no período de 1912/67 e 1970/84.

TIPOS DE INVERNO		A N O S	FREQUÊNCIA
Invernos frios		1915, 1916, 1917, 1920, 1921, 1924, 1925, 1933, 1942, 1955, 1956, 1962, 1964, 1980	19,2
Invernos medianamente frios		1912, 1918, 1919, 1927, 1928, 1929, 1931, 1932, 1934, 1941, 1943, 1947, 1952, 1953, 1957, 1966, 1967, 1969, 1971, 1973, 1974, 1979, 1983	31,5
Invernos medianamente quentes		1913, 1923, 1930, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1944, 1945, 1946, 1950, 1954, 1959, 1960, 1965, 1975, 1976, 1978, 1981, 1984	30,1
Invernos quentes		1914, 1922, 1926, 1948, 1949, 1951, 1958, 1961, 1963, 1970, 1972, 1975, 1977, 1982	19,2
ÉPOCA DE OCORRÊNCIA DO PERÍODO			
Início		1929, 1932, 1934, 1937, 1952, 1959, 1967, 1971, 1978, 1981, 1983	15,3
Pleno		1913, 1914, 1918, 1926, 1927, 1931, 1935, 1936, 1938, 1942, 1945, 1947, 1949, 1950, 1951, 1953, 1957, 1972, 1973, 1975, 1976, 1979, 1980, 1984	33,3
Fim		1912, 1928, 1943, 1966	5,5
Início e Pleno		1921, 1924, 1925, 1933, 1939, 1954, 1956, 1960, 1962, 1964, 1965, 1974	16,7
Pleno e Fim		1919, 1930, 1955	4,2
Início e Fim		- - - - -	0,0
Início, Pleno e Fim		1915, 1916, 1917, 1941, 1969	8,3
Anos sem		1922, 1923, 1940, 1944, 1946, 1948, 1958, 1961, 1963, 1970, 1977, 1982	16,7

TABELA 8 - Número de dias e número de anos que ocorreram temperaturas mínimas diárias do ar (T_{ma}) baixas nos meses estivais em Santa Maria, RS, no período de 1912/67 e 1970/84.

T _{ma} (°C)	Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março	
	Dias	Anos	Dias	Anos	Dias	Anos	Dias	Anos
≤ 9,2	13	10	0	0	0	0	23	17
< 11	60	28	11	8	12	10	72	38
< 12	116	42	24	17	22	14	119	46
< 13	206	54	70	31	63	30	192	57
< 14	337	68	123	45	105	40	284	64
< 15	485	68	231	60	188	53	460	67
Nº de anos considerados	68		68		69		71	

períodos frios seguidos de períodos com T_{ma} elevadas, que até podem promover a brotação e floração das frutíferas criófilas em época ainda sujeita a dano por frio. Assim como, nos meses estivais, não é raro ocorrer T_{ma} baixas e que podem causar danos aos cultivos anuais de verão.

CONCLUSÕES

1) A variabilidade das temperaturas mínimas diárias do ar é elevada e maior nos meses da termofase negativa anual.

2) O inverno da região mesoclimática de Santa Maria é pouco rigoroso e apresenta alternância de períodos curtos com temperaturas mínimas diárias do ar baixas seguidos de períodos curtos com temperaturas mínimas diárias do ar elevadas.

3) A ocorrência de ascensos ou descensos da temperatura mínima diária do ar iguais ou superiores a 12,0°C é rara e se restringe aos meses de maio a agosto.

4) Somente num em cada 12 anos ocorrem períodos de frio ao longo de todo o inverno.

5) Durante os meses de dezembro a março ocorrem temperaturas mínimas diárias do ar prejudiciais aos cultivos estivais.

LITERATURA CITADA

1. ACOSTA, M.J.C.; BEIRSDORF, M.I.C. & MOTA, F.S. da. Primeiras geadas de outono no Rio Grande do Sul. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 25(10):671-9, 1973.
2. ARAUJO, L.C. de. Invernos frios e invernos quentes. *Egatea*, Porto Alegre, 5(2):78-80, 1919.
3. ARAUJO, L.C. de. *Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, Min. Agric. Ind. e Comércio, 1930. 100p.
4. BURGOS, J.J. *Las Heladas en la Argentina*. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, 1963. 388p.
5. BURIOL, G.A. Intensidade das temperaturas mínimas e datas de ocorrência de níveis térmicos prejudiciais aos cultivos. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, 6(1):27-42, 1976.
6. EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA S.A. *Manual de Produção do arroz irrigado*. Florianópolis, EMPASC/EMATER/ACARESC, 1981. 87p.
7. ESTEFANEL, V.; BURIOL, G.A.; SACCOL, A.V. & ROMANI, L.B. Variabilidade e probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas do ar no Estado. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, 8(4):363-84, 1978.
8. ESTEFANEL, V.; MANFRON, P.A.; SACCOL, A.V.; BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M. & HELDWEIN, A.B. Análise das temperaturas mínimas do ar ocorridas em Santa Maria, RS. II - Probabilidade 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, 18(1):15-28, 1988.
9. INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. *Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1979. 270p. (Boletim Técnico, 3)
10. MACHADO, F.P. *Contribuição ao Estudo do Clima do Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1950. 91p.
11. MOTA, F.S. da. *Geadas de primavera no Rio Grande do Sul*. Pelotas, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul, 1961. 28p. (Circular, 17)
12. MOTA, F.S. da; BEIRSDORF, M.I.C. & GARCEZ, J.P.R.B. *Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Pelotas, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul, 1971. 80p. (Circular, 50)
13. OMETTO, J.C. *Bioclimatologia Vegetal*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1981. 425p.
14. PAUWELS, P.G.J. Subsídios para uma Climatologia do Rio Grande do Sul. II - Temperatura. *Egatea*, Porto Alegre, 9(4):313-29, 1924.
15. PEDROSO, D.A. *Arroz irrigado, obtenção e manejo de cultivares*. Porto Alegre, Sagra Editora e Distribuidora, 1982. 175p.
16. YOUNG, F.D. *Frost and the prevention of frost damage*. Washington, Weather Bureau, 1947. 65p. (Bol., 1588)