

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 2, p. 65-68, 1994.

Aprovado para publicação em 18/02/94.

**ESTIMATIVA DA PRIMEIRA DATA DO OUTONO E ÚLTIMA DATA DA PRIMAVERA COM  
TEMPERATURA DO AR MENOR OU IGUAL A 0°C EM PELOTAS, RS.**

**ESTIMATE OF FIRST DATE IN AUTUMN AND LAST DATE IN SPRING WITH AIR  
TEMPERATURE SMALLER OR EQUAL TO 0°C IN PELOTAS, RS.**

Alexandre Hoffmann<sup>1</sup>, Jair Costa Nachtigal<sup>1</sup>, Paulo Afonso Lins Rossal<sup>1</sup> e Francisco Neto de Assis<sup>2</sup>

**RESUMO**

Foram determinadas as probabilidades de ocorrência de temperatura do ar menor ou igual a 0°C da primeira data do outono e última da primavera, para as condições de Pelotas, RS. O período em que, numa série de 99 anos, ocorreu pelo menos em um ano temperatura menor ou igual a 0°C se estende desde 15 de maio até 3 de setembro, com pequenas probabilidades de ocorrência nos extremos do intervalo e maiores probabilidades dentro dos meses de junho e julho. Num conjunto de 100 anos, em 60,6% ocorre temperatura menor ou igual a 0°C.

**Palavras-chave** : temperatura do ar, probabilidades, datas de ocorrência.

**SUMMARY**

The probabilities of occurrence of temperature, smaller or equal to 0°C of the first date of Autumn and last date of Spring, were determined to the Pelotas, RS conditions. The period which, in a 99 year sequence, occurred once in one year temperature smaller or equal to 0°C goes since May, 15 to September, 3, with low probabilities of occurrence in the interval extremes and bigger probability in the months of June and July. In an entirety of 100 years, in 60.6% occur temperature smaller or equal to 0°C.

---

<sup>1</sup> Engº Agrº, aluno do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fruticultura de Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Dr., Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. E-mail: FNASSIS@BRUFPEL.BITNET

**Key words** : air temperature, probabilities, occurrence date.

## INTRODUÇÃO

Os invernos na região de Pelotas, RS, caracterizam-se por serem amenos, havendo, entretanto, um período relativamente longo em que podem ocorrer temperaturas baixas, capazes de provocarem danos às plantas.

As baixas temperaturas podem estar associadas à formação de geadas, desde que haja condições propícias a tal fenômeno. ACOSTA *et al* (1973) classificaram as geadas com temperaturas mínimas de zero a  $-2^{\circ}\text{C}$  como fracas,  $-2^{\circ}$  a  $-4^{\circ}\text{C}$  como moderadas,  $-4^{\circ}$  a  $-6^{\circ}\text{C}$  como medianamente fortes e  $-6^{\circ}$  a  $-8^{\circ}\text{C}$  como fortes. De acordo com os mesmos autores, para a região de Pelotas, antes de 10 de junho existe 50% de probabilidade de ocorrência de geadas fracas e moderadas.

Existe grande risco de que as primeiras e as últimas temperaturas mínimas provoquem prejuízos aos cultivos, especialmente considerando a alta sensibilidade ao frio que as plantas apresentam nesse período (BURIOL, 1976). Segundo ESTEFANEL *et al* (1988), no Rio Grande do Sul, as temperaturas mínimas absolutas do ar são mais perigosas devido à sua época de ocorrência do que pela sua intensidade.

Para citros, no que se refere a condições climáticas, a temperatura é considerada como o fator de maior importância, não só pela sua influência na qualidade do fruto, como pelo seu efeito limitante na disseminação da cultura no globo. De modo geral, temperaturas menores que  $0^{\circ}\text{C}$  podem ser prejudiciais aos citros, visto que observações feitas em todo o mundo evidenciaram que estas espécies, em temperaturas ao redor de  $0^{\circ}\text{C}$ , não mostraram nenhuma atividade vegetativa, permanecendo com o crescimento paralisado (RODRIGUEZ e VIEGAS, 1980). Já o congelamento dos frutos maduros iniciaram entre  $-2,2$  e  $-2,8^{\circ}\text{C}$ . As baixas temperaturas provocam nos frutos a desidratação das células, pela saída de água para os espaços intercelulares, onde ocorre o seu congelamento. Isto provoca a coagulação e impermeabilização das paredes celulares (NOGUEIRA, 1979).

Com relação à macieira, MELZER & EBERT (1986) relatam que a susceptibilidade ao frio é maior nas gemas floríferas do que nas gemas vegetativas. No estágio D (meia polegada verde sem folhas), por exemplo, períodos instáveis com até  $-7^{\circ}\text{C}$  podem posteriormente causar manchas e outros danos parciais aos frutos. Salientam ainda que temperaturas próximas a  $0^{\circ}\text{C}$  podem causar distúrbios no crescimento, especialmente se ocorrerem associadas a ventos frios, causando necrose na borda das folhas e "russetting" nos frutos. Mitchell & Kretchmann (1977), citados por FORTES & PETRI (1982), constataram que baixas temperaturas,  $0^{\circ}\text{C}$  ou menos, durante o período da floração e o uso de certos produtos químicos depois da

ocorrência de frio contribuem para uma maior quantidade de frutos com "russetting".

O estágio de desenvolvimento da planta, a intensidade das geadas, o período em que a temperatura permanece em níveis danosos, a espécie e a cultivar são fatores importantes no dano causado por determinada temperatura (ACOSTA *et al*, 1973). Em relação à extensão dos danos causados às plantas, é importante o tempo em que permanecem as condições propícias ao congelamento. Se, por exemplo, a temperatura permanece abaixo do ponto de congelamento por um curto período, o dano pode ser muito pequeno; se, porém, permanece abaixo deste ponto num período mais prolongado, pode causar um prejuízo significativo. A rapidez com que a temperatura cai e a velocidade do vento também têm influência decisiva quanto à gravidade do dano (ACOSTA *et al*, 1971).

Na ausência de formação de geadas também podem ocorrer prejuízos aos cultivos causados por temperaturas baixas, quando as temperaturas caem abaixo do ponto de congelamento, mas devido à baixa umidade não ocorre condensação. Por essa razão, a temperatura do ar é usualmente considerada um critério mais adequado para medir a extensão do dano causado às plantas do que a ocorrência ou não de depósitos de geada. Entretanto, a determinação das temperaturas críticas para as diversas culturas é bastante difícil (ACOSTA *et al*, 1971).

Um dos problemas fundamentais da agricultura nas latitudes médias é a determinação das datas da primeira geada de outono e da última de primavera (ACOSTA *et al*, 1972). Este aspecto relaciona-se com o fato de que temperaturas que podem propiciar congelamento e que ocorrem precoce ou tardiamente, freqüentemente causam sérios prejuízos às culturas mais sensíveis. A partir do conhecimento das temperaturas mínimas letais para cada cultura ou estágio fenológico, é possível estabelecer-se as probabilidades de risco por frio excessivo para um determinado local (BURIOL, 1976). A proteção das plantas às temperaturas de congelamento pode não ser viável técnica ou economicamente. Portanto, além do conhecimento da resistência das plantas, é fundamental obter-se uma previsão estatística da ocorrência de baixas temperaturas (ACOSTA *et al*, 1973).

Este trabalho teve como objetivo determinar a primeira data de outono e a última da primavera em que ocorreram temperaturas menores ou iguais a 0°C.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados na Estação Agrometeorológica de Pelotas, RS (CPACT/UFPEL) (latitude: 31°52'00" S, longitude 52°21'24" W e altitude: 13,24 m). Foram coletadas as datas da primeira e última ocorrências de temperaturas menores ou iguais a 0°C, em cada um dos anos da

série 1893-1991. As datas foram ordenadas de modo a compor uma série crescente de dias para a primeira e última ocorrências.

Seguindo o método desenvolvido por Konrad & Pollak (1950), citado por REIS *et al* (1986), foram calculadas as probabilidades empíricas de ocorrência da primeira e da última data com temperatura menor ou igual a 0°C. Foram utilizadas as seguintes expressões :

Para a primeira data de ocorrência :

$$H = I.p \quad (1)$$

sendo;

$$I = K/(m+1) \quad \text{e} \quad p = m/n \quad (2)$$

onde :

**H** = função que dá a probabilidade de ocorrência da primeira temperatura menor ou igual a 0°C;

**n** = número de anos de observação das temperaturas mínimas;

**m** = número de anos em que ocorreu temperatura menor ou igual a 0°C;

**k** = número de ordem das datas de ocorrência em ordem crescente de dia e mês;

Para a última data de ocorrência :

$$H' = I'.p \quad (3)$$

sendo;

$$I' = (m + I - K)/(M + 1) \quad \text{e} \quad p' = m/n'$$

(4)

onde :

$H'$  = função que dá probabilidade de ocorrência da última temperatura menor ou igual a 0°C;

$n'$  = número de anos de observação das temperaturas mínimas

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos indica as datas de 15 de maio e 3 de setembro como os extremos da série de ocorrência de temperatura igual ou menor do que 0°C (Tabela 1). Nestas datas, probabilidades de ocorrência do fenômeno são baixas, uma vez que ocorreram em apenas um dos 99 anos analisados. O mesmo comportamento se verifica com datas próximas aos extremos. As maiores probabilidades de ocorrência aconteceram no centro desse período, tanto para a primeira quanto para a última ocorrência.

Dentro da série analisada, em 61 anos ocorreram temperaturas menores ou iguais a 0°C, correspondendo, portanto a 60,6% dos anos. BURIOL *et al* (1989) verificaram que, para Santa Maria, RS,

**TABELA 1 - Datas e probabilidades de ocorrência da primeira e última temperatura do ano menor ou igual a 0°C nas condições de Pelotas, RS.**

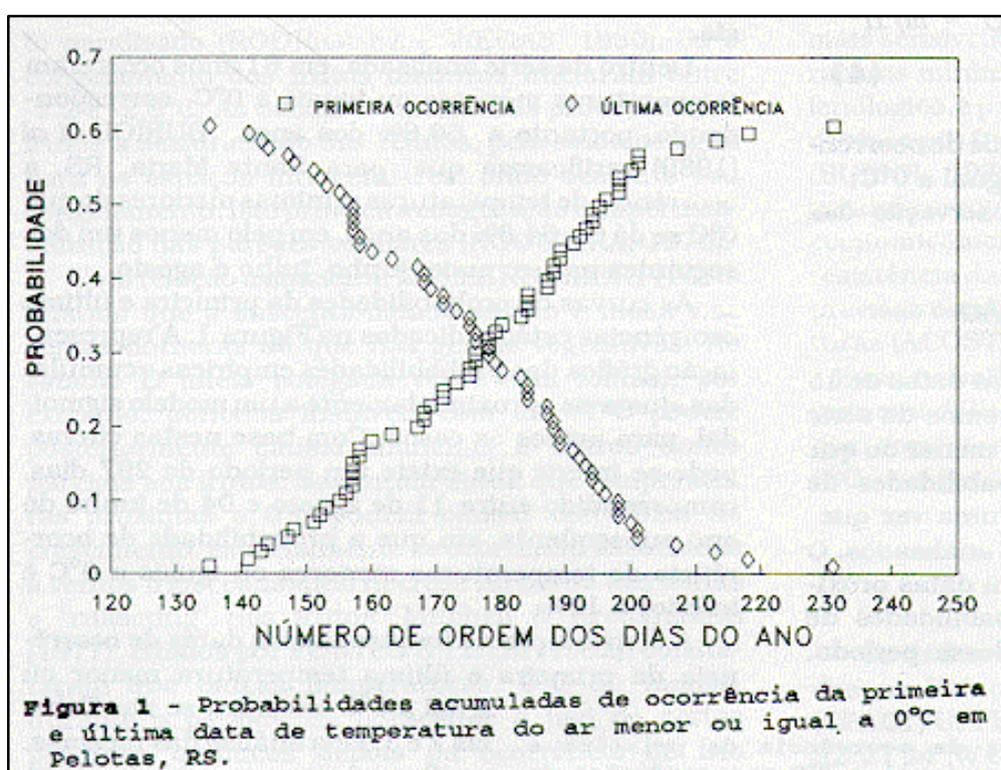
Primeira Ocorrência <sup>1</sup>				Última Ocorrência <sup>2</sup>			
Data	Prob.	Data	Prob.	Data	Prob.	Data	Prob.
15/05	0,0099	27/06	0,3081	29/05	0,6061	16/07	0,3056
21/05	0,0199	27/06	0,3180	31/05	0,5960	17/07	0,2956
23/05	0,0298	28/06	0,3280	06/06	0,5859	17/07	0,2857
24/05	0,0398	29/06	0,3379	06/06	0,5758	18/07	0,2758
27/05	0,0497	02/07	0,3478	12/06	0,5657	19/07	0,2659
28/05	0,0596	03/07	0,3578	17/06	0,5557	20/07	0,2560
31/05	0,0696	03/07	0,3677	19/06	0,5456	21/07	0,2460
01/06	0,0795	03/07	0,3776	19/06	0,5355	21/07	0,2361
02/06	0,0894	06/07	0,3876	20/06	0,5255	22/07	0,2262
04/06	0,0994	06/07	0,3975	24/06	0,5154	26/07	0,2163
05/06	0,1093	07/07	0,4075	25/06	0,5054	27/07	0,2065
06/06	0,1193	07/07	0,4174	25/06	0,4953	27/07	0,1966
06/06	0,1292	08/07	0,4273	27/06	0,4853	29/07	0,1867
06/06	0,1391	08/07	0,4373	28/06	0,4753	31/07	0,1768
06/06	0,1491	10/07	0,4472	29/06	0,4652	31/07	0,1670
07/06	0,1590	11/07	0,4572	02/07	0,4552	01/08	0,1571
07/06	0,1689	12/07	0,4671	03/07	0,4452	01/08	0,1472
09/06	0,1789	13/07	0,4770	05/07	0,4352	04/08	0,1374
12/06	0,1888	13/07	0,4870	07/07	0,4252	07/08	0,1275
16/06	0,1988	14/07	0,4969	10/07	0,4152	09/08	0,1177
17/06	0,2087	15/07	0,5068	10/07	0,4052	10/08	0,1079
17/06	0,2186	17/07	0,5168	11/07	0,3952	11/08	0,0980
18/06	0,2286	17/07	0,5267	11/07	0,3852	11/08	0,0882
20/06	0,2385	17/07	0,5367	12/07	0,3753	19/08	0,0784
20/06	0,2485	19/07	0,5466	12/07	0,3653	20/08	0,0686
22/06	0,2584	20/07	0,5565	13/07	0,3553	24/07	0,0588
24/06	0,2683	20/07	0,5665	13/07	0,3454	24/08	0,0490
24/06	0,2783	26/07	0,5764	14/07	0,3354	25/08	0,0392
25/06	0,2882	01/08	0,5863	14/07	0,3255	26/08	0,0294
25/06	0,2981	06/08	0,5963	15/07	0,3155	27/08	0,0196
		19/08	0,6062			02/09	0,0098

<sup>1</sup> Probabilidade de ocorrência da primeira temperatura menor ou igual a 0°C, até a data indicada.

<sup>2</sup> Probabilidade de ocorrência da última temperatura menor ou igual a 0°C, a partir da data indicada.

a ocorrência de temperaturas mínimas menores do que 0°C se dá em 64,8% dos anos, em pelo menos um dos seguintes meses: maio, junho, julho e agosto.

As curvas de probabilidades da primeira e última ocorrências estão indicadas na Figura 1. A representação gráfica das probabilidades empíricas acumuladas ajusta-se aproximadamente a um modelo sigmoidal, para ambos os casos. Com base nestas curvas, pode-se inferir que existe um período de 297 dias, compreendido entre 11 de agosto e 04 de junho do ano subsequente, em que a probabilidade de ocorrência de temperaturas menores ou iguais a 0°C é inferior a 10%.



A distribuição de freqüência das datas de ocorrência da primeira e última temperatura menor ou igual a 0°C encontra-se nas Tabelas 2 e 3. Pela análise das mesmas, verifica-se que o período compreendido entre 12 de junho e 23 de julho abrangeu mais da metade das primeiras datas em que a temperatura menor ou igual a 0°C ocorreu, sendo o período entre 26 de junho a 09 de julho o que apresentou o maior percentual de ocorrências. Para a última temperatura menor ou igual a 0°C, os resultados são semelhantes, com o período entre 26 de junho e 06 de agosto compreendendo mais de 50% das ocorrências. O período entre 10 e 23 de julho apresentou uma maior concentração de ocorrências que o encontrado para a primeira temperatura menor ou igual a 0°C. As Tabelas 2 e 3 sugerem que a distribuição de freqüência das datas, tanto da primeira quanto da última ocorrência, segue a distribuição normal, fato que

se confirma aplicando um teste tipo Qui-quadrado ou Kolmogorov-Smirnov. Thom (1959), citado por ESTEFANEL *et al* (1988), também verificou que a distribuição das datas de ocorrência das primeiras temperaturas de outono e das últimas da primavera segue esta distribuição.

**TABELA 2** - Freqüências de ocorrência da primeira temperatura do ar menor ou igual a 0°C, em Pelotas, RS.

Datas	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
15/05 - 28/05	6	9,68
29/05 - 11/06	12	19,35
12/06 - 25/06	12	19,35
26/06 - 09/07	14	22,58
10/07 - 23/07	13	20,97
24/07 - 06/08	3	4,84
07/08 - 20/08	1	1,61

**TABELA 3** - Freqüências de ocorrência da última temperatura do ar menor ou igual a 0°C, em Pelotas, RS.

Datas	Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)
29/05 - 11/06	4	6,45
12/06 - 25/06	8	12,90
26/06 - 09/07	7	11,29
10/07 - 23/07	20	32,26
24/07 - 06/08	9	14,52
07/08 - 20/08	7	11,29
21/08 - 03/09	6	9,68

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se afirmar que nas condições de Pelotas, RS:

- a) Num conjunto de 100 anos, em 61% ocorrem temperaturas do ar menores ou iguais a 0°C.

b) Temperaturas do ar menores ou iguais a 0°C ocorrem entre 15 de maio a 03 de setembro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, M.J.C., MOTA, F.S. da, BEIRSDORF, I.C. Geadas de primavera em Santa Catarina (Contribuição para um calendário agrícola regional). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Série Agronômica, v. 6, p. 67-80, 1971.
- ACOSTA, M.J.C., BEIRSDORF, I.C., MOTA, F.S. da. Primeiras geadas de outono em Santa Catarina. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 11, p. 1033-1045, 1972.
- ACOSTA, M.J.C., BEIRSDORF, I.C., MOTA, F.S. da. Primeiras geadas de outono no Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 25, n. 10, 1973.
- 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, v. 6, n. 1, p. 27-42, 1976.
- BURIOL G.A., SACCOL, A.V., SCHNEIDER, F.M., HELDWEIN, A.B., *et al.* Análise das temperaturas mínimas do ar ocorridas em Santa Maria, RS. III - Caracterização do comportamento das temperaturas mínimas diárias do ar ao longo do ano. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 19, n. 1-2, p. 93-111, 1989.
- ESTEFANEL, V., MANFRON, P.A., SACCOL, A.V., *et al.* . 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, v. 18, n. 1, p. 15-28, 1988.
- FORTES, G.R. de L., PETRI, J.L. **Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle**. Florianópolis, EMPASC, 1982. 34 p. (EMPASC. Boletim Técnico, 3).
- RODRIGUEZ, O., VIÉGAS, F.C.P. **Citricultura Brasileira**. Campinas, Fundação Cargill, 1980. 739 p.
- .MELZER, R., EBERT, A. Fatores abióticos. In: **Manual da Cultura da Macieira**. Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, 1986. 562 p.
- NOGUEIRA, D.J.P. O clima na citricultura. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 52, p. 3-4, 1979.
- REIS, N.A., MOTA, F.S. da, AMARAL, E.C. **Metodologia para determinação do risco de geadas em qualquer local do Rio Grande do Sul**. Pelotas, UFPEL, 1986.