

Horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul

**Ronaldo Matzenauer^{1,2}, Aristides Câmara Bueno¹, Alberto Cargnelutti Filho¹,
Ivo Antonio Didoné¹, Jaime Ricardo Tavares Maluf³, Gabriel Hofman⁴,
Júlio Kuhn da Trindade⁴, Álvaro Stolz⁴, Joaquim Taizo Sawasato⁴ e Denílson Ribeiro
Viana⁴**

Resumo - Determinou-se o regime de horas de frio para temperaturas do ar abaixo de 7°C e 10°C nos períodos maio-agosto e maio-setembro para 26 localidades do Estado do Rio Grande do Sul, durante o período de 1956 a 2003. O presente trabalho atualiza e amplia o estudo realizado por Didoné et al., em 1987. No período maio-agosto o número de horas de frio abaixo de 7°C variou de 112 a 492 horas, enquanto que abaixo de 10°C a variação ficou entre 340 e 960 horas. Para o período maio-setembro, a variação foi de 120 a 558 horas para a temperatura abaixo de 7°C, e entre 370 e 1116 horas para a temperatura abaixo de 10°C. As localidades que apresentaram os valores mais elevados de horas de frio são Vacaria na região do Planalto Superior; Farroupilha e Caxias do Sul, na Serra do Nordeste; Passo Fundo, Erechim e Soledade, no Planalto Médio e Bagé, Quaraí, Santana do Livramento, Alegrete e Jaguarão, na região da Campanha. As localidades com menor número de horas de frio foram São Borja, na região do Vale do Uruguai; Santa Rosa, nas Missões; Rio Grande, no Litoral Sul e Taquari e Cachoeirinha, na Depressão Central.

Palavras-chave: agroclimatologia, regime térmico, clima.

Chilling hours in Rio Grande do Sul State, Brazil

Abstract - It was determined chilling hours below 7°C and 10°C for the periods May-August and May-September for 26 localities in Rio Grande do Sul State, Brazil, between years of 1956 and 2003. This work actualizes the study of Didoné et al. realized in 1987. In the period May-August, the number of chilling hours below 7°C varied from 112 to 492 hours, however below 10°C the variation was between 340 to 960 hours. For the period of May-September, the variation was from 120 and 558 hours for temperature below 7°C, and from 370 and 1116 hours for temperature below 10°C. The localities presented high values of chilling hours was Vacaria in the region of Planalto Superior; Farroupilha and Caxias do Sul in Serra do Nordeste; Passo Fundo, Erechim and Soledade in Planalto Médio; Bagé, Quaraí, Santana do Livramento, Alegrete and Jaguarão in the region of Campanha. The localities with low values of chilling hours was São Borja in Vale do Uruguai; Santa Rosa in Missões; Rio Grande in Litoral Sul; Taquari and Cachoeirinha in Depressão Central.

¹ Eng. Agr., pesquisador do Laboratório de Agrometeorologia da FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, CEP 90130-060, Porto Alegre, RS.

² Bolsista do CNPq; E-mail: ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br

³ Eng. Agr., pesquisador da Embrapa Trigo, CP 569, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS.

⁴ Bolsista/Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia da FEPAGRO, estudante da UFRGS.

Recebido para publicação em 01/07/2005.

Introdução

A temperatura do ar é um dos principais elementos meteorológicos responsáveis pela distribuição das espécies vegetais na superfície da Terra. Além disso, afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo responsável pela ativação de diversos processos fisiológicos dos vegetais. Algumas espécies frutíferas apresentam um período de repouso no qual as plantas paralisam o crescimento. Esta condição fisiológica é interrompida por períodos de exposição a baixas temperaturas, o que caracteriza este tipo de espécie como criófilas. A exigência em frio para quebrar este período de repouso invernal é variável entre espécies e cultivares.

Em algumas regiões de clima temperado e nas regiões de clima subtropical, sujeitas a invernos amenos, o frio pode ser insuficiente para provocar a quebra natural da dormência de alguns cultivares de espécies criófilas e, em decorrência, podem se manifestar diversas anomalias fisiológicas e fenológicas. Do ponto de vista agrônomico, as conseqüências mais drásticas da insuficiência do frio invernal resultam na diminuição da qualidade e da quantidade da produção de frutos (PEDRO JÚNIOR et al., 1979) e na diminuição do vigor e da longevidade da planta (LEDESMA, 1950).

O conhecimento do regime de horas de frio em diversas regiões, portanto, é de grande importância na avaliação da aptidão agrícola dos diferentes climas. Como o Estado do Rio Grande do Sul encontra-se entre os paralelos 27° e 34° de latitude Sul, 49° e 58° de longitude oeste, com regiões de altitude superior a 1000 m, apresenta condições favoráveis ao cultivo de fruteiras de clima temperado. A quantificação das horas de frio e a identificação das regiões com maior potencial ao cultivo de espécies frutíferas em termos de exigência em frio possibilitam, além da identificação de novas áreas, o aperfeiçoamento dos zoneamentos agroclimáticos das diversas espécies e o melhor aproveitamento das áreas favoráveis ao cultivo.

Conceitualmente, entende-se por horas de frio o somatório do número de horas iguais ou inferiores a um determinado valor de temperatura. Este somatório é característico para cada espécie e cultivar para cumprir o repouso invernal (MOTA, 1992). De acordo com Pascale & Aspiazu (1965), computa-se o resfriamento para as fruteiras de clima temperado como acúmulo de horas de frio, quando a temperatura do ar decresce de um nível térmico estabelecido aos 7°C. O valor de 7°C é utilizado como temperatura base superior das horas de frio na maioria dos países produtores de frutas de clima temperado, sendo seu uso generalizado para a determinação das exigências em frio das espécies, bem como para o zoneamento agroclimático das disponibilidades de frio. Entretanto, diversos trabalhos têm demonstrado que temperaturas superiores a 7°C também são eficientes para a quebra de dormência de algumas espécies de frutíferas criófilas.

Diversos pesquisadores calcularam ou estimaram as horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. Mota et al. (1974) publicaram uma estimativa do número de horas de frio efetivas inferiores a 7,2°C. Didoné et al. (1987) calcularam, a partir de gráficos do termógrafo, para o período 1970-79, o número de horas de frio abaixo de 7°C e 10°C, para os períodos maio-agosto e maio-setembro, para dezenove localidades do Rio Grande do Sul. A distribuição espacial das horas de frio, é apresentada no Atlas Agroclimático do Rio Grande do Sul, para os dois períodos e para as duas temperaturas (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989). Mota (1992) publicou outro trabalho, no qual as horas de frio foram estimadas a partir de equações de regressão entre as horas de frio e a temperatura do mês mais frio. Damario et al. (1999) estimaram a disponibilidade de horas de frio para o Estado do Rio Grande do Sul, utilizando a metodologia de Damario et al. (1998), que utiliza a temperatura mínima média mensal de maio a setembro e a temperatura mínima média anual. Wrege et al. (2003) elaboraram o mapeamento do acúmulo de horas de frio do período de maio a setembro, no Rio Grande do Sul, disponibilizando um maior detalhamento espacial dos dados. Todos os trabalhos apresentados identificam com semelhança as regiões mais frias do Estado. No entanto, os valores do número de horas de frio divergem entre si devido, provavelmente, às diferenças na metodologia utilizada.

O objetivo deste trabalho foi determinar, através de termogramas de uma série longa, o regime de horas de frio abaixo de 7° e 10° em 26 localidades do Estado do Rio Grande do Sul, durante os períodos maio-agosto e maio-setembro.

Material e métodos

Para a determinação das horas de frio com temperaturas abaixo de 7°C e 10°C, foram cotados termogramas de 26 localidades do Estado do Rio Grande do Sul, obtidos no arquivo do Banco de Dados Meteorológicos pertencente ao Laboratório de Agrometeorologia, da Fundação Estadual de Pesquisa agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS. Os locais e os períodos avaliados no trabalho estão relacionados na Tabela 1.

Este trabalho apresenta uma atualização do estudo realizado por Didoné et al. (1987). Os autores estimaram os dados faltantes através de equações de regressão linear entre localidades semelhantes. Neste trabalho, o número de locais foi ampliado para 26, e o período foi estendido para toda a série histórica disponível no Banco de Dados, variando o mesmo conforme apresentado na Tabela 1.

Para cada local e para cada nível de temperatura (<7°C e <10°C) realizaram-se os seguintes procedimentos:

1 – Calculou-se a média de horas de frio em cada dia do período compreendido entre 01 de maio a 30 de setembro. Essa média foi obtida em relação à série de dados existentes. Não foram estimados valores para dias

Tabela 1 - Localidades onde foram determinadas as horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul e períodos avaliados.

Localidade	Região climática	Coordenadas Geográficas			Período
		Altitude (m)	Latitude(graus e décimos)	Longitude(graus e décimos)	
Alegrete ⁽¹⁾	Campanha	130	-29,81	-55,85	1970-1998
Bagé	Campanha	175	-31,39	-53,93	1960-1989
Cachoeirinha	Depressão Central	5	-29,95	-51,12	1975-2003
Caxias do Sul	Serra do Nordeste	840	-29,14	-50,99	1985-2003
Cruz Alta	Planalto Médio	430	-28,60	-53,67	1973-1990
Encruzilhada do Sul	Serra do Sudeste	410	-30,55	-52,41	1958-2003
Erechim	Planalto Médio	760	-27,66	-52,31	1966-2003
Farroupilha	Serra do Nordeste	680	-29,20	-51,34	1963-2003
Guaíba	Depressão Central	50	-30,09	-51,67	1968-1993
Ijuí	Missões	280	-28,44	-54,00	1970-2003
Jaguarão	Campanha	20	-32,55	-53,39	1970-1979
Júlio de Castilhos	Planalto Médio	490	-29,18	-53,69	1956-2002
Maquine	Litoral Norte	25	-29,66	-50,21	1958-2001
Passo Fundo	Planalto Médio	690	-28,23	-52,40	1970-1979
Quarai	Campanha	100	-30,39	-56,48	1977-2003
Rio Grande	Litoral Sul	5	-32,00	-52,30	1956-1994
Santa Maria	Depressão Central	125	-29,67	-53,91	1963-1998
Santa Rosa	Missões	330	-27,86	-54,45	1981-2003
Santana do Livramento ⁽²⁾	Campanha	205	-30,87	-55,43	1966-2003
São Borja	Vale do Uruguai	90	-28,69	-55,96	1956-2003
São Gabriel	Depressão Central	120	-30,33	-54,26	1963-2003
Soledade	Planalto Médio	530	-28,82	-52,48	1973-1998
Taquari	Depressão Central	65	-29,79	-51,83	1963-2003
Uruguaiana	Vale do Uruguai	80	-29,84	-57,08	1963-2002
Vacaria	Planalto Superior	915	-28,45	-50,95	1966-1994
Veranópolis	Serra do Nordeste	705	-28,89	-51,54	1956-2003

⁽¹⁾ fechada no período 1987-1994 ⁽²⁾ fechada no período 1982-1998

com dados ausentes (sem registro). Portanto, o número de observações que geraram a média de horas de frio diária é diferente entre os dias do período.

2 – Calculou-se a soma de horas de frio de cada mês (Tabela 2)

3 – Calculou-se a soma de horas de frio de cada período (Tabela 3)

Esta metodologia permitiu, portanto, a obtenção de valores reais de horas de frio, já que em estimativas a partir de funções matemáticas sempre ocorre um erro. Os dados foram espacializados, utilizando-se o programa Surfer 6.0.

A atualização do trabalho, ampliando o número de locais e utilizando uma série histórica maior, permite a obtenção de dados mais representativos do regime de horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul.

Resultados e discussão

Para os dados mensais, verifica-se que os valores mais elevados de horas de frio ocorrem no período de junho a agosto, sendo que, na maioria das localidades, o mês mais frio é julho (Tabela 2). Os meses com menor número de horas de frio no período, são maio e setembro.

Considerando-se os valores médios mensais do número de horas de frio abaixo de 7°C, o maior valor observado foi de 160 horas no mês de julho em Vacaria, vindo a seguir Caxias do Sul com 146 horas, Farroupilha com 134, Passo Fundo com 133 e Quarai com 132 horas. Para a temperatura de 10°C os valores para os mesmos locais foram, respectivamente, de 300, 272, 254, 249 e 232 horas. Também se destacam no nível de 10°C, Santana do Livramento com 253 horas e Soledade, com 233 horas no mês de julho.

Para os resultados de períodos, verifica-se uma variação de 112 a 492 horas com temperatura abaixo de 7°C e de 340 a 960 horas abaixo de 10°C para o período maio-agosto (Tabela 3). Para o período maio-setembro, os valores variaram de 120 a 558 horas abaixo de 7°C e de 370 a 1116 horas abaixo de 10°C. Conforme esperado, o aumento no número de horas de frio verificado no período maio-setembro, em relação ao período maio-agosto, foi maior para o nível de temperatura de 10°C, já que durante o mês de setembro, a frequência de ocorrência de temperaturas abaixo de 7° é menor. Comparando-se os resultados alcançados neste trabalho, com os obtidos por Didoné et al. (1987), verifica-se que, na maioria dos locais avaliados, as diferenças são pequenas, variando

Tabela 2 - Horas de frio abaixo de 7°C e 10° C, em diferentes localidades do Estado do Rio Grande do Sul. Dados médios mensais no período de maio a setembro.

Localidade	Mês					Mês				
	maio	junho	julho	ago	set	maio	junho	julho	ago	set
	<7°C					<10°C				
Alegrete	41	130	111	60	40	98	230	206	146	111
Bagé	58	116	112	76	48	136	228	226	188	124
Cachoeirinha	20	63	61	32	16	65	144	153	95	53
Caxias do Sul	52	107	146	90	68	155	224	272	193	170
Cruz Alta	36	83	67	44	29	87	180	166	129	95
Encruzilhada do Sul	23	68	78	55	28	75	168	183	156	101
Erechim	46	102	115	65	36	128	204	223	148	108
Farroupilha	61	116	134	94	59	148	232	254	196	135
Guaíba	28	82	92	48	30	82	182	205	111	70
Ijuí	24	62	70	33	21	68	132	158	102	62
Jaguarão	37	98	112	63	41	104	204	224	160	90
Júlio de Castilhos	32	76	92	60	25	88	174	200	158	82
Maquiné	24	68	68	52	24	76	144	146	125	73
Passo Fundo	42	116	133	74	57	115	227	249	177	118
Quarai	47	114	132	64	35	115	204	232	153	90
Rio Grande	13	47	55	35	14	53	124	132	124	46
Santa Maria	25	67	82	36	18	78	162	182	108	64
Santa Rosa	9	37	62	21	8	42	101	135	73	43
Santana do Livramento	21	76	116	91	36	92	202	253	204	111
São Borja	12	34	43	23	8	44	101	116	79	30
São Gabriel	32	78	80	43	18	90	177	185	124	69
Soledade	32	94	111	78	51	102	216	233	171	138
Taquari	18	52	62	28	20	59	134	150	94	53
Uruguaiana	28	89	101	52	24	91	188	205	136	71
Vacaria	85	135	160	112	66	168	260	300	232	156
Veranópolis	37	90	96	67	37	112	201	205	158	114

em torno de 10% para mais ou para menos. No entanto, para algumas localidades, as diferenças observadas entre os dois trabalhos são maiores. É o caso de Quarai, onde se verificou que os valores obtidos neste trabalho são inferiores aos verificados por Didoné et al. (1987). Estes autores obtiveram, respectivamente, valores de 541 e 610 horas abaixo de 7°C e 952 e 1097 horas abaixo de 10°C, para os períodos maio-agosto e maio-setembro. Neste trabalho os valores foram, respectivamente, de 357 e 392 horas abaixo de 7°C e 704 e 794 horas abaixo de 10°C, para os mesmos períodos, portanto, bem inferiores. Os resultados publicados por Damario et al. (1999) confirmam esta redução, já que os autores observaram 361 horas abaixo de 7°C para o período maio-setembro. As outras localidades que apresentaram resultados bem diferentes foram Erechim e Ijuí, onde os valores de horas de frio abaixo de 7°C observados neste trabalho foram cerca de 35 a 40% superiores àqueles verificados por Didoné et al. (1987). Como Didoné et al. (1987) utilizaram equações de regressão linear entre dois locais com maior semelhança em termos de regime térmico, para a estimativa de dados faltantes, e neste trabalho, utilizaram-se somente os dados registrados, sem estimar os dados faltantes, as diferenças observadas se devem,

provavelmente, às diferenças na metodologia adotada.

As localidades que apresentaram os maiores valores de horas de frio foram Vacaria na região do Planalto Superior; Farroupilha e Caxias do Sul, na Serra do Nordeste; Passo Fundo, Erechim e Soledade, no Planalto Médio e Bagé, Quarai, Santana do Livramento, Alegrete e Jaguarão, na região da Campanha. A maioria das localidades com maior número de horas de frio estão localizadas em altitudes superiores a 500m, com exceção das localidades situadas na região da Campanha que, apesar da menor altitude, encontram-se na região onde ocorrem, com maior frequência, as entradas de massas de ar frio. As localidades com menor número de horas de frio foram São Borja, na região do Vale do Uruguai; Santa Rosa, nas Missões; Rio Grande, no Litoral Sul e Taquari e Cachoeirinha, na Depressão Central.

Nas Figuras de 1 a 4, estão espacializados os valores do número de horas de frio abaixo de 7° e 10°C, para os dois períodos em que foram avaliados os dados.

Conclusões

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta regiões com grande variabilidade no regime de horas de frio;

Tabela 3 - Horas de frio abaixo de 7°C e 10°C, nos períodos maio-agosto e maio-setembro, em diferentes localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Localidade	Período			
	Maio-agosto		Maio-setembro	
	<7°C	<10°C	<7°C	<10°C
Alegrete	342	680	382	792
Bagé	362	778	410	902
Cachoeirinha	176	457	192	510
Caxias do Sul	395	844	463	1014
Cruz Alta	230	562	259	657
Encruzilhada do Sul	224	583	252	684
Erechim	328	703	364	811
Farroupilha	405	830	464	965
Guaíba	250	580	280	650
Ijuí	189	460	210	522
Jaguarão *	310	692	351	782
Julio de Castilhos	260	620	285	702
Maquine	211	491	236	564
Passo Fundo *	365	768	422	886
Quarai	357	704	392	794
Rio Grande	150	433	164	479
Santa Maria	210	530	228	594
Santa Rosa	129	351	137	394
Santana do Livramento	304	751	340	862
São Borja	112	340	120	370
São Gabriel	233	576	251	645
Soledade	315	722	366	860
Taquari	160	437	180	490
Uruguaiana	270	620	294	691
Vacaria	492	960	558	1116
Veranópolis	290	676	327	790

* somente dados do período 1970-79

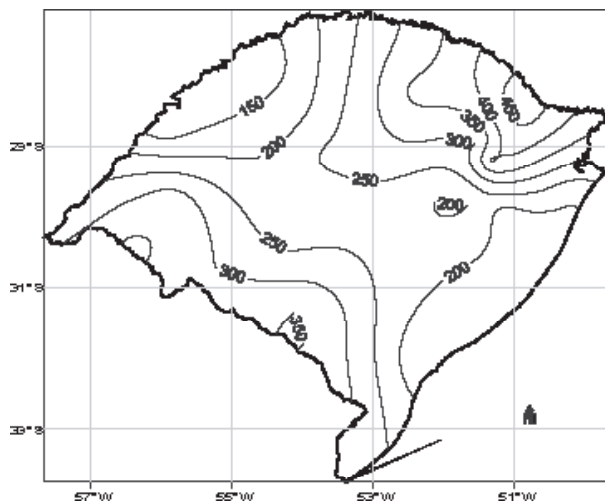


Figura 1. Horas de frio abaixo de 7°C para o período maio-agosto no Estado do Rio Grande do Sul.

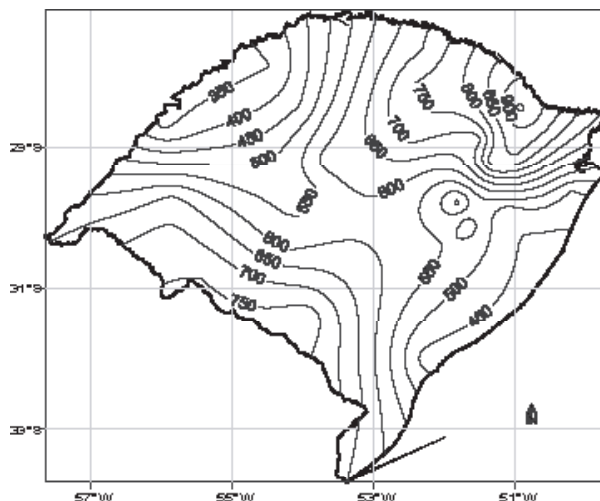


Figura 2. Horas de frio abaixo de 10°C para o período maio-agosto no Estado do Rio Grande do Sul.

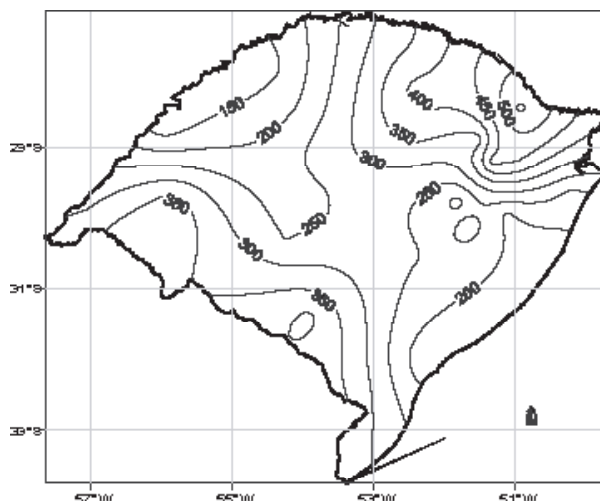


Figura 3. Horas de frio abaixo de 7°C para o período maio-setembro no Estado do Rio Grande do Sul.

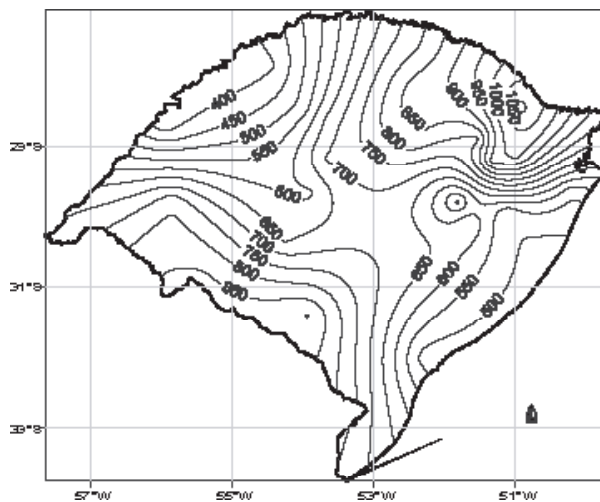


Figura 4. Horas de frio abaixo de 10°C para o período maio-setembro no Estado do Rio Grande do Sul.

Foram identificadas as regiões com maior potencial para o estabelecimento de fruteiras de clima temperado;

As regiões com maior número de horas de frio são Serra do Nordeste, Planalto Médio, Planalto Superior e Campanha.

_____; _____. Disponibilidade de "Horas de Frio" em el Estado de Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11. REUNIÃO LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2, 1999, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 1999. p. 136-142. CD ROM.

DIDONÉ, I.A.; BUENO, A.C.; GESSINGER, G.I.; MALUF, J.R.T.; STEIGLEDER, J.P.K. Regime de Horas de Frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 115-129, 1987.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. 3 v.

LEDESMA, N.R. Consecuencias Del Frio Invernal Insuficiente em los Arboles de Follage Caduco. **Revista de la Facultad de Agronomia de la Plata**, La Plata, v. 27, n. 2, p. 181-196, 1950.

MOTA, F.S. Mapeamento de Horas de Frio para Indicação do Cultivo de Fruteiras Criófilas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 83-88, 1992.

_____; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J.C.; MOTTA, M.A.; WESTPHALEN, S.L. **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Local: EMBRAPA, 1974. 15 p. Circular, n. 50.

PASCALÉ, A.J.; ASPIAZU, C. Regimen de Horas de Frio Durante el Inverno en Buenos Aires. **Revista de la Facultad de Agronomia y Veterinária de Buenos Aires**, Buenos Aires, v. 16, n. 2, p. 63-82, 1965.

Referências

DAMARIO, E.A.; PASCALE, A.J.; BUSTOS, C. Método Simplificado para la Estimación Agrometeorológica de "Horas de Frio" Anuales. **Revista da Faculdade de Agronomia**, Buenos Aires, v. 18, n. 1, p. 93-97, 1998.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A.; RIGITANO, O.; ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O. Estimativa de Horas de Frio abaixo de 7°C e de 13°C para Regionalização da Fruticultura de Clima Temperado no Estado do São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 13, p. 123-130, 1979.

WREGE, M. S.; HERTER, F.G.; STEIMETZ, S. Mapeamento das Horas de Frio para Frutíferas de Clima Temperado no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, SBA, UFSM, 2003, p. 473-474.