

## ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA O PESSEGUEIRO E A NECTARINEIRA NO ESTADO DO PARANÁ<sup>1</sup>

PAULO HENRIQUE CARAMORI<sup>2</sup>, JOÃO HENRIQUE CAVIGLIONE<sup>3</sup>, MARCOS SILVEIRA WREGE<sup>4</sup>,  
FLAVIO GILBERTO HERTER<sup>5</sup>, ROBERTO HAUAGGE<sup>6</sup>, SERGIO LUIZ GONÇALVES<sup>7</sup>,  
IDEMIR CITADIN<sup>8</sup>, WILIAN DA SILVA RICCE<sup>9</sup>

**RESUMO** - O pessegueiro e a nectarineira são culturas com grande potencial climático e de mercado, mas ainda pouco exploradas no Estado do Paraná. O objetivo deste trabalho foi indicar zonas de menor risco climático para produção dessas culturas no Estado do Paraná, utilizando informações climáticas e agronômicas. Para tanto, foram usados dados históricos de 32 estações meteorológicas do IAPAR, para estimar e mapear os riscos de geadas tardias e o total médio de horas de frio (hf) abaixo de 7,2°C no período maio-setembro. As regiões em que a última geada ocorre antes da fase de floração e com número de horas de frio adequado às exigências das variedades, foram consideradas aptas. Grande parte do norte, oeste e litoral do Paraná não apresenta horas de frio suficientes para as espécies. As áreas localizadas ao sul, com altitudes acima de 800 m, são as mais adequadas. Dentro da área apta, foram classificadas oito zonas, de acordo com a necessidade de frio das variedades de pessegueiro e nectarineira, e a característica de cada região: zona 1 (75 a 150 hf); zona 2 (150 a 200 hf); zona 3 (200 a 250 hf); zona 4 (250 a 300 hf); zona 5 (300 a 350 hf); zona 6 (350 a 400 hf), zona 7 (400 a 450 hf) e zona 8 (> 450 hf). As zonas de menor altitude acumulam menos horas de frio e são recomendadas para variedades com menor necessidade de frio. As zonas de maior altitude, que se apresentam com temperaturas mais baixas, têm maior somatório de horas de frio e são recomendadas para variedades com maior necessidade de frio (> 400 horas de frio). A última geada severa provável ocorre no final de agosto, nas regiões mais frias, e não prejudica a floração do pessegueiro e nectarineira. Os resultados obtidos neste estudo possibilitam a adoção de políticas de incentivo a essas culturas com baixo nível de risco, no Estado do Paraná.

**Termos para indexação:** pêssego, nectarina, geada, horas de frio, zoneamento.

## AGROCLIMATIC ZONING FOR PEACH AND NECTARINE IN THE STATE OF PARANA, BRAZIL

**ABSTRACT** - Peach and nectarine crops, despite their high climatic and market potential, are not yet well exploited in the state of Paraná. The objective of this research was to indicate zones with lower climatic risk for production of these crops in the state of Paraná, Brazil, using climatic risk analysis and agronomic data. Historical data of 32 weather stations of IAPAR were analyzed to estimate and map the risks of late frost and the average totals of chilling hours above 7.2°C accumulated from May to September. The regions in which the last frost occurs before flowering and with the total chilling hours suitable to the cultivars needs were considered apt. Most of the north, west and the coast of Paraná do not have enough chilling hours. The areas located in the south with altitudes above 800 m are the most suitable. Within the apt areas eight zones were classified according to the chilling requirements of peaches and nectarine varieties and climatic conditions of each region: zone 1 (75 to 150 hf); zone 2 (150 to 200 hf); zone 3 (200 to 250 hf); zone 4 (250 to 300 hf); zone 5 (300 to 350 hf); zone 6 (350 to 400 hf), zone 7 (400 to 450 hf) and zone 8 (> 450 hf). The zones with lower altitude and higher temperatures accumulate less chilling hours from May to September and are indicated for cultivars with lower chilling requirement. The zones with higher altitudes and high chilling accumulation are suitable for varieties with high chilling requirements (> 400 chilling hours). The last frost is likely to occur in the last ten days of August in the colder regions and do not cause damages to suitable varieties of peaches and nectarine. The results obtained in this work support the adoption of policies to foment these crops in the state of Paraná with low risk.

**Index Terms:** peaches, nectarine, frost, chilling hours, zoning.

<sup>1</sup>(Trabalho 001-08). Recebido em: 02-01-2008. Aceito para publicação em: 08-10-2008.

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, PhD, pesquisador do IAPAR, Rod. Celso Garcia Cid, km 375, CEP 86001-970 Londrina-PR. E-mail: caramori@iapar.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, MSc, pesquisador do IAPAR, Rod. Celso Garcia Cid, km 375, CEP 86001-970 Londrina-PR. E-mail: caviglione@iapar.br

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Dr, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78. Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas-RS. E-mail: wrege@cpact.embrapa.br

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Dr, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78. Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas-RS. E-mail: herter@cpact.embrapa.br

<sup>6</sup>Eng. Agrônomo, PhD, pesquisador do IAPAR, Curitiba, PR. E-mail: hauagge@iapar.br

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina-PR. E-mail: sergiolg@cnpso.embrapa.br

<sup>8</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr, UTFPR – Campus Pato Branco-PR. E-mail: idemir@utfpr.edu.br

<sup>9</sup>Engenheiro agrônomo, MSc, Agroconsult Ltda., pesquisador visitante IAPAR. Email: ricce@iapar.br

## INTRODUÇÃO

O pêssego e a nectarina estão entre as frutas de maior interesse econômico no mundo, mas o seu cultivo no Brasil ainda não é muito expressivo, embora na região Sul existam condições de clima e solo adequados ao seu desenvolvimento.

O pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] surgiu na China e é considerado uma frutífera de clima temperado com ampla adaptação, em distintas condições edafoclimáticas, sendo cultivado no Brasil entre as latitudes 20°S e 33°S. O pessegueiro e a nectarineira são espécies que requerem horas de frio, porém tendo necessidades variáveis, dependendo da variedade. Para algumas variedades, são necessárias 75 a 150 horas de frio, enquanto para outras são necessárias mais de 700 horas de frio. As variedades mais plantadas no País requerem entre 100 e 500 horas de frio abaixo de 7,2°C, acumuladas de maio a setembro, para completar a dormência. Quando a necessidade de frio não é suficiente, são necessários algumas práticas culturais especiais e o uso de produtos químicos para a quebra da dormência (Petri et al., 2002).

Durante o outono, diminui a temperatura e ocorre a paralisação do crescimento, o que permite às plantas se prepararem para resistir às condições adversas (Chouard, 1951; Samish, 1954; Champagnat, 1983). Nessa fase, as gemas floríferas e vegetativas precisam de um período de repouso hibernar para completar sua formação, com temperaturas baixas no outono/inverno (Champagnat, 1973). Existem muitos modelos que quantificam a necessidade de frio, sendo o mais utilizado o somatório das horas em que a temperatura permanece abaixo de 7,2°C entre maio e setembro (Weinberger, 1950). Além do aspecto quantitativo do frio, deve ser considerado o aspecto qualitativo, isto é, a intensidade e a regularidade da temperatura nesse período. Quando as condições não ocorrem satisfatoriamente e o inverno se caracteriza por temperaturas mais elevadas, há baixa percentagem de brotação das gemas laterais e forte dominância apical, formando longos ramos terminais. Como consequência, forma-se baixo número de ramos e de esporões laterais, com floração e brotação desuniformes, o que é conhecido por 'erratismo' (Giesberger, 1972; Lichou & Fournier, 1981; Dennis, 1985; Del Real Laborde, 1987). A necessidade de frio para o pessegueiro varia de 75 a 1.100 horas e, para a nectarineira, de 300 a 1.200 horas. Nas regiões de clima temperado a maioria das variedades de pessegueiro precisa de 600 a 1.000 horas. Nas regiões subtropicais, as variedades precisam de mais de 75 horas (EMBRAPA, 1984).

No final do inverno, quando ocorre o término do período de repouso, começa a haver brotação e floração, e as gemas e o ovário precisam de calor para começar a desenvolver-se. Após a saída da endodormência (acúmulo de frio), a planta precisa de acúmulo de calor, medido pelo somatório das horas de calor (GDH, sigla derivada do inglês, que significa 'growing degree hours') (Wrege et al., 2005). A necessidade de calor varia de acordo com a cultivar, suas condições fisiológicas e seu estágio de desenvolvimento (Citadin et al., 2001).

Nas regiões de clima temperado do Brasil, o desenvolvimento das gemas, das flores ou dos frutos pode ser

afetado pelas temperaturas mínimas que normalmente ocorrem no inverno e por geadas de primavera. As geadas são mais frequentes nas baixadas, onde se acumula o ar frio. A floração ocorre, normalmente, de junho a setembro, dependendo da variedade e da região, ocasião em que as estruturas são suscetíveis às geadas (EMBRAPA, 1984).

O Estado do Paraná caracteriza-se pela grande diversidade de condições climáticas, pelo fato de estar em uma região de transição do clima tropical para o temperado e por apresentar relevo acidentado. Por outro lado, há regiões sem a quantidade de frio suficiente, que são zonas de risco. Optando-se pelas variedades mais bem adaptadas em cada região, os prejuízos com as geadas podem ser minimizados. Assim, o objetivo deste trabalho foi indicar as regiões para plantio de grupos de variedades de pessegueiros e nectarineiras no Estado do Paraná, com o mínimo de riscos possível, por meio do zoneamento agroclimático.

## MATERIAL E MÉTODOS

O zoneamento agroclimático para pessegueiro e nectarineira no Estado do Paraná baseou-se no requerimento dessas culturas em termos do número de horas de frio e no risco de ocorrência de geadas tardias.

A frequência de geadas foi calculada com base na temperatura mínima do ar, inferior a 1°C no interior do abrigo meteorológico. Devido ao conhecido fenômeno da inversão térmica que ocorre durante a noite, forma-se um gradiente próximo à superfície, de tal maneira que, entre a altura do abrigo meteorológico (aproximadamente 2m) e a superfície do solo, a diferença de temperatura pode atingir de 3 a 8°C em noites com geadas (Grodzki et al., 1996). Assim, para cada uma das 32 estações meteorológicas da rede do IAPAR, determinaram-se as frequências de ocorrência de temperaturas menores que 1°C por decêndio, com base nos dados coletados no período de 1976-2005. Quando o risco de geada era imediatamente inferior a 20%, admitiu-se que ocorreu a última geada de primavera. Esse procedimento foi feito para verificar a ocorrência de geadas tardias em cada região, que podem prejudicar a floração e o desenvolvimento do pessegueiro e da nectarineira.

As horas de frio abaixo de 7,2°C foram acumuladas no período compreendido entre maio e setembro, usando um modelo ajustado para o Estado do Paraná, baseado no modelo de Damario et al. (1999), que estimam as horas de frio a partir de dados de temperatura mínima do ar.

Para a interpolação dos dados de frequência de geadas e horas de frio obtidos nos 32 pontos onde se localizam as estações meteorológicas, foram elaboradas equações de regressão baseadas na altitude e nas coordenadas UTM referentes aos paralelos sul, de modo a relacionar os valores com o mapa de relevo do Estado. As equações foram aplicadas à base de altitude GTOPO30 disponibilizada pela NASA e obtida do USGS (1999), gerando-se uma malha de dados a aproximadamente cada 1 km, no Sistema de Informação Geográfica ArcGis versão 9.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O risco de geadas no Estado do Paraná foi mapeado com base na seguinte equação ajustada:

$$D = 0,0155159 \text{ alt} - 0,00002861 \text{ coordS} - 0,000002509 \text{ coordE} + 421,8846 \quad (1)$$

em que D é a data da ocorrência da última geada de primavera (em dias julianos); alt é a altitude em metros; coordS é a coordenada, em metros, referente aos paralelos sul (UTM), pelo sistema SAD69; coordE é a coordenada, em metros, referente aos meridianos oeste (UTM), pelo sistema SAD69. O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) obtido para a equação (1) foi de 0,84. Essa equação, aplicada à base altimétrica do USGS, foi utilizada para gerar o mapa de quinqüídios prováveis de ocorrência da última geada de primavera, apresentado na Figura 1.

Os pessegueiros e nectarineiras, desde que seguidas as recomendações do zoneamento, como evitar as baixadas e

escolher as variedades corretas para cada região, de modo geral, não sofrem danos por geadas tardias.

As equações ajustadas para o Paraná, para estimativa das horas de frio, baseadas nas temperaturas mínimas médias de maio-setembro (T5) e anual (T12), foram as seguintes:

$$hf = 2338,78 + 2,75_{T5} - 255,57_{T12} - 73,90_{T5T12} + 44,24_{T5} + 37,80_{T12}, r^2 = 0,88 \quad (2)$$

$$T5 = -0,003748 \text{ alt} + 0,000009358 \text{ coordS} - 53,3855, r^2 = 0,85 \quad (3)$$

$$T12 = -0,004095 \text{ alt} + 0,000007813 \text{ coordS} - 38,8461, r^2 = 0,90 \quad (4)$$

em que hf é o número de horas em que a temperatura permanece abaixo de 7,2°C; T5 é a temperatura mínima média mensal de maio a setembro; T12 é a temperatura mínima média anual;  $r^2$  é o coeficiente de determinação; alt é a altitude em metros acima do nível do mar; coordS é a coordenada, em metros, referente aos paralelos sul (UTM), pelo sistema SAD69.

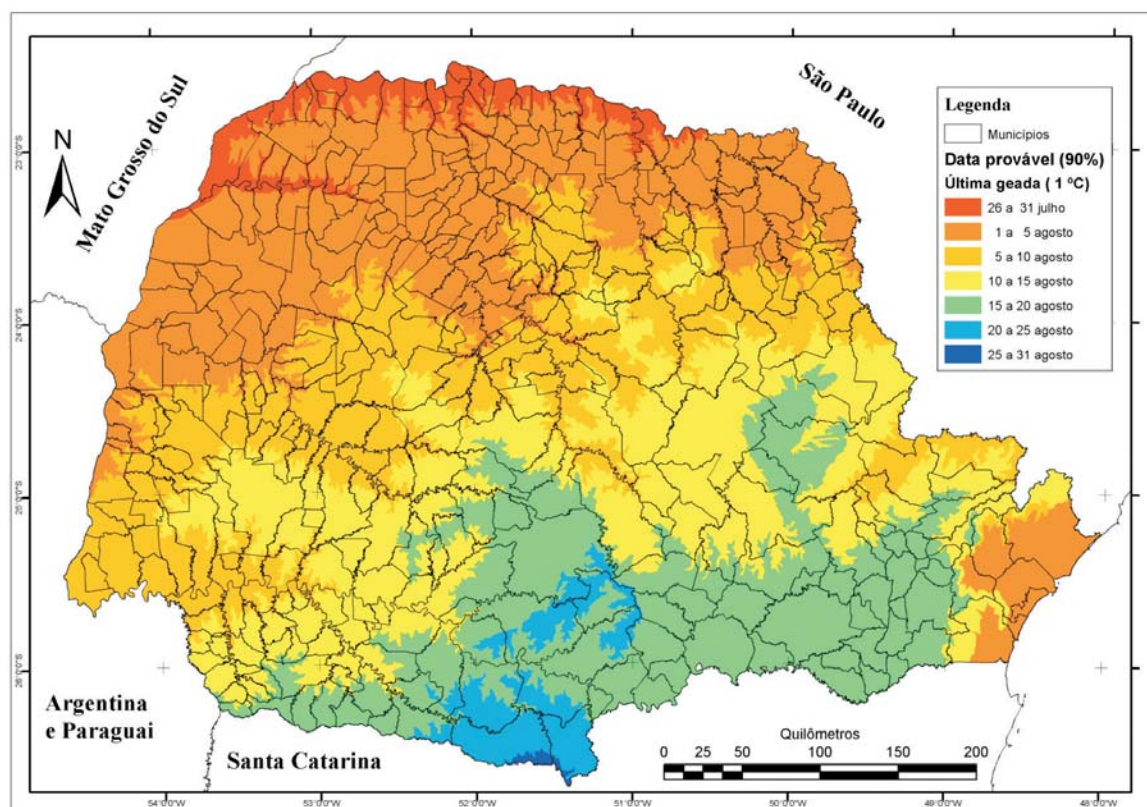


FIGURA 1- Quinqüídio provável de ocorrência da última geada no Estado do Paraná.

Na Figura 2, é apresentado o mapa com as regiões recomendadas para o plantio de pessegueiros e nectarineiras no Estado do Paraná. As áreas com 75-500 horas de frio abaixo de 7,2°C, no período de maio-setembro, têm condições de plantio, dependendo da variedade. As áreas com temperaturas mais elevadas, recomendadas para variedades com menores necessidades de frio, compreendem as regiões 1 e 2, situadas em uma faixa de somatório de horas de frio entre 75 e 200 horas. Na região 3, ocorrem, em média, entre 200 e 250 horas de frio. A região 4 tem de 250 a 300 horas, a região 5, de 300 a 350 horas, a região 6, de 350 a 400 horas, a região 7, de 400 a 450 horas. A região 8 é a que apresenta a maior quantidade de horas de frio no Estado do Paraná, devido à altitude (acima de 1.000 metros), envolvendo parte dos municípios de Palmas e General Carneiro. Todas as variedades recomendadas são listadas na Figura 2. O quadrado que apresenta o 'x' e a cor da região indica que a cultivar é recomendada para a região. O quadrado em branco indica que a cultivar não é recomendada para a região.

A região cinza da Figura 2 não é recomendada para o plantio comercial de pessegueiros e nectarineiras, pois não apresenta horas de frio suficiente para a produção dessas espécies, considerando-se as variedades atualmente existentes no mercado.

As horas de frio apresentadas na Figura 2 são as que ocorrem na média, o que significa dizer que, em alguns anos, poderá não ocorrer a quantidade de frio mínima necessária ao desenvolvimento das variedades de pessegueiro e nectarineira recomendadas. Entretanto, nos anos de frio insuficiente, se a quantidade de frio atingir pelo menos 50% das necessidades, o problema poderá ser superado com tratamento para quebra da dormência (Herter et al., 2006).

Deve-se observar que, em função do zoneamento agroclimático ter sido feito considerando a macroescala, não se avaliou a existência de variações locais de clima e a aptidão em relação aos solos, sendo aconselhável que o responsável pela implantação dessas culturas observe esses fatores.

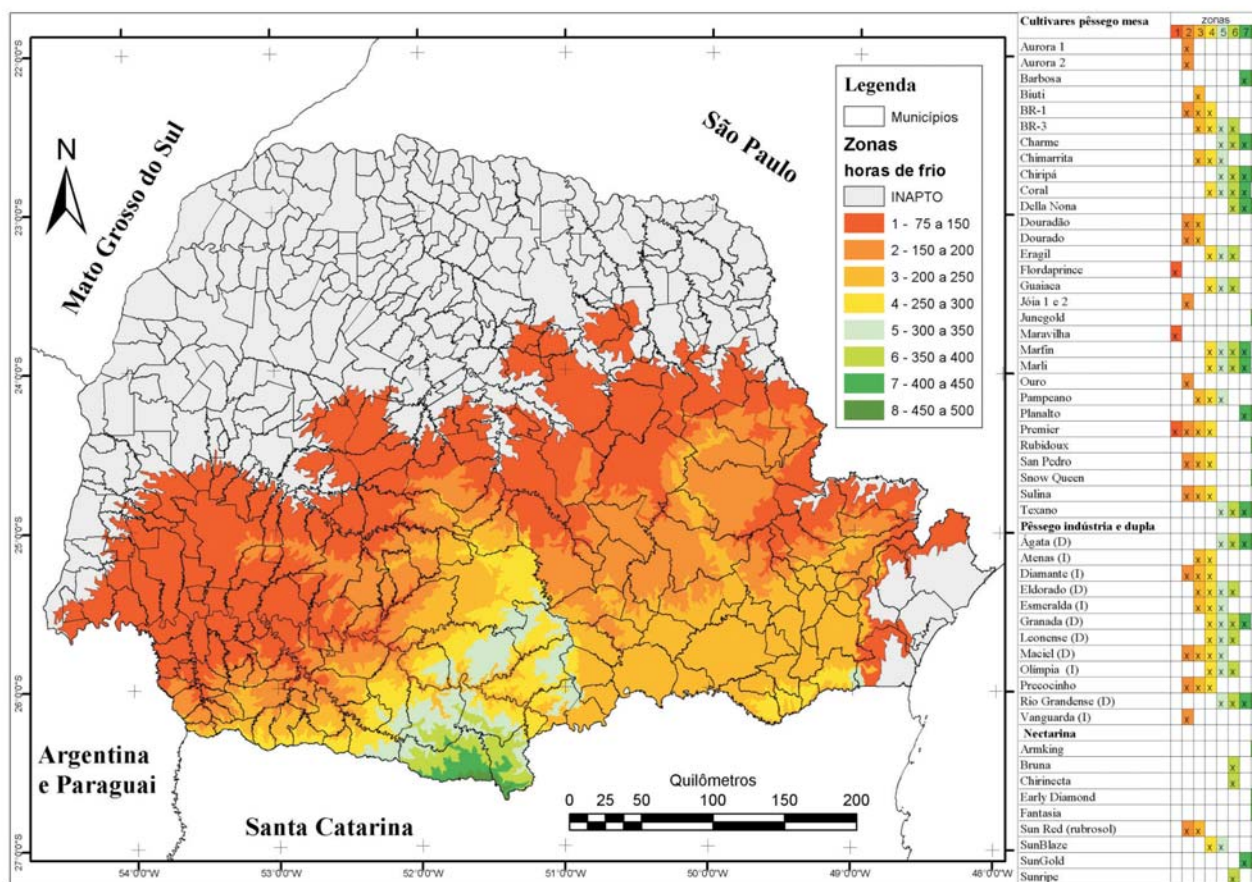


FIGURA 2- Zoneamento agroclimático por cultivares de pessegueiro e nectarineira no Estado do Paraná.

## CONCLUSÃO

A metodologia utilizada possibilitou identificar as regiões aptas ao cultivo de pêssego e nectarina por variedades, fornecendo indicações para o cultivo com baixo risco de frustração de safras. Com base nas recomendações deste zoneamento, agricultores, difusores de tecnologia e agentes financiadores terão subsídios para a realização de investimentos seguros na exploração de pessegueiros e nectarineiras no Estado do Paraná.

## AGRADECIMENTOS

Ao IAPAR e à EMBRAPA, pelo suporte na realização deste trabalho. À Finep, pelos recursos financeiros para a execução do projeto. Ao United States Geological Survey (USGS), pela disponibilização dos dados do GTOPO30 na Internet.

## REFERÊNCIAS

- CHAMPAGNAT, P. Quelques aspects des dormances chez les végétaux. **Bulletin Groupe Etude Rythmes Biologie**, Paris, v. 4, n. 2, p. 47-59, 1973.
- CHAMPAGNAT, P. Quelques réflexions sur la dormance des bourgeons des végétaux ligneux. **Physiologie Vegetable**, Paris, v. 21, n. 3, p. 607-618, 1983.
- CHOUARD, P. **Dormance et inhibition des graines et des bourgeons: préparation au forçage thermopériodisme**. Paris: Centre de Documentation Universitaire, 1951. 84 p.
- CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER, F.G.; SILVA, J.B. Heat requirement for blooming and leafing in peach. **HortScience**, Alexandria, v.3, n.2, p.305-307, 2001.
- DAMARIO, E.A.; PASCALE, A.J.; BELTRÁN, A. Disponibilidade de horas de frio en el Estado de Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: Epagri, 1999. p. 228.
- DEL REAL LABORDE, J.I. An apple flower bud bioassay to determine depth of rest. **Acta Horticulturae**, Hague, n.199, P.65-70, 1987.
- DENNIS, F.G. Temperate zone fruits in the tropics: problems and prospects. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.158, p.41-46, 1985.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: EMBRAPA/CNPFT, 1984. 156 p. (Circular Técnica, 10).
- GIESBERGER, G. Climatic problems in growing deciduous fruit trees in the tropics and subtropics. **Tropical Abstracts**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 1-8, 1972.
- GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de Geadas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, p.93 - 99, 1996.
- HERTER, F. G.; SILVEIRA, C. A. P.; RASEIRA, M. C. B.; CAMELATTO, D.; TREVISAN, R.; CHAVARRIA, G.; VERÍSSIMO, V. **Utilização da cianamida hidrogenada e óleo mineral na brotação e floração de pessegueiro**. Pelotas : EMBRAPA/CNPFT, 2006. 29 p. ( Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).
- LICHOU, J. ; FOURNIER, P. Le comportement en zone tropicale d'altitude: observations et remarques faites à la Réunion. **Fruits**, Paris, v. 36, n. 1, p. 43-46, 1981.
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; YASUNOBU, Y. Studies on the causes of floral bud abortion of japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.587, p.375-380, 2002.
- SAMISH, R. M. Dormancy in wood plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 5, p. 183-204, 1954.
- USGS. United States Geological Survey - Survey National Mapping Division: **Global 30 Arc Second Elevation Data**. Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30>>. Acesso em: 10 jul. 1999.
- WEINBERGER, J. H. Chilling requirements of peach varieties. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.56, p.122-128, 1950.
- WREGG, M. S.; RASEIRA, M. C. B.; HERTER, F. G.; PEREIRA, J. F. M. Acúmulo de calor nos 30 dias após a floração plena e sua relação com o ciclo de desenvolvimento de frutos de pessegueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. CD-ROM.