

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Tese

**Efeito da temperatura durante a diferenciação de gemas,
floração, crescimento e desenvolvimento de frutos em
pessegueiro na região de Pelotas, RS**

Marcelo Couto

Pelotas, 2006

MARCELO COUTO

**EFEITO DA TEMPERATURA DURANTE A DIFERENCIAÇÃO DE GEMAS,
FLORAÇÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS EM
PESSEGUEIRO NA REGIÃO DE PELOTAS, RS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências: Fruticultura de Clima Temperado.

Orientador (a): Pesquisadora Dr^a. Maria do Carmo Bassols Raseira – Embrapa Clima Temperado;

Co-Orientador (es): Pesquisador Dr. Flávio Gilberto Herter – Embrapa Clima temperado;
Prof. Dr. João Baptista da Silva – IFM/UFPel.

Pelotas, 2006

Banca examinadora:

Pesquisadora Dr^a. Maria do Carmo Bassols Raseira – Embrapa Clima Temperado (Presidente);

Pesquisador Dr. Alberto Miele – Embrapa Uva e Vinho (Titular);

Pesquisador Dr. Marcos Silveira Wrege – Embrapa Clima Temperado (Titular);

Professor Dr. Valmor João Bianchi – IB/UFPel/FAEM (Titular);

Professor Dr. Cesar Valmor Rombaldi – DCTA/UFPel/FAEM (Titular);

Pesquisador Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes – Embrapa Clima Temperado (Suplente).

É impossível proceder ao infinito na série dos seres que se geram sucessivamente. Deve-se admitir, por isso, que existe um ser necessário que tenha em si toda a razão de sua existência, e do qual procedam todos os outros seres. A este chamamos Deus.

S. Tomás de Aquino

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Agronomia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Clima Temperado pelo apoio à realização dos trabalhos envolvidos nesta pesquisa.

A todos os meus familiares, principalmente aos meus pais Rogério de Oliveira Couto e Maria de Lourdes Rossi Couto e, a minha irmã Michelly Rossi Couto pelo apoio, base familiar, educação e valores morais compartilhados, através dos quais pude formar meu caráter.

A pesquisadora Dr^a. Maria do Carmo Bassols Raseira por sua especial atenção, imprescindível orientação, profissionalismo, dedicação e sobretudo pela grande amizade, noções de ética e coerência profissional dedicados durante a realização dos trabalhos.

Aos Co-orientadores pesquisador Dr. Flávio Gilberto Herter e Prof. Dr. João Baptista da Silva, pela incansável atenção, confiança, disposição, orientação, ensinamentos e amizade.

Aos professores e pesquisadores Valmor João Bianchi, Márcia W. Schuch, Rosa Lia Barbieri, Fernando Félix Irajá Carvalho e Leila Macias pelos ensinamentos transmitidos, imprescindíveis à realização do doutorado.

Aos pesquisadores da Embrapa Clima Temperado Dr. Luis Antônio Suita de Castro, Dr. Marcos Wrege, Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes e M.Sc. José Francisco Martins Pereira pelo apoio e amizade dedicados durante a realização dos trabalhos.

Aos funcionários, mas, sobretudo amigos dos Laboratórios de Melhoramento Genético Vegetal, Cultura Tecidos e Imunologia e Microscopia Eletrônica da Embrapa Clima Temperado, pelo apoio e dedicação. Em especial a Maria de Fátima

Tavares da Silveira, Dona Eva Soelde Pedra Mendonça, Antônio Fernando Pacheco Nino, Francisco Osmi Xavier da Silva, Francisco Carlos Budjjarck Vieira (Falcão), Nara Eliane Moreira Rocha e Valter Lopes Abrantes pelo apoio e ensinamentos práticos transmitidos durante a realização dos trabalhos.

Aos companheiros desta etapa Carlos Roberto Martins, Veridiana Krolow Bosenbecker, Édina Simone Batista da Silva, Antônio Sidnei Martins, Flávio Santana, Rodrigo Cezar Franzon, Maurício Roberto Vitti, Carlos Augusto Posser Silveira (Guto), Renato Trevisan, Emerson Dias Gonçalves, Valtair Veríssimo, Elizete Beatriz Radmann, Alexandre Couto Rodrigues, Geraldo Chavarria, Zarela Gudelia Casas Navarro Zanatta e demais colegas do curso de Pós-Graduação em Agronomia da UFPel/FAEM que, embora não citados, demonstraram incentivo, companheirismo e amizade.

Aos estagiários dos Laboratórios de Cultura de Tecidos e Melhoramento Genético Vegetal da Embrapa Clima Temperado, Rafael Ücker Brahm, Tatiane Souza, Mariana Victória Irumé, Daina Finkenauer, Elisia Rodrigues Corrêa, Patrícia Einhardt, Daniel Marini, Osmarino Pires dos Santos, Ricardo Milech, Rafael da Silva Gonçalves, Tiago Madruga Telesca da Silveira e Lucas P. Nornberg, pela amizade, incentivo e apoio dedicados.

Aos colegas da sinuca Marcos Pereira, Fernando Volcan e João Carlos (Lé), pela amizade e momentos de descontração compartilhados.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

E principalmente a DEUS pela vida.

Resumo

COUTO, Marcelo. **Efeito da temperatura durante a diferenciação de gemas, floração, crescimento e desenvolvimento de frutos em pessegueiro na região de Pelotas, RS.** 2006. 122f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

As horas de frio necessárias às gemas vegetativas e floríferas, quando insuficientes, limitam a produção de pessegueiros nas zonas subtropicais e temperadas brasileiras. A redução na produtividade pode ocorrer também, devido a variações bruscas na temperatura durante os períodos de diferenciação das gemas, pré-floração, floração, crescimento e desenvolvimento dos frutos desta espécie. Estas variações de temperatura podem ser uma das causas da instabilidade produtiva de algumas cultivares de pessegueiro. Muito dos problemas que se verificam, após a floração ou mesmo na colheita, como baixa produtividade, atribuídos muitas vezes, apenas às condições de inverno com pouco frio que ocorrem no sul do Rio Grande do Sul, podem ter origem em etapa anterior do desenvolvimento e, muito provavelmente, na diferenciação floral. Com os objetivos de estudar a influência de altas temperaturas sobre diferenciação de gemas, pré-floração, floração, frutificação efetiva, crescimento e desenvolvimento de frutos, foram realizadas observações no avanço dos estádios de diferenciação das gemas, épocas de brotação e floração, testes de viabilidade e produção de pólen. Foram, ainda, feitas observações na morfologia e biologia floral, frutificação efetiva, crescimento e desenvolvimento dos frutos. A elevação da temperatura foi proporcionada com a utilização de casas de plástico ou através do ensacamento dos ramos com mangas de plástico transparente ou garrafas de plástico. Foram utilizadas plantas de duas cultivares comerciais de pessegueiro de baixa necessidade de frio (200 a 300 horas): Granada e Maciel em 2003, 2004 e 2005. Não há a formação de pistilos duplos ou quaisquer anomalias morfológicas mesmo sob temperaturas maiores que 25°C durante o período de diferenciação das gemas das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel. Há diferenças entre cultivares e entre temperaturas de incubação quanto à porcentagem de germinação do pólen *in vitro*. A viabilidade do pólen das cultivares de pessegueiro testadas (Esmeralda, Granada, Jade e Maciel) pode ser avaliada por germinação *in vitro* em meio de cultura padrão (10% de sacarose + 1% de agar, dissolvidos em água destilada), três horas após a inoculação, com incubação a 24°C e 28°C. Ensacamento de ramos com plástico transparente ou com garrafas de plástico, é uma forma simples e econômica de aumentar a temperatura junto aos ramos das plantas, em condições de campo, sendo mais efetivo que o uso de estufas de plástico. Conclui-se que em condições de temperaturas elevadas, durante a pré-floração, ocorre a antecipação da antese das flores para as cultivares Granada

e Maciel. A morfologia das flores, em relação ao comprimento e ao peso dos pistilos, não é influenciada pela elevação da temperatura nas condições experimentais utilizadas. Temperaturas elevadas durante a pré-floração, influenciam negativamente na frutificação efetiva da cultivar de pessegueiro Granada. Em condições de temperaturas, elevadas durante o estágio I de crescimento e desenvolvimento dos frutos, para as cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, há uma tendência de formação de um maior número de células do pericarpo, o que ampliaria o potencial da produção de frutos com maior tamanho.

Palavras chave: *Prunus persica*. Adaptação climática. Biologia floral. Fertilização. Órgãos reprodutivos. Viabilidade de pólen.

Abstract

COUTO, Marcelo. **Effect of the temperature during bud differentiation, blooming, fruit growth and development in peach tree in the area of Pelotas, RS.** 2006. 122f. Thesis (Doctorate) – Graduate Course in Plant Science. Federal University of Pelotas, Pelotas.

Insufficient chilling accumulation limits the production of peach in subtropical areas. Comparatively this combined with the wide temperature fluctuation during bud differentiation, through the bloom period and fruit growth and development may cause crop losses. Problems with low productivity in southern Rio Grande do Sul often attributed to the mild winter conditions, however, the environmental conditions especially around bloom period to be critical for optimal yields. In subtropical areas temperature oscillations may cause problems during fertilization with subsequent reduction of fruit set and production instability of some peach cultivars. To better understand the effect of high temperatures on flower differentiation, pre-blooming, blooming, fruit set and fruit development and growth observations were made during the stages of bud differentiation, leafing and blooming, which included pollen production and viability, floral morphology, fruit set and the fruit growth and development. Temperature elevation with the tree was obtained by bagging branches with transparent plastic or with transparent plastic bottles. Plants of two low chilling peach cultivars (200 to 300 hours): Granada and Maciel were used in the years of 2003, 2004 and 2005. Conditions of high temperatures during the period of bud differentiation of Granada and Maciel did not promote the formation of double pistils or any morphologic anomalies. Bagging shoots with transparent plastic bags and plastic bottles is a simple and economical way of increasing the temperature on the branches under field conditions. High temperatures conditions during pre-blooming period advanced and accelerated the flowers anthesis and pistil growth. Flower morphology, regarding pistil length and weight, was not influenced by temperature elevation under experimental conditions. High temperatures during the pre-blooming negatively influenced the fruit set of the peach cultivar Granada. The percentage of *in vitro* pollen germination was different among cultivars and incubation temperatures. Pollen viability of cultivars Esmeralda, Granada, Jade and Maciel, can be evaluated by *in vitro* germination in standard culture medium (10% of sucrose + 1% of agar, dissolved in distilled water), three hours after the inoculation, with incubation at 24°C and 28°C. Under high temperatures conditions during the stage I of fruit growth and development of peach cultivars Granada and Maciel, cell division may be accelerated since a larger number of cells was counted in the pericarp tissue.

Key words: *Prunus persica*. Climatic adaptation. Floral biology. Fertilization. Reproductive organs. Pollen viability.

Lista de Figuras

- Figura 1 – Temperaturas (a) máximas, (b) médias e (c) mínimas diárias (°C), nos tratamentos planta no pomar sob estufa “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”. As setas indicam as datas de início e de final da coleta de gemas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 39
- Figura 2 – Média dos estádios de diferenciação de gemas das cultivares de pessegueiro, Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 40
- Figura 3 – Avanço dos estádios de diferenciação das gemas das cultivares de pessegueiro, (a) Maciel e (b) Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. -- 41
- Figura 4 – Detalhes do instrumental utilizado para observação da germinação de pólen *in vitro* de pessegueiro em microscópio óptico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 47
- Figura 5 – Observação da germinação de pólen *in vitro* de pessegueiro em microscópio óptico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. --- 48
- Figura 6 – Tratamentos: (a) ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, (b) ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**”, (c) ramos não ensacados e detalhe da proteção do sensor de temperatura – “**RNE**” e (d) visão geral do experimento. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 50

- Figura 7 – (a1) registrador de temperatura “Thermo Recorder” da marca Spec, (a2) micro abrigo metereológico, (a3) coleta dos dados e (b) detalhe de instalação do sensor de temperatura no ramo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 51
- Figura 8 – Detalhes e instrumental utilizado nas avaliações do comprimento de pistilo e do número de grãos-de-pólen por antera, das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel: (a) observação em microscópio óptico do número de grãos-de-pólen por antera em placa de Newbauer; (b) excisão do pistilo com bisturi; (c) mensuração do pistilo a olho nu com pinças e escala métrica e; (d) mensuração do pistilo em lupa binocular com escala micrométrica. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 53
- Figura 9 – Estádios fenológicos em pessegueiro (*P. persica*) segundo Chapman e Catlin (1976): (a) gema dormente; (b) gema inchada; (c) ponta verde e (d) botão rosado. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 54
- Figura 10 – Visualização dos tratamentos: (a) e (b) planta no pomar sob estufa de plástico durante a sua montagem – “**PPE**” e (c) e (d) planta caída – “**PC**”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 56
- Figura 11 – (a) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%) coletado em 2003, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, a 24°C, e (b) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), das duas cultivares, sob diferentes temperaturas de incubação (24°C, 28°C e 32°C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 59
- Figura 12 – Porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), das cultivares de pessegueiro Esmeralda, Granada, Jade e Maciel, sob diferentes temperaturas (°C), em (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas da mesma letra minúscula, entre temperaturas para a mesma cultivar, e maiúscula entre cultivares sob a mesma temperatura, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 61
- Figura 13 – Temperaturas máximas diárias (°C), nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 63

Figura 14 – Temperaturas médias diárias (°C), nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 64

Figura 15 – Temperaturas mínimas diárias (°C), nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 65

Figura 16 – Época de início da brotação e floração, das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, em função dos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2006. ----- 66

Figura 17 – Comprimento médio do pistilo (cm), de flores das cultivares de pessegueiro, Maciel e Granada, em função dos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 68

Figura 18 – Frutificação efetiva média (%), das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. Embrapa Clima Temperado – 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 69

Figura 19 – (a) número médio de grãos-de-pólen totais/antera e (b) porcentagem média de grãos-de-pólen normais/antera (%), das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 70

Figura 20 – Comprimento médio do pistilo (cm), de flores da cultivar de pessegueiro Granada, em função dos tratamentos garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” nos estádios fenológicos, gema inchada – “**GI**” (**T1**); ponta verde – “**PV**” (**T2**); botão rosado – “**BR**” (**T3**); e ramos não ensacados – “**RNE**” nos estádios fenológicos, “**GI**” (**T4**); “**PV**” (**T5**); “**BR**” (**T6**), nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.----- 71

Figura 21 – Massa fresca média dos pistilos (mg), de flores da cultivar de pessegueiro Granada, em função dos tratamentos garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” nos estádios fenológicos, gema inchada – “**GI**” (**T1**); ponta verde – “**PV**” (**T2**); botão rosado – “**BR**” (**T3**); e ramos não ensacados – “**RNE**” nos estádios fenológicos, “**GI**” (**T4**); “**PV**” (**T5**); “**BR**” (**T6**) nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.---- 72

Figura 22 – Frutificação efetiva média (%), da cultivar de pessegueiro Granada, em função dos tratamentos garrafas plásticas transparentes (garrafas PET) – “**REG**” nos estádios fenológicos, gema inchada – “**GI**” (**T1**); ponta verde – “**PV**” (**T2**); botão rosado – “**BR**” (**T3**); e ramos não ensacados – “**RNE**” nos estádios fenológicos, “**GI**” (**T4**); “**PV**” (**T5**); “**BR**” (**T6**), no ano de 2004. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 73

Figura 23 – Temperaturas máximas diárias (°C), nos tratamentos: (a) planta no pomar sob estufa – “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”, em 2004 e (b) “**PPE**”, “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**” em 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.----- 74

- Figura 24 – Temperaturas médias diárias (°C), nos tratamentos: (a) planta no pomar sob estufa – “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”, em 2004 e (b) “**PPE**”, “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**” em 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.----- 75
- Figura 25 – Temperaturas mínimas diárias (°C), nos tratamentos: (a) planta no pomar sob estufa – “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”, em 2004 e (b) “**PPE**”, “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**” em 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.----- 76
- Figura 26 – Comprimento médio do pistilo (cm), de flores das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**”, planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**”, nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 77
- Figura 27 – Massa fresca média do pistilo (mg), de flores das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**”, planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**”, nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 78
- Figura 28 – Frutificação efetiva média (%), das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**”, planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**”, nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.----- 79
- Figura 29 – (a) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, e (b) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), nos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**”, planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 80

Figura 30 – (a) número médio de grãos-de-pólen totais/antera e (b) porcentagem média de grãos-de-pólen normais/antera (%), das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, nos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**”, planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ----- 81

Figura 31 – Imagens de células do pericarpo, das amostras de frutos das cultivares de pessegueiro (**a**, **b** e **c**) Maciel e (**d**, **e** e **f**) Granada, provenientes de plantas em vasos sob estufa – “**PVE**”, plantas em vasos sob telado (malha de 3cm) – “**PVT**”, plantas no pomar sob condições naturais – “**PPCN**” Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 94

Figura 32 – Número médio de células do pericarpo, de frutos das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, numa área de $7,00\mu\text{m}^2$, provenientes de plantas em vasos sob estufa – “**PVE**”, plantas em vasos sob telado (malha de 3cm) – “**PVT**” e plantas no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. ----- 95

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Lista de Figuras	11
1 Introdução geral	19
2 Revisão de literatura	22
2.1 Generalidades sobre o pessegueiro	22
2.2 Características morfológicas e fenológicas	23
2.3 Ontogênese reprodutiva em pessegueiro	24
2.3.1 Indução floral	24
2.3.2 Iniciação floral	25
2.3.3 Desenvolvimento floral e maturação dos gametas	27
2.3.3.1 Formação do saco polínico e dos grãos-de-pólen	27
2.3.3.2 Formação dos óvulos e do aparelho carpelar	28
2.3.4 Floração, polinização e fertilização	29
2.3.5 Frutificação	31
3 Metodologia geral	33
4 Capítulo 1 – Efeito de altas temperaturas na diferenciação de gemas das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel	35
4.1 Introdução	35
4.2 Materiais e métodos	36
4.3 Resultados e discussão	38
4.4 Conclusões	41
5 Capítulo 2 – Efeito de altas temperaturas na pré-floração sobre a morfologia da flor, viabilidade do pólen, número de grãos-de-pólen por antera e frutificação efetiva em pessegueiro	42

5.1 Introdução	42
5.2 Materiais e métodos	46
5.2.1 Germinação de pólen <i>in vitro</i> sob diferentes temperaturas	46
5.2.1.1 Teste 1	48
5.2.1.2 Teste 2	49
5.2.1.3 Teste 3	49
5.2.2 Influência de altas temperaturas sobre a pré-floração, floração e frutificação efetiva das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel	49
5.2.3 Efeito de temperaturas elevadas, em diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral	53
5.2.4 Características morfológicas e biológicas de flores das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, sob diferentes condições de temperatura em campo	55
5.2.4.1 Teste de germinação de pólen <i>in vitro</i> originário de plantas submetidas em campo, a diferentes condições de temperatura:	58
5.2.4.2 Teste do número de grãos-de-pólen por antera originário de plantas submetidas em campo a diferentes condições de temperatura:	58
5.3 Resultados	58
5.3.1 Germinação de pólen <i>in vitro</i> sob diferentes temperaturas	58
5.3.1.1 Teste 1	58
5.3.1.2 Teste 2	59
5.3.1.3 Teste 3	60
5.3.2 Influência de altas temperaturas sobre a pré-floração, floração e frutificação efetiva das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel	62
5.3.3 Efeito de temperaturas elevadas, em diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral	70
5.3.4 Características morfológicas e biológicas de flores das cultivares de pessegueiro, Granada e Maciel, sob diferentes condições de temperatura em campo	73
5.3.4.1 Teste de germinação de pólen <i>in vitro</i> originário de plantas submetidas em campo a diferentes condições de temperatura	80
5.3.4.2 Número de grãos-de-pólen por antera originário de plantas submetidas em campo a diferentes condições de temperatura	81
5.4 Discussão	82

5.5 Conclusões -----	90
6 Capítulo 3 – Efeito da temperatura no crescimento e desenvolvimento de frutos das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel -----	91
6.1 Introdução-----	91
6.2 Materiais e métodos-----	92
6.3 Resultados e discussão-----	95
6.4 Considerações-----	96
7 Discussões gerais -----	98
8 Conclusões gerais-----	100
Referências-----	101
Apêndices-----	110

1 Introdução geral

O pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] é uma das fruteiras mais cultivadas no mundo. Poucas espécies de frutas têm se adaptado, tão rapidamente, às diversas situações climáticas. O pessegueiro é uma planta adaptada às áreas temperadas e subtropicais, embora as principais áreas produtoras situem-se entre as latitudes 30°S e 45°S e 30°N e 45°N. Temperaturas excessivamente baixas no inverno ($\leq 0^{\circ}\text{C}$) e geadas tardias na primavera são os principais fatores limitantes para produção de pêssegos nas zonas de clima temperado. Por outro lado, nas zonas de clima subtropical, as horas de frio necessárias às gemas vegetativas e floríferas, quando insuficientes, limitam a produção, da mesma forma que variações bruscas da temperatura durante os períodos de diferenciação das gemas, pré-floração - floração e do crescimento e desenvolvimento dos frutos desta espécie (SCORZA e SHERMAN, 1996).

No Brasil, a principal área produtora de pêssegos encontra-se localizada ao sul do paralelo 25°S. Ao norte deste, só podem ser produzidos em algumas microrregiões de condições climáticas especiais, como é o caso, entre outras, da serra da Mantiqueira nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. As condições climáticas destas regiões são muito variáveis, principalmente no que se refere ao acúmulo de frio hibernal para o desenvolvimento das culturas. Em geral, caracterizam-se por invernos com temperaturas elevadas com grande oscilação de temperatura, típicas de inverno subtropical. Também são freqüentes, em algumas microrregiões, geadas tardias, principalmente nos meses de agosto e setembro. O Estado do Rio Grande do Sul se destaca como maior produtor de frutas de caroço do Brasil, sendo a microrregião de Pelotas (Canguçu, Morro Redondo, Piratini) responsável por mais de 50% da área plantada para produção de frutas destinadas a indústria. A microrregião de Caxias do Sul (Bento Gonçalves, Farroupilha,

Veranópolis), em conjunto com a mesorregião Metropolitana de Porto Alegre (Vila Nova, Charqueadas, Guaíba) são responsáveis pela produção de frutas destinadas ao consumo *in natura* no Estado (MARODIN e SARTORI, 2000).

O germoplasma de baixa necessidade de frio, utilizado nos programas de melhoramento de pessegueiro, foi obtido principalmente de cultivares originárias do Sul da China e de algumas seleções locais encontradas em toda a América Latina e África do Sul. O progresso alcançado no melhoramento genético do pessegueiro para regiões subtropicais tem sido altamente significativo. Como consequência, a produção de pêssegos para indústria e para consumo *in natura* estendeu-se para novas áreas em regiões subtropicais e ampliou o período de oferta (SHERMAN et al., 1996; BARBOSA et al., 1997; RASEIRA e NAKASU, 1998; BYRNE e BACON, 1999).

Basicamente, os fatores que determinam a adaptação de frutas de clima temperado em regiões tropicais são a aptidão da cultivar brotar, florescer, crescer satisfatoriamente e produzir frutos de qualidade em temperaturas que geralmente, são superiores à média ótima. Estes fatores estão diretamente relacionados com a necessidade de frio da espécie e/ou cultivar (CITADIN, 2001).

As cultivares adaptadas às condições climáticas do sul do Rio Grande do Sul necessitam de baixo acúmulo de frio (entre 150 a 500 horas). Uma vez completa a necessidade, as cultivares entram rapidamente em florescimento. O florescimento muito precoce é indesejável, pois coincide com épocas de riscos de geadas tardias. Este fato tem contribuído enormemente para a redução ou até mesmo perda total da produção anual de algumas cultivares.

O problema tem preocupado os pesquisadores, que vêm buscando desenvolver cultivares com baixo requerimento de frio, mas que tenham florescimento tardio. Além disso, nas regiões de clima subtropical ocorre grande oscilação da temperatura, sendo comum períodos com temperaturas superiores a 25°C, seguidos por períodos de temperaturas inferiores a 10°C, durante o inverno. Esta pode ser uma das possíveis causas para a falta de regularidade de produção de algumas cultivares ao longo dos anos.

Segundo a Maria do Carmo Bassols Raseira, nos últimos anos, a cultivar de pessegueiro Granada foi uma das mais plantadas na região de Pelotas (informação

verbal)¹. Possivelmente, em razão da época de maturação dos frutos, verifica-se, a campo, baixa incidência de podridão parda (*Monilinia fructicola* (Wint.)) e bacteriose (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Smith) Dye) e de ataque da mariposa oriental (*Grapholita molesta*) nos frutos. Estima-se que a necessidade de frio desta cultivar esteja em torno de 300 horas. Os frutos são de forma redonda, com sutura levemente desenvolvida, e peso médio superior a 120g. Destacam-se pela sua firmeza, tamanho e aparência em relação aos de outras cultivares de mesma época de maturação. Embora seja uma cultivar para industrialização, em virtude da aparência dos frutos e época de maturação, tem boa aceitação no mercado de frutos frescos (RASEIRA e NAKASU, 2003). Em função dessas características, a cultivar apresentou-se como uma boa alternativa para os produtores da região. Entretanto, no decorrer dos ciclos produtivos, observou-se que apresentou problemas de falta de regularidade na produção de frutos, possivelmente, devido às condições climáticas predominantes nesta região durante o inverno.

Para tentar elucidar as causas e conhecer os reais efeitos que influenciam negativamente na produção de frutos desta cultivar, estudos que possibilitem uma melhor compreensão dos fatores abióticos que afetam os processos biológicos na diferenciação floral, florescimento, crescimento e desenvolvimento dos frutos nas zonas subtropicais, irão contribuir para os trabalhos dos melhoristas.

Este trabalho é composto de três capítulos, cujos objetivos são: investigar a influência de altas temperaturas sobre diferenciação de gemas (indução e iniciação floral) de duas cultivares de pessegueiro (Capítulo 1); investigar a biologia floral de duas cultivares de pessegueiro durante a pré-floração, floração e frutificação efetiva, bem como testar métodos que possibilitem o aumento da temperatura junto aos ramos das plantas em condições de pomar (Capítulo 2) e; investigar o efeito da temperatura durante a fase de crescimento e desenvolvimento de frutos em pessegueiro (Capítulo 3).

¹ Discussão realizada com a pesquisadora Dr^a. da Embrapa Clima Temperado em uma das etapas da orientação nas atividades experimentais dos trabalhos de Tese.

2 Revisão de literatura

2.1 Generalidades sobre o pessegueiro

Apesar da derivação do nome, há indicações de que o pessegueiro, *Prunus persica* (L.) Batsch, seja uma espécie nativa da China, onde há mais de três milênios já eram feitas referências à sua existência. Acredita-se que, da China, foi levado à Pérsia e, daí, distribuído a toda a Europa (HEDRICK, 1916).

Foi introduzido na América do Norte pelos espanhóis, no início do século XVI, e, no Brasil, mais propriamente em São Vicente, a partir de 1532, pela expedição colonizadora de Martim Afonso de Sousa (SACHS, 1984).

Os pessegueiros cultivados pertencem à família *Rosaceae*, à subfamília *Prunoideae*, ao gênero *Prunus*, ao subgênero *Amygdalus* e à espécie *Prunus persica*. Há referências ainda de outras espécies não cultivadas, a saber: *davidiana*, *mira*, *ferghanensis* e *kansuensis*, originárias da Ásia Ocidental (China), *andersonii* e *fasciculata*, da América do Norte (RIGITANO, 1945).

A espécie *Prunus persica* (L.) Batsch apresenta três variedades botânicas: *vulgaris*, *nucipersica* e *platicarpa*. Essas três variedades botânicas de *Prunus persica* possuem o mesmo número cromossômico básico, $n=8$, e somático, $2n=16$, e as características comuns de compatibilidade de enxertia e polínica. Genes com dominância simples são responsáveis pelos seguintes fatores: caroço solto, polpa branca, acidez, época de maturação e pubescência dos frutos (MONET; OJIMA et al., 1983).

Os coeficientes de herdabilidade dos principais caracteres de interesse técnico ou econômico do pessegueiro, obtidos por Hansche et al. (1972) e Hansche (1986), foram respectivamente, 0,16 para juvenilidade; 0,39 para data de floração;

0,84 para época de maturação; 0,08 para produtividade; 0,31 para tamanho; 0,13 para firmeza; 0,19 para acidez; e 0,01 para sólidos solúveis do fruto.

2.2 Características morfológicas e fenológicas

O pessegueiro, em condições naturais, pode atingir mais de seis metros de altura e sobreviver por 50-60 anos, dependendo do genótipo e das condições de clima e solo. Possui, nessas condições, um tronco principal com diâmetro ao redor de 40cm, de onde se originam ramos bem vigorosos, quatro a cinco, e que se afinam à medida que atingem a extremidade da copa. De acordo com a distribuição das gemas de flor, os ramos produtivos são classificados em mistos, brindilas, dardos e ladrões. Os ramos mistos, os mais freqüentes, possuem comprimento variável entre 20 e 100cm; são portadores de gemas floríferas e vegetativas, terminando geralmente em uma do último tipo. Nas brindilas, ramos finos e flexíveis, com menos de 30cm de comprimento, podem prevalecer gemas de flor. Seu ápice pode conter tanto uma gema florífera como uma vegetativa. Os dardos, ramos menores, com cinco centímetros de comprimento, apresentam gema apical vegetativa e numerosas gemas floríferas. Os ladrões, ramos vigorosos, em geral inúteis para a produção, originam-se da base da planta ou de seu tronco e crescem em posição vertical; podem apresentar ramificação secundária, sempre com gemas vegetativas. Para proteção dos primórdios foliares, as gemas dispõem, em média, de sete escamas de coloração castanha. As flores são perfeitas, completas, períginas e, normalmente, monopistiladas. Diferenciam-se, no início do verão, através de alterações nos processos bioquímicos, que condicionam de modo irreversível a morfologia dos meristemas das gemas vegetativas. Podem exibir duas formas: rosácea, de pétalas grandes, bem abertas; e campanulada, de pétalas pequenas, pouco atraentes. São, em geral, autoférteis, à exceção de algumas poucas cultivares. Apresentam cinco sépalas, cinco pétalas e trinta a cinquenta anteras, dependendo do material; estas podem ser amarelas, e às vezes, um pouco avermelhadas. O ovário, nas flores de pessegueiro, é pubescente e, nas da nectarineira, é glabro, com dois óvulos anátropos, sendo um deles abortivo. O fruto é do tipo drupa-carnosa típico, com fino pericarpo, mesocarpo carnoso e succulento (polpa) e endocarpo lenhoso (caroço). Em geral, pode apresentar as seguintes formas: esférico, oblongo, elíptico e

ovalado, às vezes com o ápice saliente. Sua epiderme, quando madura, pode apresentar as seguintes tonalidades: verde, amarelo-clara ou amarela; de matiz róseo, vermelho ou vermelho-escuro, ocupando de 0% até quase 100% da superfície total do fruto. A polpa pode ser branca, creme, laranja, amarela e até avermelhada. O endocarpo (caroço), comumente ovoidal, pode ser preso, semi-solto ou solto, e contém, no interior, uma semente dicotiledônea do mesmo formato de seu involúcro; algumas cultivares possuem duas sementes, em cerca de 20% dos caroços. O sabor da polpa pode apresentar graduações, desde doce-acidulado-forte ao simplesmente doce, com níveis de pH e grau Brix, de 3,5 a 5,0 e de 8,0 a 18,0; respectivamente. O pêssego, além de ser fruta extraordinariamente atraente e saborosa, de ótimo valor nutritivo, pode ser consumido tanto ao natural como industrializado em calda, geléia, iogurte, bebida, suco e pessegada. Quando maduro, apresenta, em média, as seguintes quantidades de nutrientes em 100g de polpa: 0,80g de proteínas; 0,20g de gorduras; 13,30g de carboidratos; 12mg de cálcio; 26mg de fósforo; 1,10mg de ferro; 5mg de vitamina A, 0,03mg de vitamina B₁; 0,06mg de vitamina B₂; 28mg de vitamina C e 58,20 calorias (HEDRICK, 1916; RIGITANO, 1945; MONET, 1983; SACHS; TOMBOLATO, 1984; BARBOSA et al.; ESAU, 1986).

2.3 Ontogênese reprodutiva em pessegueiro

As etapas que conduzem à formação das flores do pessegueiro são as seguintes: indução floral, iniciação floral, desenvolvimento floral e maturação dos gametas, que serão descritas a seguir:

2.3.1 Indução floral

A indução floral do pessegueiro se inicia no verão, depois de uma etapa de intenso crescimento vegetativo (MONET e BASTARD, 1970). Caracteriza-se por uma fase de mudanças metabólicas que induzem a diferenciação das gemas do estágio vegetativo à condição reprodutiva (JRAIDI, 1983).

No pessegueiro as primeiras modificações histogênicas das gemas que conduzem à iniciação floral foram caracterizadas por Tombesi (1965). Este autor constatou que a gema é induzida à floração de modo definitivo quando a túnica do meristema, que na forma indiferenciada possui de três a quatro camadas de células, passa a ser formada por uma ou duas, mudando da sua forma cônica, predominante, para a achatada.

Nessa fase, devido ao encurtamento dos dias, o sistema fitocromo presente nas folhas absorve a luz vermelha, tornando-se fisiologicamente ativo. Dessa forma, há transmissão de estímulos às células, as quais produzem os hormônios específicos para a indução e diferenciação floral. O responsável pelo estímulo de floração foi considerado como um hormônio, o florígeno, embora este ainda não tenha sido completamente isolado ou identificado. O fitocromo parece agir, controlando a ativação de um complexo de genes, os quais, funcionalmente ativos, condicionam as primeiras modificações do meristema (SEARLE, 1965; KENDRICK e FRANKLAND, 1981).

2.3.2 Iniciação floral

A iniciação floral é caracterizada por modificações morfológicas do meristema, que se transforma irreversivelmente em flor. Essas transformações ocorrem no domo do meristema, que limita o desenvolvimento vegetativo e corresponde ao período de inibição da própria formação dos primórdios foliares. Em seguida, o meristema apical passa por intensa atividade mitótica, e o domo apical aumenta consideravelmente. Essa fase constitui o estágio pré-floral (MONET e BASTARD, 1970); que é perceptível em agosto, na França (início do verão) e entre janeiro e fevereiro no Brasil. Em seguida, no domo apical se forma o receptáculo da flor, diferenciando-se, sucessivamente, as sépalas, as pétalas, os estames e o pistilo.

Os estádios morfo-histológicos florais do pessegueiro, segundo Monet e Bastard (1968), para a cultivar May Flower, nas condições edafoclimáticas da França, foram considerados os seguintes (Quadro 1):

Quadro 1 – Estádios morfo-histológicos florais do pessegueiro, segundo Monet e Bastard (1968), para o cultivar May Flower, nas condições edafoclimáticas da França.

Estádios	Época do ano	Características
a	(10 de agosto)	Início da fase transitória, com diminuição do funcionamento plastocrônico e arredondamento do domo apical;
b	(meados de agosto)	Final da fase transitória, com parada do funcionamento plastocrônico e formação do receptáculo floral;
c	(meados a fins de agosto)	Início da formação das sépalas;
d	(final de agosto)	Formação das pétalas;
e	(final de setembro)	Início da formação dos estames;
f	(meados a fins de setembro)	Início da formação do pistilo;
g	(outubro)	Final da formação do pistilo e, assim, da própria flor. As células reprodutivas estão aptas à meiose, para a produção dos gametas masculinos e femininos.

Depois do estágio **a**, fase transitória, à completa formação da flor, estágio **g**, o primórdio floral apresenta maiores taxas de divisões celulares. Entre os estágios **g** e a meiose, não se observam tais divisões (MONET e BASTARD, 1969).

O desenvolvimento das partes florais não acontece sempre na mesma velocidade. Distinguem-se, nesse particular, três períodos principais, logo após o desenvolvimento inicial da diferenciação floral:

a) **Primeiro período**: ocorre no final do verão, quando a taxa de crescimento é elevada e coincide com a iniciação do botão floral;

b) **Segundo período**: sucede durante o outono-inverno; há uma drástica diminuição do crescimento; os órgãos reprodutivos formam-se lentamente;

c) **Terceiro período**: acontece pouco antes do final do repouso hibernar; inicia-se a meiose; a gema florífera recomeça rapidamente seu crescimento (MONET e BASTARD, 1968).

A fenologia floral do pessegueiro foi ainda pesquisada por outros autores, como Baggiolini e Cheller (1954), que estabeleceram uma classificação cronológica para os diversos estágios (Quadro 2).

Quadro 2 – Fenologia do pessegueiro para flor do tipo rosácea conforme os estádios (cultivar IAC Tropical), segundo Baggiolini e Cheller (1954).

Classificação	Estádio
a	Gema de inverno (dormente);
b	Gema inchada, aparecimento do cálice;
c	<i>Flor rosácea</i> : aparecimento da corola; <i>Flor campanulada</i> : aparecimento da corola e do estigma;
d	<i>Flor rosácea</i> : botão rosa adiantado (balão); <i>Flor companulada</i> : estames emergentes acima da corola;
e	Abertura parcial da flor;
f	Exposição das pétalas da (flor aberta);
g	Deiscência das pétalas;
h	Deiscência do cálice;
i	Fruto jovem em crescimento.

2.3.3 Desenvolvimento floral e maturação dos gametas

O processo de desenvolvimento floral é caracterizado pela interrupção da endodormência, que promove a retomada do crescimento dos órgãos florais e a maturação das células reprodutivas pela meiose, culminando com a abertura da flor. Na França, os estudos conduzidos por Monet e Bastard (1970) mostraram que ela se dá em fins de dezembro. A partir desse evento, os órgãos florais se desenvolvem até a abertura da gema e o pleno florescimento da planta. Em trabalho realizado por Citadin (2001), com ramos das cultivares de pessegueiro Precocinho e Eldorado e com a seleção BR-1, o autor relacionou a atividade das isoenzimas peroxidase, 6-fosfogluconato desidrogenase e fosfoglucoisomerase com a saída da endodormência e observou que, nas condições climáticas do sul do Brasil, a interrupção da endodormência destas cultivares ocorre em junho-agosto.

2.3.3.1 Formação do saco polínico e dos grãos-de-pólen

Nos primórdios do desenvolvimento da gema florífera, as células iniciais do saco polínico, denominadas arqueósporos, começam a se dividir. Cada arqueósporo se divide tangencialmente em duas outras células: uma externa, denominada célula parietal primária, e outra interna, denominada célula esporogênica (JRAIDI, 1983).

Martinez-Tellez (1981) acompanhou a evolução simultânea da parede do saco polínico e da própria diferenciação de células esporogênicas da nectarineira cultivar Independence. As células esporogênicas envolvidas pelo *tapetum* ocupam o centro de cada um dos futuros sacos polínicos. Estas se multiplicam por mitoses sucessivas, durante 15-20 dias, para formar um maciço esporogênico de células-mãe primordiais diplóides.

Na meiose, cada célula-mãe primordial origina quatro células haplóides (tétrades). Cerca de duas semanas após a meiose, o *tapetum* degenera-se e as tétrades desintegram-se, liberando os quatro grãos-de-pólen dentro de um líquido nutritivo. Os grãos em formação apresentam forma triangular, característica da espécie.

Algum tempo depois, antes, porém, da antese, os quatro sacos polínicos de cada antera se reduzem a dois, e as células da parte central externa se desidratam, permitindo a deiscência das anteras e a dispersão do pólen.

2.3.3.2 Formação dos óvulos e do aparelho carpelar

A diferenciação do órgão feminino (pistilo) deve ocorrer, nas condições brasileiras, no final do verão e início do outono, devendo variar de uma região a outra. Nesse período, os bordos das folhas carpelares, em formação nas gemas axilares, desenvolvem-se, culminando com o aparecimento do pistilo. Sua base engrossa e a cavidade ovariana aumenta de volume. O estigma se diferencia com o alongamento do pistilo e o obturador, por sua vez, se desenvolve sob a forma de duas massas celulares adjacentes que crescem da base do pistilo na cavidade ovariana. Quando o pistilo atinge o tamanho definitivo, uma série de vasos longitudinais se desenvolvem a partir do funículo (ponto de inserção da planta ovular) (JRAIDI, 1983).

Os óvulos se desenvolvem de duas protuberâncias arredondadas e colaterais, da parte mediana dos bordos das folhas carpelares. São originados por células chamadas células da calota, que dão origem ao núcleo e à célula-mãe do saco embrionário. Ambas acompanham, simultaneamente, a evolução do óvulo até a sua maturidade. No gênero *Prunus*, dois óvulos se desenvolvem no interior de cada ovário. No início, crescem num mesmo ritmo e, após a floração, um deles continua

crescendo e outro interrompe seu crescimento, degenerando-se em seguida (TOMBOLATO, 1984).

O óvulo do pessegueiro, no curso de seu desenvolvimento, sofre movimentos sucessivos: no primeiro, desenvolve-se na horizontal, perpendicularmente ao eixo do pistilo; depois, sofre uma rotação, para a posição vertical, paralela à sutura do carpelo (MARTINEZ-TELLEZ, 1981).

Poucos dias antes da floração, pela meiose, origina-se uma tétrade de macrósporos. O macrósporo chalaziano (próximo à chalaza) desenvolve-se, e os três outros se degeneram rapidamente após a fusão dos núcleos polares com o núcleo generativo, coincidindo no tempo, praticamente, com a plena floração. As sinérgides persistem, aproximadamente, uma semana após a fertilização. O saco embriônico começa a se alongar e praticamente dobra de tamanho no momento da fertilização, e em duas semanas atinge a chalaza (JRAIDI, 1983).

2.3.4 Floração, polinização e fertilização

A florada do pessegueiro, em plantas individuais, pode persistir de uma a duas semanas, dependendo das cultivares, dos fatores internos e das condições ambientais. As flores do pessegueiro permanecem exuberantes até o momento da fertilização da oosfera; em seguida, começam a perder o viço, culminando com a queda das pétalas em poucos dias. A polinização, em última análise, vem a ser a transferência dos grãos-de-pólen das anteras para o estigma do pistilo; é realizada com maior efetividade pelos agentes polinizadores: vento e insetos. No pessegueiro, devido à predominância da autopolinização entre as flores de uma mesma planta, não há necessidade estrita da polinização cruzada. O processo da polinização-fertilização é o mais importante elo na cadeia reprodutiva: dele depende toda a produção frutífera. Assim, o conhecimento dos fatores ou das condições que podem afeta-lo constitui um elemento de real valor para o entendimento das causas da baixa frutificação efetiva, em alguns casos, e para o planejamento de metodologia que a aprimore (MELLENTHIN et al., 1972; MEDEIROS, 1979).

A germinação do grão-de-pólen do pessegueiro ocorre pouco tempo após o contacto com o tecido do estigma (BARBOSA et al., 1989).

Nas drupáceas, a porcentagem de grãos-de-pólen normais, geralmente, é superior a 85%, à exceção dos híbridos interespecíficos (REMY, 1953). Em pessegueiro, a porcentagem de grãos viáveis varia de 70 a 95%, dependendo das cultivares (BARBOSA et al., 1989). O poder germinativo dos grãos-de-pólen, normalmente, é influenciado por diversos fatores endógenos, como o estado nutricional da planta (WILLIAMS, 1970); o desenvolvimento da flor em relação à sua posição no ramo (REMY, 1953); o estado sanitário, como certas infecções virais (MARENAUD e SAUNIER, 1974), e exógenas, como a temperatura, a hidrometria e outros (MARTINEZ-TELLEZ, 1981).

Na floração, a alta sensibilidade da espécie por temperaturas extremas representa grande risco de danos. Temperaturas elevadas, características do clima subtropical a tropical, quando acompanhadas de baixo grau de umidade, tanto no solo como no ambiente, podem causar a abscisão da flor. Já o tubo polínico consegue crescer até a temperatura de 32°C a 37°C (GOURLEY e HOWLETT, 1949).

A produção e germinação do pólen do pessegueiro parecem não ser constantes ao longo dos anos. Bassols (1980) relata algumas alterações ocorridas entre os anos para algumas cultivares gaúchas, como Capdeboscq, Cerrito, Chiripá e Coral.

Durante a fertilização, há a fusão do primeiro núcleo generativo do pólen com o núcleo feminino do óvulo (oosfera), encerrando, assim, o período haplóide da gema floral do pessegueiro. A oosfera fertilizada dá origem ao zigoto diplóide. O segundo núcleo generativo, fundido com os núcleos polares, forma um tecido triplóide, o endosperma das sementes. Assim, após essa dupla fertilização, termina a reprodução sexuada do pessegueiro, continuando o embrião sua formação no interior do fruto em crescimento (BARBOSA et al., 1990).

Os pessegueiros mais adaptados ao clima subtropical-tropical chegam a produzir de 1.000 a 2.000 grãos-de-pólen por antera e até 80.000 grãos-de-pólen por flor. Sua viabilidade varia, normalmente, de 60% a 95%, quando bem conservados ou recém-colhidos e em condições de laboratório (BARBOSA et al., 1989).

2.3.5 Frutificação

O conhecimento do processo de frutificação de uma espécie, bem como dos demais fatores inter-relacionados, é extremamente importante ao discernimento de algumas práticas culturais, como poda, raleio de frutos, uso de fertilizantes e de reguladores de crescimento. As estimativas da colheita, bem como do tamanho final dos frutos, estão intimamente relacionadas com as características de frutificação da espécie (WESTWOOD, 1978).

O fruto do pessegueiro é o resultado do desenvolvimento e da diferenciação das paredes do ovário. A oosfera, desde que fertilizada, dá origem a um embrião, responsável, em parte, pelo crescimento normal dos frutos que porém, podem ser abortados, se, por qualquer motivo, o seu embrião for destruído antes do endurecimento do caroço (MONET, 1983).

Em geral, as relações hormonais são, em grande parte, diretamente responsáveis pelo sucesso da frutificação. Do balanço exato entre as auxinas, giberelinas, citocininas e etileno, depende a persistência do fruto na planta; cada espécie, em particular, requer uma combinação ou uma taxa hormonal específica para sua adequada frutificação. Os sítios de síntese desses hormônios localizam-se no próprio fruto em desenvolvimento, o que determina as taxas de pegamento e de crescimento. Os fatores externos (temperatura, água, umidade) podem afetar significativamente a frutificação da planta (WESTWOOD, 1978).

As auxinas, provenientes do tubo polínico e das proximidades do tecido do pistilo, parecem ser, inicialmente, suficientes para o apropriado pegamento do fruto e desenvolvimento do embrião da maioria das espécies (GREULACH, 1973).

No caso específico do pessegueiro, o crescimento e o desenvolvimento do fruto e da semente estão intimamente relacionados com a periodicidade de síntese da auxina AIA (ácido indolacético). Tal variação periódica (cíclica) proporciona uma relação de causa-efeito bastante evidente em algumas fases do período de sua frutificação (BARBOSA et al., 1990).

Segundo Powell e Pratti (1966) e Crane (1969), nos primeiros estádios de crescimento do fruto, há a formação do embrião e o conseqüente endurecimento do caroço. Nessa fase, o nível de AIA, bastante elevado, paralisa a formação da polpa. Esta somente retoma o seu crescimento quando o endocarpo aumenta a quantidade de massa seca, o que coincide com a diminuição da concentração de AIA aos níveis

similares ao momento da floração. As concentrações de giberelinas e citocininas, por sua vez, que são maiores durante os primeiros dias da frutificação, diminuem gradativamente, até a formação completa do fruto. Na fase final da maturação, eleva-se o nível de etileno, culminando com a abscisão do fruto.

Pesquisas relacionadas com a frutificação do pessegueiro foram bastante divulgadas durante as décadas de 1920 e 1930 (LILLELAND, 1932), porém, nos trinta e cinco anos subseqüentes restringiram-se a uma quantidade mínima. Na década de 1980, Pereira (1983), estudando a frutificação das cultivares de pessegueiros Diamante, Capdeboscq e Magno na região de Pelotas, RS, detalhou a caracterização dos estádios de crescimento dos frutos. O estágio I, para essas cultivares, compreendeu, em média, os primeiros 47 dias após o final da floração, caracterizado pelo rápido crescimento do pericarpo. No estágio II, em média, aproximadamente no 70º dia após o fim da floração, ocorre a parada de crescimento do pericarpo, e o endocarpo inicia a sua lignificação. Em média, após o 124º dia da florada, iniciou-se o estágio III é caracterizado por um intenso e contínuo crescimento do pericarpo, que perdurou até a maturação do fruto. O desenvolvimento dos integumentos e do núcleo é contínuo até atingir o tamanho máximo, ao término da nona semana de floração. O embrião, por sua vez, desenvolve-se depois da sétima semana. Os cotilédones formam-se próximo ao 60º dia, alcançando o tamanho máximo três meses após a plena florada (BARBOSA et al., 1990).

3 Metodologia geral

Os trabalhos aqui relatados foram desenvolvidos em 2003, 2004 e 2005. Foram utilizadas no estudo, plantas das cultivares Granada e Maciel, mantidas no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, localizada na BR 392 Km 78, em Pelotas, Rio Grande do Sul (coordenadas geográficas: 31°40'47"S e 52°26'24"W; 60m de altitude).

Em um dos experimentos com a cultivar Granada, foram utilizadas plantas de um pomar comercial na região colonial de Pelotas (Colônia Cristal). Para os testes referentes à viabilidade de pólen *in vitro*, em diferentes temperaturas, foi utilizado pólen das cultivares Esmeralda, Granada, Jade e Maciel.

Com a finalidade de elevar a temperatura nas gemas, botões florais e flores a campo, foram usadas pequenas casas cobertas por plástico transparente ou magas de plástico transparente ou garrafas de plástico. Observações sobre a morfologia floral, avanço nos estádios de diferenciação, épocas de brotação e floração, e biologia floral foram comparadas com plantas ou ramos livres, isto é, sem uso de meios para elevar a temperatura.

Na fase de diferenciação das gemas foram observados estádios do desenvolvimento, aparecimento dos rudimentos florais e presença de anomalias como pistilos duplos.

As observações sobre a morfologia e biologia floral envolveram determinação do comprimento e da massa fresca média dos pistilos e incidência de flores com anomalias ou flores abortadas.

A viabilidade do pólen foi estimada usando a porcentagem de germinação *in vitro*. O número de grãos-de-pólen, por antera, foi contado em placa de Newbauer, na qual foi colocada uma gota da suspensão de ácido láctico e pólen originário de frasco, contendo um número conhecido de anteras deiscentes.

A porcentagem de frutificação efetiva foi calculada com base no número de frutas em relação ao número de flores. As observações sobre o desenvolvimento dos frutos foram realizadas através de cortes histológicos e posterior contagem do número de células do pericarpo em área conhecida sob microscópio óptico.

Os experimentos conduzidos serão apresentados nos capítulos a seguir:

4 Capítulo 1 – Efeito de altas temperaturas na diferenciação de gemas das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel

4.1 Introdução

As pesquisas relativas à ontogenia de espécies frutíferas de clima temperado e, em especial, as de diferenciação floral, são escassas na literatura brasileira. Os autores nacionais, na quase totalidade, discutem resultados de pesquisas básicas estrangeiras que raramente se aplicam diretamente às nossas condições de clima tropical, subtropical e transição de subtropical para temperado.

Vários problemas que se verificam após a floração ou mesmo na colheita, como baixa produtividade, atribuídos muitas vezes, apenas às condições de inverno que ocorrem no sul do Rio Grande do Sul, podem ter origem em etapa anterior do desenvolvimento e, muito provavelmente, na diferenciação floral.

Conforme Barbosa et al. (1990), nesse momento do ciclo do pessegueiro, torna-se bem evidente a interação dos três níveis de controle do desenvolvimento: o genético ou intracelular, o hormonal ou intercelular e o ambiental ou extracelular. A indução floral não afeta, contudo, todas as gemas; algumas conservam as suas características vegetativas, o que garante a perenidade da árvore e, assim, a perpetuação da espécie.

Segundo Beppu et al. (1996), recentemente foram feitas tentativas para produzir cereja (*Prunus avium*) na região sudoeste do Japão, com o objetivo de antecipar a colheita das frutas em relação às principais áreas de produção do norte e abastecer os mercados locais. Nesta região, porém, a ocorrência de frutas dobradas é o principal problema. A má formação se deve à diferenciação anormal do

primórdio do pistilo na estação de crescimento anterior a da formação dos frutos (PHILP, 1933; TUCKER, 1934).

Atualmente, mesmo na região Sul do Rio Grande do Sul, não é raro observar pessegueiros em floração em abril-maio, antes mesmo do início do inverno, cerca de seis meses anteriores à primavera. Nas regiões com condições hibernais mais frias, esse fenômeno jamais acontece, pois as cultivares aí adaptadas necessitam de 600 a 1.200 horas de frio abaixo de 7,2°C para a devida superação da endodormência. Cabe ressaltar que a característica de floração precoce, citada anteriormente, pode estar correlacionada com a elevação das temperaturas durante a fase de diferenciação floral, que possivelmente acelera os processos bioquímicos nas plantas de pessegueiro e, conseqüentemente, as etapas de diferenciação floral, podendo resultar em problemas referentes à morfologia floral.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de altas temperaturas no tempo de desenvolvimento dos estádios de diferenciação de gemas e na freqüência de ocorrência de pistilos duplos nas gemas das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel.

4.2 Materiais e métodos

O material vegetal utilizado foi constituído de plantas de duas cultivares comerciais de pessegueiro de baixa necessidade de frio Granada e Maciel (200 a 300 horas), nos campos experimentais da Embrapa Clima Temperado, em 2004.

Próximo à época de diferenciação de gemas, entre meados de janeiro a meados de fevereiro, plantas adultas do pomar experimental da Embrapa Clima Temperado foram submetidas aos seguintes tratamentos: planta no pomar sob estufa – “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”. O tratamento “**PPE**” visou elevar a temperatura junto às plantas no pomar.

A partir da data de instalação do experimento, quando por amostragem verificou-se que as gemas não apresentavam ainda se quer o domo apical arredondado e, portanto, não haviam iniciado o processo de diferenciação, foram coletadas, vinte gemas, por tratamento, do terço superior dos ramos de um ano, com freqüência de, aproximadamente, duas vezes por semana, localizados nas partes externa - medianas das árvores, bem distribuídos em todo o seu perímetro.

Logo após a coleta, as gemas foram colocadas em frascos contendo fixativo, composto de uma mistura de oito partes e meia de álcool, uma parte de formol aldeído e meia parte de ácido acético glacial (8,5:1:0,5 – v/v). Os frascos foram mantidos em refrigerador a 5°C, até que as gemas fossem observadas.

A temperatura foi medida com registradores “Thermo Recorder” da marca Spec, que coletam e armazenam as temperaturas através de sensores instalados junto às plantas devidamente protegidos da radiação solar direta. Cada um destes aparelhos coletou e armazenou os dados das temperaturas das plantas de cada tratamento a intervalos de uma hora.

Foi analisada a variável estágio de diferenciação das gemas através da atribuição de notas para cada estágio: gema não diferenciada ou diferenciação não visível externamente: 0 (zero); estágio “a” – início da fase transitória, com diminuição do funcionamento plastocrônico e arredondamento do domo apical: 3 (três); estágio “c” – início da formação das sépalas: 4 (quatro); estágio “d” – formação das pétalas: 5 (cinco); estágio “e” – início da formação dos estames: 6 (seis); estágio “f” – início da formação do pistilo: 7 (sete) (Monet e Bastard, 1968).

Os estádios de diferenciação das gemas foram observados em lupa binocular, retirando-se as escamas das gemas utilizando-se pinças e bisturi (lâmina nº 11) para visualização dos apêndices florais, no laboratório de Melhoramento Vegetal da Embrapa Clima Temperado (Pelotas, Rio Grande do Sul).

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 21 repetições por tratamento (“PPE” e “PPCN”), sendo cada unidade experimental constituída por 15 gemas. Cada cultivar constituiu um experimento, separadamente. A análise estatística dos dados foi feita através da análise da variação e decomposição da variação para os tratamentos pela comparação de médias através do teste de Duncan ($\alpha = 0,05$), sendo os dados da variável estágio de diferenciação das gemas transformados para logaritmo ($x+1$).

As análises estatísticas foram executadas pelo programa Sanest – Sistema de Análise Estatísticas para Microcomputadores (ZONTA e MACHADO, 1984).

4.3 Resultados e discussão

No tratamento “**PPE**”, as temperaturas máximas diárias durante o período de condução do experimento foram, em média, 9,3°C mais altas se comparadas ao tratamento “**PPCN**” (Fig. 1a). Já as temperaturas médias diárias, no tratamento “**PPE**”, foram em média, 2,6°C mais altas se comparadas ao tratamento “**PPCN**” (Fig. 1b). Contudo, praticamente não houve diferença entre média das temperaturas mínimas diárias nos diferentes tratamentos (Fig.1c).

Não houve diferença significativa na média do tempo de desenvolvimento dos estádios de diferenciação das gemas, entre os tratamentos “**PPE**” e “**PPCN**”, para ambas as cultivares testadas (Fig. 2, Apêndice A).

Pela hipótese proposta, esperava-se que, sob condições de temperaturas elevadas, obtidas no tratamento “**PPE**”, o tempo de desenvolvimento dos estádios de diferenciação de gemas se encurtasse e ocorressem problemas durante os processos de diferenciação das gemas como, por exemplo, formação de pistilos duplos. No entanto, tal comportamento não foi observado neste estudo, sendo que a velocidade no avanço dos estádios de diferenciação das gemas foi similar no tratamento “**PPE**” comparada ao tratamento “**PPCN**” (Fig. 3), para ambas as cultivares, possivelmente devido às temperaturas elevadas que ocorreram na região durante o período do experimento (Fig. 1).

Em trabalho realizado por Beppu et al. (2001), com objetivo de determinar o efeito do tempo de exposição de plantas de cerejeira a altas temperaturas durante a época de diferenciação de gemas, com relação à ocorrência de pistilos duplos sob condições controladas, foi observado que condições de altas temperaturas aceleraram a velocidade de diferenciação das gemas. Estes mesmos autores investigaram a progressão dos estádios de diferenciação conjuntamente com a frequência de ocorrência de pistilos duplos em plantas sob condições controladas e naturais de temperatura e verificaram que altas temperaturas (> 25°C) induziram a formação de pistilos duplos mais severamente em gemas que tinham primórdios de sépalas e pétalas; a frequência de ocorrência de pistilos duplos foi mais baixa em gemas tratadas mais cedo, que foi o caso do presente trabalho, e foi muito baixa em gemas com primórdios de estame e de pistilo, sugerindo que as gemas são mais sensíveis a altas temperaturas quando as mesmas se encontram entre o estágio de diferenciação de sépalas e o estágio de diferenciação de pétalas.

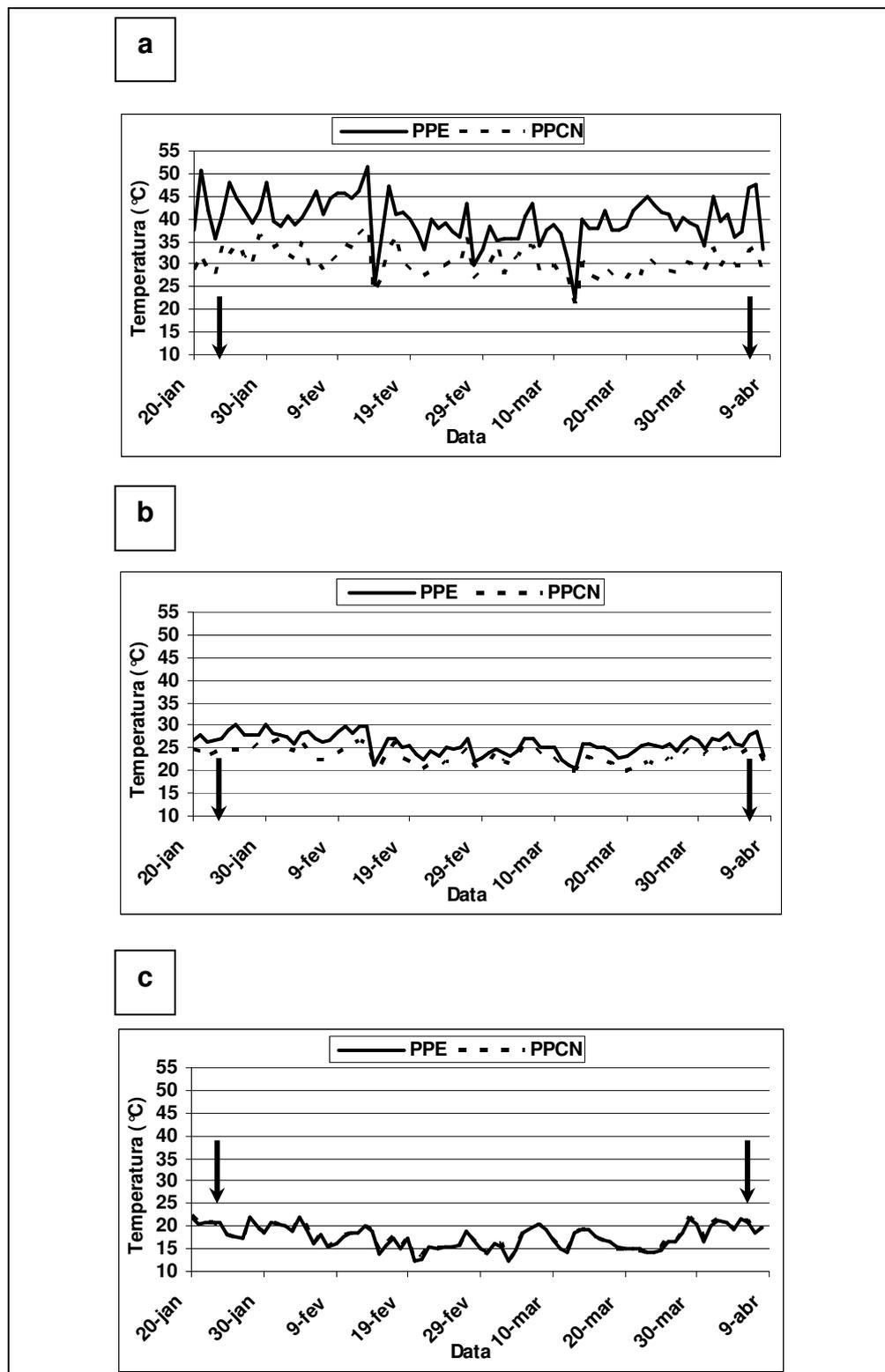


Figura 1 – Temperaturas (a) máximas, (b) médias e (c) mínimas diárias (°C), nos tratamentos planta no pomar sob estufa “PPE” e planta no pomar sob condições naturais – “PPCN”. As setas indicam as datas de início e de final da coleta de gemas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

No presente estudo, as plantas foram expostas a altas temperaturas desde antes da diferenciação floral até a antese e não foi observada a ocorrência de pistilos duplos, em ambos os tratamentos, indicando que as cultivares de pessegueiro estudadas provavelmente sejam menos suscetíveis a esta desordem fisiológica, que pode ocorrer em algumas espécies do gênero *Prunus*, durante a diferenciação das gemas ou que houve um pré-condicionamento das gemas a esta situação.

Além disso, não foi observada aceleração no avanço dos estádios de diferenciação das gemas no tratamento “PPE” comparadas ao tratamento “PPCN” para ambas as cultivares (Fig. 3), provavelmente devido às altas temperaturas ocorridas mesmo no tratamento “PPCN”, às quais, aparentemente, promoveram velocidades similares no avanço dos estádios de diferenciação de gemas em ambos os tratamentos.

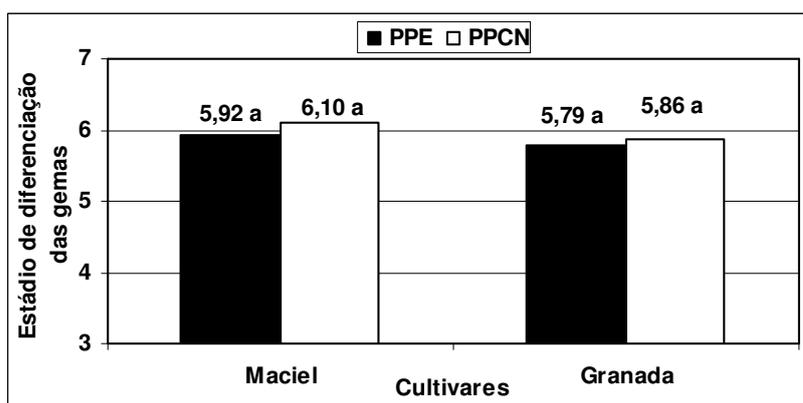


Figura 2 – Média dos estádios de diferenciação de gemas das cultivares de pessegueiro, Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “PPE” e planta no pomar sob condições naturais – “PPCN”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

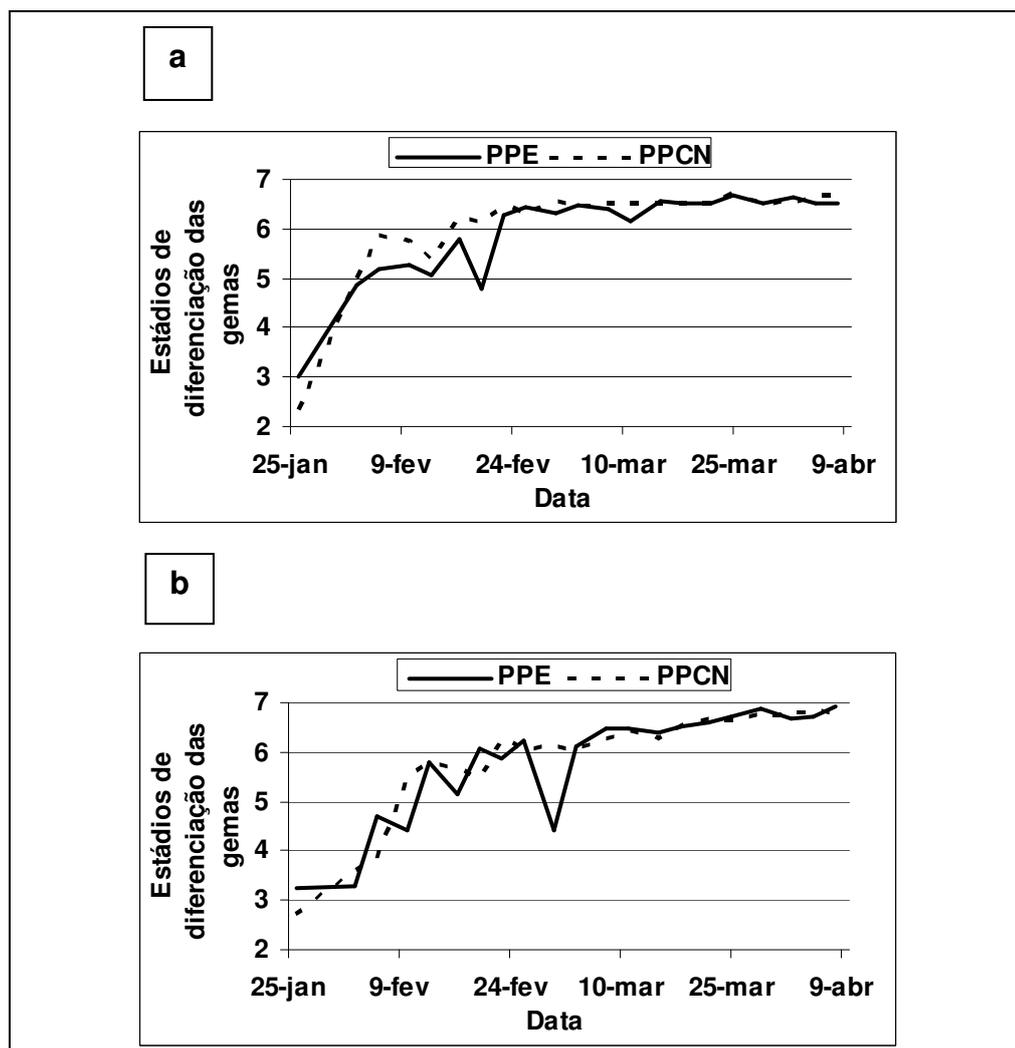


Figura 3 – Avanço dos estádios de diferenciação das gemas das cultivares de pessegueiro, (a) Maciel e (b) Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “PPE” e planta no pomar sob condições naturais – “PPCN”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

4.4 Conclusões

Nas condições em que o experimento foi conduzido conclui-se que:

- As cultivares Granada e Maciel não apresentam diferença no tempo de desenvolvimento dos estádios de diferenciação de gemas e tendências à formação de pistilos duplos mesmo sob condições de altas temperaturas.

5 Capítulo 2 – Efeito de altas temperaturas na pré-floração sobre a morfologia da flor, viabilidade do pólen, número de grãos-de-pólen por antera e frutificação efetiva em pessegueiro

5.1 Introdução

A irregularidade na produtividade é um dos principais problemas na produção de frutas (TROMP, 1986). Na produção de pêssegos sob clima subtropical, condições contínuas de altas temperaturas influenciam o desenvolvimento das flores e, conseqüentemente, podem reduzir a frutificação efetiva, com repercussão na produção (KOZAI et al., 2002). Em framboeseira e damasqueiro, cultivados em regiões quentes de zonas temperadas, temperaturas excessivamente altas (> 25 °C) afetam o desenvolvimento de flores e a fertilização, resultando na redução da frutificação efetiva (BEPPU et al., 1997, 2001; RODRIGO e HERRERO, 2002).

Em trabalho realizado sob condições controladas, a taxa de frutificação efetiva na cultivar de cerejeira Satohnishiki diminuiu significativamente quando as plantas foram expostas a 20 °C ou mais, entre um mês antes da antese e a queda das pétalas (BEPPU et al., 1997).

Conforme Rodrigo e Herrero (2002), as variações, ano após ano, na produtividade de frutas, têm sido tradicionalmente relacionadas às condições climáticas na primavera. Um esforço para integrar as variáveis, que influenciam a produção de frutas, em um modelo de análises de regressão múltipla (BEATTIE e FOLLEY, 1978), mostrou que as variáveis meteorológicas durante a floração têm um efeito na subsequente produção de macieiras, e as temperaturas na pré-floração também influenciam a sua produtividade. Estes resultados foram confirmados posteriormente, mostrando uma correlação negativa entre a produtividade em

macieiras e temperaturas elevadas durante a pré-floração (BEATTIE e FOLLEY, 1978; JACKSON e HAMER, 1980, JACKSON et al., 1983). Reciprocamente, baixas temperaturas (10°C a 15°C) na pré-floração têm sido correlacionadas com altas produtividades em pereira (BROWNING e MILLER, 1992).

Enquanto estes modelos matemáticos, baseados em condições naturais de pomar, estabelecem uma correlação entre temperaturas na pré-floração e produtividade, os mecanismos que conduzem a esta relação permanecem pouco conhecidos. Várias tentativas têm sido feitas para avaliar os efeitos das temperaturas na pré-floração sobre a frutificação efetiva. Isto tem sido possível principalmente através do uso de plantas em vasos, mas os resultados nem sempre são claros (RODRIGO e HERRERO, 2002), e podem deixar dúvidas sobre a representatividade em relação às plantas de campo.

Experimentos com macieiras em vasos, submetidas a temperaturas controladas na pré-floração, mostraram que a frutificação efetiva aumentou sob baixas temperaturas e diminuiu sob altas temperaturas (ABBOTT, 1971; JACKSON et al., 1983; MILLER et al., 1986). Da mesma forma, para pereiras e macieiras, baixas temperaturas aumentaram a frutificação efetiva de plantas em vasos expostas a diferentes regimes de temperatura (TROMP e BARSBOOM, 1994). Entretanto, outros experimentos com macieiras não apresentaram diferenças significativas sobre a frutificação efetiva (ABBOTT, 1962; MILLER et al., 1987) ou ainda baixas temperaturas na pré-floração reduziram a frutificação efetiva (TROMP, 1986).

As informações são escassas e contraditórias para espécies de *Prunus*. Enquanto altas temperaturas na pré-floração reduzem a frutificação efetiva de cerejeiras em vasos (BEPPU et al., 1997), aumento da temperatura em ramos ensacados não afetou a porcentagem de frutificação efetiva em amendoeiras (EGEA e BURGOS, 1995).

Esses resultados contraditórios podem estar relacionados com as condições dos tratamentos nos diferentes experimentos. Assim, dependendo dos experimentos, foram testadas temperaturas mais altas durante o dia (BEPPU et al., 1997), durante a noite (JACKSON et al., 1983; MILLER et al., 1986; 1987), continuamente, (ABBOTT, 1971) ou com um regime dia/noite (TROMP, 1986; TROMP e BARSBOOM, 1994). Do mesmo modo, a duração dos tratamentos tem sido diferente. As temperaturas foram estudadas durante três meses antes da

floração (JACKSON et al., 1983; MILLER et al., 1986, 1987), da dormência até a queda de pétalas (ABBOTT, 1971), de um mês antes da antese até a queda de pétalas (BEPPU et al., 1997), ou da dormência até a colheita (TROMP, 1986; TROMP e BARSBOOM, 1994).

Além disso, plantas jovens em vasos podem não representar plenamente o comportamento de plantas adultas em condições de pomar (SEDGLEY e GRIFFIN, 1989). Como uma alternativa, as condições de temperatura podem ser modificadas para toda a planta, através da utilização de cobertura de plástico no pomar. Esta técnica tem sido utilizada para avaliar os efeitos de temperatura e irrigação no crescimento das frutas (ATKINSON et al., 1998), mas não para modificar a temperatura na pré-floração, em condições de pomar.

Em regiões de clima subtropical, não são raras as oscilações de temperatura, que podem causar problemas durante os processos de fertilização, com subsequente redução da frutificação efetiva. No sul do Rio Grande do Sul, não é rara a ocorrência, nos meses de inverno, de períodos com temperaturas superiores a 25°C, seguidos por períodos de temperaturas inferiores a 10°C. Isso pode ser uma das causas da falta de regularidade na produção de algumas cultivares de pessegueiro (COUTO e RASEIRA, 2004). Uma hipótese, para explicar a baixa produtividade da cultivar Granada, em alguns anos, é a ocorrência de altas temperaturas durante a pré-floração e floração, promovendo o desenvolvimento errático de órgãos reprodutivos e, conseqüentemente, anomalias na morfologia floral, correlacionando-as negativamente à porcentagem de frutificação efetiva.

Em trabalhos sobre período efetivo de polinização de árvores frutíferas, alguns autores (FURUKAWA e BUKOVAC, 1989; BURGOS et al., 1991; EGEA e BURGOS, 1992; SANZOL e HERRERO, 2001) citam que altas temperaturas aceleram e baixas temperaturas retardam a taxa de crescimento do tubo polínico, e assim esperar-se-ia que a fertilização e, conseqüentemente, a frutificação efetiva seria aumentada pelas altas temperaturas e reduzida pelas baixas, durante a floração. Entretanto, este nem sempre é o caso. Altas temperaturas, durante a floração, aceleram o crescimento do tubo polínico, mas também a maturação e a degeneração do estigma (BURGOS et al.; EGEA et al., 1991) e o desenvolvimento do óvulo (STÖSSER e ANVARI, 1982; POSTWEILER et al., 1985; CEROVIC e RUZIC, 1992).

Com o objetivo de testar se temperaturas elevadas durante a pré-floração reduzem a frutificação efetiva em damasqueiro, Rodrigo e Herrero (2002) utilizaram casas plásticas móveis, adaptadas para plantas adultas no pomar, similares às aquelas usadas para proteger hibridizações de danos pelo congelamento e contaminação por insetos. Este método aumentou tanto a temperatura mínima como a temperatura máxima, sendo que ambas apresentaram efeito subsequente na frutificação efetiva, reduzindo-a em experimentos analisados anteriormente (BEATTIE e FOLLEY, 1978; JACKSON e HAMER, 1980).

Para programas de melhoramento genético e trabalhos de biologia reprodutiva de qualquer espécie, um dos fatores importantes é o conhecimento da viabilidade do pólen sob diferentes condições ambientais (FRANZON, 2004). Conforme este mesmo autor, a germinação *in vitro* é o mais conveniente e seguro método usado para se testar a viabilidade de grãos-de-pólen, e, segundo Marcellán e Camadro (1996), revela o verdadeiro estado das reservas, a condição das membranas e a conversão das reservas para o grão-de-pólen emitir tubo polínico.

Segundo Stanley e Linskens (1974), a germinação de pólen *in vitro* é influenciada por diferentes fatores, dentre eles a espécie, o meio de cultura, a temperatura e o tempo de incubação, o estágio de desenvolvimento da flor quando da coleta do pólen, além das condições de armazenamento. Existem diferenças entre espécies, e também entre cultivares da mesma espécie, em relação ao meio de germinação e as condições de incubação (ROSELL et al., 1999).

Há também uma grande variação do número de grãos-de-pólen produzidos pelas anteras das diversas espécies, assim como de cultivares da mesma espécie (BASSOLS, 1980).

Oberle e Goertzen (1952), observaram que, para macieiras, existe uma grande variação de produção de pólen entre as cultivares Delicious, com 5753 grãos-de-pólen/antera e Winesap, 432 grãos-de-pólen/antera. Também observaram grandes variações entre as cultivares de pessegueiro Champion, com 1342 grãos-de-pólen/antera e Redhaven, 735 grãos-de-pólen/antera. Outra variação que ocorre é de ano para ano, onde a cultivar Delicious, em 1949 produziu 5753 grãos-de-pólen/antera e, no ano seguinte, 6739 grãos-de-pólen/antera. Ainda em relação à macieira, contagens feitas nos anos de 1934 e 1935 apresentaram uma grande variação: a cultivar Delicious, em 1934 teve 9675 grãos-de-pólen/antera; e, em 1935, foram 7221 grãos-de-pólen/antera (KNOWLTON, 1935).

Variações entre cultivares de ameixeiras, de ano para ano, foram também observadas. A cultivar Stanley produziu 1291 grãos-de-pólen/antera, em 1949, e, no ano seguinte, 1062 grãos-de-pólen/antera (OBERLE e GOERTZEN, 1952). Carvalho (1989), estudando o comportamento de algumas cultivares de ameixeira japonesa (*Prunus salicina*) quanto à polinização no Rio Grande do Sul, também observou variação de ano para ano, onde a cultivar Songold, em 1987, produziu em média, 1552,5 grãos-de-pólen/antera e, no ano seguinte, 1037,5 grãos-de-pólen/antera. Houve variação entre cultivares Songold, 1552,5 grãos-de-pólen/antera e Harry Pickstone, 990 grãos-de-pólen/antera.

Considerando os aspectos mencionados, o presente trabalho teve como objetivos:

- Testar formas de aumentar a temperatura próxima aos ramos, em condições de campo.
- Estudar a influência de altas temperaturas na pré-floração e floração sobre o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos e frutificação das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel;
- Testar a germinação de pólen *in vitro* das cultivares de pessegueiro Esmeralda, Granada, Jade e Maciel, submetidas a diferentes temperaturas;
- Avaliar a influência de altas temperaturas sobre o número de grãos-de-pólen por antera das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel.

5.2 Materiais e métodos

5.2.1 Germinação de pólen *in vitro* sob diferentes temperaturas

Foram realizados testes *in vitro* com grãos-de-pólen das flores de cultivares comerciais de pessegueiro Granada e Maciel no ano de 2003 e Esmeralda, Granada, Jade e Maciel, em 2004 e 2005, provenientes de flores dos campos experimentais da Embrapa Clima Temperado. O pólen foi coletado de flores em estágio de balão.

As anteras foram destacadas, utilizando-se peneiras, e colocadas para secar em bandejas de papel, à temperatura ambiente (20°C a 25°C), por dois a três dias, até a deiscência e liberação dos grãos-de-pólen. O pólen foi armazenado em freezer, à temperatura de -18 a -15°C e baixa umidade relativa do ar, mantido em dessecador com sílica gel até o momento de realização dos testes de germinação.

Para todas as cultivares estudadas, foi utilizado o seguinte meio de cultura para germinação de pólen *in vitro*: 10% de açúcar + 1% de agar, dissolvidos em água destilada e aquecidos em forno de microondas, até a completa dissolução do agar. O meio de cultura, ainda quente, foi distribuído com um conta-gotas em lâminas adaptadas para este fim (lâminas para observação em microscópio óptico, adaptadas com dois anéis de PVC de 21mm de diâmetro e 3mm de altura), em substituição às lâminas escavadas (Fig. 4). Na avaliação dos resultados, cada anel de PVC, em cada uma das lâminas, representou uma repetição.

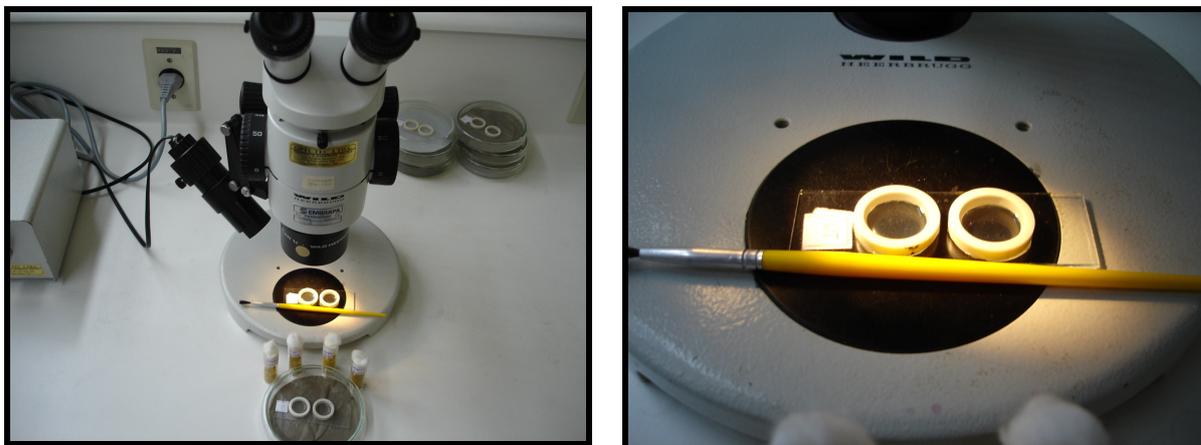


Figura 4 – Detalhes do instrumental utilizado para observação da germinação de pólen *in vitro* de pessegueiro em microscópio óptico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

Após o meio de cultura ter esfriado, o pólen foi aspergido sobre o meio com o auxílio de pincel fino nº. 2. As lâminas foram então colocadas em câmara úmida simulada (placas de Petri com papel absorvente umedecido) e levadas para incubação em estufa (tipo BOD) com temperatura controlada. Decorrido o tempo de incubação de três horas, foi realizada a contagem da porcentagem de grãos-de-pólen germinados, considerando-se germinados aqueles que apresentavam o

comprimento do tubo polínico igual ou superior ao seu diâmetro (Fig. 5). Foram contados 100 grãos-de-pólen por repetição.

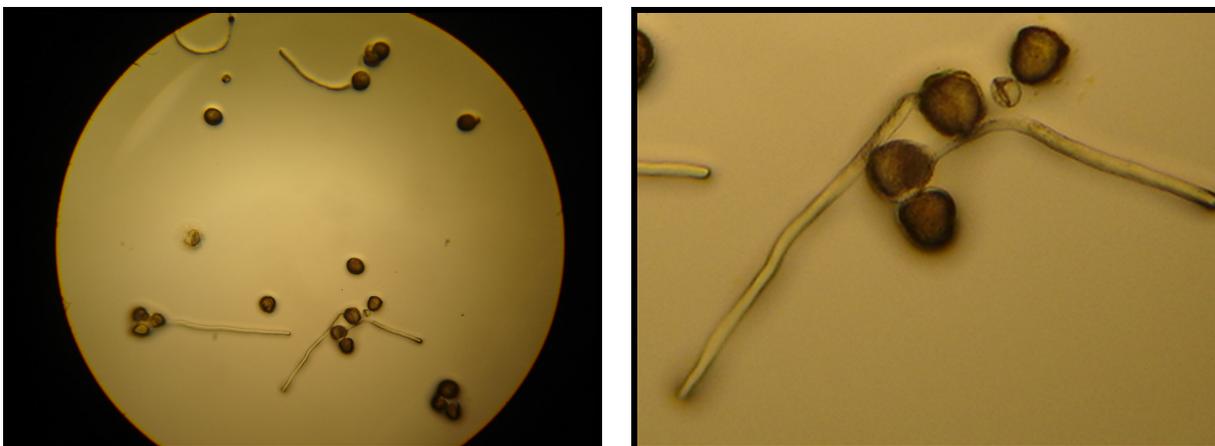


Figura 5 – Observação da germinação de pólen *in vitro* de pessegueiro em microscópio óptico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

Em todos os experimentos o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (sendo o número de fatores variável nos diferentes experimentos), com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise da variação sendo a comparação de médias efetuada pelo teste Duncan ($\alpha = 0,05$). Os dados em porcentagem foram transformados para *arco seno* $(x/100)^{1/2}$.

Em função das diferentes cultivares e condições experimentais foram realizados os seguintes testes:

5.2.1.1 Teste 1

Cultivares de pessegueiro: Granada e Maciel (pólen coletado e testado em 2003);

Temperaturas de incubação: 24, 28 e 32°C (± 1);

Arranjo fatorial: 2x3, sendo os fatores de variação a cultivar e a temperatura de incubação.

5.2.1.2 Teste 2

Cultivares de pessegueiro: Esmeralda, Granada, Jade e Maciel (pólen coletado e testado em 2004);

Temperaturas de incubação: 24, 28, 32 e 36 °C (± 1);

Arranjo fatorial: 4x4, sendo os fatores de variação a cultivar e a temperatura de incubação.

5.2.1.3 Teste 3

Cultivares de pessegueiro: Esmeralda, Granada, Jade e Maciel (pólen coletado e testado em 2005);

Temperaturas de incubação: 20, 24, 28 e 32 °C (± 1);

Arranjo fatorial: 4x4, sendo os fatores de variação a cultivar e a temperatura de incubação.

5.2.2 Influência de altas temperaturas sobre a pré-floração, floração e frutificação efetiva das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel

O material vegetal utilizado foi constituído de plantas de duas cultivares comerciais de pessegueiro de baixa necessidade de frio: Granada e Maciel (200 a 300 horas) nos campos experimentais da Embrapa Clima Temperado em 2003, 2004 e 2005.

Próximo à floração, ramos de um ano, medindo entre 25 e 30cm de comprimento, provenientes de plantas adultas do pomar experimental da Embrapa Clima Temperado, foram submetidos aos seguintes tratamentos: ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e; ramos não ensacados – “**RNE**” (Fig. 6). Os tratamentos “**REM**” e “**REG**” visaram o aumento da temperatura junto às gemas.

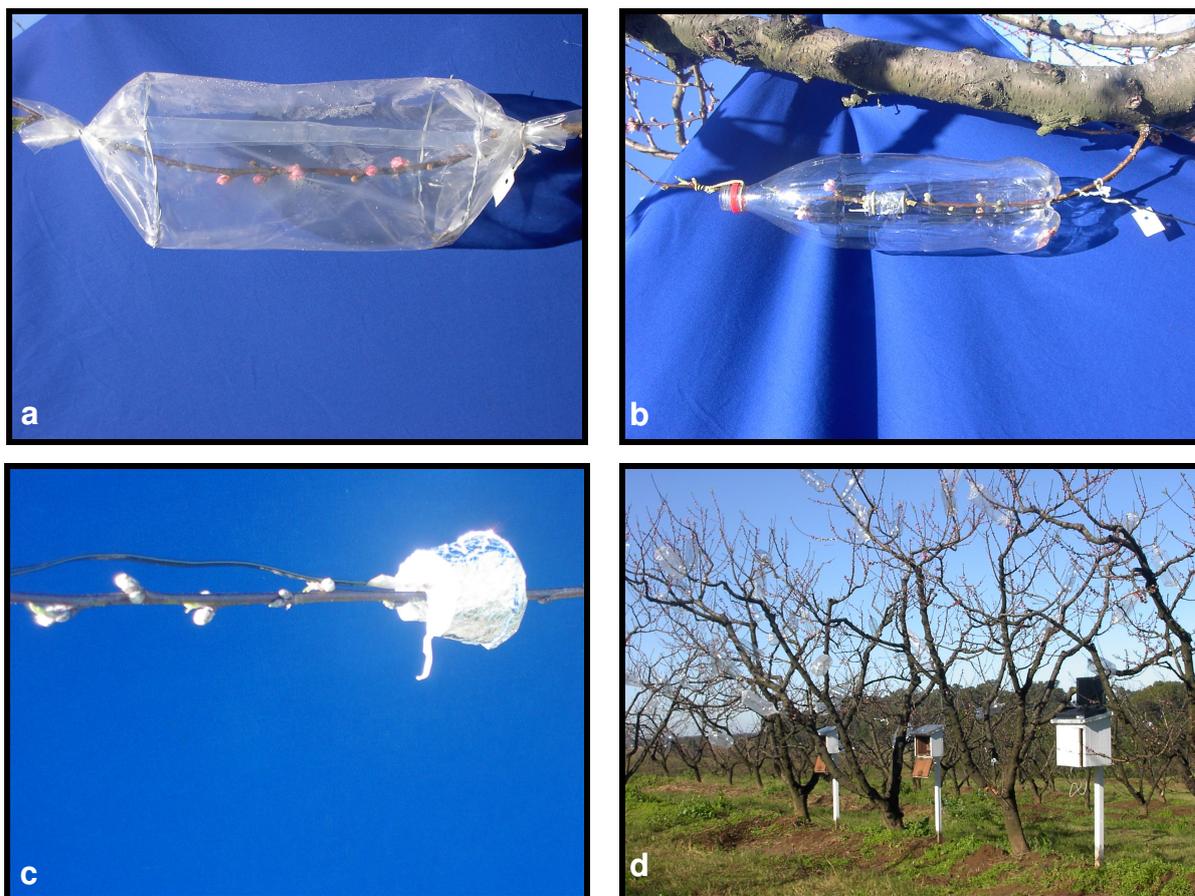


Figura 6 – Tratamentos: (a) ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, (b) ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**”, (c) ramos não ensacados e detalhe da proteção do sensor de temperatura – “**RNE**” e (d) visão geral do experimento. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

A temperatura foi medida com registradores “Thermo Recorder” da marca Spec, que coletam e armazenam as temperaturas através de sensores, devidamente protegidos da radiação solar direta, instalados junto aos ramos. Cada um destes aparelhos coletou e armazenou os dados das temperaturas de dois ramos de cada tratamento, totalizando seis ramos monitorados, com intervalos de leitura de uma hora (Fig. 7).

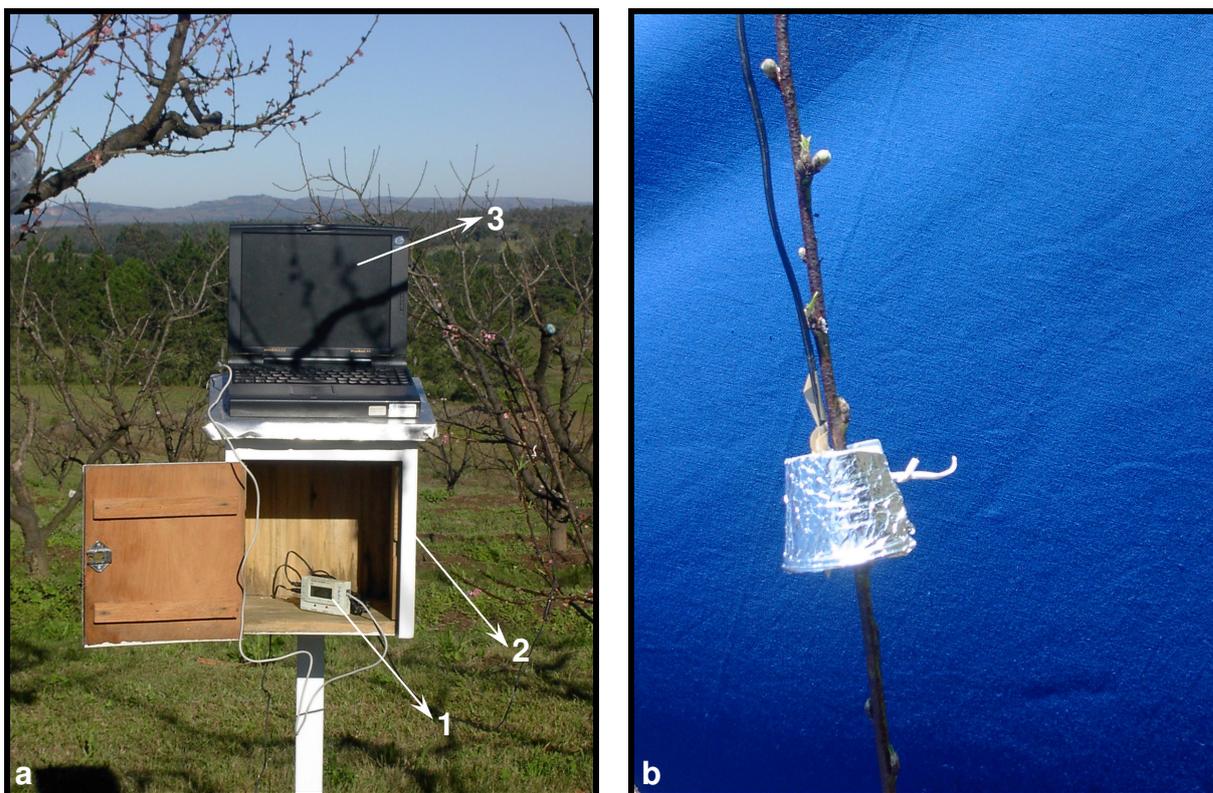


Figura 7 – (a1) registrador de temperatura “Thermo Recorder” da marca Spec, (a2) micro abrigo metereológico, (a3) coleta dos dados e (b) detalhe de instalação do sensor de temperatura no ramo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

A partir da data de instalação do experimento, quando a maioria das gemas floríferas se encontravam em estágio de botão rosado (2003) e gema inchada (2004 e 2005), foram coletadas flores em estágio de balão e/ou flores logo após a antese, com frequência de, aproximadamente, duas vezes por semana, dependendo das condições climáticas e, conseqüentemente, do estágio de desenvolvimento floral.

Foram analisadas as variáveis: comprimento do pistilo (cm), frutificação efetiva (%) e número de grãos-de-pólen por antera, além de observações complementares como presença de flores com anomalias e épocas de brotação, floração e frutificação das cultivares estudadas.

Em 2005, anteras de dez flores de cada cultivar foram destacadas, sendo que 50 anteras de cada tratamento (**REM**, **REG** e **RNE**) foram separadas ao acaso, colocadas em frascos de vidro sem tampas e mantidos à temperatura ambiente, para secagem. Observada a completa deiscência das anteras, foi adicionado 1mL de ácido láctico na concentração de 85% em cada frasco, formando, assim, uma

suspensão de grãos-de-pólen. Os frascos foram, então, fechados com rolhas de borracha. As contagens foram feitas, em média, dois meses após a coleta, retirando-se uma gota da suspensão de cada amostra, colocando-a sobre a câmara de Newbauer e cobrindo-a com uma lamínula. A placa foi, então, levada ao microscópio óptico para contagem, conforme metodologia descrita por Tuite (1969). Realizaram-se quatro amostragens para cada um dos tratamentos em cada cultivar e, de cada amostra, foram feitas três lâminas, sendo efetuadas duas contagens por lâmina. Assim, foram feitas setenta e duas contagens por cultivar.

O número de grãos-de-pólen por antera foi calculado pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{x \cdot 1000}{0,1} \cdot \frac{1}{50}, \text{ onde:}$$

N = número de grãos-de-pólen por antera;

x = número médio de grãos-de-pólen por contagem;

1000 = volume de ácido láctico, em mm^3 ;

0,1 = volume da câmara da placa de Newbauer, em mm^3 ;

50 = número de anteras componentes da suspensão.

No laboratório de melhoramento vegetal da Embrapa Clima Temperado, foram feitas as mensurações do comprimento dos pistilos, a olho nu, utilizando-se pinças, bisturi (n° 11) e régua com escala métrica (Fig. 8).

Para a variável número de grãos-de-pólen por antera, foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise da variação sendo a comparação de médias efetuada pelo teste Duncan ($\alpha = 0,05$), sendo os dados da variável número de grãos-de-pólen por antera transformados para $(x+1)^{1/2}$.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado para as variáveis comprimento do pistilo (cm) e frutificação efetiva (%), com 12 e 16 repetições, respectivamente, sendo cada unidade experimental constituída por um ramo. Os dados foram submetidos à análise da variação sendo a comparação de médias efetuada pelo teste Duncan ($\alpha = 0,05$). Os dados da variável frutificação efetiva foram transformados para $\text{arco seno } (x/100)^{1/2}$.

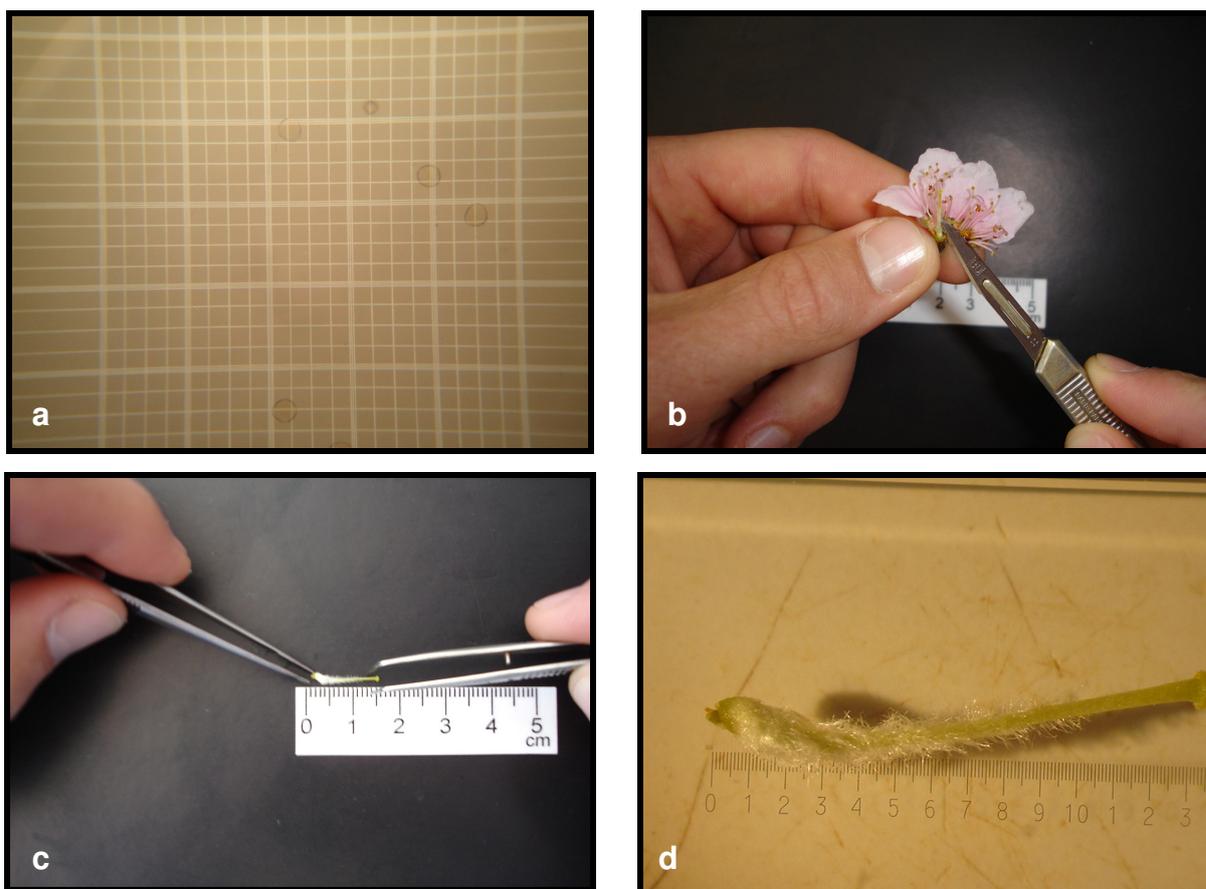


Figura 8 – Detalhes e instrumental utilizado nas avaliações do comprimento de pistilo e do número de grãos-de-pólen por antera, das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel: (a) observação em microscópio óptico do número de grãos-de-pólen por antera em placa de Newbauer; (b) excisão do pistilo com bisturi; (c) mensuração do pistilo a olho nu com pinças e escala métrica e; (d) mensuração do pistilo em lupa binocular com escala micrométrica. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

5.2.3 Efeito de temperaturas elevadas, em diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral

O material vegetal utilizado foi constituído de plantas da cultivar comercial Granada, em um pomar comercial na região colonial de Pelotas, em 2004 e 2005.

Próximo à floração, ramos de um ano, medindo entre 25 e 30cm de comprimento, em plantas adultas, foram ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “REG” nos estádios fenológicos, gema inchada – “GI” (T1); ponta verde – “PV” (T2); botão rosado – “BR” (T3); e ramos marcados

não ensacados – “RNE” nos estádios fenológicos, “GI” (T4); “PV” (T5); “BR” (T6). Os estádios fenológicos anteriormente citados foram descritos segundo Chapman e Catlin (1976) (Fig. 9).

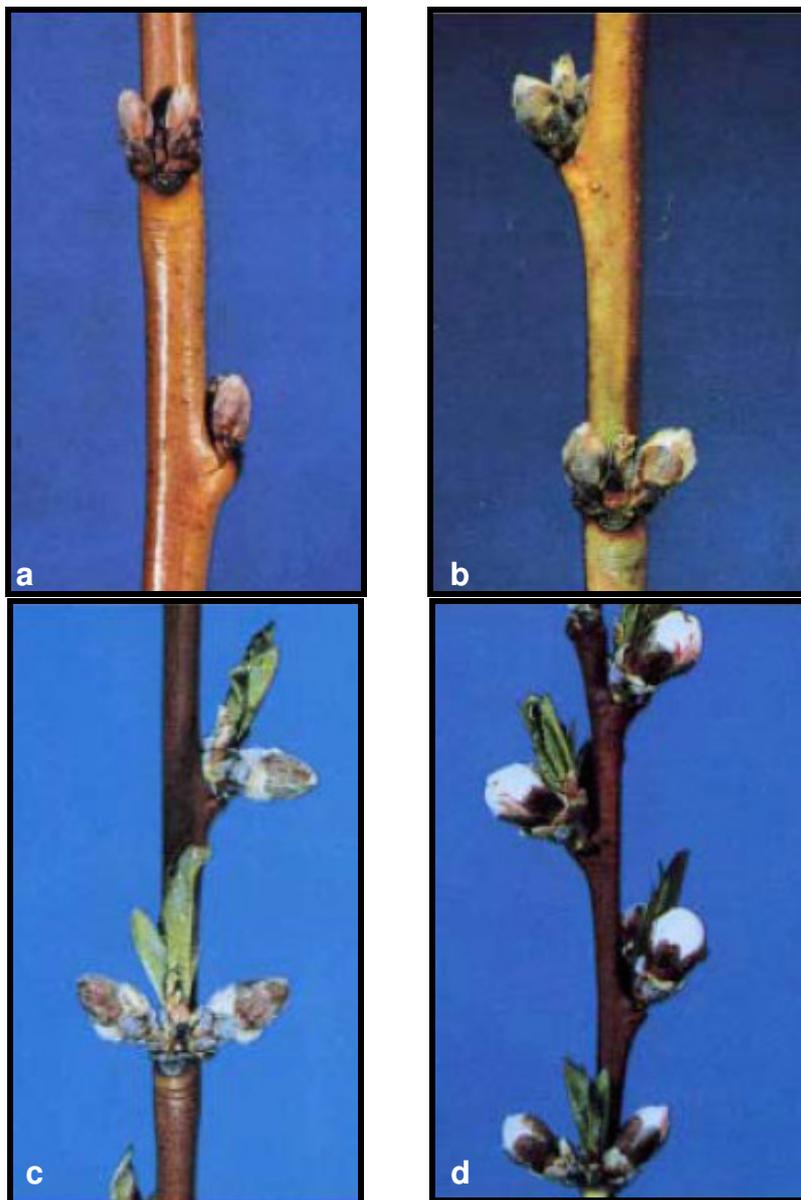


Figura 9 – Estádios fenológicos em pessegueiro (*P. persica*) segundo Chapman e Catlin (1976): (a) gema dormente; (b) gema inchada; (c) ponta verde e (d) botão rosado. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

Logo após a antese, foram coletadas flores, com freqüência de, aproximadamente, duas vezes por semana, dependendo das condições climáticas.

Foram analisadas as variáveis comprimento (cm) e massa fresca (mg) do pistilo, frutificação efetiva (%), além de observações complementares, como presença de flores com anomalias e épocas de brotação, floração e frutificação da cultivar estudada.

As mensurações do comprimento e massa fresca dos pistilos foram feitas utilizando-se pinças, bisturi (n° 11), régua com escala métrica e balança analítica.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro e oito repetições, em 2004 e 2005, respectivamente, sendo cada unidade experimental constituída por um ramo. Os dados foram submetidos à análise da variação, sendo a comparação de médias efetuada pelo teste Duncan ($\alpha = 0,05$). Os dados da variável frutificação efetiva foram transformados para *arco seno* $(x/100)^{1/2}$.

5.2.4 Características morfológicas e biológicas de flores das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, sob diferentes condições de temperatura em campo

Neste experimento foram observadas plantas de duas cultivares comerciais de pessegueiro, com baixa necessidade de frio: Granada e Maciel (200 a 300 horas) nos campos experimentais da Embrapa Clima Temperado, em 2004 e 2005.

Próximo à floração, plantas adultas do pomar experimental da Embrapa Clima Temperado foram submetidas aos seguintes tratamentos: planta no pomar sob estufa de plástico – “**PPE**”, planta caiada – “**PC**” (Fig. 10) e planta sob condições ambientais – “**PPCN**”. Os tratamentos “**PPE**” e “**PC**” visaram, respectivamente, a elevar e diminuir a temperatura das plantas.

A metodologia utilizada, para o registro da temperatura, neste experimento, foi a mesma descrita anteriormente no experimento **5.2.2**.



Figura 10 – Visualização dos tratamentos: (a) e (b) planta no pomar sob estufa de plástico durante a sua montagem – “PPE” e (c) e (d) planta caída – “PC”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

A partir da data de instalação do experimento, quando a maioria das gemas floríferas se encontravam em estágio de gema inchada, foram coletadas flores com frequência de, aproximadamente, duas vezes por semana, dependendo das condições climáticas.

Foram analisadas as variáveis comprimento (cm) e massa fresca (mg) do pistilo, frutificação efetiva (%), germinação de pólen *in vitro* (%) e número de grãos-de-pólen por antera, além de observações complementares, como: presença de flores com anomalias e épocas de brotação, floração e frutificação da cultivar estudada.

As mensurações do comprimento e massa fresca dos pistilos foram feitas utilizando-se pinças, régua com escala métrica e balança analítica. A germinação de pólen *in vitro* e o número de grãos-de-pólen por antera foram observados em microscópio óptico, conforme metodologias descritas anteriormente nos experimentos 5.2.1 e 5.2.2, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado para as variáveis comprimento do pistilo, massa fresca do pistilo e frutificação efetiva, com número diferente de repetições por tratamento, entre seis e dez, sendo cada unidade experimental constituída por 10 e 20 flores em 2004 e 2005, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise da variação sendo a comparação de médias efetuada pelo teste Duncan ($\alpha = 0,05$). Os dados da variável frutificação efetiva foram transformados para *arco seno* $(x/100)^{1/2}$.

Em função das diferentes cultivares e condições experimentais foram utilizados os seguintes delineamentos experimentais para as variáveis germinação de pólen *in vitro* e número de grãos-de-pólen por antera:

5.2.4.1 Teste de germinação de pólen *in vitro* originário de plantas submetidas em campo, a diferentes condições de temperatura:

Cultivares de pessegueiro: Granada e Maciel (pólen coletado e testado em 2005);

Origem do pólen: coletado de flores dos tratamentos **PPE**, **PC** e **PPCN** em estádio de balão e logo após a antese;

Temperatura de incubação: 24 °C (± 1);

Tempo de incubação: 3 horas;

Arranjo fatorial: 2x3, sendo os fatores de variação a cultivar e a origem do pólen (tratamentos **PPE**, **PC** e **PPCN**).

5.2.4.2 Teste do número de grãos-de-pólen por antera originário de plantas submetidas em campo a diferentes condições de temperatura:

Cultivares: Granada e Maciel (anteras de flores coletadas e avaliadas em 2005);

Origem das anteras: coletadas de flores dos tratamentos “**PPE**”, “**PC**” e “**PPCN**” em estádio de balão e logo após a antese;

Arranjo experimental: inteiramente casualizado com seis repetições, sendo as causas de variação os tratamentos (**PPE**, **PC** e **PPCN**).

Todas as análises estatísticas foram executadas pelo programa SANEST – Sistema de Análise Estatísticas para Microcomputadores (ZONTA e MACHADO, 1984).

5.3 Resultados

5.3.1 Germinação de pólen *in vitro* sob diferentes temperaturas

5.3.1.1 Teste 1

Na cultivar de pessegueiro Granada, a germinação média de pólen foi maior do que para a cultivar Maciel (Fig. 11a). Nas temperaturas de 24 °C e 28 °C, a germinação média de pólen foi maior do que a 32 °C (Fig. 11b). Não houve interação significativa entre os fatores cultivar e temperatura de incubação (Apêndice B).

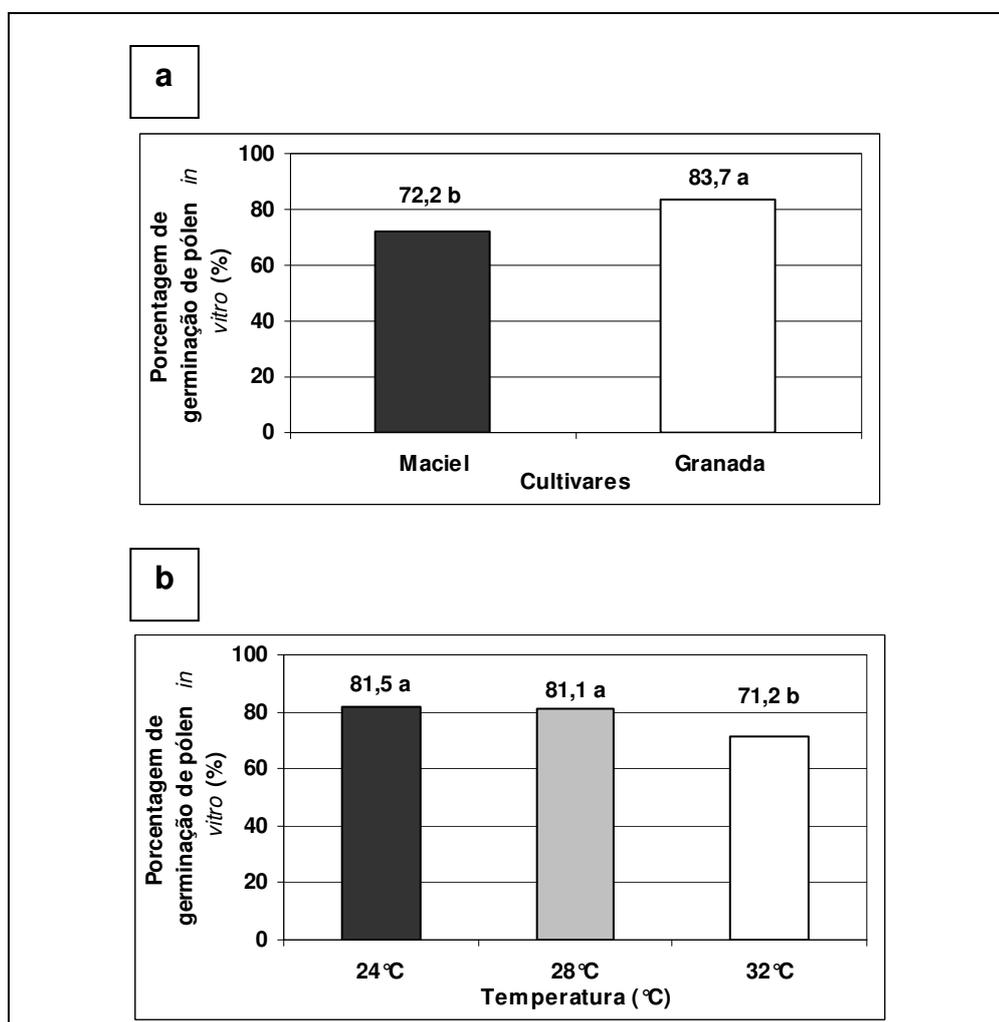


Figura 11 – (a) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%) coletado em 2003, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, a 24°C, e (b) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), das duas cultivares, sob diferentes temperaturas de incubação (24°C, 28°C e 32°C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

5.3.1.2 Teste 2

O pólen coletado e testado no ano de 2004, a germinação média, *in vitro*, foi menor para a temperatura de incubação de 36°C para todas as cultivares testadas, sendo que para a cultivar Jade a germinação média de pólen a 32°C (44%) não diferiu significativamente da germinação média de pólen a 36°C (44,5%). Contudo, a

menor germinação média de pólen foi obtida para cultivar Esmeralda na temperatura de incubação de 36 °C (36%), que diferiu significativamente em relação às cultivares Jade, Granada e Maciel, na mesma temperatura de incubação (44,5%; 56% e 67,8%, respectivamente) (Fig. 12a).

5.3.1.3 Teste 3

Já para o pólen coletado e testado no ano 2005, a germinação média, *in vitro*, foi menor para a temperatura de incubação de 32 °C, para todas as cultivares, exceto para a cultivar Esmeralda, onde a menor germinação foi observada na temperatura de 20 °C (6%). Não houve diferença significativa na média de germinação de pólen *in vitro* para as cultivares Esmeralda, Jade e Maciel para as temperaturas de incubação de 28 °C (11,8%, 13,8% e 14,5%, respectivamente) e 32 °C (11,5%, 12% e 12,5%, respectivamente), sendo que a germinação média de pólen *in vitro* da cultivar Esmeralda nas temperaturas de incubação de 20 °C e 24 °C, foi menor do que a germinação média de pólen das demais cultivares testadas (Fig. 12b).

Nos testes de germinação de pólen *in vitro* dos itens 5.3.1.2. e 5.3.1.3., houve interação significativa entre os fatores cultivar e temperatura de incubação (Apêndice C).

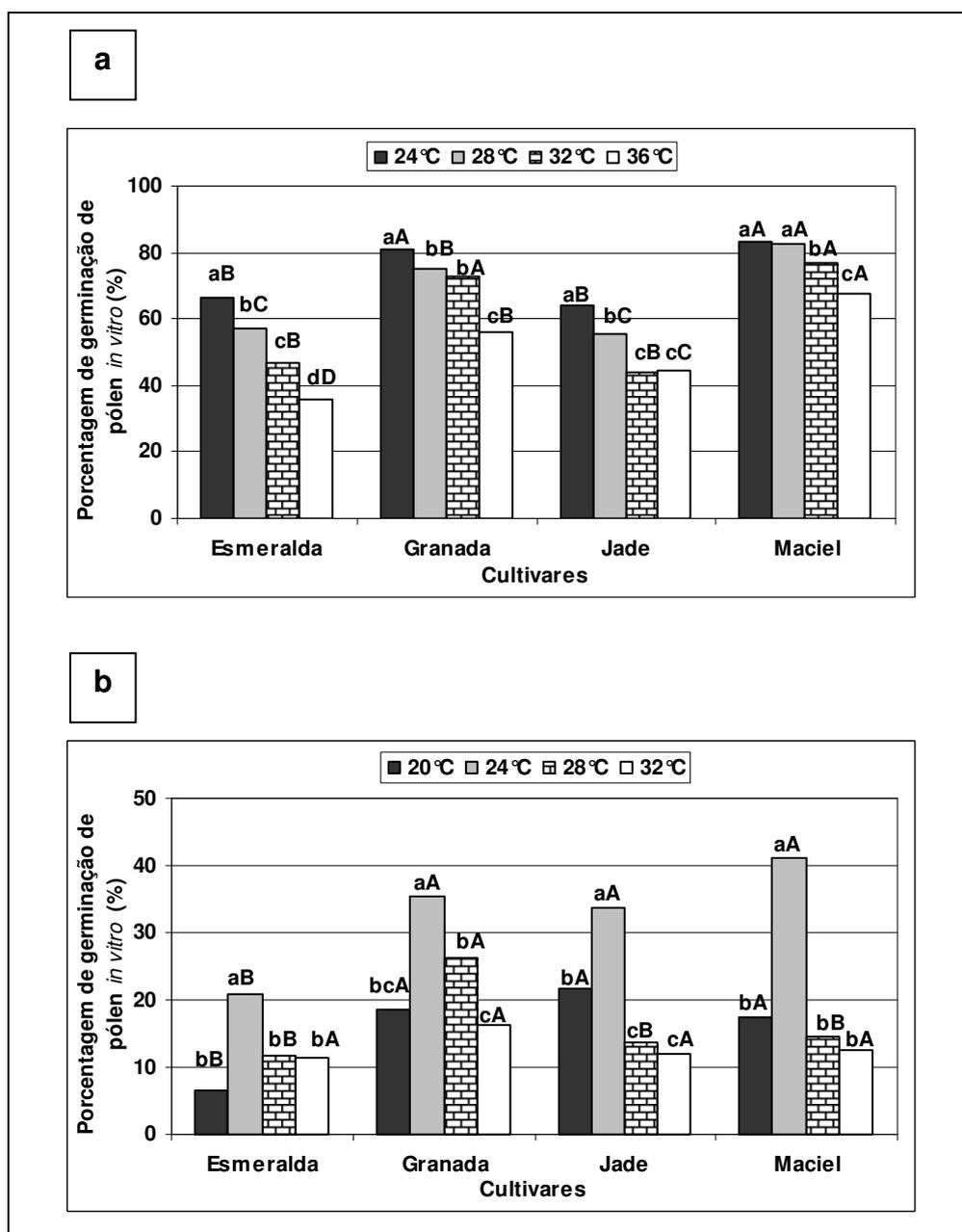


Figura 12 – Porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), das cultivares de pessegueiro Esmeralda, Granada, Jade e Maciel, sob diferentes temperaturas (°C), em (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas da mesma letra minúscula, entre temperaturas para a mesma cultivar, e maiúscula entre cultivares sob a mesma temperatura, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

5.3.2 Influência de altas temperaturas sobre a pré-floração, floração e frutificação efetiva das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel

As temperaturas máximas diárias durante o período de condução do experimento, para os tratamentos ramos ensacados com mangas – “**REM**” e ramos ensacados com garrafas – “**REG**”, foram, respectivamente, em média, 7,9°C e 8,1°C, superiores, se comparadas ao tratamento ramos não ensacados – “**RNE**” (Fig. 13). Já as temperaturas médias diárias, para os tratamentos “**REM**” e “**REG**” foram, ambas, em média, 2,0°C maiores se comparadas ao tratamento “**RNE**” (Fig. 14). Contudo, praticamente, não houve diferença entre as médias das temperaturas mínimas diárias nos diferentes tratamentos (Fig. 15).

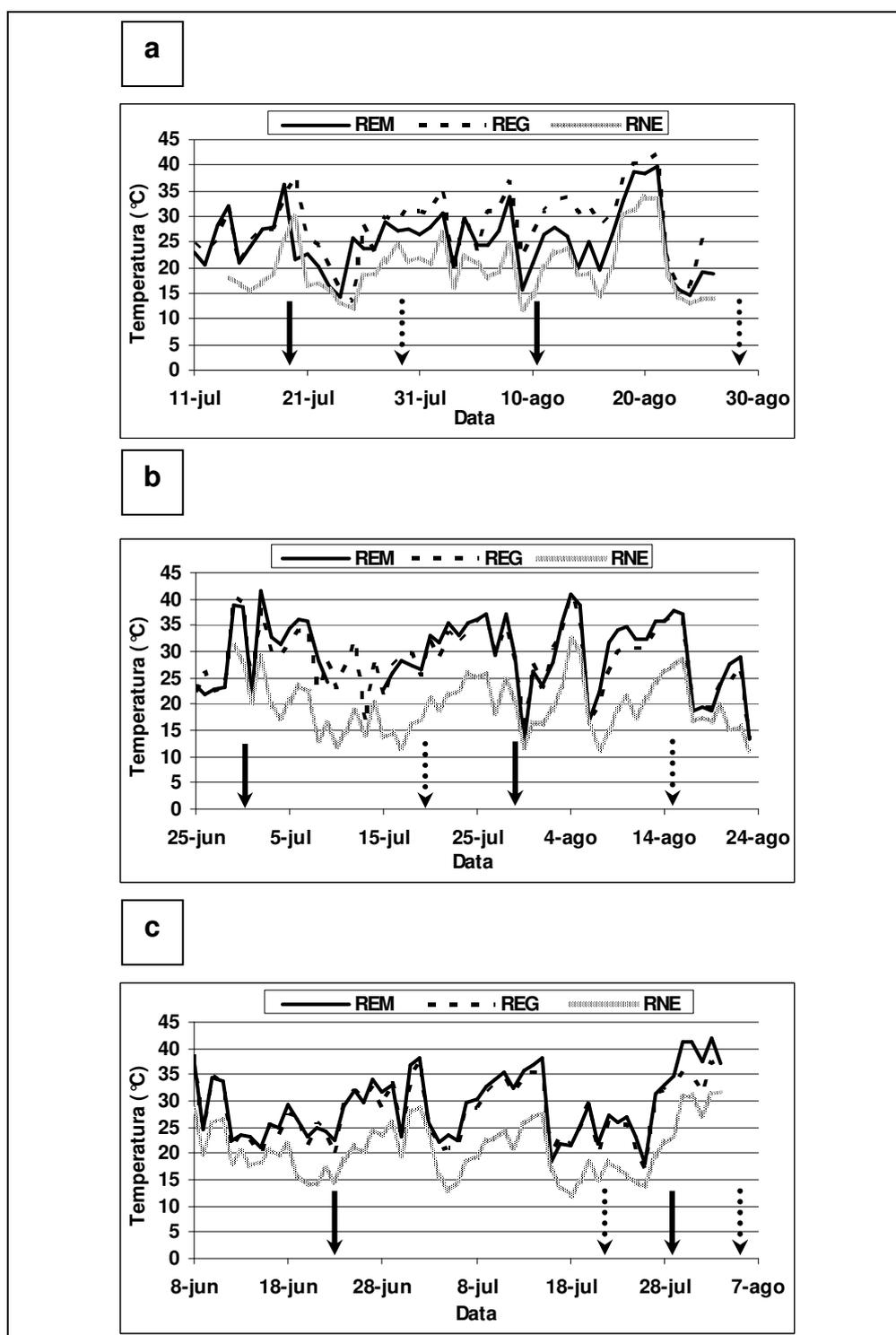


Figura 13 – Temperaturas máximas diárias (°C), nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

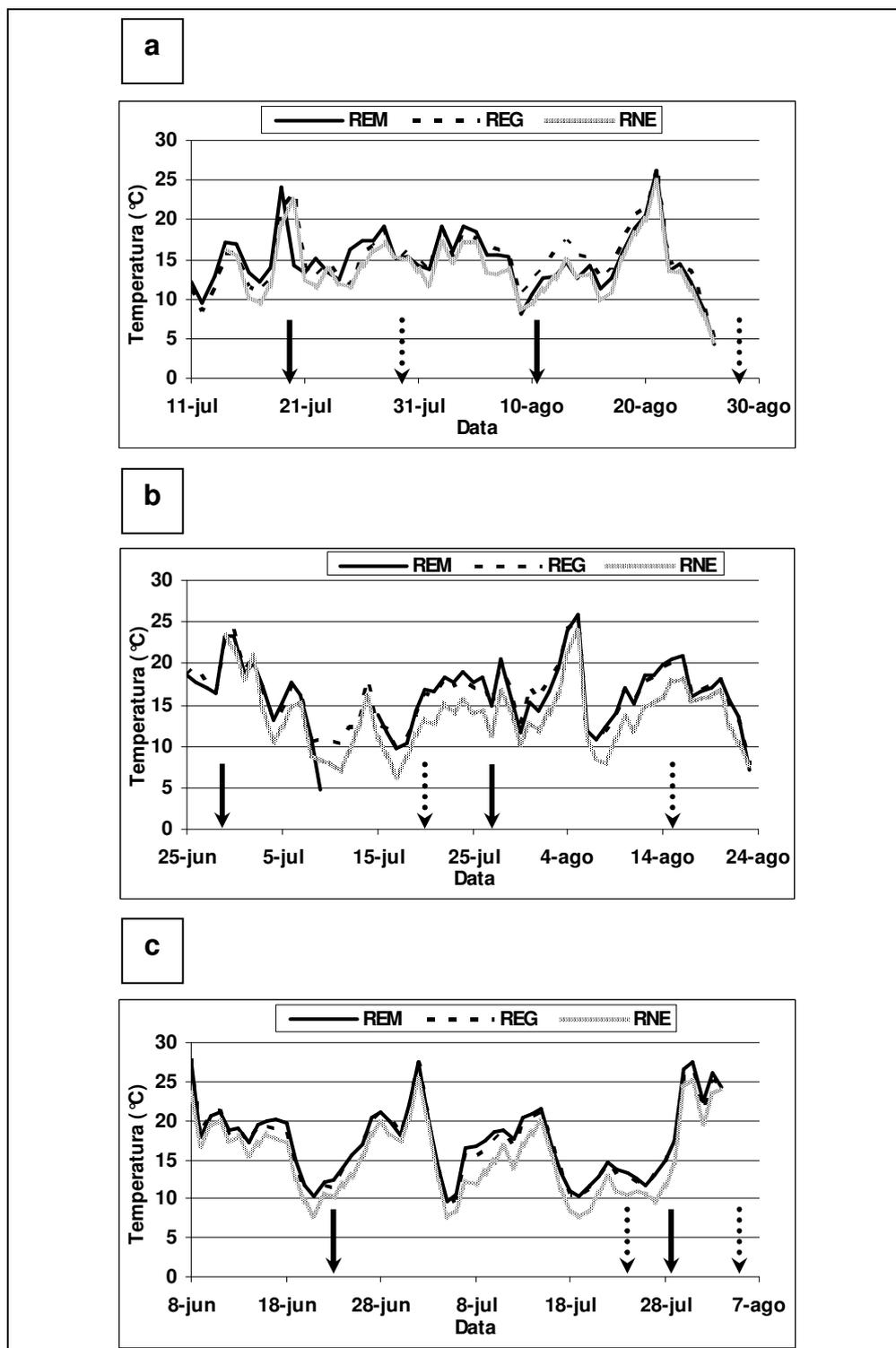


Figura 14 – Temperaturas médias diárias (°C), nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “REM”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “REG” e ramos não ensacados – “RNE”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

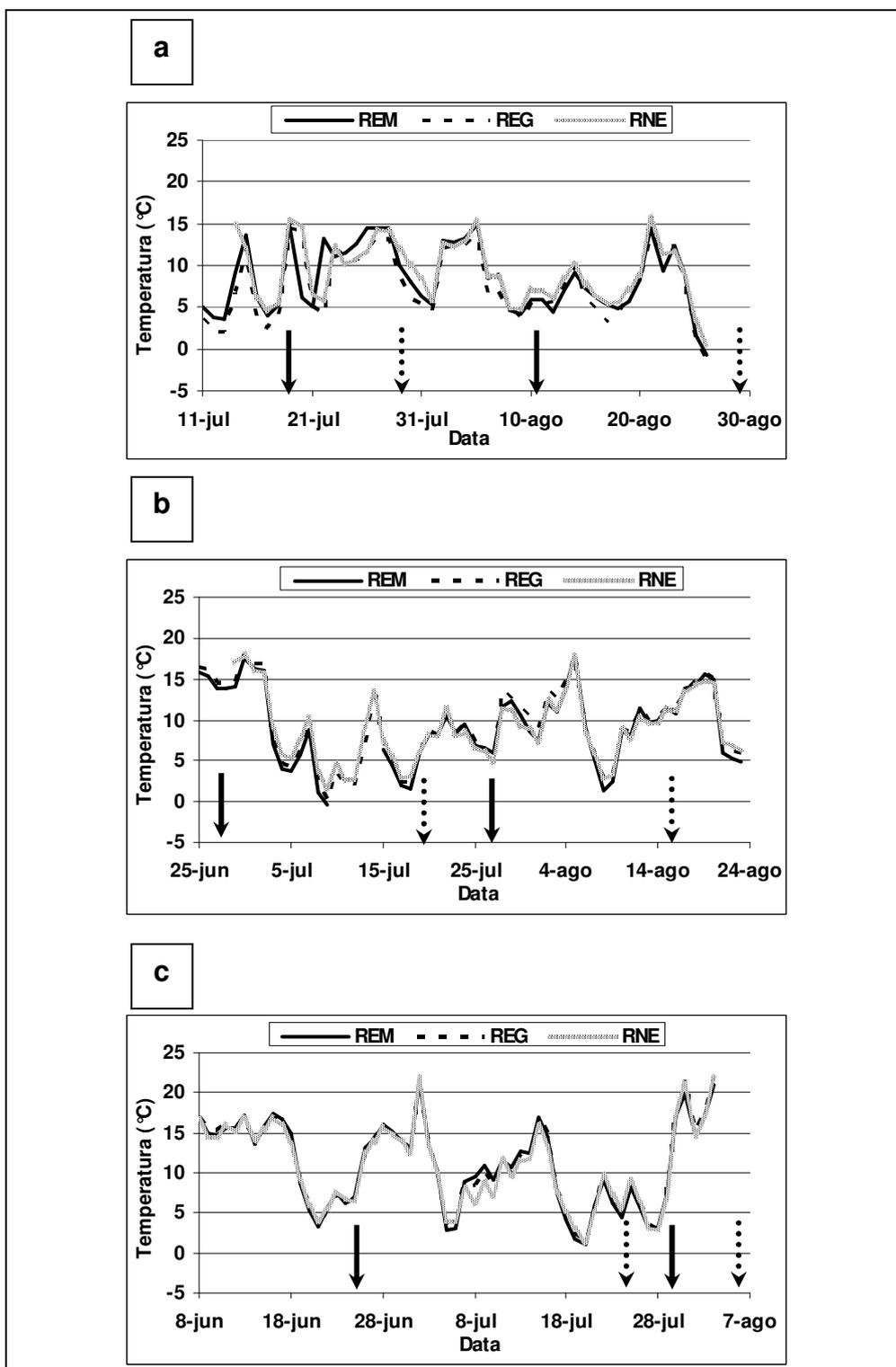


Figura 15 – Temperaturas mínimas diárias (°C), nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

Observou-se, durante os anos de condução do experimento, que a abertura das gemas floríferas nos ramos submetidos aos tratamentos “**REM**” e “**REG**”, foi antecipada em média, de cinco a oito dias e o período de floração foi reduzido em média de sete a dez dias em relação aos ramos submetidos ao tratamento “**RNE**” para ambas as cultivares estudadas. As gemas vegetativas brotaram de três a quatro dias após a abertura das gemas floríferas nos três tratamentos (Fig. 16). Além disso, não foram observadas alterações na morfologia floral ou quaisquer anomalias.

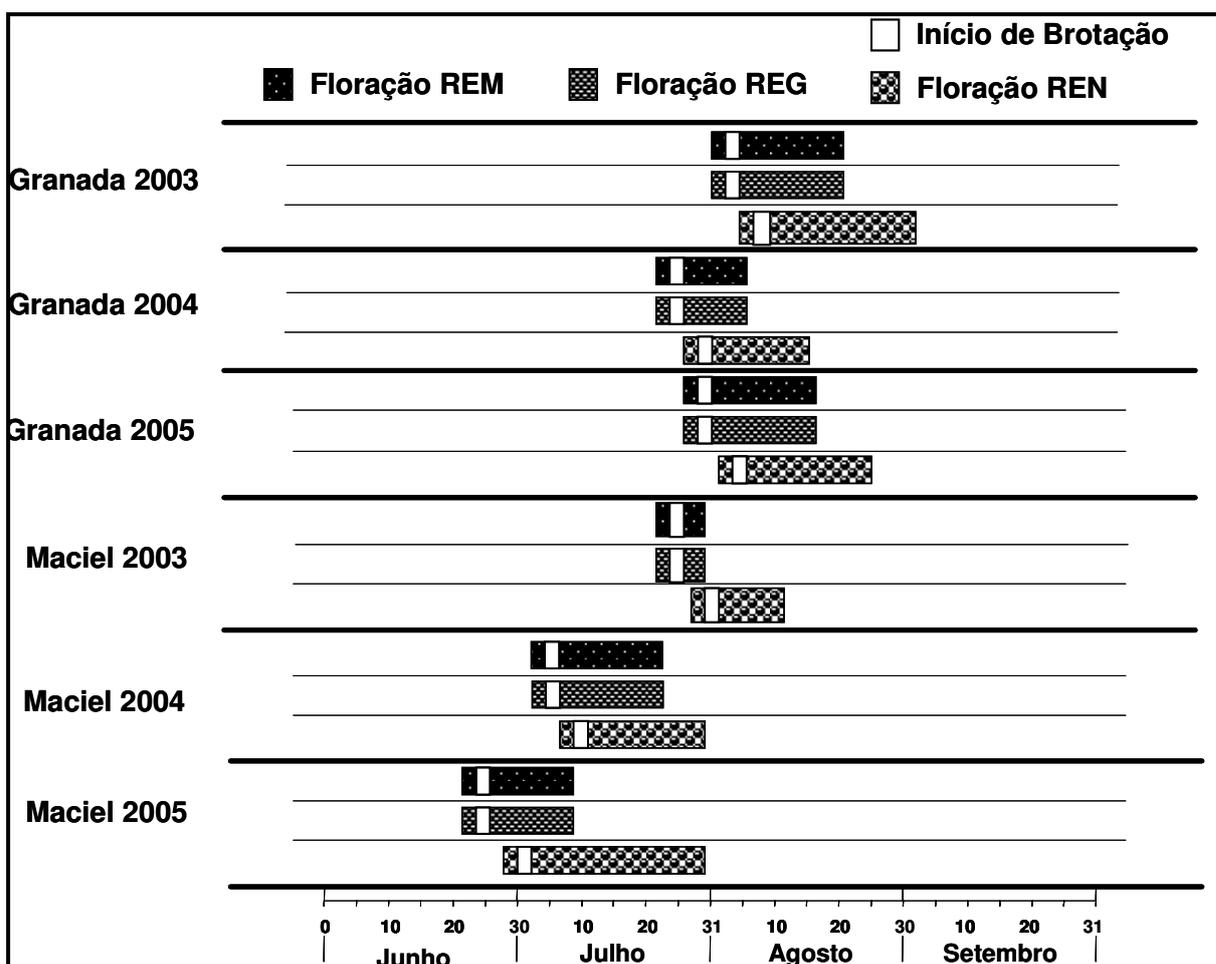


Figura 16 – Época de início da brotação e floração, das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, em função dos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2006.

Não houve diferença significativa no comprimento médio do pistilo entre os tratamentos em ambas as cultivares (Fig. 17; Apêndice D).

Em 2003 (Fig. 18a) e 2004 (Fig. 18b) a maior frutificação efetiva para a cultivar Granada foi observada no tratamento “**RNE**”, seguido do tratamento “**REG**” e “**REM**”. Entretanto, no ano de 2005, não houve a formação de frutos nos ramos das plantas desta cultivar submetidos aos tratamentos experimentais. Não foi observada diferença significativa na frutificação efetiva da cultivar Maciel entre os tratamentos nos três anos de experimentação (Fig. 18a, b e c; Apêndice E).

Não houve diferença significativa no número médio de grãos-de-pólen totais por antera (Fig. 19a), entre os tratamentos “**REM**”, “**REG**” e “**RNE**” para ambas as cultivares testadas (Apêndice F). Entretanto, conforme os dados da Fig. 19b, a porcentagem média de grãos-de-pólen normais por antera, na cultivar Granada, foi maior no tratamento “**RNE**” seguido de “**REG**” e “**REM**”. Já para a cultivar Maciel, não houve diferença significativa na porcentagem média de grãos-de-pólen normais por antera (Apêndice G).

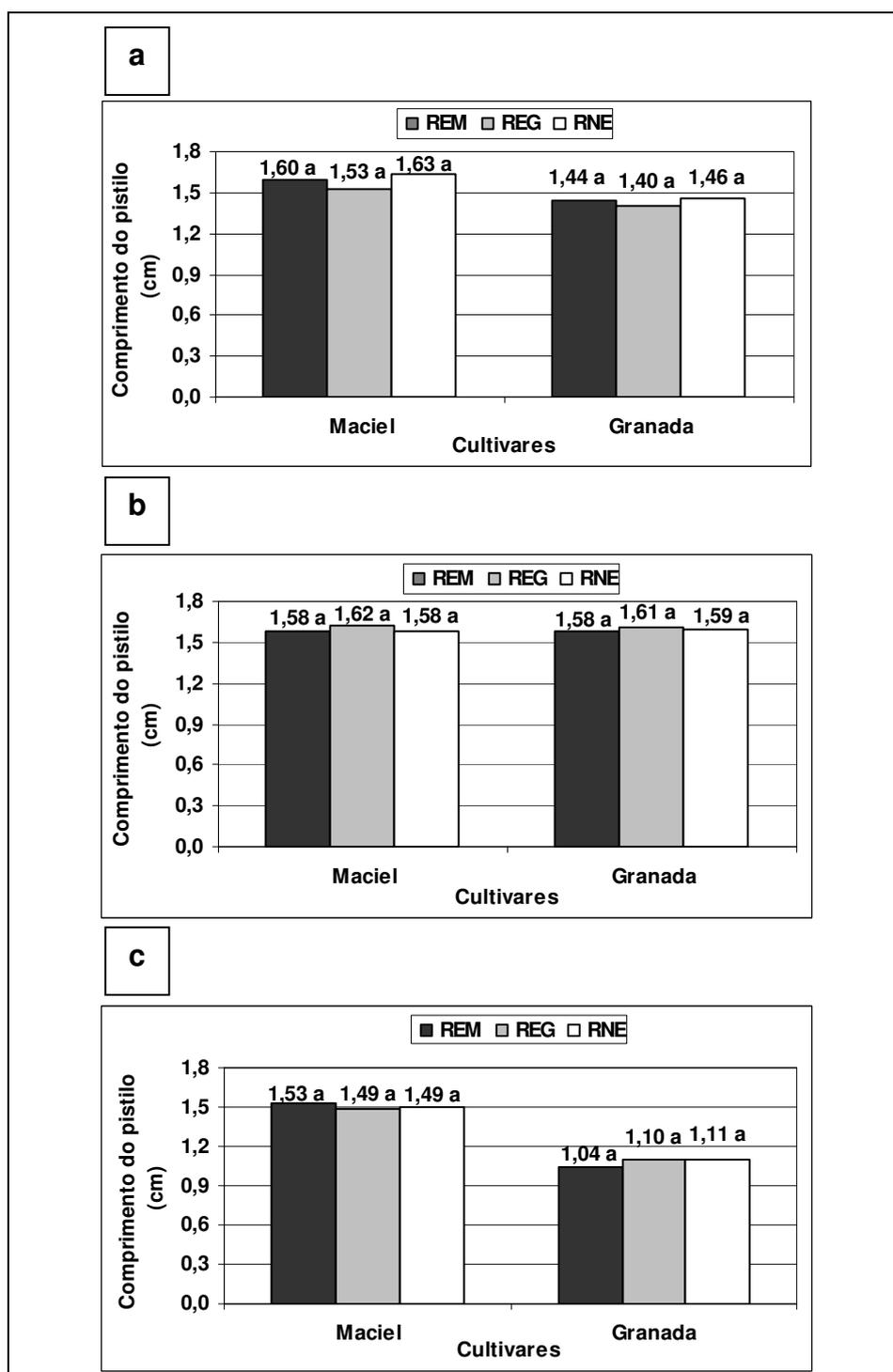


Figura 17 – Comprimento médio do pistilo (cm), de flores das cultivares de pessegueiro, Maciel e Granada, em função dos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

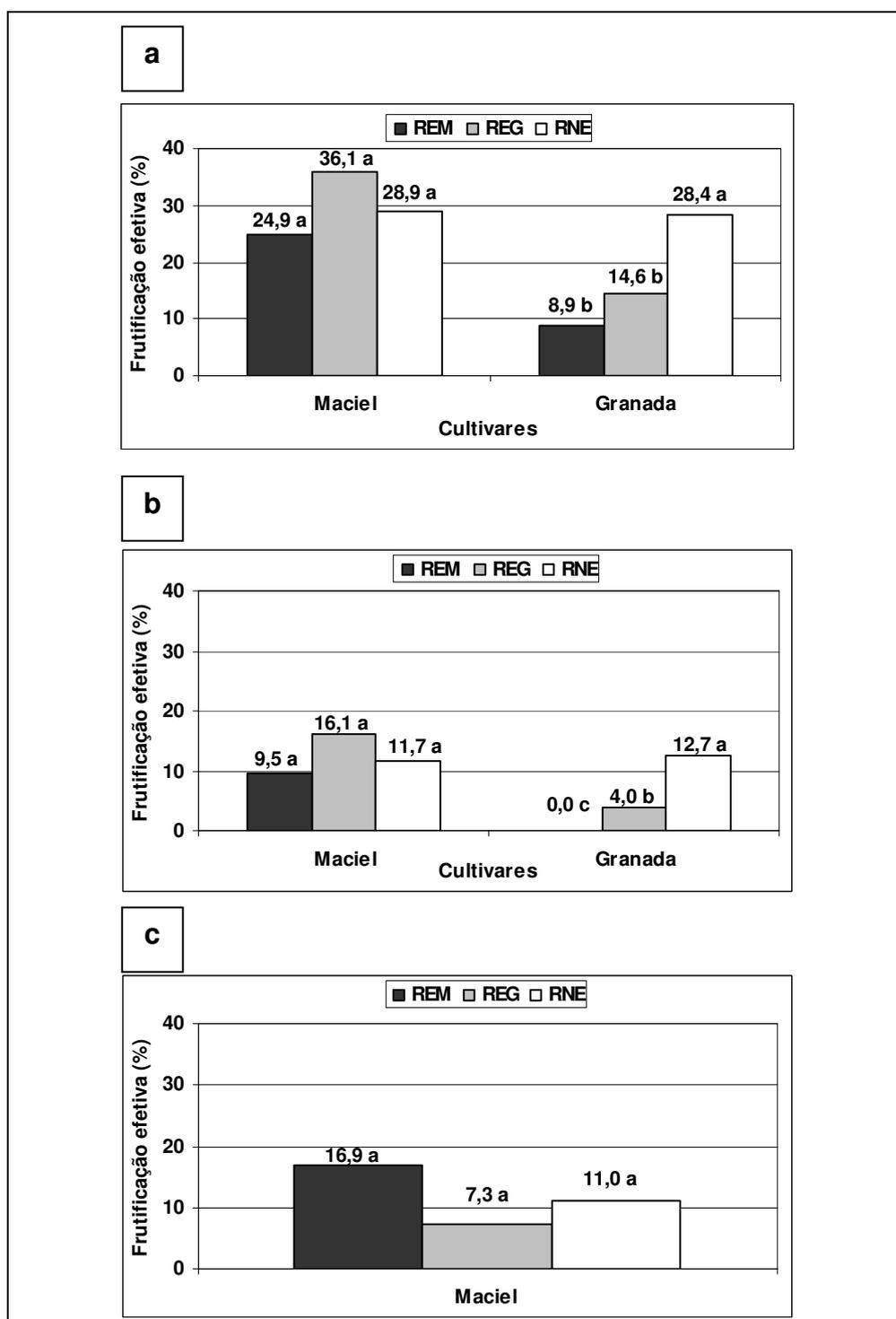


Figura 18 – Frutificação efetiva média (%), das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, em (a) 2003, (b) 2004 e (c) 2005. Embrapa Clima Temperado – 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

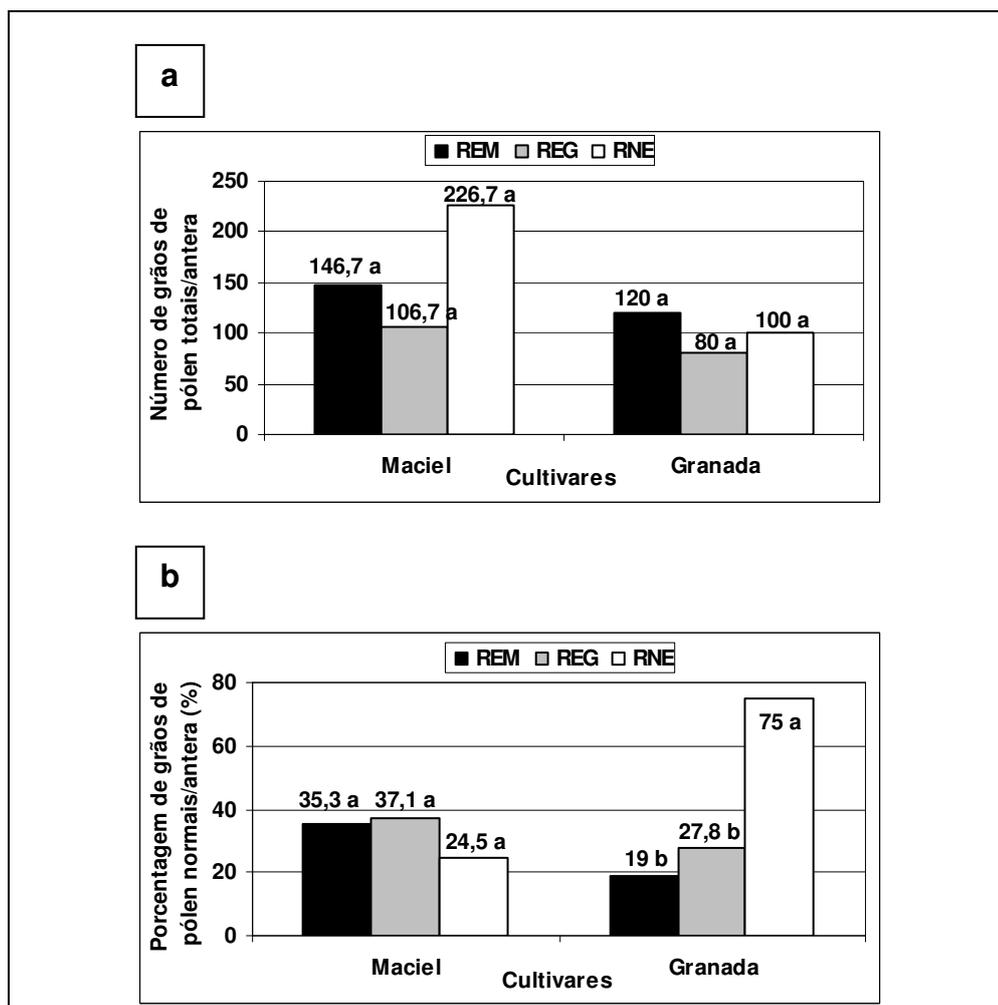


Figura 19 – (a) número médio de grãos-de-pólen totais/antera e (b) porcentagem média de grãos-de-pólen normais/antera (%), das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, nos tratamentos ramos ensacados com mangas de plástico transparente – “**REM**”, ramos ensacados com garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “**REG**” e ramos não ensacados – “**RNE**”, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

5.3.3 Efeito de temperaturas elevadas, em diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral

Em 2004 não houve diferença significativa no comprimento médio do pistilo entre os tratamentos (Figura 20a; Apêndice H). Entretanto, em 2005, o comprimento

médio do pistilo foi maior nos tratamentos **T2, T3, T5 e T6**, seguidos de **T1 e T4** (Figura 20b).

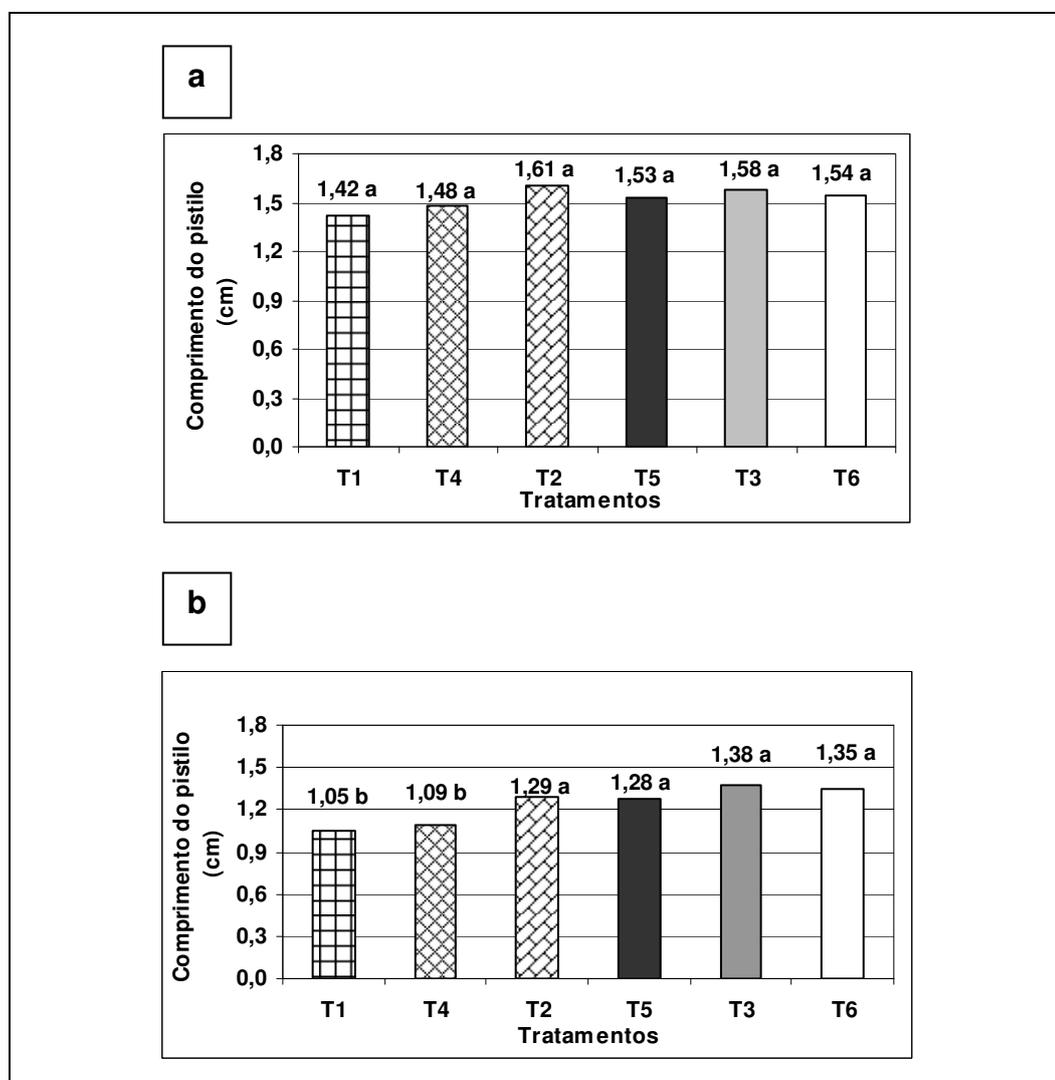


Figura 20 – Comprimento médio do pistilo (cm), de flores da cultivar de pessegueiro Granada, em função dos tratamentos garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “REG” nos estádios fenológicos, gema inchada – “GI” (T1); ponta verde – “PV” (T2); botão rosado – “BR” (T3); e ramos não ensacados – “RNE” nos estádios fenológicos, “GI” (T4); “PV” (T5); “BR” (T6), nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Tanto no ano de 2004 (Fig. 21a) como no ano de 2005 (Fig.21b), não houve diferença significativa no peso fresco médio do pistilo entre os tratamentos (Apêndice I).

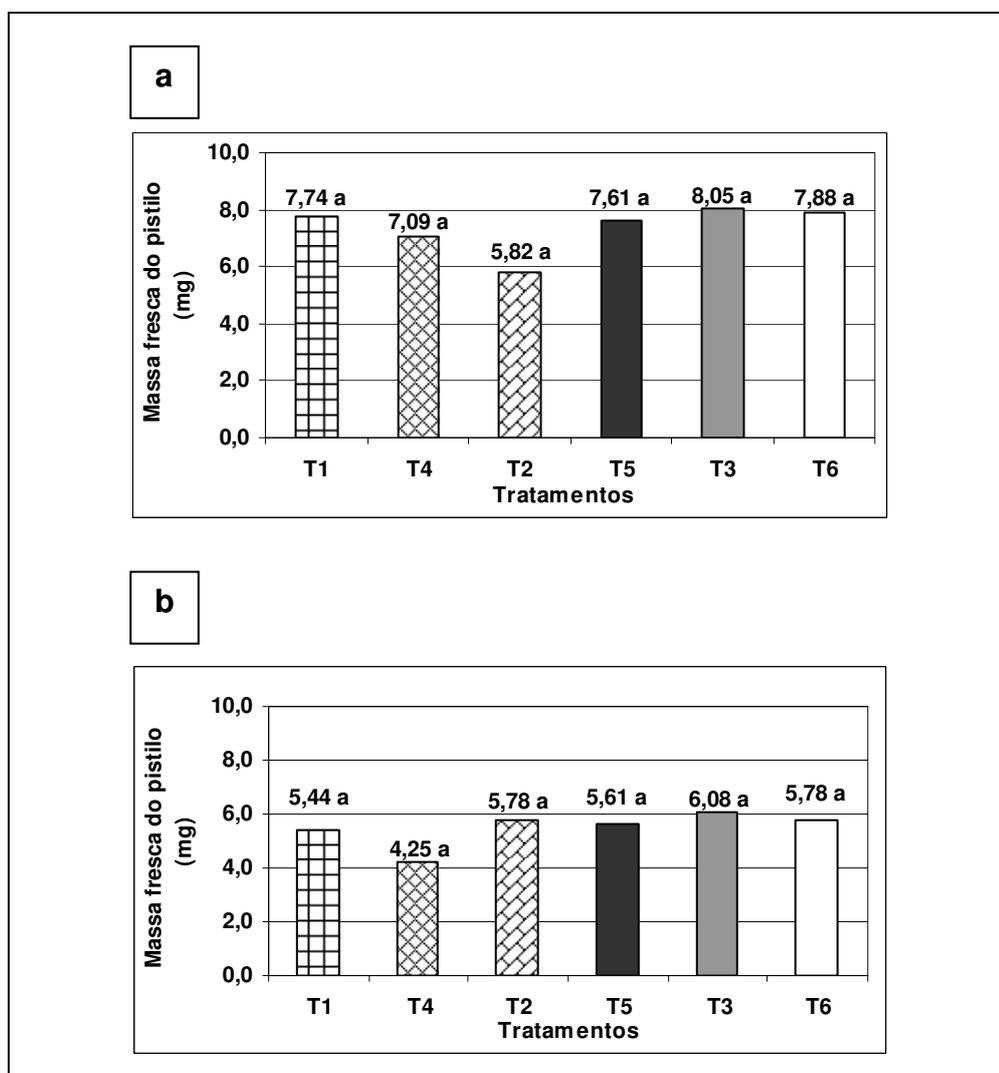


Figura 21 – Massa fresca média dos pistilos (mg), de flores da cultivar de pessegueiro Granada, em função dos tratamentos garrafas de plástico transparente (garrafas PET) – “REG” nos estádios fenológicos, gema inchada – “GI” (T1); ponta verde – “PV” (T2); botão rosado – “BR” (T3); e ramos não ensacados – “RNE” nos estádios fenológicos, “GI” (T4); “PV” (T5); “BR” (T6) nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Com relação à frutificação efetiva da cultivar Granada, não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados no ano de 2004, sendo que a mesma foi baixa em todos os tratamentos (Fig. 22; Apêndice J). No ano de 2005 não ocorreu à formação de frutos nos ramos submetidos aos tratamentos experimentais.

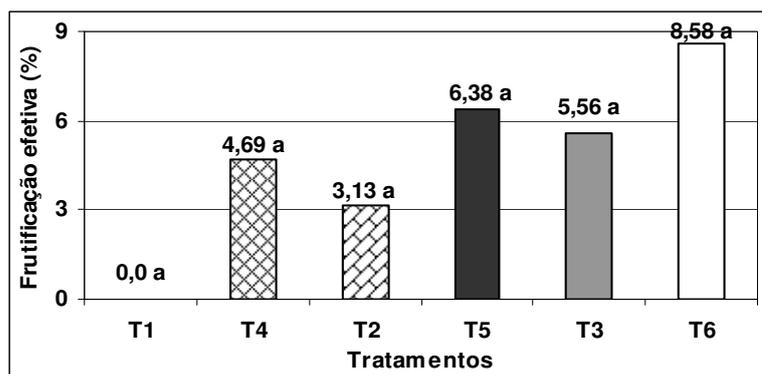


Figura 22 – Frutificação efetiva média (%), da cultivar de pessegueiro Granada, em função dos tratamentos garrafas plásticas transparentes (garrafas PET) – “REG” nos estádios fenológicos, gema inchada – “GI” (T1); ponta verde – “PV” (T2); botão rosado – “BR” (T3); e ramos não ensacados – “RNE” nos estádios fenológicos, “GI” (T4); “PV” (T5); “BR” (T6), no ano de 2004. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

5.3.4 Características morfológicas e biológicas de flores das cultivares de pessegueiro, Granada e Maciel, sob diferentes condições de temperatura em campo

No tratamento planta no pomar sob estufa – “PPE”, as temperaturas máximas diárias, durante o período de condução do experimento, foram, em média, 5,0 °C mais altas se comparadas as temperaturas no tratamento planta no pomar sob condições naturais – “PPCN” e o tratamento planta caiada – “PC” (Fig. 23). Já as temperaturas médias diárias, no tratamento “PPE”, foram em média 1,3°C mais

altas se comparadas aos tratamentos “**PPCN**” e “**PC**” (Fig. 24). Em relação às temperaturas mínimas diárias, praticamente não houve diferença entre os tratamentos (Fig. 25).

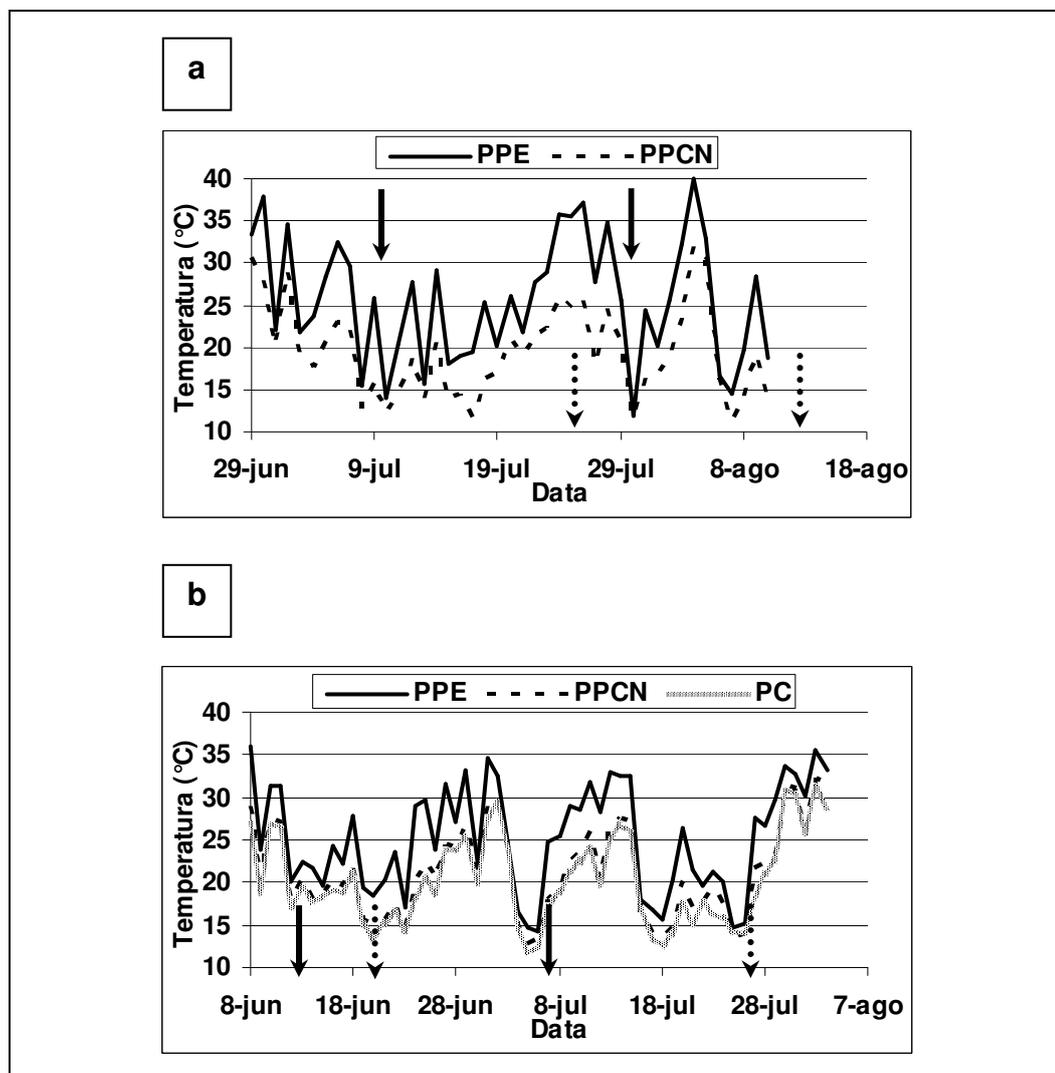


Figura 23 – Temperaturas máximas diárias (°C), nos tratamentos: (a) planta no pomar sob estufa – “**PPE**” e planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”, em 2004 e (b) “**PPE**”, “**PPCN**” e planta caída – “**PC**” em 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

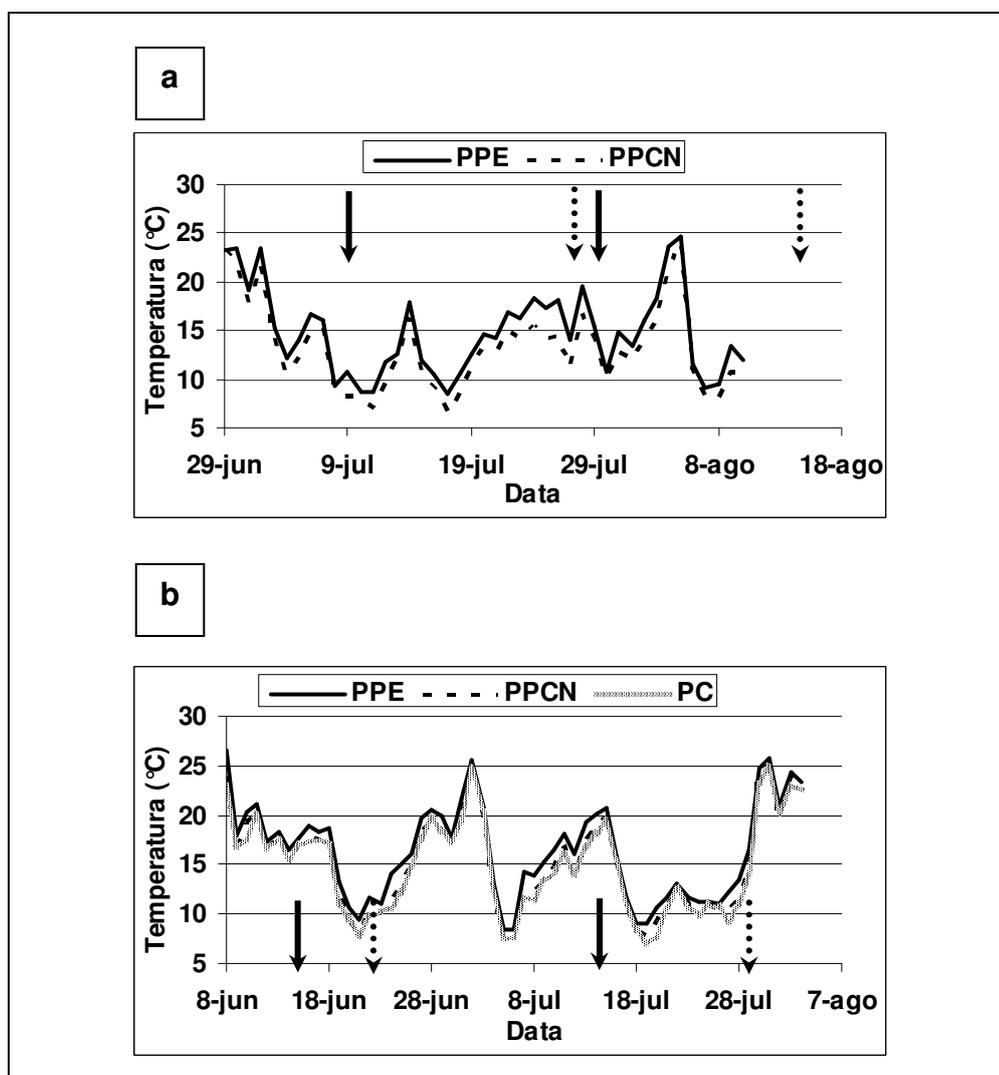


Figura 24 – Temperaturas médias diárias (°C), nos tratamentos: (a) planta no pomar sob estufa – “PPE” e planta no pomar sob condições naturais – “PPCN”, em 2004 e (b) “PPE”, “PPCN” e planta caiada – “PC” em 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

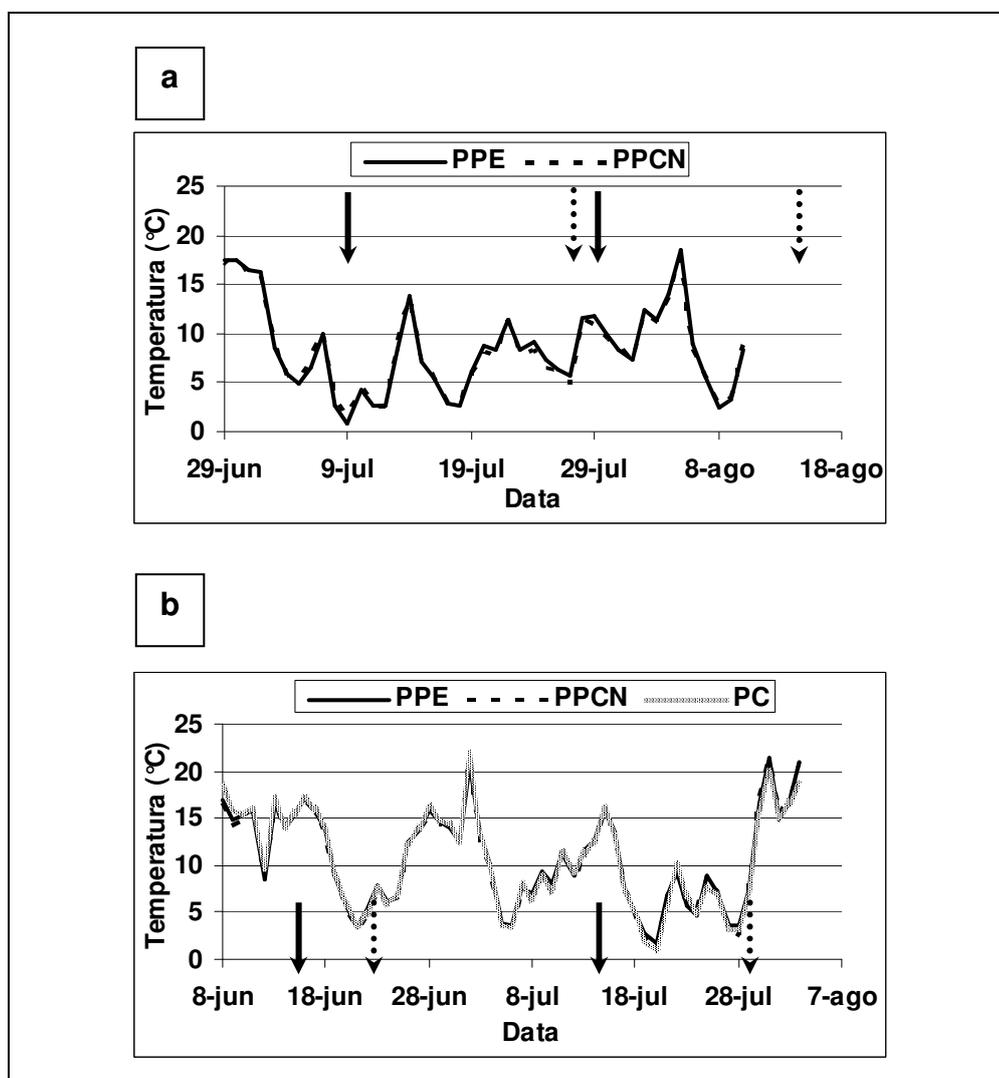


Figura 25 – Temperaturas mínimas diárias (°C), nos tratamentos: (a) planta no pomar sob estufa – “PPE” e planta no pomar sob condições naturais – “PPCN”, em 2004 e (b) “PPE”, “PPCN” e planta caída – “PC” em 2005. As setas, com linha contínua e com linha pontilhada, indicam, respectivamente, o período de floração das cultivares, Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o comprimento médio do pistilo das flores para cultivar Maciel, nos anos de 2004 e 2005 (Fig. 26a e

26b, respectivamente; Apêndice K). Entretanto, para a cultivar Granada no ano de 2005, observou-se o maior comprimento médio de pistilo das flores do tratamento “PPE” seguido dos tratamentos “PPCN” e “PC” (Fig. 26b), sendo que no ano de 2004 não houve diferença significativa no comprimento médio do pistilo desta cultivar entre os tratamentos (Fig. 26a).

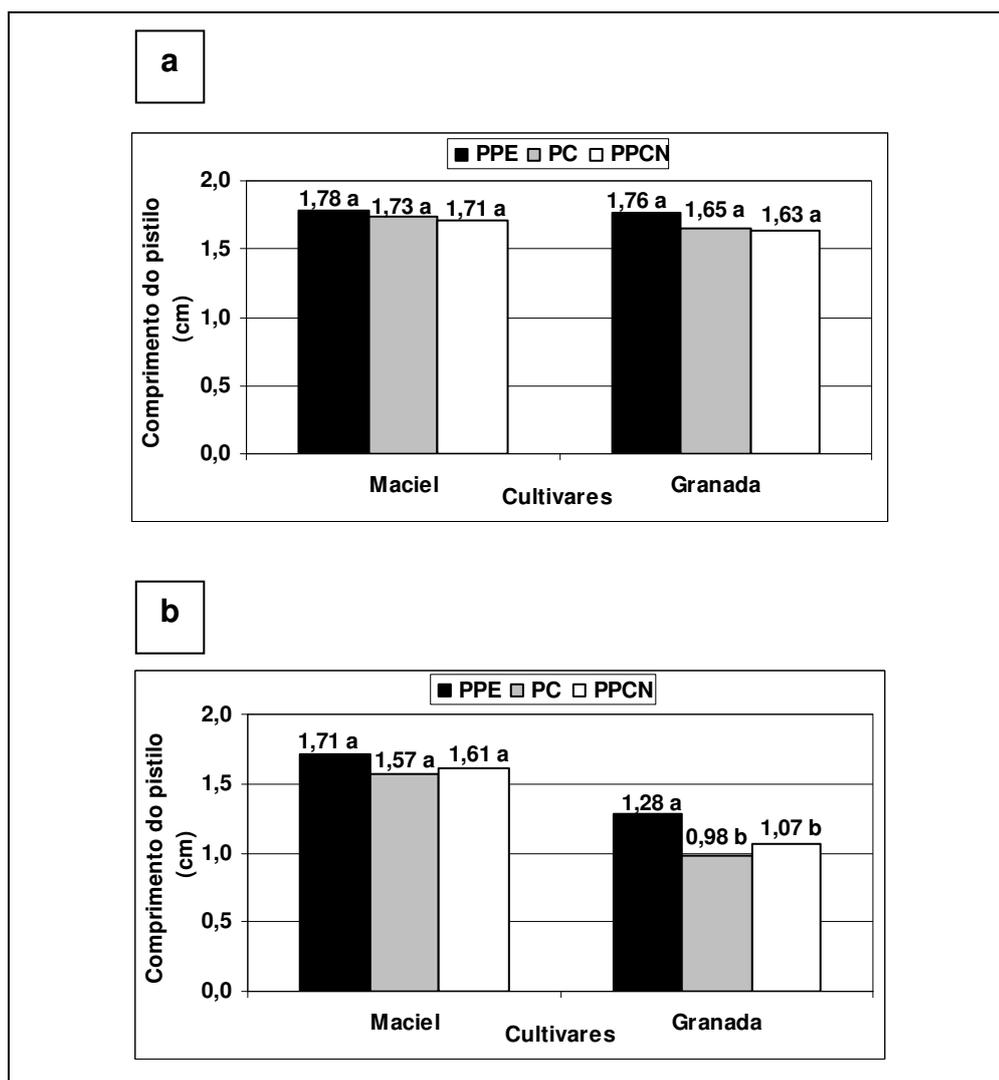


Figura 26 – Comprimento médio do pistilo (cm), de flores das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “PPE”, planta no pomar sob condições naturais – “PPCN” e planta caída – “PC”, nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa na massa fresca média dos pistilos entre os tratamentos estudados no ano de 2004 para ambas cultivares avaliadas (Fig. 27a; Apêndice L). Entretanto, no ano de 2005, a massa fresca média dos pistilos das flores, nas cultivares Granada e Maciel, foi maior no tratamento “PPE” seguido dos tratamentos “PPCN” e “PC” (Fig. 27b).

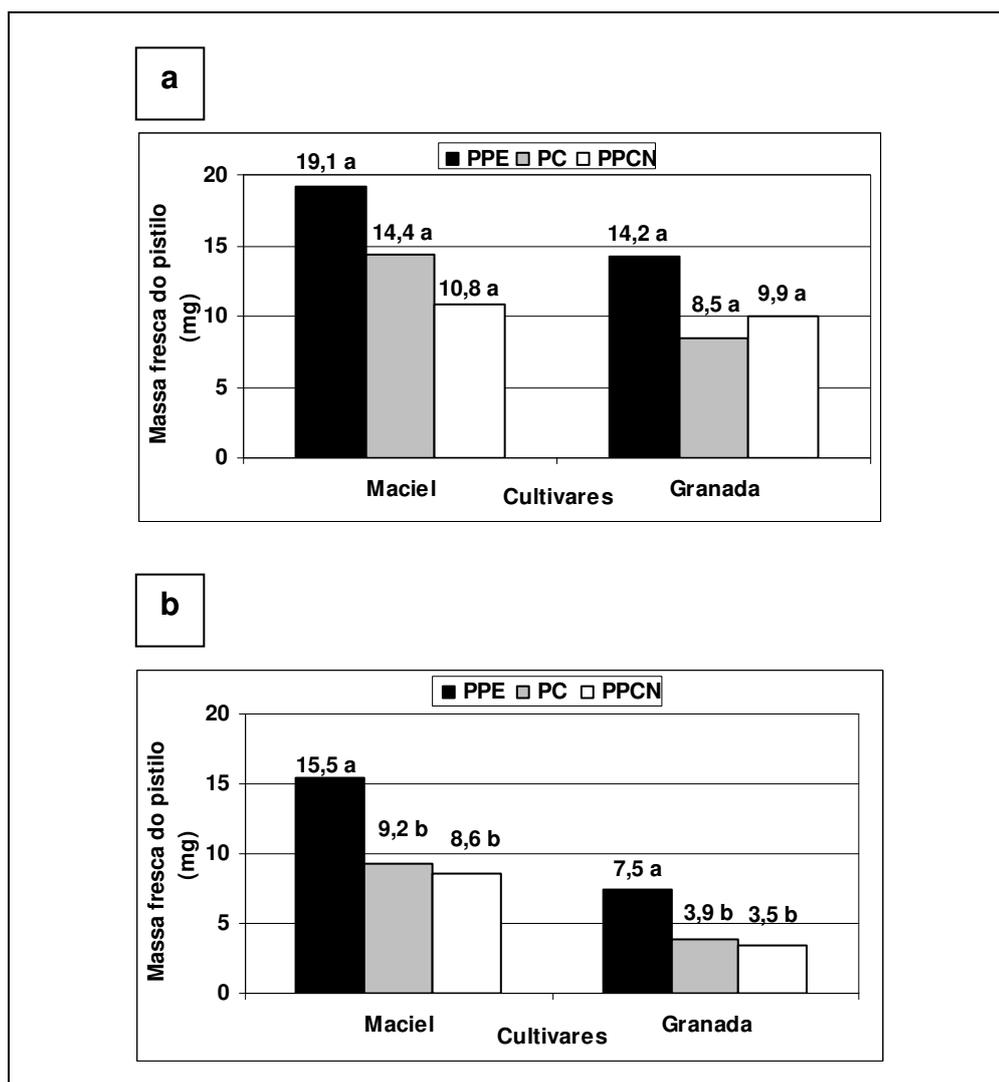


Figura 27 – Massa fresca média do pistilo (mg), de flores das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “PPE”, planta no pomar sob condições naturais – “PPCN” e planta caída – “PC”, nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Para cultivar Maciel, não houve diferença significativa na frutificação efetiva média entre os tratamentos, tanto no ano de 2004 (Fig. 28a; Apêndice M) como no ano de 2005 (Fig. 28b; Apêndice M). Entretanto, no ano de 2004, a maior frutificação efetiva média na cultivar Granada, foi observada nos tratamentos “**PPCN**” e “**PC**”, os quais não diferiram significativamente entre si (Fig. 28a). No ano de 2005 não houve formação de frutos nos ramos submetidos aos tratamentos nesta cultivar.

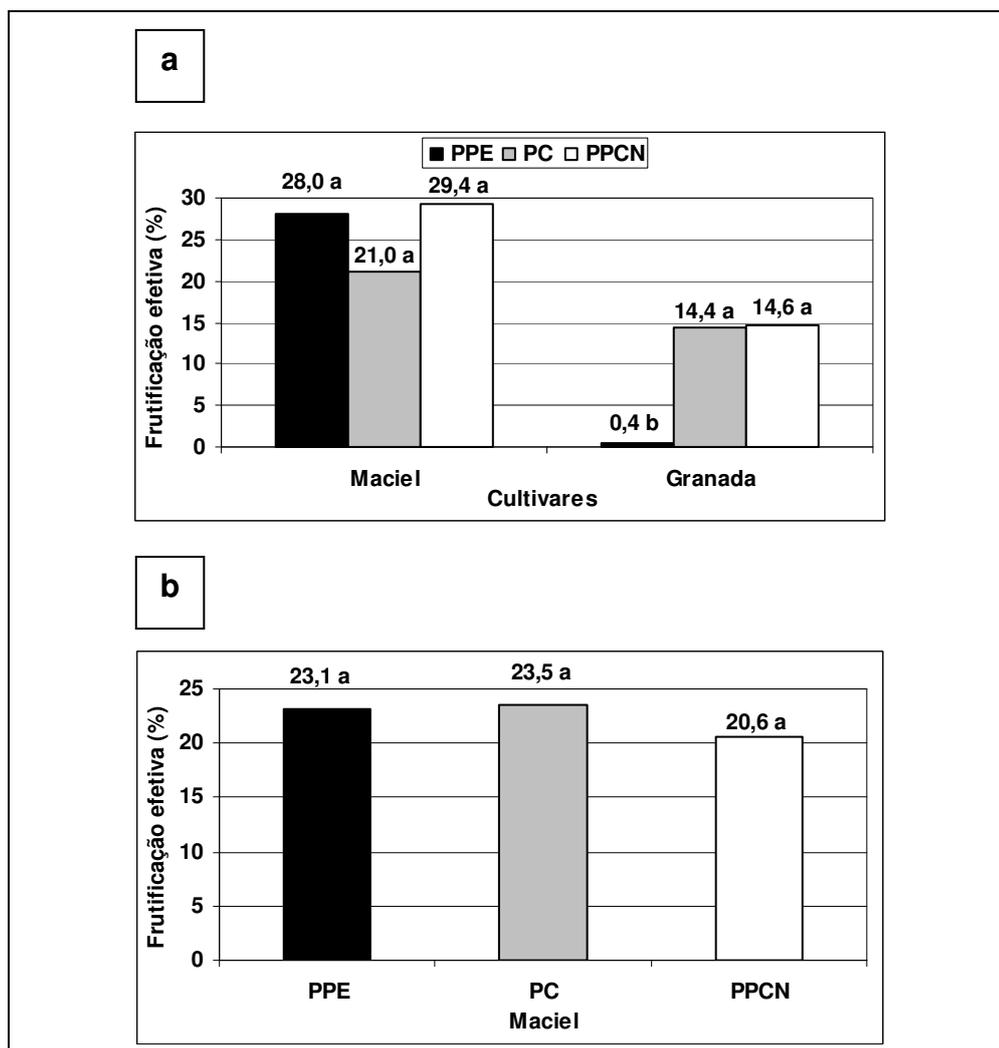


Figura 28 – Frutificação efetiva média (%), das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em função dos tratamentos planta no pomar sob estufa – “**PPE**”, planta no pomar sob condições naturais – “**PPCN**” e planta caiada – “**PC**”, nos anos de (a) 2004 e (b) 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

5.3.4.1 Teste de germinação de pólen *in vitro* originário de plantas submetidas em campo a diferentes condições de temperatura

Para a cultivar de pessegueiro Maciel, a germinação média de pólen foi maior do que para a cultivar Granada (Fig. 29a). No tratamento “PC”, a germinação média de pólen foi maior do que nos tratamentos “PPE” e “PPCN” (Fig. 29b). Entretanto, não houve interação significativa entre os fatores estudados, cultivar e temperatura de incubação (Apêndice N).

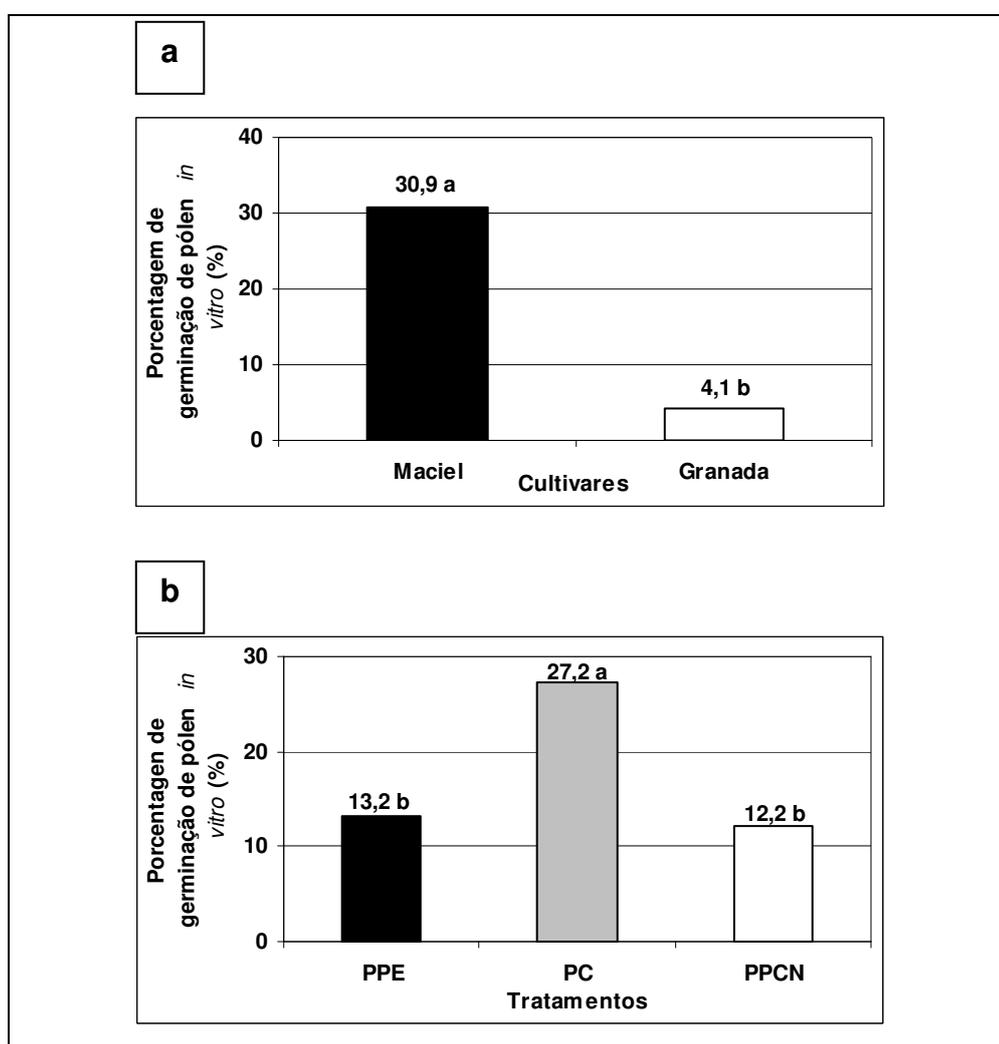


Figura 29 – (a) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel, e (b) porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* (%), nos tratamentos planta no pomar sob estufa – “PPE”, planta no pomar sob condições naturais – “PPCN” e planta caiada – “PC”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

5.3.4.2 Número de grãos-de-pólen por antera originário de plantas submetidas em campo a diferentes condições de temperatura

Para a cultivar Maciel, o maior número médio de grãos-de-pólen totais por antera (Fig. 30a), foi observado nos tratamentos “PPE” e “PC”, bem como a maior porcentagem média de grãos-de-pólen normais por antera (Fig. 30b). Não houve diferença significativa no número médio de grãos-de-pólen totais por antera e na porcentagem média de grãos-de-pólen normais por antera entre os tratamentos, para a cultivar Granada (Apêndice O e Apêndice P, respectivamente).

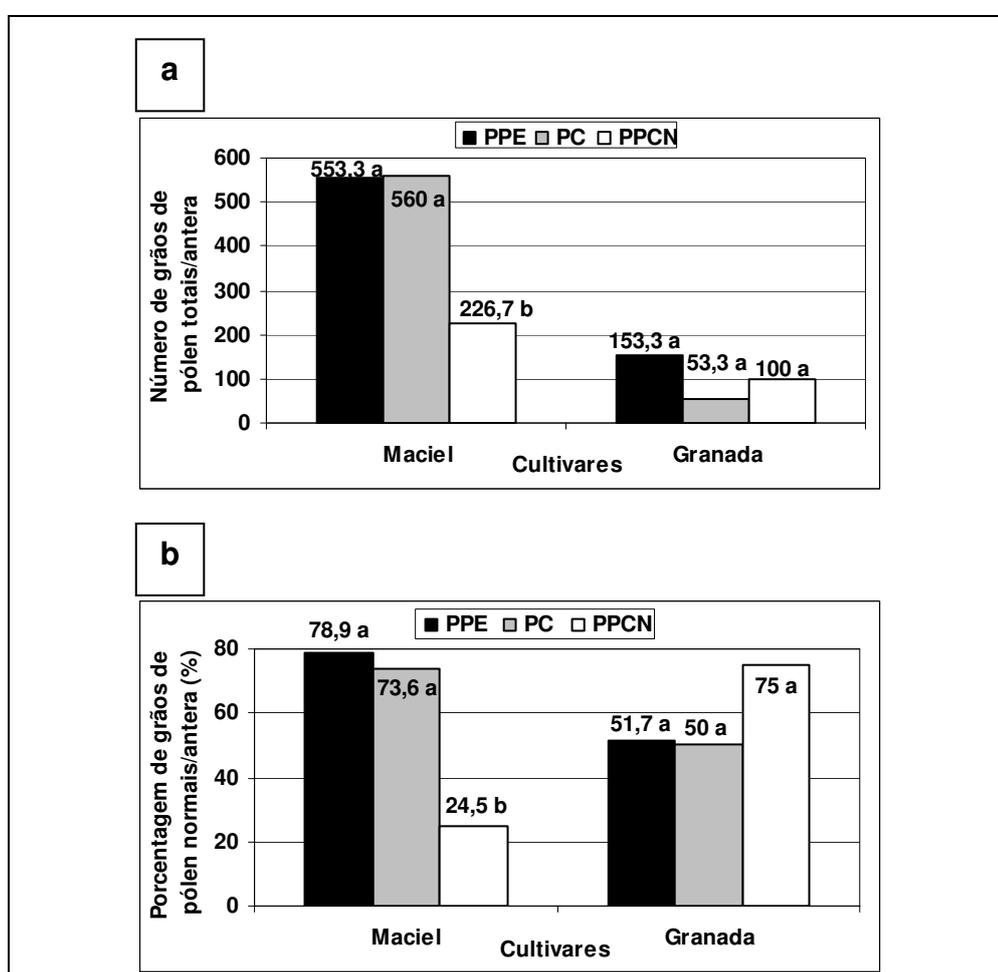


Figura 30 – (a) número médio de grãos-de-pólen totais/antera e (b) porcentagem média de grãos-de-pólen normais/antera (%), das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, nos tratamentos planta no pomar sob estufa – “PPE”, planta no pomar sob condições naturais – “PPCN” e planta caída – “PC”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

5.4 Discussão

Através dos resultados obtidos no presente estudo, referentes à germinação de pólen *in vitro*, observou-se que a cultivar, a temperatura de incubação, as condições ambientais e os tratamentos experimentais a que os grãos-de-pólen foram submetidos anteriormente ao teste de germinação, influenciaram na porcentagem média de germinação de pólen *in vitro*. Este comportamento também foi observado por outros autores, os quais relataram que o desenvolvimento do tubo polínico é altamente variável, dependendo da espécie, da cultivar (EGEA et al., 1991), da origem do pólen (GUERRERO-PRIETO et al., 1985), do estado nutricional das flores (NYOMORA et al., 2000) e das condições ambientais (JEFFRIES et al., 1982).

Nos experimentos onde se avaliou a porcentagem média de germinação de pólen *in vitro* entre diferentes cultivares e temperaturas de incubação, os maiores valores foram obtidos na temperatura de incubação de 24 °C para todas as cultivares testadas. No experimento onde se testou o pólen coletado no ano de 2003, não houve interação significativa entre os fatores cultivar e temperatura de incubação, diferentemente dos experimentos com pólen coletado nos anos de 2004 e 2005, em que ocorreu interação entre esses fatores. De forma geral, independente do ano de experimentação e das temperaturas de incubação, as maiores porcentagens médias de germinação de pólen *in vitro* foram obtidas para as cultivares de pessegueiro Granada e Maciel. Entretanto, observou-se uma diminuição na porcentagem de germinação *in vitro* do pólen coletado e testado no ano de 2005 (Fig. 12b), comparado ao pólen coletado e testado no ano de 2004 (Fig. 12a), para todas as cultivares e temperaturas de incubação testadas. Esse comportamento pode ter sido conseqüência da maior temperatura do ar, entre os meses de maio a agosto, que ocorreu no ano de 2005 em relação ao ano de 2004 (Apêndice Q), uma vez que as demais condições experimentais foram às mesmas. Entretanto, para o pólen proveniente do experimento que utilizou uma estufa de plástico para elevar a temperatura das plantas no pomar (tratamentos **PPE**, **PC** e **PPCN**), no ano de 2005, a germinação de pólen *in vitro*, para a cultivar Granada, foi maior nos tratamentos onde as condições experimentais de temperatura foram menores. Neste caso, as condições ambientais a que os grãos-de-pólen foram anteriormente submetidos, influenciaram a sua viabilidade, ou seja, a ocorrência de temperaturas maiores no período anterior à coleta do pólen, parece ter comprometido sua viabilidade.

Temperaturas de incubação, para a germinação de pólen *in vitro*, em torno de 25°C, são citadas na literatura para uma grande quantidade de espécies. Thompson e Batjer (1950) usaram 24°C para pólen de ameixeira, pessegueiro, damasqueiro, cerejeira européia, pereira e macieira. Hall e Farmer (1971) usaram 27°C para noz inglesa. Loupassaki et al., (1997) afirmam que 25°C é a ideal para germinação de pólen de abacateiro. Pelos resultados obtidos, pode-se dizer que temperaturas em torno de 25°C são apropriadas para testes de germinação de pólen *in vitro* das cultivares de pessegueiro, utilizadas no presente trabalho.

Observou-se uma baixa produção de pólen para todas as cultivares de pessegueiro em 2005, em ambos os experimentos realizados, se comparados aos resultados obtidos com cultivares de ameixeira produzidas no Rio Grande do Sul (CARVALHO, 1989) e para frutíferas de clima temperado (OBERLE e GOERTZEN, 1952), sendo que esses autores relataram variação ocorrida, de ano para ano, para a mesma cultivar, devido a condições ambientais ou nutricionais desfavoráveis. Segundo Pasqual e Petri (1983), a produção de pólen em macieira pode estar relacionada com a adaptação das cultivares ao ambiente.

Nos resultados do experimento, referente ao item **5.3.2**, esperava-se que o número médio de grãos-de-pólen por antera fosse menor nas anteras das flores coletadas sob condições de altas temperaturas, ocorridas nos tratamentos “**REM**” e “**REG**”. Contudo, não foram observadas diferenças significativas no número médio de grãos-de-pólen totais por antera (Fig. 19a), para ambas as cultivares. No entanto, em relação à porcentagem média de grãos-de-pólen normais por antera na cultivar Granada (Fig.19b), obteve-se os maiores valores para o tratamento “**RNE**”, onde as temperaturas foram menores que nos demais tratamentos, sendo que para a cultivar Maciel não houve diferença significativa entre os tratamentos. Esse comportamento deve estar associado a uma melhor adaptação da cultivar Maciel a temperaturas maiores no período de produção dos grãos-de-pólen, visto que, mesmo sob condições de temperaturas maiores, a produção de pólen não foi influenciada pelas condições experimentais desfavoráveis, inclusive em relação à porcentagem de grãos-de-pólen por antera considerados normais. Para a cultivar Granada, apesar do número de grãos-de-pólen totais por antera não ter sido influenciado pelos tratamentos, de forma semelhante a cultivar Maciel, a porcentagem de grãos-de-pólen por antera considerados normais foi influenciada. No tratamento, onde a temperatura das plantas em condições de pomar foi menor, observaram-se os

maiores valores. Os resultados podem sustentar a hipótese de que a produção de pólen nos pessegueiros sob condições de invernos com temperaturas maiores pode variar entre cultivares, como relatado por Carvalho (1989), Oberle e Goertzen (1952) e Pasqual e Petri (1983). Corrigido até aqui.

Já em outras condições experimentais (resultados referentes ao experimento **5.3.4.2**), em que os grãos-de-pólen foram submetidos anteriormente aos testes do número de grãos-de-pólen por antera, a produção de pólen da cultivar Granada, apesar de baixa, não diferiu entre os tratamentos, tanto para o número médio de grãos-de-pólen totais por antera, como para a porcentagem média de grãos-de-pólen normais por antera. Esses resultados provavelmente ocorreram devido a maiores temperaturas, predominantes no inverno do ano 2005 (Apêndice Q), as quais podem ter mascarado os resultados obtidos. Entretanto, para a cultivar Maciel, o número médio de grãos-de-pólen totais por antera e a porcentagem média de grãos-de-pólen normais por antera foram maiores no tratamento com temperaturas elevadas (**PPE**) e, embora não tenham sido comparadas estatisticamente com os resultados obtidos para estas variáveis na cultivar Granada, a produção de grãos-de-pólen foi maior na cultivar Maciel. Estes resultados reforçam a hipótese de que a cultivar Maciel pode estar mais adaptada aos invernos amenos, com oscilações de temperatura que ocorrem no sul do Rio Grande do Sul, estando de acordo com os relatos de Barbosa et al. (1989), os quais afirmam que os pessegueiros mais adaptados ao clima subtropical-tropical produzem mais pólen.

As condições experimentais de temperaturas maiores, obtidas nos tratamentos “**REM**”, “**REG**” e “**PPE**”, durante a pré-floração e floração, anteciparam e aceleraram a antese das flores para as cultivares de pessegueiro estudadas. Em função disso, pode-se levantar a hipótese de que esta condição promoveria a falta de sincronia entre o desenvolvimento do pistilo e os demais órgãos florais, o que aumentaria a proporção de flores com alterações morfológicas, causando problemas durante a fertilização e, conseqüentemente, redução na frutificação efetiva.

De forma geral, não houve diferença no comprimento médio do pistilo de ambas as cultivares nos anos de condução dos experimentos, bem como nos diferentes experimentos. No entanto, para a cultivar Maciel, o comprimento médio do pistilo das flores, além de ser maior que para a cultivar Granada, variou muito pouco entre experimentos, tratamentos dentro de cada experimento e anos de experimentação, embora não tenha sido feita análise estatística de comparação

entre as cultivares. A massa fresca média dos pistilos também não foi influenciado pela ocorrência de maiores temperaturas em 2004, seguindo o mesmo padrão descrito anteriormente para o comprimento médio do pistilo. Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os tratamentos neste ano, observa-se na Fig. 27a, que a maior massa fresca média dos pistilos, para ambas as cultivares, foi obtido no tratamento “PPE”, seguido pelos tratamentos “PPCN” e “PC”. Convém salientar que, os menores valores para o comprimento e massa fresca média dos pistilos, foram observados para as flores da cultivar Granada em 2005 em todos os experimentos, provavelmente em função das condições climáticas adversas, como temperaturas excessivamente elevadas e ocorrência de estiagem prolongada, durante os períodos de pré-floração, floração e fertilização. Além disso, no experimento onde as plantas foram submetidas a condições de altas temperaturas, pelo uso de uma estufa de plástico, o comprimento e a massa fresca média dos pistilos foram maiores se comparados às plantas sob condições de temperaturas menores, não estando de acordo com demais estudos realizados com plantas do mesmo gênero e até mesmo da mesma espécie. Entretanto, resultados conflitantes podem estar relacionados com as diferentes condições experimentais (RODRIGO e HERRERO, 2002).

É importante frisar que, durante o período de condução das atividades experimentais, ocorreu uma elevação na média das temperaturas máximas diárias, entre os meses de junho a agosto, de 1,2°C e 2,4°C, em 2004 e 2005, respectivamente, se comparadas com as temperaturas em 2003. Também se observou padrão similar para a média das temperaturas médias diárias, no mesmo período, pelo aumento de 1,0°C e 1,5°C em 2004 e 2005, respectivamente, em relação a 2003. Inclusive para a média das temperaturas mínimas diárias, verificou-se um aumento de 1,7°C e 1,8°C, em 2004 e 2005, respectivamente, em relação a 2003 (Apêndice Q). Além disso, neste mesmo período, ocorreu uma redução na precipitação pluviométrica, de 135,14mm e 204,84mm em 2004 e 2005, respectivamente, se comparada à precipitação pluviométrica em 2003. Portanto, houve uma redução, de 69,7mm em 2005, se comparada à precipitação pluviométrica em 2004 (Apêndice R).

Em relação à média histórica das temperaturas máximas e médias mensais, entre os meses de junho a agosto, observadas na sede da Embrapa Clima Temperado em Pelotas, RS, houve um aumento de 4,78% e 6,25%,

respectivamente, se comparadas à média das temperaturas máximas e médias mensais, entre os meses de junho a agosto, em 2003, 2004 e 2005. Já em relação à média das temperaturas mínimas mensais, neste mesmo período, este aumento foi de 56,82% (Apêndice S). Para a média histórica de precipitação pluviométrica, neste mesmo período, ocorreu uma redução média de 19,1% se comparada a média da precipitação pluviométrica mensal em 2003, 2004 e 2005 (Apêndice T).

As condições climáticas anteriormente descritas podem auxiliar na compreensão dos resultados obtidos no presente estudo, pois, conforme a hipótese proposta, para as flores que foram submetidas às condições experimentais de elevação da temperatura (tratamentos **REM**, **REG** e **PPE**), esperava-se obter valores menores de comprimento e massa fresca média dos pistilos, se comparado às flores das plantas sob condições ambientais (tratamentos **RNE** e **PPCN**). Assim, em função das condições de maiores temperaturas e redução na precipitação pluviométrica, nestes períodos, os dados obtidos para comprimento e massa fresca média dos pistilos, provavelmente tenham sido mascarados pelas temperaturas maiores e déficit hídrico ocorridos durante o período de condução das atividades experimentais.

Estudando o efeito de temperaturas elevadas na pré-floração no desenvolvimento das flores e na frutificação efetiva do damasqueiro, Rodrigo e Herrero (2002), verificaram que o aumento na temperatura durante o crescimento das gemas reprodutivas antecipou a floração (antese), mas não o desenvolvimento do pistilo. Eles compararam o crescimento do pistilo em quatro estádios fenológicos, e, embora o pistilo, em ambos os tratamentos (controle e tratamento com temperaturas elevadas), tivessem o mesmo padrão de crescimento nos primeiros dias do experimento (da separação das gemas até a expansão e arredondamento das sépalas), nos estádios fenológicos subseqüentes observaram diferenças no tamanho do ovário e comprimento do estilete, sendo que os valores de as ambas variáveis foram menores no tratamento sob condições de temperaturas elevadas.

No presente estudo quando se comparou o crescimento do pistilo das flores na cultivar Granada, submetidas aos tratamentos “**REG**” e “**RNE**” entre os estádios fenológicos: gema inchada, ponta verde e botão rosado, em 2004 e 2005, novamente se observou comportamento divergente do descrito por Rodrigo e Herrero (2002) para damasqueiro e Kozai et al. (2002) e Erez et al. (1998), para pessegueiros, pois o comprimento e a massa fresca média dos pistilos não foram

influenciados pelas condições experimentais de temperaturas elevadas e mostraram-se semelhantes se comparados aos pistilos das flores em condições ambientais. Entretanto, verificaram diferenças no comprimento médio do pistilo entre os diferentes estádios fenológicos desta cultivar, sendo que os maiores valores foram obtidos no estágio de ponta verde e botão rosado. Este padrão de crescimento do pistilo, onde a medida que os estádios fenológicos avançaram, o comprimento e peso fresco médio do pistilo aumentaram, é corroborado pelos resultados dos autores citados anteriormente, os quais realizaram estudos sobre biologia floral para espécies frutíferas de clima temperado. As considerações anteriormente descritas sobre a ocorrência de temperatura maiores e menor precipitação pluviométrica em 2004 e 2005, entre os meses de maio a setembro, se comparadas às do ano de 2003, também parece ter influenciado os resultados obtidos neste experimento, uma vez que não houve diferenças no comprimento e na massa fresca média dos pistilos no tratamento “**REG**” comparados ao tratamento “**RNE**”.

Em pessegueiros da cultivar Hakuho, temperaturas de 25 °C e 30 °C durante a pré-floração e floração anteciparam a abertura das flores em 3 e 4 dias, respectivamente, em relação a abertura das flores da planta sob condições naturais de temperatura (KOZAI et al., 2002). Conforme estes autores, sob estas condições de temperaturas, o desenvolvimento morfológico das flores na antese foi baixo, com pistilos de menor tamanho, a 30 °C, e com uma notável redução na frutificação efetiva devido a elevação da temperatura, particularmente acima de 25 °C.

Condições de altas temperaturas, nos diferentes experimentos, causaram uma considerável redução na frutificação efetiva da cultivar de pessegueiro Granada, como relatado para outras cultivares de pessegueiros (KOZAI et al., 2002; EREZ et al., 1998), damasqueiros (RODRIGO e HERRERO, 2002), cerejeiras (BEPPU et al., 1997) e caquizeiros (GEORGE et al., 1994). Segundo Kozai et al. (2002), alguns fatores reprodutivos, como desenvolvimento do pistilo, germinação do pólen, crescimento do tubo polínico e desenvolvimento dos óvulos podem influenciar no processo de fertilização e, conseqüentemente, na frutificação efetiva.

A cultivar de pessegueiro Granada é, particularmente, propensa a irregularidades na produtividade (Maria do Carmo Bassols Raseira, informação

verbal)¹. Contudo, as causas para este comportamento não estão completamente esclarecidas. O mesmo não aconteceu com a frutificação efetiva da cultivar Maciel, que não diferiu entre os tratamentos e frutificou inclusive em 2005, indicando que esta cultivar foi menos influenciada pela ocorrência de maiores temperaturas, em condições de experimento neste período, possivelmente sendo melhor adaptada às condições climáticas de invernos amenos comuns no sul do Rio Grande do Sul. Entretanto, apesar de não ter ocorrido diferenças significativas na frutificação efetiva da cultivar Maciel (Apêndice E), observou-se que, em 2003 (Figura 18a) e 2004 (Figura 18b), os maiores valores de frutificação efetiva ocorreram no tratamento “**REG**”, seguido dos tratamentos “**RNE**” e “**REM**” e, em 2005 (Figura 18c), a frutificação efetiva foi maior no tratamento “**REM**”, diferente do esperado, possivelmente devido à ocorrência de temperaturas maiores e menor precipitação pluviométrica no período de pré-floração, floração e fertilização (Apêndices Q, R, S e T).

Já que não houve redução no comprimento e na massa fresca dos pistilos para cultivar Granada e ainda houve produção de pólen normal, embora em níveis bastante baixos sob condições de altas temperaturas, a ausência ou baixa frutificação efetiva podendo também ser explicada pela redução do período de receptividade do estigma ou abortamento dos óvulos.

Enquanto que em outras espécies a ocorrência de temperaturas maiores na pré-floração é correlacionada negativamente com a frutificação efetiva (BEATTIE e FOLLEY, 1978; JACKSON e HAMER, 1980; JACKSON et al., 1983), o efeito de altas temperaturas na pré-floração, floração e fertilização para pessegueiros, nas condições climáticas do sul do Rio Grande do Sul, não foi previamente explorada. Por outro lado, baixas temperaturas durante a pré-floração têm sido correlacionadas com altas produtividades para pereiras (BROWNING e MILLER, 1992).

Segundo Rodrigo e Herrero (2002), a redução na frutificação efetiva parece estar associada com a proporção de flores anormais com estiletos curtos e ovários pouco desenvolvidos. Anormalidades nas flores, resultando em esterilidade feminina têm sido relatadas em muitas espécies (MEYER, 1966; SEDGLEY, 1990). Pistilos anormalmente pequenos têm sido previamente descritos como uma característica

¹ Discussão realizada com a pesquisadora Dr^a. da Embrapa Clima Temperado em uma das etapas da orientação nas atividades experimentais dos trabalhos de Tese.

variável em diferentes cultivares de damasqueiro (SURANYI, 1976; VITI e MONTELEONE, 1991; GUERRIERO e BARTOLINI, 1995; LAYENE et al., 1996) e a causa para esta falha não é conhecida.

Uma clara correlação entre a ocorrência de altas temperaturas na pré-floração e redução na frutificação efetiva foi mostrada para macieiras (BEATTIE e FOLLEY, 1978; JACKSON e HAMER, 1980). Tem-se discutido que esta correlação pode ser devida a um efeito indireto. Temperaturas maiores, naturalmente ou experimentalmente induzidas, conduzem ao florescimento precoce (SEDGLEY e GRIFFIN, 1989) e, conseqüentemente, trazem o período de floração para uma época em que é comum a ocorrência de geadas, responsáveis pelo congelamento dos tecidos e órgãos das flores.

Temperaturas elevadas na pré-floração e floração de espécies frutíferas de clima temperado não afetam somente a qualidade das flores, mas também o desenvolvimento do saco embrionário (cerejeiras) (BEPPU et al., 2001), período efetivo de polinização e a receptividade do estigma (em damasqueiro) (EGEA e BURGOS, 1992) e a viabilidade dos óvulos (em cerejeiras) (STÖSSER e ANVARI, 1982).

Segundo Beppu et al. (2001), além das temperaturas elevadas influenciarem negativamente no desenvolvimento do saco embrionário e na frutificação efetiva para cerejeiras, também exercem influência no conteúdo endógeno de giberelinas, pois o aumento do nível de giberelinas endógenas, sob altas temperaturas, pode induzir a uma degeneração precoce do saco embrionário após a antese. Entretanto, a redução do nível de giberelinas endógenas nas flores, mantendo as temperaturas baixas pelo sombreamento das plantas ou pela aplicação de inibidores de giberelinas, pode melhorar a frutificação efetiva de cerejeiras nas áreas de cultivo com ocorrência de temperaturas maiores durante a floração (BEPPU e KATAOKA, 2000).

Questões relativas ao desenvolvimento do saco embrionário, ao período efetivo de polinização, a receptividade do estigma e à viabilidade dos óvulos sob condições de altas temperaturas, não foram contemplados no presente estudo, podendo influir na taxa de frutificação efetiva e, possivelmente explicariam os resultados obtidos.

A qualidade das flores parece estar relacionada ao problema aqui tratado sendo um relato constante em diferentes experimentos; não importando a causa

disso, se pela ocorrência de altas temperaturas na pré-floração (ABBOTT, 1971; MILLER et al., 1986; BEPPU et al., 1997), ou por aplicações de nitrogênio no verão (WILLIAMS, 1965) ou pela idade das plantas (ROBBIE e ATKINSON, 1994).

5.5 Conclusões

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos, conclui-se que:

- O ensacamento de ramos com plástico transparente e garrafas de plástico é uma forma simples e econômica de aumentar a temperatura junto aos ramos das plantas, em condições de campo, sendo mais efetivo que o uso de estufas plásticas;
- Condições de temperaturas elevadas na pré-floração antecipam e aceleram a antese das flores das cultivares Granada e Maciel;
- A morfologia das flores, em relação ao comprimento e amassa fresca dos pistilos, não foi influenciada pela elevação da temperatura nas condições experimentais utilizadas;
- Temperaturas elevadas, durante a pré-floração, influenciam negativamente a frutificação efetiva na cultivar de pessegueiro Granada;
- A porcentagem de germinação do pólen *in vitro* é diferente entre cultivares e temperaturas de incubação;
- A viabilidade do pólen das cultivares de pessegueiro testadas (Esmeralda, Granada, Jade e Maciel) pode ser avaliada por germinação *in vitro* em meio de cultura padrão (10% de sacarose + 1% de agar, dissolvidos em água destilada), três horas após a inoculação, com incubação a 24 e 28 °C;
- Há menor porcentagem de grãos-de-pólen normais por antera na cultivar Granada, sob condições de temperaturas superiores a 28 °C.

6 Capítulo 3 – Efeito da temperatura no crescimento e desenvolvimento de frutos das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel

6.1 Introdução

Segundo Barbosa et al. (1989), o crescimento e o desenvolvimento dos frutos do pessegueiro seguem o padrão de uma curva sigmoidal dupla, englobando três estádios distintos. O estágio I, em média, compreende os primeiros 35 dias após a floração, sendo caracterizado pelo rápido crescimento do pericarpo, promovido por uma intensa divisão e multiplicação celular. No estágio II, aproximadamente do 36º ao 49º dia da floração, ocorre a parada de crescimento do pericarpo, e o endocarpo inicia a sua lignificação. Após o 51º dia da floração, inicia-se o estágio III: caracterizado por um intenso e contínuo crescimento do pericarpo, que perdura até a maturação do fruto.

Ressalte-se, no entanto, que após a polinização da flor e a fertilização da oosfera, muitos outros fatores podem estar influenciando na taxa de pegamento, no crescimento, no tamanho (massa) e na qualidade final dos frutos. Nesse processo de crescimento, a temperatura e a precipitação pluviométrica parecem exercer um papel importante na maturação e na qualidade dos frutos. Se ocorrer, por exemplo, queda brusca e contínua na temperatura associada a um déficit hídrico, reduzindo o metabolismo da planta, principalmente durante o estágio II, o ciclo total de crescimento dos frutos pode ser bastante afetado, pois o estágio III somente se inicia após o total endurecimento do caroço. O ciclo de maturação dos frutos do pessegueiro pode também variar consideravelmente, dependendo das características genéticas de cada cultivar. Existem cultivares com ciclos da floração

à maturação, desde 60 até acima de 200 dias. Para esses pessegueiros com diferentes ciclos de maturação, a duração dos estádios I e II pode diferir em cinco a dez dias apenas, porém grande variação pode ser verificada no estágio III, durante o crescimento final da polpa. O fruto maduro é caracterizado por mudanças na coloração, aumento do teor de açúcares, diminuição da acidez, intensificação no aroma e diminuição da firmeza da polpa, que a torna mais suculenta. Essas mudanças físicas, bioquímicas e fisiológicas são facilmente perceptíveis (BARBOSA et al., 1990).

Nas condições climáticas que predominantemente ocorrem no sul do Rio Grande do Sul, não é raro ocorrerem períodos com dias nublados de baixa intensidade luminosa e, conseqüentemente, com temperaturas inferiores às necessárias para uma satisfatória taxa de multiplicação celular (aumento do número de células em função do tempo), os quais geralmente coincidem com o estágio I de crescimento e desenvolvimento dos frutos de pessegueiros. Sendo assim, mesmo para ciclos de cultivo onde o número de frutos nas plantas de pessegueiro, sob as condições descritas anteriormente, é pequeno, esperar-se-ia que o tamanho (massa) final destes frutos fosse maior. Tal fato não se confirmou, provavelmente devido à menor taxa de multiplicação celular que ocorre sob estas condições, limitando o tamanho final dos frutos, apesar de haver um aumento no tamanho das células do pericarpo no estágio III, o qual parece não ser suficiente para compensar o menor número de células e, conseqüentemente, o tamanho (massa) final dos frutos acaba sendo menor que o esperado.

O presente trabalho teve como objetivo investigar o efeito da temperatura durante a fase I de crescimento e desenvolvimento dos frutos nas cultivares de pessegueiro Granada e Maciel.

6.2 Materiais e métodos

O material vegetal utilizado foi constituído de plantas de duas cultivares comerciais de pessegueiro de baixa necessidade de frio: Granada e Maciel (200 a 300 horas) provindos dos campos experimentais e do matrizeiro de *Prunus* da Embrapa Clima Temperado, com alta sanidade e identidade genética.

No início do mês de setembro de 2004, aproximadamente 20 a 30 dias após a floração das cultivares de pessegueiro Granada e Maciel (estádio I do crescimento e desenvolvimento dos frutos), foram coletados frutos de plantas adultas do pomar experimental e do matrizeiro de *Prunus* da Embrapa Clima Temperado. Estes foram identificados da seguinte maneira: frutos de plantas em vasos sob estufa – “**PVE**” (matrizeiro de *Prunus*); frutos de plantas em vasos sob telado (malha de 3cm) – “**PVT**” e frutos de plantas no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”. As plantas nas condições “**PVE**” e “**PVCN**” receberam irrigação.

Foram coletados quatro frutos, sendo um fruto por planta, com diâmetro de aproximadamente 10-20mm, em cada uma das condições acima descritas, para ambas as cultivares estudadas.

Logo após a coleta, os frutos foram colocados em sacos de papel devidamente identificados e imediatamente levados ao laboratório para o preparo das amostras e posterior observação em microscópio óptico.

Dos frutos, foram retiradas amostras que, posteriormente, foram incluídas em resina EPON AB–DMP30, conforme metodologia descrita por Karnovsk (apud DAWES, 1971), adaptada pelo laboratório de Imunologia e Microscopia Eletrônica da Embrapa Clima Temperado (CASTRO, 2001). Após o preparo das amostras, estas foram levadas ao microscópio óptico Olímpus BX51, com sistema de captura de imagens (SPOT Insight – Diagnostic Instruments, Inc), para delimitação de uma área de $7,00\mu\text{m}^2$ (Fig. 31) e posterior contagem do número de células em cada uma das condições anteriormente descritas.

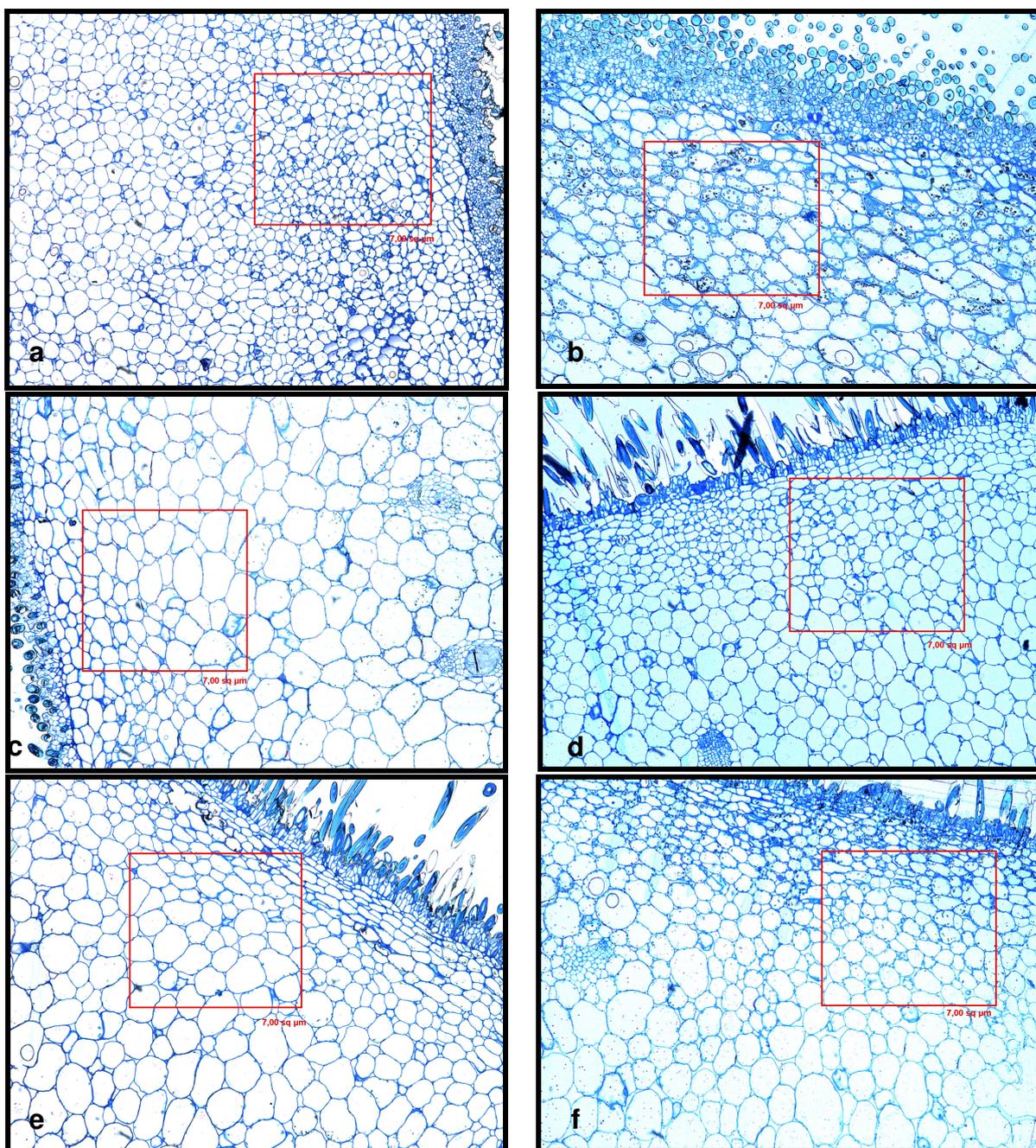


Figura 31 – Imagens de células do pericarpo, das amostras de frutos das cultivares de pessegueiro (a, b e c) Maciel e (d, e e f) Granada, provenientes de plantas em vasos sob estufa – “PVE”, plantas em vasos sob telado (malha de 3cm) – “PVT”, plantas no pomar sob condições naturais – “PPCN” Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

6.3 Resultados e discussão

O maior número médio de células do pericarpo foi observado nas amostras de frutos das plantas em vasos sob estufa – “**PVE**”, para ambas as cultivares de pessegueiro testadas (Fig. 32).

Conforme a hipótese inicialmente proposta verificou-se, através dos dados obtidos, que a multiplicação celular que ocorre intensamente no estágio I do crescimento e desenvolvimento dos frutos em pessegueiro, foi influenciada positivamente pela elevação da temperatura (Fig. 32), uma vez que para as amostras de frutos das plantas em vasos sob estufa – “**PVE**”, com temperaturas 2°C mais elevadas se comparadas às temperaturas das plantas em vasos sob condições naturais – “**PVT**” e plantas no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”, obteve-se maior número médio de células do pericarpo (Fig. 31 e 32).

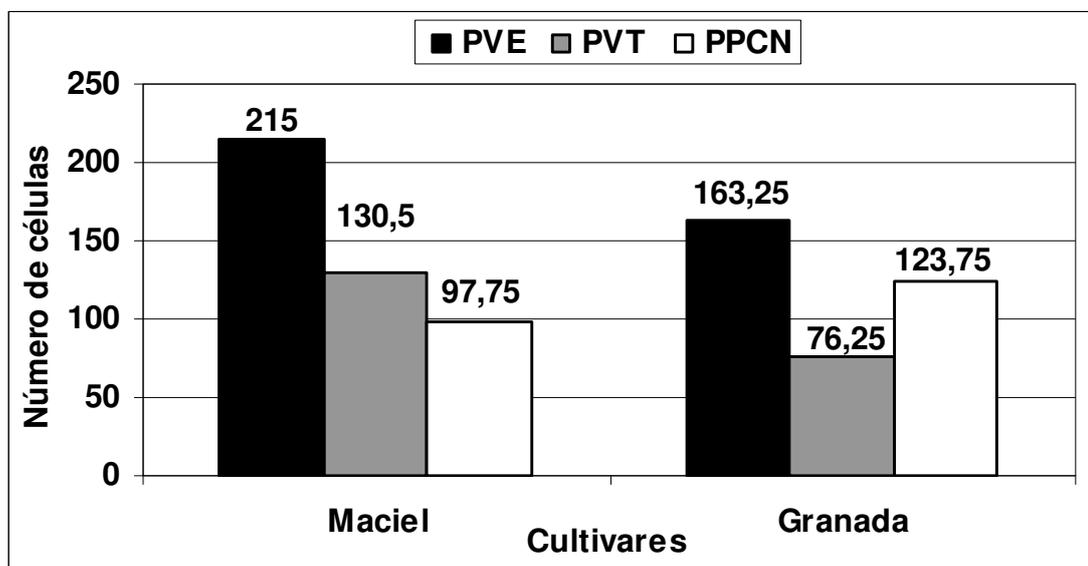


Figura 32 – Número médio de células do pericarpo, de frutos das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, numa área de $7,00\mu\text{m}^2$, provenientes de plantas em vasos sob estufa – “**PVE**”, plantas em vasos sob telado (malha de 3cm) – “**PVT**” e plantas no pomar sob condições naturais – “**PPCN**”. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

De acordo com pesquisas realizadas com pessegueiro, dentre outras espécies, na Califórnia, Estados Unidos (BEN MIMOUN e DEJONG, 2003;

ANDERSON et al., 1986), o ciclo de desenvolvimento dos frutos à maturação está relacionado com a exposição da planta ao calor nos trinta dias após a floração plena. Segundo Wrege et al. 2005, com essa informação, pode-se prever a data de colheita, e assim alertar os produtores sobre quando fazer o raleio dos frutos.

Na grande maioria dos trabalhos encontrados na literatura são relatados os estádios de crescimento e desenvolvimento dos frutos como o melhor índice para correlacionar seu crescimento com a época de raleio ou explicar os resultados obtidos quando o raleio é feito em diferentes épocas (WATERS, 1941; VINCENT, 1958; PROEBSTING, 1962; PEREIRA, 1983).

De acordo com os estudos americanos, se o acúmulo de calor (GDH: '*growing degree hours*' ou graus-hora) é maior, o tempo para formar o fruto é menor e o raleio de frutos deve ser mais intenso, para que os frutos tenham o tamanho desejável.

De certa forma, os resultados apresentados neste estudo podem estar correlacionados com o relato dos autores anteriormente citados, pois conforme Wrege et al. 2005, a temperatura que ocorre no período de 30 dias após a floração plena para pessegueiro influencia no ciclo de desenvolvimento dos frutos até a colheita, de modo que, quanto maior a temperatura, menor o tempo. Assim, se por um lado a temperatura mais alta encurta o período da floração à colheita, podendo ocasionar menor tamanho de frutos, este efeito é compensado pela maior taxa de multiplicação celular no estágio I de crescimento e desenvolvimento dos frutos. Desta forma, o maior número de células do pericarpo formado neste estágio dá o potencial de tamanho dos frutos.

6.4 Considerações

As plantas em vasos sob condições de estufa sofreram a influência de temperaturas mais elevadas do que aquelas em campo ou em telado, durante o estágio I de crescimento e desenvolvimento dos frutos, o que provavelmente teve como consequência a formação de um maior número de células do pericarpo.

Entretanto, o estudo foi preliminar, não possibilitando afirmar, se os resultados obtidos foram consequência somente da ocorrência de temperaturas maiores ou se houve a influência de outros fatores, como por exemplo, idade das

plantas, diferenças de volume de substrato e disponibilidade hídrica, visto que as plantas nas condições “**PVE**” e “**PVCN**” foram irrigadas e as plantas na condição “**PPCN**” não foram.

7 Discussões gerais

Os resultados aqui apresentados podem ser a base para novos estudos e ajudam a entender, em parte, o problema da falta de consistência de produção na cultivar Granada na medida em que se compara o efeito das altas temperaturas na diferenciação de gemas, sobre a pré-floração, floração e subsequente frutificação efetiva.

São necessários novos trabalhos com plantas em vasos sob condições controladas de temperatura, maior número de cultivares e repetições para tentar elucidar se o avanço dos estádios de diferenciação das gemas é influenciado por temperaturas altas, uma vez que durante o período de condução do experimento, os resultados podem ter sido mascarados pela ocorrência de temperaturas tão altas no tratamento com planta em condição de pomar quanto na planta sob estufa plástica, e, assim, não foram observadas diferenças no avanço destes estádios entre os tratamentos.

Com relação aos estudos sobre a biologia e morfologia reprodutiva destas cultivares de pessegueiro, durante a pré-floração e floração, questões relativas a desenvolvimento do saco embrionário, período efetivo de polinização, receptividade do estigma, viabilidade dos óvulos e balanço hormonal sob condições de altas temperaturas, os quais influem sobre a taxa de frutificação efetiva, e possivelmente explicariam os resultados obtidos, deverão ser contemplados em novas pesquisas. O desenvolvimento do pistilo parece não ser um bom indicativo da instabilidade produtiva, uma vez que a frutificação efetiva da cultivar Granada foi influenciada negativamente por altas temperaturas nos tratamentos que objetivaram a sua elevação junto às plantas no pomar, porém o comprimento e peso do pistilo não diferiram. Convém salientar que a frutificação efetiva da cultivar Granada decresceu entre os anos de experimentação independente dos tratamentos, ou seja, a

frutificação efetiva desta cultivar, sob condições naturais, foi maior em 2003 comparado a 2004, sendo que em 2005 não houve formação de frutos, provavelmente devido à elevação da temperatura e a redução na disponibilidade hídrica que ocorreu neste período. A utilização de outras metodologias, como por exemplo, a utilização de plantas em vasos proveniente da enxertia de ramos, sob condições controladas podem ser interessantes em futuros estudos já que possibilitam o controle da temperatura.

Sobre o crescimento e desenvolvimento dos frutos, o número de células do pericarpo no estágio I, parece ser bom parâmetro para relacionar a temperatura com o tamanho final dos frutos neste período, havendo a necessidade de novos ensaios com maior número de repetições para confirmar esta hipótese. O número de células formadas daria o potencial de tamanho dos frutos.

O conhecimento limitado das características fisiológicas prevalentes nos pessegueiros em países com condições de clima subtropical-tropical se justifica talvez por serem as pesquisas com essa espécie ainda relativamente escassas e recentes. Entre esses países, destacam-se, principalmente, Brasil, México, Israel e África do Sul, onde os conhecimentos científicos acumulados não devem ultrapassar cinco décadas.

8 Conclusões gerais

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos, conclui-se que:

- Temperaturas elevadas têm influência negativa na frutificação efetiva da cultivar Granada e não têm o mesmo efeito sobre a cultivar Maciel;
- A cultivar Granada tem sensibilidade maior a temperaturas elevadas;
- A formação de grãos-de-pólen normais por antera é reduzida na cultivar Granada, sob condições de altas temperaturas;
- O comprimento e peso do pistilo não são bons indicativos dos efeitos de altas temperaturas sobre a falta de regularidade de produção da cultivar Granada.

Referências

ABBOTT, D.L. Physiology and fruit set apple. Effect of spring temperature. **Annual Report, Long Ashton Research Station**, Long Ashton-England, p. 30-31, 1971.

ABBOTT, D.L. The effect of four controlled winter temperatures in the flowering and fruiting of the apple. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent-England, v. 37, p. 272-284, 1962.

ANDERSON, J.L., RICHARDSON, E.A., KESNER, C.D. Validation of chill unit and flower bud phenology models for 'Montmorency' sour cherry. **Acta Horticulturae**, The Hague-Holland, v.184, p.71-78, 1986.

ATKINSON, C. J., TAYLOR, L., TAYLOR, J. M., LUCAS, A. S. Temperature and irrigation effects on the cropping, development and quality of 'Cox's Orange Pippin' and 'Queen Cox' apples. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 75, p., 59-81, 1998.

BAGGLIOLINI, M.; CHELLER, H.C. Les stades reperès dans végétation du blé. **Revue Suisse De Viticulture D'arboriculture et D'horticulure**, Lausanne-Sweden, v. 3, p. 17-28, 1954.

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M. **Comportamento vegetativo e reprodutivo do pessegueiro IAC Tropical**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1989. (Boletim científico).

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; SAMPAIO, V.R.; BANDEL, G. **Ecofisiologia do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do pessegueiro em região subtropical**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1990. 37p. (Documentos IAC, 17).

BARBOSA, W.; OJIMA, M.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; RIGITANO, O.; MARTINS, F.P.; SANTOS, R.R.; CASTRO, J.L. **Melhoramento do pessegueiro para regiões de clima subtropical temperado: realizações do Instituto Agrônômico no período de 1950 a 1990**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997, 22p (Documentos IAC, 52).

BARBOSA, W.; TOMBOLATO, A.F.C.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; RIGITANO, O.; MARTINS, F.P. **Conservação de sementes de pêsego para produção de porta-enxerto**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1986. 12p. (Boletim técnico, 104).

BASSOLS, M.C.M. **Frutificação efetiva, germinação do pólen e número de grãos-de-pólen por antera em pessegueiro**. Pelotas, EMBRAPA. Comunicado Técnico. n. 2, 1980. 3p.

BEATTIE, B.B., FOLLEY, R.R.W. Production variability in apple crops. II. The long-term behavior of the English crop. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 8, p., 325-332, 1978.

BEN MIMOUN, M. e DEJONG, T.M. Using the relation between growing degree hours and harvest date to estimate run-times for peach: a tree growth and yield simulation model. 2003. Disponível em: www.rics.ucdavis.edu/harvest/harveststation.php

BEPPU, K., KATAOKA, I. Artificial shading reduces the occurrence of double pistils in 'Satohnishiki' sweet cherry. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 83, p., 241-247, 2000.

BEPPU, K.; OKAMOTO, S.; SUGIYAMA, A.; KATAOKA, I. Effects of temperature on flower development and fruit set of 'Satohnishiki' sweet cherry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon-VA, v. 122, n. 4, p. 707-712, 1997.

BEPPU, K.; SASAKI, N.; KATAOKA, I. Effects of summer temperature on pistil doubling of sweet cherry. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo-Japan, v. 65, n. 1, p. 156-157, 1996 (in Japanese).

BEPPU, K.; SUEHARA, T.; KATAOKA, I. Embryo sac development and fruit set of 'Satohnishiki' sweet cherry affected by temperature, GA₃ and paclobutrazol. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo-Japan, v. 70, n. 2, p. 157-162, 2001.

BROWNING, G.; MILLER, J.M. The association of year-to-year variation in average yield of pear cv. Conference in England with weather variables. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent-England, v. 67, p. 593-599, 1992.

BURGOS, L.; EGEE, J.; DICENTA, F. Effective pollination period in apricot (*Prunus armeniaca*, L.) cultivars. **Annals Applied Biology**, Cambridge-England, v. 119, p. 533-539, 1991.

BYRNE, D.H.; BACON, T.A. Founding clones of low-chill fresh marked peach germoplasma. **Fruit Variety Journal**, v.53, n.3, p.162-171, 1999.

CARVALHO, T.C.P. **Comportamento de algumas cultivares de ameixeira japonesa (*Prunus salicina*) quanto à polinização no Rio Grande do Sul, Brasil.** 1989. 73f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CASTRO, L.A.S.de. **Processamento de amostras para microscopia eletrônica de varredura.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 37p. – (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 93).

CEROVIC, R.; RUZIC, R. Senescence of ovules at different temperatures and their effect on the behavior of pollen tubes in sour cherry. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 51, p., 321-327, 1992.

CHAPMAN, P.J.; CATLIN, G.A. **Growth stages in fruit trees:** from dormant to fruit set. Geneva: New York's food and life sciences bulletin: Annual Report. New York State Agricultural Experiment Station, February, 1976. n. 58. 11p.

CITADIN, I. **Necessidade de frio, herdabilidade da necessidade de calor e marcadores bioquímicos relacionados com o final de endodormência em pessegueiro.** 2001. 76f. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

COUTO, M.; RASEIRA, M. C. B. Efeito de altas temperaturas na pré-floração, floração e frutificação efetiva nas cultivares de pessegueiro Granada e Maciel. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2004, Florianópolis. **CDROM do...** Florianópolis: SBF, 2004.

CRANE, J.C. The role of hormones in fruit set and development. **HortScience**, Alexandria-VA, v. 4, n. 2, p. 108-111, 1969.

DAWES, C.J. **Biological Techniques in Electron Microscopy.** New York: Barnes & Noble, Florida, 1971. 193p.

EGEA, J.; BURGOS, L. Double kernelled fruits in almond (*Prunus dulcis* Mill.) as related to pre-blossom temperatures. **Annals Applied Biology**, Cambridge-England, v. 126, p. 163-168, 1995.

EGEA, J.; BURGOS, L.; GARCIA, J.E.; EGEA, L. Stigma receptivity and style performance in several apricot cultivars. **Annals Applied Biology**, Cambridge-England, v. 66, n. 2, p. 19-25, 1991.

EGEA, J., BURGOS, L. Effective pollination period as related to stigma receptivity in apricot. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 52, p.77-83, April 1992.

EREZ, A., YABLOWITZ, Z., KORCINSKI, R. Greenhouse peach growing. **Acta Horticulturae**, The Hague-Holland, v. 465, p. 593-600, 1998.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes.** São Paulo, Edgard Blücher, 1986. 293p.

FRANZON, R. C. **Caracterização de mirtáceas nativas do sul do Brasil**. 2004. 114f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

FURUKAWA, Y.; BUKOVAC, M.J. Embryo sac development in sour cherry during the pollination period as related to fruit set. **HortScience**, Alexandria-VA, v.24, p. 1005-1008, 1989.

GEORGE, A.P.; NISSEN, R.J.; COLLINS, R.J. Effects of temperature and pollination on growth, flowering and fruit set of the non-astringent persimmon cultivar 'Fuyu' under controlled temperatures. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent-England, v. 69, n. 2, p. 225-230, 1994.

GOURLEY, J.H.; HOWLETT, F.S. **Modern fruit production**. New York, MacMillan, 1949.

GREULACH, V.A. **Plant function and structure**. New York, MacMillan, 1973. 575p.

GUERRERO-PRIETO, V.M.; VASILAKAKIS, M.D.; LOMBARD, P.B. Factors controlling fruit set of 'Napoleon' sweet cherry in western Oregon. **HortScience**, Alexandria-VA, v. 20, p. 913-914, 1985.

GUERRIERO, R.; BARTOLINI, S. Flower biology in apricot: main aspects and problems. **Acta Horticultural**, The Hague-Holland, v. 384, p. 261-272, 1995.

HALL, G.C.; FARMER JR., R.E. *In vitro* germination of black walnut pollen. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa-Canada, v.49, p.799-802. 1971.

HANSCHÉ, P.E. Heritability of fruit quality traits in peach and nectarine breeding stocks dwarfed by the dw gene. **HortScience**, Alexandria-VA, v. 21, n. 5, p. 1193-1195, 1986.

HANSCHÉ, P.E.; HESSE, C.O.; BERES, V. Estimate of genetic and environmental effects on several traits in peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon-VA, v. 97, n. 1, p. 9-12, 1972.

HEDRICK, U.P. **The peaches of New York**. New York, J.B. Lyon, 1916. 541p.

JACKSON, J.E.; HAMER, P.J.C. The causes of year-to-year variation in the average yield of Cox's Orange Pippin apple in England. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent-England, v. 55, p. 149-156, 1980.

JACKSON, J.E.; HAMER, P.J.C.; WICKENDEN, M.F. Effects of early spring temperatures on the set of fruits of Cox's Orange Pippin apple and year-to-year variations in its yields. **Acta Horticulturae**, The Hague-Holland, v. 139, p. 75-82, 1983.

JEFFRIES, C.F.; BRAIN, P.; STOTT, K.G.; BELCHER, A. R. Experimental system and mathematical model for studying temperatures effects on pollen-tube growth and fertilization in plum. **Plant and Cell Environment**, Oxford-England, v. 5, p. 231-236, 1982.

JRAIDI, B. **Contribution a l'étude de l'adaptation varietale du pêcher aux conditions de milieu**: anomalies florales et réceptivité des ovules. 1983. 169f. Tèse (Douteur) - Université Paris, Paris.

KENDRICK, R.E.; FLANKLAND, B. **Fitocromo e crescimento vegetal**. São Paulo, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, 1981. 76p.

KNOWLTON, H.E. The relative abundance of pollen production by varieties of apples. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, Geneva-NY, v. 32, p. 7-9, 1935.

KOZAI, N.; BEPPU, K.; KATAOKA, I. Adverse effects of high temperature on the development of reproductive organs in 'Hakuho' peach trees. In: REPORTS OF THE FIRST INTERNATIONAL WORKSHOP ON PRODUCTION TECHNOLOGIES FOR LOW-CHILL TEMPERATE FRUITS, 1. 2002, Chiang Mai. **Reports...** Chiang Mai: TRFRPF, 2002. p. 212-220.

LAYENE, R.E.C.; BAILEY, C.H.; HOUGH, L.F. Apricots. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Eds.), **Fruit Breeding Vol. I, Tree and Tropical Fruits**. Yeley, New York, p. 79-111, 1996.

LILLELAND, O. Growth study of peach fruit. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva-NY, v. 29, p. 8-13, 1932.

LOUPASSAKI, M.; VASILAKAKIS, M.; ANDROULAKIS, I. Effect of pre-incubation humidity and temperature treatment on the *in vitro* germination of avocado pollen grains. **Euphytica; Netherlands Journal of Plant Breeding**, Wageningen, v.94, p.247-251. 1997.

MARCELLÁN, O.N.; CAMADRO, E.L. The viability of asparagus pollen after storage at low temperatures. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, 67, p.101-104. 1996.

MARENAUD, C.; SAUNIER, R. Action des virus de type ILAR sur le pollen de l'espèce *Prunus persica*. **Annuel Amélioration Plantes**, v. 24, n. 2, p. 169-184, 1974.

MARODIN, G.A.B.; SARTORI, I. A. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTAS DE CAROÇO, 1., 2000, Porto Alegre. **Anais do...** Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.7-16.

MARTINEZ-TELLEZ, J.J. **Contribution à l'étude de la biologie floral et de la fécondation des Prunus notamment chez le pêcher (*P. persica* L. Batsch)** 1981. 156p. Tèse (Docteur) - Université Bordeaux II, Bordeaux.

MEDEIROS, A.R.M. Efeito da temperatura controlada na germinação dos grãos-de-pólen e crescimento do tubo polínico em pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais do...** Pelotas: SBF, 1979. p. 407-416.

MELLENTHIN, W.N.; WANG, C.Y.; WANG, S.Y. Influence of temp on pollen tube growth and initial fruit development in d'Anjou pear. **HortScience**, Alexandria-VA, v. 7, n. 6, p. 557-559, 1972.

MEYER, V.G. Flower abnormalities. **Botany Review**, v. 32, p. 165-218. 1966.

MILLER, J.M.; HIPPISS, N.A.; PRINJA, J.; BLAKE, P.S.; TAYLOR, D.R.; COSTA, J.; WICKENDEN, M.F.; SPENCER, J.E.; WEBSTER, A.D.; JOHNSON, D.S.; JACKSON, J.E.; BROWNING, G.; MAKENZIE, K.A.D.; QUILAN J.D.; FAIRALL, G.B.N.; MARCHESE, A.J. Improvement of the performance and productivity of fruit plants. **Annual Report East Malling Research Station**, Maid stone-England, p. 113-115, 1987.

MILLER, J.M.; WICKENDEN, M.F.; JACKSON, J.E. Effect pre-blossom temperature on Cox yield. **Annual Report East Malling Research Station**, Maidstone-England, p. 157-158, 1986.

MONET, T. **Le pêcher: génétique et physiologie**. Paris, INRA et Masson, 1983. 133p.

MONET, T.; BASTARD, Y. Les mecanismes de la floraison chez le pêcher. **Bulletin Technical Information**, v. 248, p. 173-176, 1970.

MONET, T.; BASTARD, Y. Initiation florale et phenomènes de le dormance chez le pêcher. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Academie des Sciences**, Paris, v. 268, p. 1931-1933, 1969.

MONET, T.; BASTARD, Y. **Morphologie végétale, morfogenès et croissance des abauches chez le pêcher** (*Prunus persica* L. Batsch). Paris, Centre Recherche Académie Science, 1968. 266p.

NYOMORA, A.M.S.; BROWN, P.H.; PINNEY, K.; POLITO, V.S. Foliar application of bore to almond trees affects by pollen quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon-VA, v. 125, p. 265-270, 2000.

OBERLE, G.D.; GOERTZEN, K.L. A method for evaluating pollen production of fruits varieties. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Geneva-NY, v. 59, p. 263-265, 1952.

OJIMA, M.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; RIGITANO, O.; TOMBOLATO, A.F.C.; BARBOSA, W. Melhoramento da nectarina em São Paulo. I. Cruzamento de 1970: seleção nas gerações F1 e F2. **Bragantia**, Campinas, v. 42, p. 1-14, 1983.

PASQUAL, M.; PETRI, J.L. **Compatibilidade de pólen entre diversas cultivares de macieira**. Florianópolis, EMPASC, 1983 (Comunicado técnico n° 38).

PHILP, G.L. Abnormality in sweet cherry blossoms and fruit. **Botany Gazette**. v. 94, p. 815-820, 1933.

PEREIRA, J.F.M. **Curvas de crescimento, época de raleio e previsão do tamanho final do fruto em três cultivares de pessegueiro**. 1983. 40f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

POSTWEILER, K.; STÖSSER, R.; ANVARI, S.F. The effect of different temperatures on the viability of ovules in cherries. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 25, p.235-239, 1985.

POWELL, L.E.; PRATTI, C. Growth promoting substances in the developing fruit of peach (*Prunus persica* L. Batsch). **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent-England, v. 41, p. 331-348, 1966.

PROEBSTING, E.L. Jr. Factors influencing the relationship of harvest diameter to reference date diameter of 'Elberta' peaches. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Geneva-NY, v. 80, p. 154-162, 1962.

RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Cultivares: Descrição e Recomendação. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998, 350p.

RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Cultivares: Descrição e Recomendação. In: RASEIRA, M.C.B.; CENTELLAS-QEZADA, A. **Pêssego. Produção**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, 2003, 162p.

REMY, P. Contribution à l'étude du pollen des arbres fruitiers à noyau, genre *Prunus*. **Annales de L'amélioration des Plantes**, Paris-Franca, v. 3, p.351-388, 1953.

RIGITANO, O. **A cultura do pessegueiro**. Rio de Janeiro, Ministério de Agricultura, Serviço de Documentação, 1945. 114p.

ROBBIE, F. A.; ATKINSON, C. J. Wood and tree age as a factor influencing the ability of apple flowers to set fruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent-England, v. 69, p. 609-623, 1994.

RODRIGO, J.; HERRERO, M. Effects pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 92, p.193-197, May 2002.

ROSELL, P.; HERRERO, M.; GALÁN SAÚCO, V. Pollen germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *In vivo* characterization and optimization of *in vitro* germination. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, 81, p.251-265. 1999.

SACHS, S. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas, CNPFT/EMBRAPA, 1984. 156p. (Circular técnica, 10).

SANZOL, J.; HERRERO, M. The "effective pollination period" in fruit trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 90, p. 1-17, 2001.

SCORZA, R.; SHERMAN, W.B. Peaches. In: JANICK, J., MOORE, J.N. **Fruit Breeding: Tree and Tropical fruits (volume I)**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996, p.325-440.

SEARLE, N.E. Physiology of flowering. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto-CA, v. 16, p. 97-118, 1965.

SEDGLEY, M. Flowering of deciduous perennial fruit crop. **Horticultural Review**, v. 12, p. 223-264, 1990.

SEDGLEY, M.; GRIFFIN, A.R. Sexual reproduction of tree crops. **Academics Press**, London, 1989.

SHERMAN, W.B.; RODRIGUEZ, C.P.; LYRENE, P.M.; SHARPE, R.H. Low-chill peach and nectarine breeding at the University of Florida. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Tallahassee-FL, v.109, p.222-223, 1996.

STANLEY, R.G.; LINSKENS, H.F. **Pollen biochemistry management**. Heidelberg, Berlin: 1974. 307p.

STÖSSER, R.; ANVARI, S.F. On the senescence of ovules in cherries. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, 59, p.207-214, 1982.

SURANYI, D. Differentiation of self-fertility and self-sterility in *Prunus* by stamen number/pistil length ratio. **HortScience**, Alexandria-VA, v. 11, p. 406-407, 1976.

TOMBESI, A. Tipiche variazioni della struttura dell'apice di pesco dallo stadio indifferenziato a quello riproduttivo. **Rivista Della Ortoflorofrutticoltura Italiana**, Florence-Italia, v. 49, p. 401-421, 1965.

TOMBOLATO, A.F.C. **Étude de l'influence de facteurs agissant sur le développement de l'embryon du pêcher (*Prunus persica* L. Batsch) "in situ" et "in vitro" jusqu'à l'obtention de la jeune plante**. 1984. 190p. Tèse (Docteur) - Université de Bordeaux II, Bordeaux.

THOMPSON, A.H.; BATJER, L.P. The effect of boron in the germinating medium on pollen germination and pollen tube growth for several deciduous tree fruits. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Geneva-NY, v.56, p.227-230. 1950.

TROMP, J. The effect of four early spring temperature regimes on apple fruit set, tree growth K end Ca level in fruits **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 30, p. 109-116. 1986.

TROMP, J.; BORSBOOM, O. The effect of autumn and spring temperature on fruit set on the effective pollination period in apple and pear. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland, v. 60, p. 23-30. 1994.

TUITE, J. Use the spencer hemacytometer. In: TUIT, J. **Plant pathological methods fungi and bacteria**. Printed Burgess: Publishing Company, USA, 1969. p. 182-185.

TUCKER, L.R. Notes on sweet cherry doubling. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Geneva-NY, v. 32, p. 300-302, 1934.

VINCENT, A.E. Thinning of canning apricots and peaches. **Agricultural Gazette of New South Wales**, Sydney-Australia, v. 69, p. 549-551, 1958.

VITI, R.; MONTELEONE, P. Observation on flower bud growth in some low yield varieties of apricot. **Acta Horticulturae**, The Hague-Holland, v. 293, p. 319-326, 1991.

WATERS, E.F. Thinning of fruit trees will ensure all-round crop. **Orchard New Zealand**, v. 14, n. 11, p. 1-2, 1941.

WESTWOOD, M.N. **Temperate-zone pomology**. San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1978. 428p.

WILLIAMS, R.R. Factor's affecting pollination in fruit trees. In: LUCKWILL, L.C. & CUTTING, C.V., eds. **Physiology of tree crops**. London, Academic Press, p. 193-207, 1970.

WILLIAMS, R.R. The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 40, p. 31-41, 1965.

WREGGE, 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: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2005, Campinas. **CDROM do...** Campinas: SBA, 2005.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST – Sistema de Análise Estatística para microcomputadores**. Pelotas. UFPel, 1984. 75p.

Apêndices

APÊNDICE A

Tabela 1A – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável estágio de diferenciação das gemas, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Estádio de diferenciação das gemas	
		Maciel	Granada
Tratamentos	1	0,0007879 ^{ns}	0,00000005413 ^{ns}
Resíduo	40	0,005463	0,0068
Média geral	-	6,10	5,83
CV (%)	-	8,7903	9,9329

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE B

Tabela 1B – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável germinação de pólen *in vitro*, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada (teste 1). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios
		Germinação de pólen <i>in vitro</i>
Cultivar (A)	1	0,1826 **
Temperatura de incubação (B)	2	0,0531 **
A x B	2	0,003632 ^{ns}
Resíduo	30	0,005955
Média geral (%)	-	77,94
CV (%)	-	7,0764

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE C

Tabela 1C – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável germinação de pólen *in vitro*, das cultivares de pessegueiro Esmeralda, Granada, Jade e Maciel nos anos de 2004 e 2005 (testes 2 e 3, respectivamente). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Germinação de pólen <i>in vitro</i>	
		2004	2005
Cultivar (A)	3	0,4909 **	0,1093 **
Temperatura de incubação (B)	3	0,2602 **	0,2632 **
A x B	9	0,009911 **	0,0231 **
Resíduo	80	0,002961	0,0071
Média geral (%)	-	63,16	19,65
CV (%)	-	5,8784	19,0143

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE D

Tabela 1D – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável comprimento do pistilo, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios					
		Comprimento do pistilo					
		Maciel			Granada		
		2003	2004	2005	2003	2004	2005
Tratamentos	2	0,0339 ^{ns}	0,0059 ^{ns}	0,0052 ^{ns}	0,0110 ^{ns}	0,0028 ^{ns}	0,0173 ^{ns}
Resíduo	33	0,0514	0,0049	0,0154	0,0419	0,0025	0,0131
Média geral (cm)	-	1,5888	1,5931	1,5014	1,4306	1,5914	1,0839
CV (%)	-	14,2719	4,3808	8,2773	14,3029	3,1341	10,5703

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE E

Tabela 1E – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável frutificação efetiva (%), das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios					
		Frutificação efetiva					
		Maciel			Granada		
		2003	2004	2005	2003	2004	2005
Tratamentos	2	0,0769 ^{ns}	0,0578 ^{ns}	0,1539 ^{ns}	0,4351 ^{**}	0,3664 ^{**}	-
Resíduo	45	0,0438	0,0319	0,0611	0,0629	0,0260	-
Média geral (%)	-	29,97	12,54	11,82	17,31	5,67	-
CV (%)	-	37,6772	55,7644	93,4927	72,4243	109,944	-

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE F

Tabela 1F – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável número de grãos-de-pólen totais por antera, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Número de grãos-de-pólen totais/antera	
		Maciel	Granada
Tratamentos	2	61,7149 ^{ns}	15,2291 ^{ns}
Resíduo	15	25,0901	33,2662
Média geral	-	160,0	100,0
CV (%)	-	43,3954	68,1690

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE G

Tabela 1G – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável porcentagem de grãos-de-pólen normais por antera, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Porcentagem de grãos-de-pólen normais/antera	
		Maciel	Granada
Tratamentos	2	0,0437 ^{ns}	1,3076 *
Resíduo	15	0,2338	0,3480
Média geral (%)	-	32,32	40,61
CV (%)	-	91,8399	91,9134

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE H

Tabela 1H – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável comprimento do pistilo, da cultivar de pessegueiro Granada, em 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Comprimento do pistilo	
		2004	2005
Tratamentos	5	0,0195 ^{ns}	0,1518 **
Resíduo	18-42	0,0074	0,0174
Média geral (cm)	-	1,5271	1,2369
CV (%)	-	5,6411	10,6746

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE I

Tabela 1I – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável peso fresco do pistilo, da cultivar de pessegueiro Granada, em 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Comprimento do pistilo	
		2004	2005
Tratamentos	5	2,7270 ^{ns}	3,3197 ^{ns}
Resíduo	18-42	6,4928	1,4856
Média geral (mg)	-	7,3646	5,4892
CV (%)	-	34,5993	22,2049

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE J

Tabela 1J – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável frutificação efetiva, da cultivar de pessegueiro Granada, em 2004. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios
		Frutificação efetiva
Tratamentos	5	0,0271 ^{ns}
Resíduo	18	0,0380
Média geral (%)	-	4,72
CV (%)	-	153,7108

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE K

Tabela 1K – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável comprimento de pistilo, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios			
		Comprimento do pistilo			
		Maciel		Granada	
		2004	2005	2004	2005
Tratamentos	2	0,0084 ^{ns}	0,0353 ^{ns}	0,0671 ^{ns}	0,2884 ^{**}
Resíduo	15-17	0,0116	0,0223	0,1646	0,0326
Média geral (cm)	-	1,7378	1,6291	1,6794	1,0933
CV (%)	-	6,2090	9,1613	6,2377	16,4988

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE L

Tabela 1L – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável massa fresca do pistilo, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios			
		Peso fresco do pistilo			
		Maciel		Granada	
		2004	2005	2004	2005
Tratamentos	2	105,161 ^{ns}	103,350 [*]	53,6798 ^{ns}	51,040 ^{**}
Resíduo	15-30	114,1534	18,8924	64,6713	5,0400
Média geral (mg)	-	14,7633	11,0295	10,8844	4,8336
CV (%)	-	72,3702	39,4082	73,8839	46,44541

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE M

Tabela 1M – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável frutificação efetiva, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios			
		Peso fresco do pistilo			
		Maciel		Granada	
		2004	2005	2004	2005
Tratamentos	2	0,1012 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,2554 ^{ns}	-
Resíduo	27	0,0946	0,0462	0,0586	-
Média geral (%)	-	26,13	22,38	9,79	-
CV (%)	-	61,3518	47,0363	118,5584	-

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE N

Tabela 1N – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável germinação de pólen *in vitro*, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios
		Germinação de pólen <i>in vitro</i>
Cultivar (A)	1	1,6752 **
Tratamentos (B)	2	0,2246 **
A x B	2	0,0093 ^{ns}
Resíduo	30	0,0053
Média geral (%)	-	17,53
CV (%)	-	19,7409

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE O

Tabela 1O – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável número de grãos-de-pólen totais por antera, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Número de grãos-de-pólen totais/antera	
		Maciel	Granada
Tratamentos	2	133,96 *	54,4872 ^{ns}
Resíduo	15	23,2366	18,0616
Média geral	-	446,67	102,22
CV (%)	-	23,7078	46,8989

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE P

Tabela 1P – Resumo da análise da variação e testes de significância para a variável porcentagem de grãos-de-pólen normais por antera, das cultivares de pessegueiro Maciel e Granada, em 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006

Causas da Variação	GL	Quadrados médios	
		Porcentagem de grãos-de-pólen normais/antera	
		Maciel	Granada
Tratamentos	2	0.9057 **	0.2958 ^{ns}
Resíduo	15	0.0863	0.3951
Média geral (%)	-	59,64	58,89
CV (%)	-	33.4995	68.1815

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

* e ** – significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

APÊNDICE Q

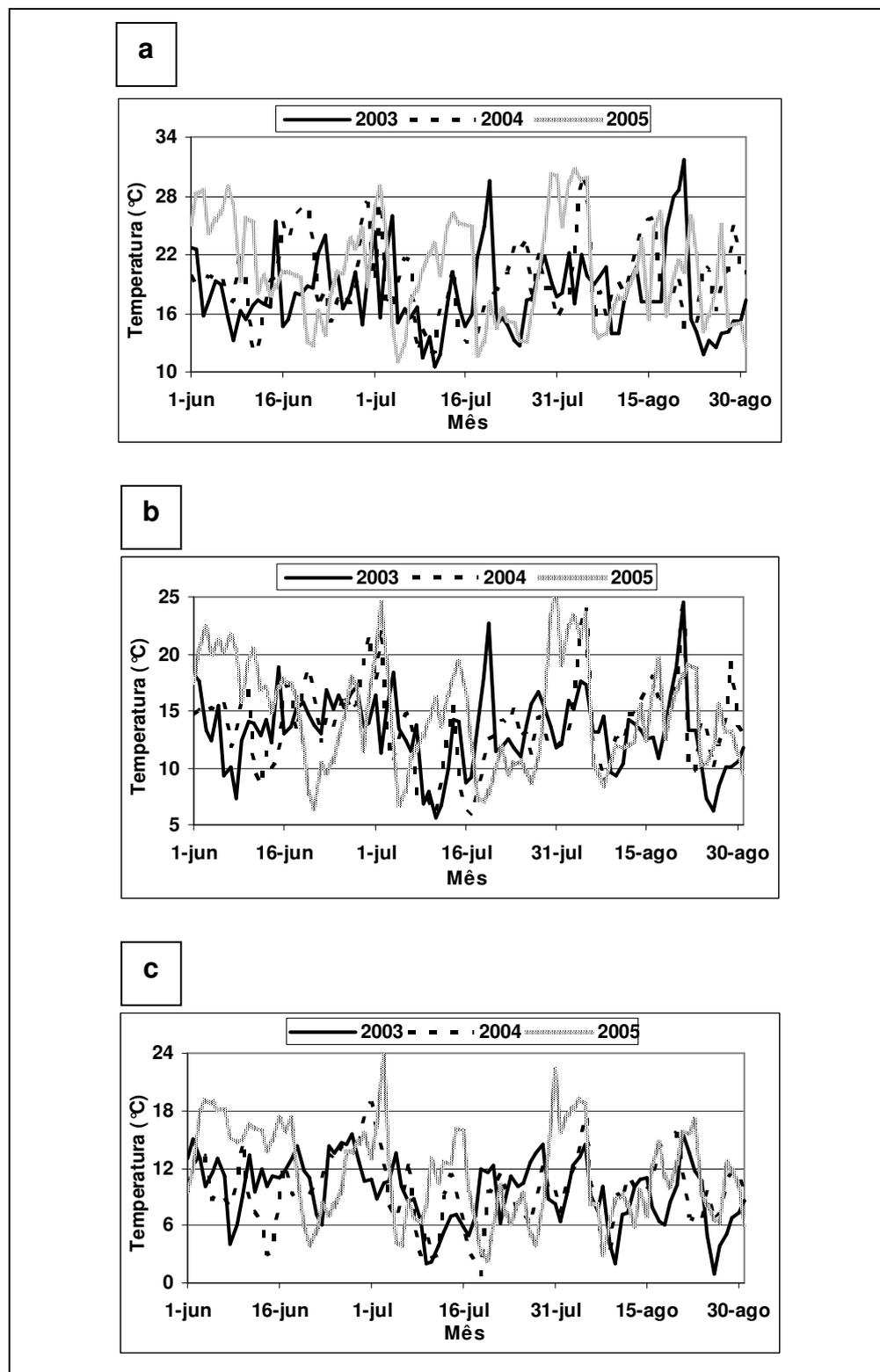


Figura 1Q – Temperaturas: (a) máximas, (b) médias e (c) mínimas diárias (°C), entre os meses de junho a agosto, nos anos de 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

APÊNDICE R

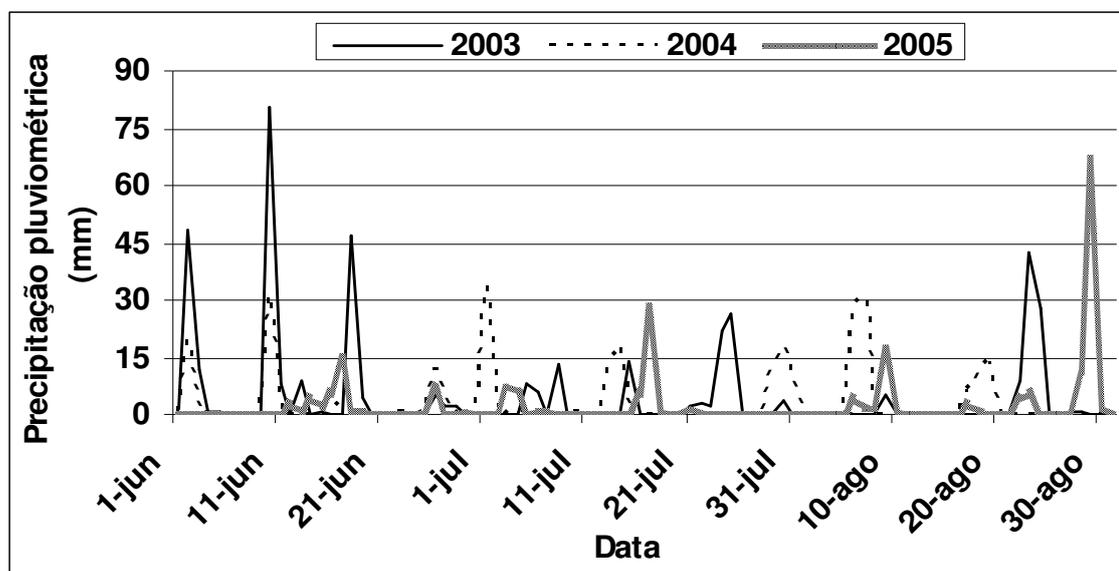


Figura 1R – Precipitação pluviométrica diária (mm), entre os meses de junho a agosto, nos anos de 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

APÊNDICE S

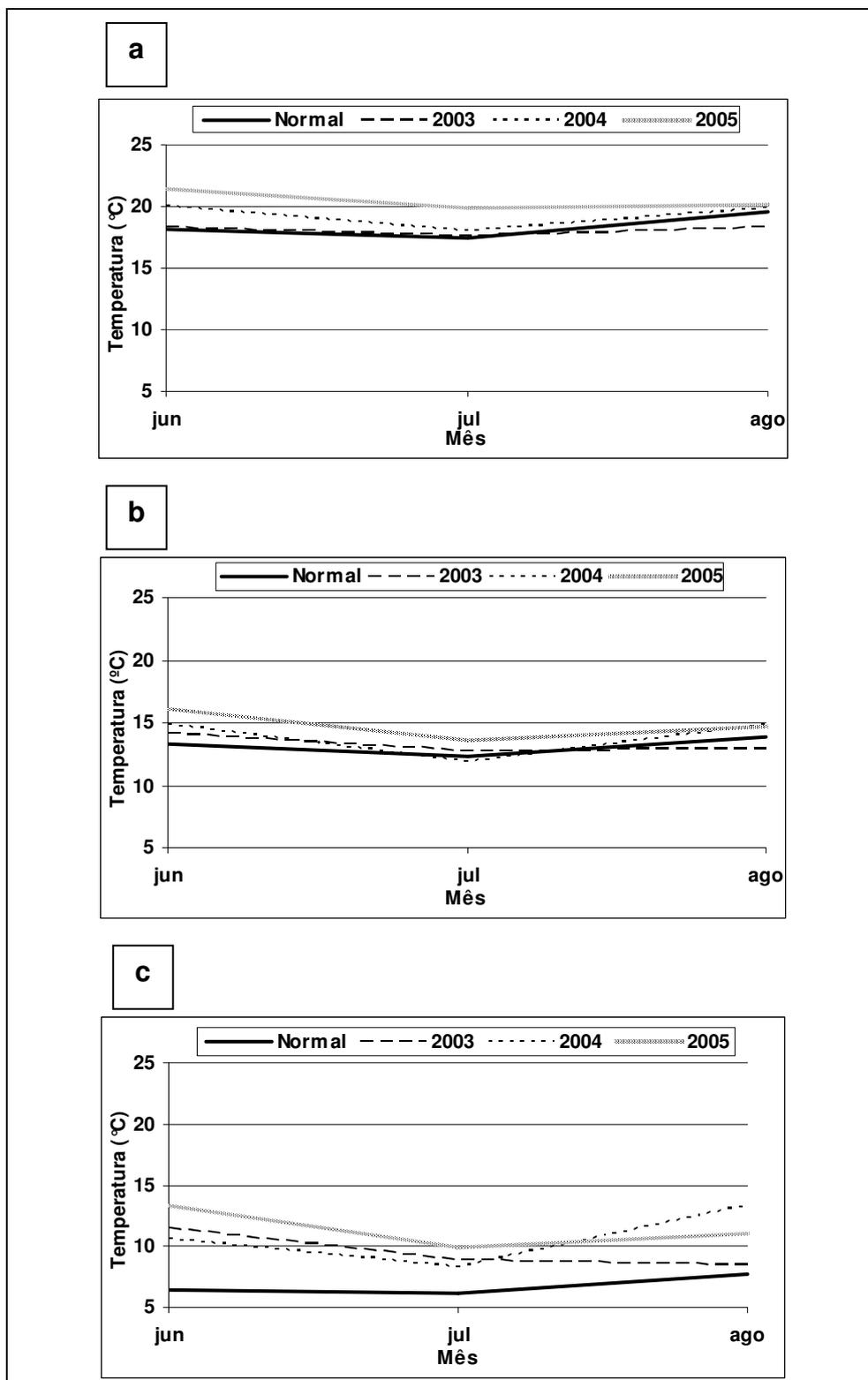


Figura 1S – Temperaturas normais (°C), entre 1984-2005, e média das temperaturas, (a) máximas, (b) médias e (c) mínimas mensais (°C), entre os meses de junho a agosto, em 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.

APÊNDICE T

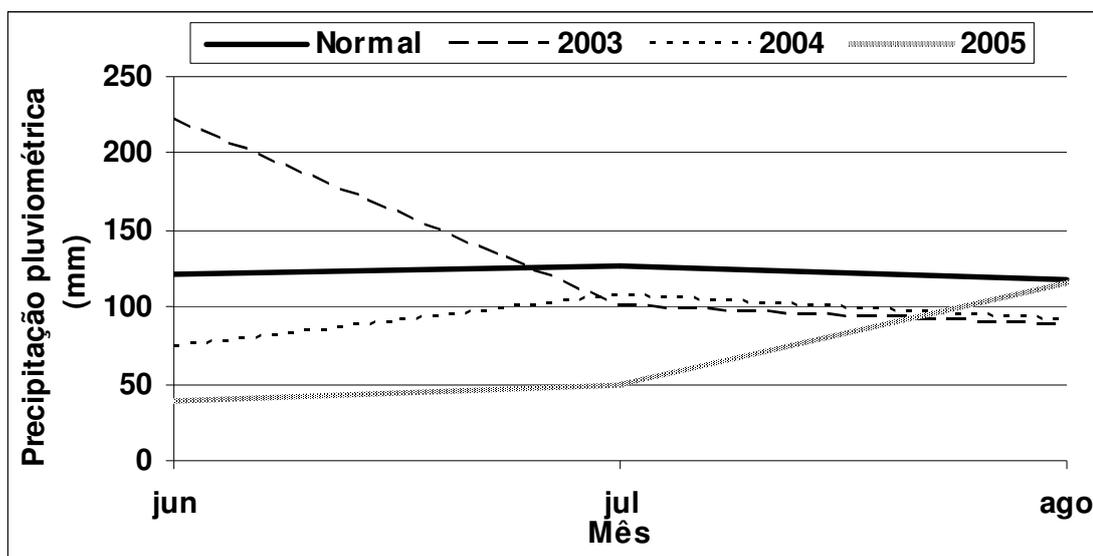


Figura 1T – Precipitação pluviométrica normal (mm), entre 1984-2005, e média da precipitação pluviométrica mensal (mm), entre os meses de junho a agosto, em 2003, 2004 e 2005. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006.