

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DESENVOLVIMENTO FLORAL E FRUTIFICAÇÃO DE PESSEGUEIROS [*Prunus persica* (L.) Batsch] CV. GRANADA, SUBMETIDOS A DISTINTAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DURANTE O PERÍODO DE PRÉ-FLORAÇÃO E FLORAÇÃO

Gilmar Antônio Nava
Engenheiro Agrônomo, Msc. (UFSM)

Tese apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Doutor em Fitotecnia
Área de concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Janeiro de 2007

DEDICATÓRIA

Ao meu filho, Bruno

À minha esposa, Jucimara

Ao meu pai, José

À minha mãe, Neizinha (in memoriam)

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a DEUS pela vida e saúde.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Faculdade de Agronomia, pela oportunidade concedida.

À Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, pela compreensão e concessão da minha liberação parcial nas atividades de ensino, para que eu pudesse terminar a redação da tese.

Ao Centro Nacional de Pesquisa e Inovação Tecnológica, CNPq, pelo fundamental apoio financeiro, através do fornecimento da bolsa de estudos e da taxa de bancada.

À família Bettio, de Charqueadas, RS, em especial a Sra. Neiva, Margarete e João Tura (Zinho), pela amizade, concordância na liberação do pomar e auxílio em todas as etapas da realização dos experimentos.

À minha esposa Mara e ao meu filho Bruno pela compreensão, companheirismo, apoio, carinho e amor concedido em todos os momentos desta caminhada.

À minha mãe, Neizinha (in memoriam) pelos exemplos de vida, humildade, dedicação e amor. Não tenho dúvidas que a Senhora me protegeu e me acompanhou lá de cima em todas as etapas do trabalho.

A toda minha família, especialmente ao meu Pai, José e a todos os meus irmãos e cunhados, pelo acolhimento e apoio em todos os momentos, mesmo estando muitas vezes distantes espacialmente de mim.

Ao professor orientador Gilmar Arduino Bettio Marodin, pela amizade, orientação e ensinamentos.

Ao professor Homero Bergamaschi, pela amizade, ensinamentos e incentivo em todos os momentos da realização do trabalho.

Aos pesquisadores da Embrapa – CPACT, Dr. Flávio Gilberto Herter e Dra. Maria do Carmo Bassols Raseira pela contribuição no trabalho.

Ao professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Idemir Citadin, pelas importantes sugestões para melhoria do trabalho.

Aos professores do Departamento de Horticultura e Silvicultura, Paulo Vitor Dutra de Souza, Sérgio Francisco Schwarz e Otto Carlos Koller, pela amizade e ensinamentos.

Aos professores do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências da UFRGS, Rinaldo Pires dos Santos e Jorge Ernesto Mariath pela amizade, auxílio e concessão da oportunidade e da estrutura do Laboratório de Anatomia Vegetal para a realização de uma importante etapa do trabalho.

Ao meu grande amigo Genei Antônio Dalmago, pesquisador da Embrapa, pelo acolhimento inicial em Porto Alegre, pela amizade e auxílio em todos os momentos do curso.

Aos colegas e ex-colegas do Departamento de Horticultura e Silvicultura, pelo convívio, amizade, companheirismo e apoio.

Ao estudante de Biologia da UFRGS, Rafael Paniz, pela amizade, grande auxílio e dedicação na realização das análises microscópicas no Laboratório de Anatomia Vegetal.

Aos demais colegas do Departamento de Anatomia Vegetal da UFRGS pela amizade, paciência e compreensão nos auxílios.

Aos colegas e amigos do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Flávia, Jefferson, Loana e Lucieta, pela amizade e importante ajuda na realização do trabalho.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que este dia tornasse realidade.

Meu muito obrigado de coração!

DESENVOLVIMENTO FLORAL E FRUTIFICAÇÃO DE PESSEGUEIROS [*Prunus persica* (L.) Batsch] CV. GRANADA, SUBMETIDOS A DISTINTAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DURANTE O PERÍODO DE PRÉ-FLORAÇÃO E FLORAÇÃO¹

Autor: Gilmar Antônio Nava

Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin

Co-orientador: Homero Bergamaschi

RESUMO

Algumas cultivares de pessegueiros, nectarineiras e ameixeiras têm apresentado baixa frutificação e irregularidade de produção, em distintos locais da região Sul. Dentre elas, pode-se citar as cultivares de pessegueiro Granada e Riograndense. A cv. Granada tem sido uma das mais utilizadas na produção de frutos para indústria, sendo também promissora para consumo *in natura*. Mesmo em anos de baixa produção, as plantas desta cultivar apresentam florescimento abundante, e flores de aparência externa normal. Os objetivos deste estudo foram identificar, caracterizar e descrever as principais causas da baixa frutificação e da instabilidade produtiva do pessegueiro 'Granada'. Experimentos com diferentes tratamentos, para simular temperaturas elevadas durante a pré-floração e floração, foram conduzidos a campo, em Charqueadas, na Depressão Central do Rio Grande do Sul. Considerou-se a alta temperatura nestes estádios fenológicos como a principal causa do mau desempenho reprodutivo e produtivo da cultivar. Os resultados evidenciaram que o pessegueiro 'Granada' apresenta, nas condições climáticas desta Região, desenvolvimento inadequado dos óvulos, baixa a média produção e viabilidade do pólen, alta quantidade e percentagem de flores com pistilos morfológicamente normais e baixos níveis de abscisão de gemas florais. Sob temperaturas acima de 25°C, durante a pré-floração e floração, em estufa, a produção de frutos é irrisória a nula. Esta condição promove floração e brotação antecipadas, menor desenvolvimento morfológico e funcional dos óvulos, bem como redução na produção e viabilidade do pólen. A baixa viabilidade do pólen está relacionada com a ocorrência de baixa produção de pólen morfológicamente normal sob elevadas temperaturas na pré-floração e floração. O Cancro de *Fusicoccum (Phomopsis amygdali)* também contribui para o mau desempenho produtivo do pessegueiro 'Granada' na região.

¹ Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (161p.) Janeiro, 2007.

FLORAL DEVELOPMENT AND FRUIT SET OF PEACH TREES [*Prunus persica* L. Batsch] CV. GRANADA, SUBMITTED TO DIFFERENT THERMAL CONDITIONS DURING PRE-FLOWERING AND FLOWERING PERIOD¹

Author: Gilmar Antônio Nava

Advisor: Gilmar Arduino Bettio Marodin

Co-advisor: Homero Bergamaschi

ABSTRACT

Some cultivars of peach, nectarines, and plum have presented low and irregular fruit production in distinct places of Southern Brazil. For instance, it may be mentioned the peach cultivars Granada and Riograndense. Currently, 'Granada' has been one of the most employed cultivars as a fruit producer for industry and it has received eminence as a promising cultivar for *in nature* consumption. Even in low production years, plants of this cultivar have had an abundant blooming, and flowers evidencing a normal morphology. The objectives of this study had been to identify, to characterize and to describe the main causes of low and unstable fruit production in peach 'Granada'. Experiments with different treatments, to simulate high temperatures during the pre-flowering and flowering periods were carried out in Charqueadas, located in the Central Depression of Rio Grande do Sul State, Brazil. It was considered high temperature during those phenological stages as the main cause for low reproductive and productive performance of the cultivar. The results had evidenced that 'Granada' trees presents, in the climatic conditions of the Central Depression of the Rio Grande do Sul, Brazil, inadequate development of ovules, low production and viability of the pollen, high amount and percentage of flowers with morphological normal pistils, and low levels of abscission of floral buds. Under temperatures above to 25°C, during the pre-flowering and flowering periods, in greenhouse, the production of fruits is very low to absent. This condition promotes anticipation of blooming and sprouting, delaying the morphologic and functional development of ovules, and reduction of pollen production and viability. The low pollen's viability is related to the occurrence of low production of morphological normal pollen under high temperatures during pre-flowering and flowering. The Canker of Fusicoccum (*Phomopsis amygdali*) also contributes for low productive performance of 'Granada' peach in the region.

¹ Doctoral Thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (161p.) January, 2007.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1. Reprodução e produção do pessegueiro.....	05
2.1.1. Desenvolvimento das gemas florais.....	06
2.1.1.1. Fatores que afetam o desenvolvimento das gemas florais.....	06
2.1.2. Estado nutricional e acúmulo de reservas nas plantas.....	08
2.1.3. Dormência das gemas.....	11
2.1.4. Anomalias e abscisão de gemas florais.....	17
2.1.5. Florescimento e frutificação.....	18
2.1.5.1. Biologia floral do pessegueiro.....	18
2.1.5.1.1. Florescimento.....	20
2.1.5.2. Fixação de frutos (frutificação efetiva).....	21
2.1.5.2.1. Grau de fertilidade das plantas.....	25
2.1.5.2.2. Polinização e fecundação.....	26
2.1.5.2.2.1. Receptividade do estigma.....	29
2.1.5.2.2.2. Desenvolvimento do tubo polínico.....	30
2.1.5.2.2.3. Desenvolvimento dos gametas sexuais.....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1. Caracterização da área experimental.....	40
3.2. Escolha das unidades experimentais.....	41
3.3. Manejo geral do pomar.....	42
3.4. Tratamentos (ambientes) e coleta de dados micrometeorológicos.....	44
3.5. Variáveis analisadas.....	47
3.5.1. Fenologia.....	47
3.5.1.1. Florescimento.....	47
3.5.1.2. Brotação.....	48
3.5.2. Massa fresca média das flores e das estruturas florais.....	49
3.5.3. Desenvolvimento morfológico dos pistilos.....	49
3.5.4. Anomalias em pistilos.....	50
3.5.5. Produção de pólen.....	50
3.5.6. Germinação “ <i>in vitro</i> ” do pólen (G).....	52
3.5.7. Análise microscópica do pólen e do desenvolvimento dos óvulos.....	53

3.5.7.1. Coleta e fixação do material.....	53
3.5.7.2. Dissecação, desidratação e inclusão do material em historesina.....	54
3.5.7.3. Corte do material, montagem das lâminas e observação em microscópio.....	55
3.5.7.4. Classificação morfológica e funcional dos rudimentos seminais (óvulos) e das anteras.....	55
3.5.8. Intensidade de abscisão e de gemas florais não abertas (IA) e intensidade de floração (IF).....	57
3.5.9. Incidência de patógenos em flores (IP).....	57
3.5.10. Incidência de Cancro de Fusicocum em ramos (IC).....	58
3.5.11. Frutificação efetiva (“fruit set”) (FE).....	58
3.5.12. Colheita e determinação dos componentes de rendimento.....	59
3.6. Delineamento experimental e análise estatística dos dados.....	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1. Microclima dos tratamentos (ambientes).....	60
4.1.1. Somatório de horas e unidades de frio x condições naturais para quebra da dormência das gemas.....	60
4.1.2. Temperatura do ar.....	65
4.1.3. Precipitação pluvial.....	71
4.1.4. Umidade relativa do ar.....	73
4.1.5. Umidade do solo.....	75
4.2. Fenologia.....	78
4.2.1. Florescimento.....	78
4.2.2. Brotação.....	83
4.2.3. Percentagem de abscisão ou abertura tardia de gemas florais.....	85
4.2.4. Época de colheita.....	87
4.3. Incidência de patógenos.....	88
4.4. Desenvolvimento floral.....	91
4.4.1. Massa fresca das flores e das estruturas florais.....	91
4.4.2. Evolução do crescimento dos pistilos após a antese.....	94
4.4.3. Anomalias em pistilos.....	102
4.4.4. Desenvolvimento dos rudimentos seminais (óvulos).....	107
4.4.5. Produção e viabilidade do pólen.....	117
4.4.5.1. Produção de pólen.....	117
4.4.5.2. Análise microscópica das anteras e da morfologia dos grãos de pólen.....	121
4.4.5.3. Viabilidade do pólen.....	125
4.4.6. Frutificação efetiva e componentes de rendimento.....	132
5. CONCLUSÕES.....	140
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	142
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
8. APÊNDICES.....	159

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Tratamentos químicos realizados durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, 2004.....	43
2. Tratamentos químicos realizados durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, 2005.....	44
3. Somatório de horas de frio (HF) abaixo de 7,2°C e 12°C e de unidades de frio (UF) registrado na estação micrometeorológica. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	60
4. Somatório diferencial de horas de frio (HF) abaixo de 7,2°C entre a estação meteorológica e o pomar de pessegueiro 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	63
5. Somatório de horas de frio abaixo de 7,2°C registrado nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	64
6. Temperaturas médias (TM), médias diurnas (TMD), médias noturnas (TMN), máximas absolutas (TMA), mínimas absolutas (TminA), número de horas com temperatura > 25°C (NHT > 25°C) e número de horas com temperatura noturna > 18°C (NHTN > 18°C) nos distintos ambientes, no período de 01/07/04 à 02/09/04. Charqueadas, RS, 2004.....	65
7. Temperaturas médias (TM), médias diurnas (TMD), médias noturnas (TMN), máximas absolutas (TMA), mínimas absolutas (TminA), número de horas com temperatura > 25°C (NHT > 25°C) e número de horas com temperatura noturna > 18°C (NHTN > 18°C) nos distintos ambientes, no período de 01/07/05 à 02/09/05. Charqueadas, RS, 2005.....	67
8. Umidade relativa do ar média nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros Granada'. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	73
9. Estádios fenológicos de pessegueiros 'Granada' submetidos a distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS,	

2004.....	79
10. Estádios fenológicos de pessegueiros ‘Granada’ submetidos a distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2005.....	79
11. Percentagem de abertura e abscisão ou abertura tardia de gemas florais em pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	85
12. Percentagem de ramos produtivos danificados por Cancro de <i>Fusicoccum (Phomopsis amygdali)</i> em pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	90
13. Massa fresca das flores e das estruturas florais de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	92
14. Evolução da massa fresca dos pistilos de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	95
15. Evolução da área da secção transversal (diâmetro) do ovário de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração, Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	98
16. Evolução do comprimento dos pistilos de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	99
17. Percentual de pistilos anormais em pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	102
18. Estimativa da produção de pólen em pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração, Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	117
19. Análise microscópica de anteras de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	122
20. Estimativa da germinação “ <i>in vitro</i> ” do pólen de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	126
21. Frutificação efetiva e componentes de rendimento de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	133

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Detalhes da montagem dos ambientes e do monitoramento micrometeorológico: tratamento protegido (estufa tipo “capela”) (A); sistema de levantamento das cortinas laterais (B); cobertura das plantas (C); psicrômetro (D); sistema de coleta e armazenagem de dados (E); conjunto de tensiômetros (F).....	46
2. Índices fenológicos utilizados na determinação do valor médio de cada estágio fenológico para cada avaliação, ao longo do período de pré-floração e floração de pessegueiros ‘Granada’. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.....	48
3. Modelo de placa de Neubauer utilizada (A); visualização de grãos de pólen de pessegueiros ‘Granada’ na câmara da placa, sob microscópio óptico (B). Porto Alegre, RS, 2004.....	51
4. Micrótomo de guias, modelo Leitz, usado para a realização dos cortes histológicos.....	55
5. Temperaturas médias diurnas do ar, registradas entre 6:00 e 18:00 horas nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros ‘Granada’. Charqueadas, RS, 2004.....	66
6. Temperaturas médias diurnas do ar, registradas entre 6:00 e 18:00 horas nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros ‘Granada’. Charqueadas, RS, 2005.....	68
7. Temperaturas máximas absolutas do ar nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros ‘Granada’. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).....	69
8. Temperaturas mínimas absolutas do ar nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros ‘Granada’. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).....	70
9. Precipitação pluvial e temperatura máxima durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros ‘Granada’. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).....	72

10. Umidade relativa do ar diária nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).....	74
11. Potencial matricial de água no solo nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004.....	76
12. Umedecimento lateral do solo, para dentro da estufa, em função de precipitação ocorrida (A); pessegueiros 'Granada' e aveia preta sem sinais aparentes de déficit hídrico no tratamento de estufa (B). Charqueadas, RS, 2004.....	77
13. Potencial matricial do solo nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2005.....	78
14. Evolução do florescimento de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B). Estádios fenológicos: 1: gema dormente; 2: gema inchada com separação das escamas; 3: início de abertura das sépalas; 4: início de abertura das pétalas; 5: balão rosado; 6: antese; 7: início de queda de pétalas; 8: final de queda de pétalas e início de inchamento do ovário.....	79
15. Florescimento (A e B = estufa; C e D = céu aberto) e brotação (E = estufa; F = cobertura e céu aberto) de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004.....	81
16. Evolução da brotação de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).....	84
17. Detalhe de uma planta mantida sob estufa (direita), durante o período de pré-floração e floração, mostrando brotações envelhecidas e ausência total de produção, ao lado de uma planta com frutos e brotação normal mantida sob céu aberto (esquerda). Charqueadas, RS, 2005.....	88
18. Incidência de flores com sintomas de doenças fúngicas em pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004. Barras verticais indicam o erro padrão da média de tratamento.....	89
19. Corte longitudinal de uma flor de pessegueiro 'Granada', após a retirada das anteras para germinação de pólen, mostrando um pistilo anormal, com ausência de estilete (A), e pistilos em diferentes estádios de desenvolvimento morfológico (B). Charqueadas, RS, 2005.....	103
20. Frutificação efetiva de pessegueiros em função do tamanho do pistilo. Adaptado de Nyèki (1980), citado por Faust (1989).....	106

21. Detalhe de um pistilo de pessegueiro 'Granada' aos três dias após a antese, mostrando os dois óvulos no interior do ovário (A); óvulo em início de diferenciação para formação do saco embrionário (B); sacos embrionários maduros mostrando os núcleos (C e D). ov: óvulo; es: estilete; ca: célula arqueosporial; mi: micrópila; nu: núcleo; ch: calaza; si: sinérgides; oo: oosfera; np: núcleos polares; an: antípodas..... 108
22. Desenvolvimento morfológico (A) e funcional (B) dos óvulos primários de flores de pessegueiros 'Granada' cultivados sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004. Barras verticais indicam o erro padrão da média de tratamento..... 109
23. Tipos de rudimentos seminais (óvulos) em pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005. Tipo 1- completo ou normal (A), tipo 2- ausência de saco embrionário (B), tipo 3- totalmente imaturo (C) e tipo 4- em início de degeneração, com separação dos tegumentos do nucelo após polinização manual (D). se: saco embrionário; nu: nucelo; ti: tegumento interno; te: tegumento externo; mi: micrópila; ca: calaza..... 110
24. Desenvolvimento morfológico dos óvulos primários de flores de pessegueiros 'Granada' cultivados sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2005; Dia 0: antese; dia 3: três dias após a antese; dia 6: seis dias após a antese; Barras verticais indicam o erro padrão da média do tratamento..... 112
25. Desenvolvimento do saco embrionário em óvulos primários de flores de pessegueiros 'Granada' cultivados sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2005; Dia 0: antese; dia 3: três dias após a antese; dia 6: seis dias após a antese; Barras verticais indicam o erro padrão da média do tratamento..... 112
26. Detalhes em microscopia, de anteras de flores de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS. Céu aberto- 2004 (A); estufa- 2004 (B e C); céu aberto- 2005 (D e E) e estufa- 2005 (F e G). en: endotécio; cm: camada média; gp: grão de pólen normal; pa: pólen abortivo; in: intina; ex: exina; cd: conteúdo do lúmen degenerado; L1-L4: lúmen ou lóculo da antera; es: estômio ou abertura da antera; cn: conectivo..... 123
27. Detalhes, em microscópio óptico, de grãos de pólen de flores de pessegueiros 'Granada', cultivados sob céu aberto, germinando em meio sólido composto de agar-água-sacarose. Charqueadas, RS, 2005..... 128
28. Germinação "in vitro" do pólen oriundo de flores de pessegueiros 'Granada' cultivados sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração, em função de diferentes temperaturas (A) e tempos de incubação a 20°C (B). Charqueadas, RS, 2005; Barras verticais representam o erro padrão da média de ambientes..... 130

29. Frutificação aparente e efetiva de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004. Barras verticais representam o erro padrão da média de ambientes.....	137
---	-----

1. INTRODUÇÃO

A cultura do pessegueiro é encontrada em vários Estados brasileiros, mas a sua exploração comercial concentra-se, principalmente, nos Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Paraná, em ordem decrescente de volume produzido (Sachs & Campos, 1998).

No Brasil, a área cultivada com pessegueiros e nectarineiras é de 24.000 ha, com produção de 216.000 toneladas (FAO, 2005). O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de pêssegos, com 66 % da área cultivada e 51 % da produção (Marodin & Zanini, 2005). No Estado, a produção desta fruta alcançou 108,4 mil toneladas em 2003, numa área de 13.762 ha, ocupando a terceira posição em área cultivada com frutíferas (João et al., 2004).

Inúmeros são os desafios da pesquisa para melhorar o desempenho da cadeia produtiva de pêssegos no Brasil. Dentre os maiores limitantes a serem superados, em nível agrônômico, pode-se citar a falta de porta-enxertos adaptados às condições de cultivo, bem como de mudas de qualidade, oriundas de viveiristas idôneos, além de problemas de ordem fitossanitária e de adaptação climática de cultivares, os quais estão intimamente ligados aos aspectos de frutificação e produção dos cultivos.

Problemas de “fixação” de frutos não são muito comuns em pessegueiros. De maneira geral, a frutificação é abundante, havendo necessidade de realização de raleio intenso, para promover o desenvolvimento satisfatório de um número adequado de frutos por planta, que é variável principalmente em função da idade, porte e do estado nutricional das plantas. Entretanto, nos últimos anos, algumas cultivares de pessegueiros, nectarineiras e ameixeiras vêm apresentando baixa frutificação e/ou irregularidade de produção, em distintos locais da região Sul do Brasil. Dentre elas podem ser citadas as cultivares de pessegueiro Granada e Riograndense.

A cultivar Granada foi selecionada em 1983, entre *seedlings* obtidos por polinização aberta da cultivar Granito, sendo lançada pelo programa de melhoramento da Embrapa-CPACT como produtora de frutos para industrialização, tendo necessidade de frio estimada de 300 horas (Raseira & Nakasu, 1998). O ‘Granada’ é uma das cultivares de pessegueiro mais utilizadas como produtora de frutos para indústria nos últimos cinco anos (Raseira & Nakasu, 1998), e em tentativas preliminares de exportação, teve boa aceitação na Alemanha e Inglaterra (Raseira, 2002).

Uma das características que impressiona o consumidor, é a epiderme de cor amarela, com cerca de 40 a 50 % de vermelho, e sua boa característica de polpa. O ‘Granada’ também vem recebendo destaque como cultivar promissora para consumo *in natura*, no mercado interno e externo. Além dos atributos acima mencionados, os frutos desta cultivar apresentam maturação e colheita relativamente precoce (de meados a final de novembro), sendo comercializados numa época de baixa oferta de frutos de qualidade, recebendo preço compensador.

Porém, tem-se observado que esta cultivar vem apresentando, na maioria dos anos, baixas taxas de frutificação efetiva. Este fenômeno já foi constatado na região produtora de Pelotas/RS e, principalmente, em pomares comerciais na região metropolitana de Porto Alegre/RS. Nos anos de baixa produção, constatou-se um pequeno percentual de fixação de frutos, mesmo as plantas florescendo abundantemente e apresentando flores com morfologia externa aparentemente normal.

O presente trabalho teve como objetivo principal identificar, caracterizar e descrever as principais causas da baixa frutificação e da irregularidade produtiva de pessegueiros, cultivar Granada, na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Os objetivos específicos foram:

- Verificar a intensidade de ocorrência dos fenômenos acima mencionados em plantas submetidas a altas temperaturas diurnas durante o período de pré-floração e floração das plantas;
- Avaliar os principais aspectos do desenvolvimento floral e as possíveis manifestações de anomalias morfológicas em flores sob distintos ambientes;
- Quantificar a abscisão de gemas florais e a incidência de doenças fúngicas;
- Determinar a frutificação efetiva e os principais componentes de rendimento das plantas;
- Gerar informações básicas e possíveis alternativas práticas para superar ou minimizar o problema.

Para tanto, esta pesquisa se desenvolveu a partir das seguintes hipóteses:

- Temperaturas superiores a 25°C no período de pré-floração/floração reduzem sensivelmente a frutificação de pessegueiros 'Granada', por afetar, principalmente, o desenvolvimento das estruturas florais e dos gametas sexuais.

- A cultivar Granada apresenta baixa produção e baixa viabilidade de pólen;
- Em anos com insuficiente acúmulo de frio hibernar ocorrem anomalias mais acentuadas nas flores ao longo do seu desenvolvimento, reduzindo a produção das plantas;
- A presença de organismos patogênicos (principalmente fungos) associados às flores pode estar inviabilizando parte da floração na produção de frutos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Reprodução e produção do pessegueiro

O coeficiente de herdabilidade para produtividade em pessegueiros é da ordem de 0,08 (Hansche, 1986). Este fator demonstra que o sucesso de frutificação e produção desta espécie é dependente, sobretudo, das condições de manejo e do ambiente circundante do pomar.

Assim sendo, a frutificação e a produção das plantas frutíferas temperadas está associada, num primeiro momento, ao desenvolvimento adequado das gemas. Com isso, o manejo nutricional e fitossanitário das plantas após a colheita, bem como condições ambientais adequadas para superação da dormência das plantas, são fundamentais. Num segundo momento, condições meteorológicas favoráveis para a abertura das gemas, polinização e fecundação das flores são cruciais.

Nesta perspectiva é possível verificar que o processo de fixação de frutos é bastante complexo e altamente dependente da passagem, com êxito, por cada uma das etapas ou estádios fenológicos. Por isto, a presente revisão de literatura está organizada com base na seqüência de eventos fenológicos, descrevendo e confrontando os principais resultados de pesquisas e os principais fatores que interferem em cada um deles e no resultado final, ou seja, no desempenho reprodutivo e produtivo do pessegueiro.

2.1.1. Desenvolvimento das gemas florais

As etapas que conduzem à formação das flores do pessegueiro são: indução, iniciação ou diferenciação floral, desenvolvimento floral e maturação dos gametas.

A indução floral no pessegueiro inicia-se no verão, depois de uma etapa de intenso crescimento vegetativo (Monet & Bastard, 1970). Caracteriza-se por mudanças metabólicas, que induzem a diferenciação das gemas do estágio vegetativo ao reprodutivo (Jraidi, 1983).

A iniciação ou diferenciação floral é caracterizada por modificações morfológicas do meristema, que se transforma irreversivelmente em flor (Monet & Bastard, 1970). Nas condições do Brasil, esta etapa deve ocorrer entre dezembro e janeiro (Barbosa, 1990). No entanto, segundo Sachs & Campos (1998), a diferenciação morfológica do órgão floral inicia-se, em geral, em meados do verão (janeiro-fevereiro) no Brasil.

Ao término do ciclo vegetativo, a flor não está completamente desenvolvida no interior da gema, continuando o seu desenvolvimento a pequenas taxas durante o repouso hibernar, até o seu desenvolvimento completo (Sachs & Campos, 1998). Segundo Barbosa et al. (1990), o processo de desenvolvimento floral com maior intensidade é caracterizado pela interrupção da endodormência, que promove a retomada do crescimento dos órgãos florais e a formação e maturação das células reprodutivas pela meiose, culminando com a abertura da flor.

2.1.1.1. Fatores que afetam o desenvolvimento das gemas florais

Muitos fatores interferem na formação das gemas florais, entre eles a relação carbono/nitrogênio (C/N), o balanço hormonal, o estado nutricional, as condições ambientais, a idade e o manejo das plantas (Childers, 1983). Para Ryugo (1988) os

principais são a poda, a combinação porta-enxerto/copa, a adubação nitrogenada e o arqueamento de ramos. O vigor das plantas é um fator determinante na iniciação e desenvolvimento das gemas florais. Em função disso, a poda influencia grandemente o vigor das mesmas e, conseqüentemente, a floração (Faust, 1989).

Diferenças em termos de qualidade de flor são geradas pela temperatura, aplicação de nitrogênio no verão (Williams, 1965), idade do ramo (Robbie & Atkinson, 1994) ou pela orientação das pernadas e dos ramos (Robbie et al., 1993), entre outros fatores.

Brown (1958) observou que longos períodos de estresse hídrico promoveram redução do número de gemas florais em damasqueiros cv. Royal, atraso no período de diferenciação das gemas florais e atraso no seu desenvolvimento. Contrariamente, Albuquerque et al. (2003) observaram que o desenvolvimento de gemas florais de damasqueiro não foi afetado por deficiência no suprimento de água no outono e inverno.

Temperaturas superiores a 25°C também são prejudiciais na diferenciação de gemas florais de pessegueiros. Durante a iniciação floral os primórdios são tolerantes a temperaturas moderadas. Durante o lento crescimento do primórdio floral (período de dormência de gemas), os primórdios possuem alta sensibilidade a temperaturas moderadas. Na etapa de rápido crescimento dos primórdios florais, sob temperatura moderada, os primórdios possuem alta sensibilidade às baixas temperaturas (Monet & Bastard, 1971).

Em relação ao desenvolvimento das gemas florais, plantas de damasqueiro apresentaram menor desenvolvimento floral sob regime de privação parcial de frio hibernal, sobretudo em ramos mais longos, os quais apresentaram também maior abscisão de gemas florais e menor frutificação efetiva (Albuquerque et al., 2003).

Basconsuelo et al. (1995) também observaram que a velocidade de desenvolvimento de gemas florais em pessegueiros aumenta com o regime de frio hibernal. No entanto, segundo Maurel et al. (2004), sob condições de clima temperado, os fatores fisiológicos que controlam o desenvolvimento das gemas ainda não foram suficientemente esclarecidos.

2.1.2. Estado nutricional e acúmulo de reservas nas plantas

Um adequado estado nutricional das flores aumenta a frutificação efetiva da maioria das espécies frutíferas (Williams, 1965).

A competição por nutrientes durante a diferenciação das gemas florais gera flores mal formadas, que afetam negativamente a frutificação (Crossa-Reynaud et al., 1985). O estado nutricional das plantas frutíferas, ao entrarem em dormência, pode exercer um importante papel na defesa das gemas florais a condições adversas do ambiente (Reyes, 1997). Segundo Wolukau et al. (2004), assegurando-se um adequado estado nutricional das gemas florais, pode-se superar o efeito de altas temperaturas na floração, pelo prolongamento do tempo em que o pistilo permanece receptivo.

O nitrogênio é o elemento mineral de maior importância na nutrição do pessegueiro. Do total requerido pela espécie, cerca de 25 % é absorvido pelas plantas da colheita até o repouso vegetativo (Soing & Mandrin, 1993, citados por Rombolá et al., 2000). Neste período, o elemento é utilizado para a formação de reservas, sobretudo nas raízes. A aplicação de nitrogênio antes da formação de frutos é desaconselhável, em função de estar apresentando resultados pouco eficientes na fixação de frutos (Rombolá et al., 2000).

Em macieiras, a aplicação de nitrogênio no verão refletiu em aumento da longevidade do óvulo nas flores no ciclo posterior (Tromp & Borsboom, 1994), bem como no período efetivo de polinização (PEP) (Willians, 1965). A insuficiente disponibilidade de nitrogênio, ou a competição nutricional pode também provocar abortamento de ovários (Baldini, 1992). Willians (1965) observou que aplicações de nitrogênio no verão produziram flores com o dobro de chance de serem fertilizadas, em relação à testemunha. Este padrão também foi verificado por George & Nissen (1992), em que a aplicação de nitrogênio, no final do verão, aumentou em 48 % a frutificação de pessegueiros 'Flordaprince'.

O boro é um nutriente que raramente se encontra em níveis baixos ou em deficiência em pomares. Sintomas de deficiência são mais freqüentes em macieiras, ameixeiras e em pereiras. Também foram observados, com menor freqüência, em cerejeiras e pessegueiros (Bennett, 1996). Entretanto, o boro aumenta a germinação do pólen *in vitro*. Recentemente, verificou-se que a aplicação deste elemento aumentou também a germinação *in vivo* do pólen, bem como o crescimento do tubo polínico (Nyomora et al., 2000).

Por outro lado, segundo Bennett (1996), a formação de gemas florais e a "fixação" de frutos são reduzidos quando se verifica toxicidez por este elemento. Verissimo (2002) sugere que a abscisão de gemas florais em pereiras não deve estar ligada à deficiência de boro, mas possivelmente, à toxidez deste elemento.

Os níveis críticos em que é possível verificar sintomas de deficiência e toxidez de boro em folhas de pessegueiros situa-se entre 18 e 100 ppm, respectivamente, sendo que o nível foliar ideal deste elemento situa-se entre 20 e 80ppm, dependendo da cultivar (Bennett, 1996). Também para Basso & Suzuki (2001),

níveis foliares de boro acima de 93 mg.kg^{-1} (ppm) são considerados excessivos para pessegueiros, nectarineiras e ameixeiras.

De acordo com Hanson & Breen (1985), a aplicação foliar de boro em ameixeiras européias (*Prunus domestica* L.) que apresentavam níveis foliares adequados deste elemento (35ppm), aumentou a frutificação efetiva das plantas. Chaplin et al. (1977) sugeriram que o requerimento de boro para a obtenção de uma boa frutificação nesta espécie nem sempre está normalmente correlacionado com o nível deste elemento, para a nutrição geral da planta. Por outro lado, a aplicação de 2 kg.ha^{-1} de boro via solo ou 0,4 % de ácido bórico na floração, não teve efeito na frutificação efetiva de ameixeiras (Wojcik et al., 1998).

O crescimento das flores no gênero *Prunus*, do início de abertura das gemas até o início da frutificação, não depende da fotossíntese foliar. Logo, a antese e a fecundação ocorrem em plantas com pequena quantidade ou em completa ausência foliar (Keller & Loescher, 1989). Segundo Loescher et al. (1990), os carboidratos previamente armazenados no ciclo anterior são a principal fonte de substrato para manter as fases iniciais do desenvolvimento reprodutivo nas espécies deste gênero.

As reservas de amido desempenham um importante papel no processo produtivo (Herrero & Hormanza, 1996), pois influenciam o desenvolvimento das estruturas ovulares e o desenvolvimento do embrião (Arbeloa & Herrero, 1991), bem como, determinam o sucesso do óvulo durante a fecundação (Rodrigo & Herrero, 1998). Entretanto, o verdadeiro papel desempenhado pelo amido armazenado no ovário é pouco conhecido (Rodrigo et al., 2000).

Rodrigo et al. (2000) observaram, na antese, a existência de um conteúdo diferencial de amido entre as flores de damasqueiro, e sugeriram que este fator pode interferir no sucesso ou fracasso do processo de frutificação. Neste estudo, o

crescimento do ovário foi inversamente relacionado com a redução interna de amido. O desfolhamento precoce seja por motivos ambientais, nutricionais ou fitossanitários, geralmente reduz o nível de carboidratos das plantas, afetando a frutificação das mesmas. Diferenças de respostas ao desfolhamento, entre cultivares de pessegueiros, podem ser atribuídas à necessidade diferencial em frio hibernal entre elas (Lloyd & Firth, 1990).

Couvillon & Lloyd (1978) e Lloyd & Firth (1990) observaram um prolongamento da duração do período de florescimento de pessegueiros quando o desfolhamento ocorreu no final do verão ou no início do outono. Utilizando nitrato de potássio (KNO_3), nitrato de amônio (NH_4NO_3) e uréia como desfoliantes, no verão, Gao et al. (2002) verificaram redução no conteúdo de carboidratos nas gemas florais, redução da viabilidade do pólen, bem como prolongamento do período de florescimento e redução da taxa de frutificação efetiva em pessegueiros.

Por outro lado, Lescourret et al. (2000) observaram que as gemas florais que abriram mais tarde, em relação à média, tiveram maior fixação de frutos. Com base nestas informações, os autores sugerem que a baixa frutificação efetiva não está relacionada com a competição por carboidratos.

2.1.3. Dormência das gemas

A dormência em plantas frutíferas de zonas temperadas é uma etapa do desenvolvimento que permite a sua sobrevivência em condições desfavoráveis durante o inverno.

Segundo Faust et al. (1997), a dormência possui controle multifacetado. A intensidade de dormência das gemas está sob controle de quatro fatores biológicos principais: balanço hormonal na gema ou na planta; estado da água na gema;

estrutura das membranas, afetando a resistência ao frio e determinando a retomada do crescimento da gema; e o potencial anabólico das gemas.

A temperatura do ar exerce um papel fundamental na entrada e na saída das gemas das frutíferas temperadas da dormência (para, endo e ecodormência), mas não é o único fator atuante sobre este fenômeno fisiológico. Lavee (1973) sugeriu que as baixas temperaturas promovem aumento dos níveis de inibidores de crescimento e redução dos níveis de promotores, além de redução da atividade respiratória e dos níveis de RNA.

A época de ocorrência do frio também tem influência na quebra de dormência das gemas, sendo mais efetiva, em geral, quando ocorre em meados ou final do inverno do que no início de entrada de dormência. Os efeitos da temperatura na quebra da dormência não se distribuem na planta toda, sendo localizados individualmente nas gemas (Petri et al., 2002).

De acordo com Leite (2005), este padrão dificulta a determinação do final da endodormência, sobretudo em plantas de clima temperado cultivadas em regiões de inverno ameno, em que a quantidade de frio não satisfaz o requerimento básico para a superação da dormência. Nestas condições, as plantas sofrem a “síndrome da dormência prolongada” (Rageau, 2002), levando à ocorrência de brotação e florescimento “errático”, caracterizado por uma baixa taxa de brotação e florescimento heterogêneo (Leite, 2005; Monet & Bastard, 1971).

De acordo com Richardson et al. (1974), a temperatura do ar também exerce papel fundamental na liberação das gemas da ecodormência. Segundo o autor, este tipo de dormência geralmente ocorre em regiões mais frias, mesmo após a superação da endodormência das mesmas, devido à permanência de temperaturas do ar baixas ou amenas. Após esta etapa, o desenvolvimento fenológico está

relacionado com unidades de calor acumuladas (Monet & Bastard, 1971). De acordo com Richardson et al. (1975), o acúmulo de calor para estimular a abertura das gemas de pessegueiro ocorre a partir de 4,5°C.

Entretanto, segundo Couvillon & Erez (1985), as espécies frutíferas temperadas não possuem um requerimento específico de calor para florescimento e para abertura das gemas vegetativas, sendo estes eventos determinados pelo requerimento de frio. Por outro lado, Citadin et al. (2001) verificaram que o pessegueiro possui requerimento específico de calor durante a ecodormência. Segundo os autores, as cultivares Della Nona e BR-1 possuem alto requerimento; as cultivares Planalto, Sunlite e Eldorado possuem requerimento intermediário; e as cultivares Precocinho e Riograndense possuem baixo requerimento de calor para florescer e brotar.

Erez et al. (1979) sugeriram que o acúmulo de frio é reversível por altas temperaturas intermitentes, porém só ocorre em ciclos curtos. Segundo Faust et al. (1997), existe um ponto de acumulação de frio em que o processo se torna irreversível, indicando a fixação do efeito. De acordo com Richardson et al. (1974), temperaturas entre 1,5°C e 12,4°C exercem efeito positivo no acúmulo de unidades de frio em pessegueiros, principalmente para cultivares de baixo requerimento em frio.

Para Young & Hauser (1980), citados por Citadin et al. (2002a), o final da meiose polínica, marcada pela formação das tétrades, é considerado o final da dormência no gênero *Prunus*. Entretanto, nas condições brasileiras, Citadin et al. (2002b) observaram que o final da dormência do pessegueiro ocorre antes do final da meiose polínica e que há necessidade de calor para que as células-mãe do pólen atinjam o estágio de tétrades. Os autores concluíram também que o método da

meiose polínica mostrou ser inadequado como marcador do final da endodormência em pessegueiro.

De acordo com Couvillon & Erez (1985), as gemas possuem a dormência superada quando elas abrem após duas semanas, a temperaturas forçadas de 6.888 graus-hora de crescimento (GDH°C). Entretanto, segundo Couvillon & Erez (1985), o requerimento de GDH°C para abertura das gemas pode ser alterado pelo frio pós-dormência. Logo, o florescimento de certas espécies frutíferas de clima temperado sob baixas temperaturas pode ser devido ao acúmulo de GDH°C a temperaturas abaixo de 4,5°C, diferindo um pouco do limite de temperatura proposto por Richardson (1974).

Couvillon & Erez (1985) sugerem que o período de dormência não termina abruptamente, mas que a inibição da abertura das gemas é reduzida com o aumento do frio. Contudo, de acordo com esses autores, os modelos matemáticos que descrevem o fenômeno do frio e prevêm o término da dormência e o início do florescimento, freqüentemente falham em regiões que apresentam altas temperaturas e/ou flutuação da mesma ao longo do inverno.

Na tentativa de solucionar estes problemas, pesquisas recentes vêm apresentando perspectivas interessantes na descoberta de novos testes, que poderão servir como marcadores para a previsão da superação da endodormência e retomada do crescimento de gemas em frutíferas temperadas, bem como para orientar práticas que visam à quebra artificial da dormência (Leite, 2005; Rageau, 2002). Dentre eles, pode-se citar a meiose polínica marcada pela formação das tétrades (Silveira, 2003), o teste de “estacas de gema única” (Leite, 2005; Rageau, 2002), a quantificação da energia (calor) durante a respiração das gemas

(microcalorimetria) e o conteúdo de ATP (Leite et al., 2004a; Rageau, 2002), a capacidade das gemas sintetizar amido (Leite et al., 2004b), entre outros métodos.

Os fitohormônios (auxinas, citocininas e ácido abscísico - ABA) parecem estar envolvidos na imposição e quebra de dormência das plantas (Faust et al., 1997). Barbosa et al. (1990) sugeriram que, com a evolução dos trabalhos de melhoramento genético, os pessegueiros desenvolvidos para adaptação ao clima subtropical estariam produzindo menores taxas de inibidores de crescimento. Assim, segundo o mesmo autor, o complexo genético responsável por todo o processo de floração poderia ser ativado por pequenas mudanças no ambiente (seca, chuva, etc), o que dispensaria o necessário período de frio.

O ABA tem sido considerado agente indutor da dormência (Addicott, 1983, citado por Faust et al., 1997). Entretanto, seus níveis nos tecidos nem sempre se correlacionam com o estado de dormência das gemas, sendo motivo de muitas controvérsias entre os pesquisadores. Evidências sugerem que métodos que diminuem o transporte de auxinas, como o arqueamento de ramos, podem também alterar a profundidade máxima da dormência (Crabbe, 1994). As citocininas desencadeiam atividades metabólicas cujos produtos são usados para o crescimento, incluindo a síntese de DNA, RNA e de proteínas, aumentando o metabolismo energético e liberando as gemas da endodormência (Wang et al., 1991).

Em relação ao estado da água nas células das gemas, estudos com ressonância magnética indicam que durante o período de dormência, induzido pelo frio, a água está altamente associada (conjugada), principalmente com proteínas do grupo das desidrinas. Este grupo de proteínas está presente em altos níveis nas

células durante os períodos de aclimação e dormência, promovendo mecanismos de tolerância das plantas a baixas temperaturas (Faust et al., 1997).

De acordo com Taiz & Zaiger (2004) e Faust et al. (1997), durante os períodos de aclimação e dormência sob baixas temperaturas, ocorre uma mudança na composição dos fosfolipídios de membranas, aumentando a proporção de lipídeos insaturados, tornando-as mais fluídas e, conseqüentemente, mais funcionais.

Quanto ao potencial anabólico, as gemas possuem baixo poder competitivo por carboidratos no período de dormência, o qual mantém as mesmas neste estágio de desenvolvimento. No entanto, a disponibilidade de carboidratos parece não ser o fator chave sobre o padrão de abertura de gemas e, sim, a capacidade das mesmas utilizarem os açúcares solúveis existentes na própria gema ou de tecidos vizinhos (Leite et al., 2004b).

Em pessegueiros as concentrações quase constantes de sorbitol e sacarose nos tecidos meristemáticos refletem uma habilidade limitada das gemas de importar e metabolizar esses açúcares (Maurel et al., 2004). De acordo com Ryugo (1993), acredita-se que baixas temperaturas aumentam a habilidade das estruturas florais em mobilizar e utilizar os compostos orgânicos. Esta capacidade poderia ser atribuída ao aumento da síntese e das concentrações de citocininas nos tecidos do xilema.

No entanto, segundo Bonhomme et al. (2000), as gemas que estão sendo liberadas da endodormência têm alta capacidade de sintetizar ATP. Logo, as hexoses ou, ao menos, a glicose podem desempenhar um papel chave no desencadeamento do início de abertura das gemas em plantas de pessegueiro, por

fornecer carbono e energia requerida para o metabolismo biossintético e respiratório das mesmas (Maurel et al., 2004).

2.1.4. Anomalias e abscisão de gemas florais

Diversos fatores são citados como possíveis determinantes da presença de anomalias florais e abscisão de gemas no gênero *Prunus*. Entre eles estão altas temperaturas e/ou oscilações térmicas diárias durante o inverno (Viti & Monteleone, 1991), a não satisfação do requerimento de frio das cultivares (Legave, 1978; Viti & Monteleone, 1991), déficit hídrico no início do verão e outono (Viti & Monteleone, 1991), balanço nutricional (Kingston et al., 1990; Marodin, 1998), balanço hormonal (Kingston et al., 1990), presença de moléstias associadas às gemas (Marodin, 1998) e problemas de fitotoxidez por elementos minerais, a exemplo do boro (Verissimo, 2004), cuja severidade de dano varia com o local, época e cultivar (Kingston et al., 1990).

Segundo Crossa-Reynaud et al. (1985), há dois tipos mais comuns de anomalias em flores de pessegueiros. A primeira causa necrose preta e, a segunda, provoca má formação nos pistilos. Guerriero & Bartolini (1991) observaram em gemas florais de pessegueiros ovários abortados ou curtos, pistilos necróticos, estames deformados, anteras necróticas e flores sem pólen.

A falta de frio para as frutíferas de clima temperado gera diversas anomalias em flores, como a deformação e a abscisão de órgãos florais, com posterior abscisão de gemas (Marodin, 1998). Segundo Martinez-Telles & Crossa-Raynaud (1982), a falta de frio também atrasa a maturação do estigma de algumas cultivares de pessegueiro. No entanto, Albuquerque et al. (2003) não encontraram correlação

entre a falta de frio hibernal, o déficit hídrico no outono e inverno e a presença de anomalias e abscisão de gemas florais em damasqueiros 'Guilhermo'.

A temperatura no início do outono, antes da chegada do frio hibernal, também desempenha papel importante na determinação do número de gemas de pessegueiro que irão florescer ou cair (Brown, 1958). Temperaturas elevadas na pré-floração também aumentaram a abscisão de gemas florais em damasqueiros (Martinez-Gómez et al., 2002) e em pessegueiros (Brown, 1958; Monet & Bastard, 1971).

Segundo Martínez-Gómez et al. (2002), o desfolhamento das plantas no início do outono, provocado pelo ataque de doenças não promoveu redução significativa na abscisão de gemas florais no ciclo seguinte. Por outro lado, Lloyd & Couvillon (1974) observaram aumento da abscisão de gemas florais, bem como do número de flores com anomalias, quando o desfolhamento dos pessegueiros ocorreu precocemente, no início do verão.

2.1.5. Florescimento e frutificação

2.1.5.1. Biologia floral do pessegueiro

As flores do pessegueiro são perfeitas, completas, períginas e, geralmente, com um único pistilo, sendo o gineceu súpero com um único carpelo. O ovário, geralmente único, é pubescente em pessegueiros. O androceu é formado numa corola contínua composta por cinco sépalas e cinco pétalas, arranjadas alternadamente. Os estames são em número de 30 ou mais. Os filamentos são longos e delgados, suportando anteras com quatro lóculos de coloração amarela a amarela-avermelhada (Sachs & Campos, 1998).

Na maioria das espécies do gênero *Prunus* é comum haver diferenciação e desenvolvimento de dois óvulos anátropos no carpelo. Um deles, normalmente o secundário, aborta algum tempo depois da polinização, ocorrendo somente a fecundação do óvulo primário (Pimenta & Polito, 1982; Sachs & Campos, 1998).

O saco embrionário é formado a partir de uma tétrade de macrósporos originados por meiose, onde apenas um evolui, dividindo-se por mitose em três vezes seguidas, originando oito núcleos; três deles se agrupam próximo à micrópila (duas sinérgides laterais e uma oosfera central); outros três núcleos migram para a extremidade oposta, constituindo antípodas. No centro do saco embrionário instalam-se os dois núcleos restantes, denominados núcleos polares da célula média. O conjunto do saco embrionário, mais os dois tegumentos característicos desse grupo de espécies, forma o óvulo. (<http://www.unisanta.br/botanica/imagens/reprodução/FERTIL1.jpg>; Mariath et al., 2003).

Os micrósporos, que darão origem aos grãos de pólen, são formados no interior das anteras, que podem abrir por fendas ou poros para liberá-los quando maduros. Ao chegarem no estigma os grãos de pólen podem germinar e emitir o tubo polínico, através do estilete, até o ovário, atravessando a micrópila do óvulo e lançando no seu interior duas células espermáticas. Uma delas se funde com a oosfera, originando o embrião ou zigoto, e a outra se une aos núcleos polares, formando um tecido triplóide, o endosperma, que acumula grande quantidade de reservas nutritivas (<http://www.unisanta.br/botanica/imagens/reprodução/FERTIL1.jpg>; Mariath et al., 2003).

2.1.5.1.1. Florescimento

O florescimento é desencadeado por condições ambientais, associadas a fatores endógenos das plantas (Faust, 1989).

A época de florescimento do pessegueiro depende de vários fatores, principalmente da temperatura. O efeito da temperatura, entretanto, é ambíguo. Primeiramente, o requerimento varietal das plantas por frio (determinado geneticamente) deve ser satisfeito para, posteriormente, a elevação da temperatura ser decisiva no florescimento. Variações na época de florescimento podem ser resultantes da combinação da intensidade da dormência das gemas e da velocidade de aquecimento do ar (Szabó & Nyéki, 2000).

A duração do período de florescimento também é afetada pela temperatura. Em regiões de inverno ameno e de florescimento precoce das plantas, a taxa de aquecimento do ar é geralmente baixa. Conseqüentemente, o período de florescimento é aumentado, em relação a cultivares que florescem em regiões de inverno mais tardio (Szabó & Nyéki, 2000).

Para Kinet et al. (1985) a temperatura tem efeito quantitativo no desenvolvimento da floração. Geralmente, elevadas temperaturas na pré-floração aceleram o desenvolvimento das flores, resultando em antese antecipada, com estruturas florais menores. Kozai et al. (2004) observaram que o período entre o início da abertura das gemas florais e a antese foi drasticamente reduzido em plantas mantidas a 30°C.

Segundo Shermann & Lyrene (1998), em regiões de clima temperado característico, o florescimento de pessegueiros normalmente ocorre 7 a 14 dias antes da brotação. No entanto, Silveira (2003) observou que as cultivares de pessegueiro Riograndense, Granada, Maciel e Esmeralda, com requerimento de frio

abaixo de 300 horas apresentaram, com poucas exceções, brotação antes da floração.

2.1.5.2. Fixação de frutos (frutificação efetiva)

O conhecimento do processo de frutificação de uma espécie, bem como dos demais fatores inter-relacionados, é extremamente importante no discernimento de algumas práticas culturais, como poda, raleio de frutos, uso de fertilizantes e de reguladores de crescimento. As estimativas de colheita, bem como do tamanho final dos frutos, estão intimamente relacionadas com as características de frutificação da espécie (Westwood, 1978).

O processo de fixação de frutos pode ser definido como o rápido crescimento do ovário após a polinização e fecundação da flor (Serciloto, 2002). O fruto do pessegueiro é o resultado da diferenciação e desenvolvimento das paredes do ovário. Desde que fertilizada, a oosfera dá origem a um embrião, responsável, em parte, pelo crescimento normal do fruto. Este, porém, pode abortar se o seu embrião for destruído antes do endurecimento do caroço (Monet, 1983).

Em geral, nas frutíferas de caroço são esperadas altas taxas de frutificação quando a floração coincide com dias ensolarados, amenos e secos (Szabó & Nyéki, 2000). Ao avaliar uma coleção de variedades de pessegueiro, esses autores observaram frutificação que variou de 13,5 a 83,2 %, de acordo com a região e época de florescimento.

No entanto, de acordo com Nyéki & Soltesz (1998), ao se avaliar a taxa de frutificação de uma cultivar deve-se levar em consideração, além de outros fatores, o tamanho médio dos frutos, pois em cultivares produtoras de frutos grandes a frutificação poderá ser menor do que em cultivares produtoras de frutos pequenos.

Em relação à definição do percentual de fixação de frutos, o período mais importante de abscisão de flores e frutos ocorre, geralmente, nas primeiras quatro semanas após a antese de pessegueiros (Harrold, 1935) e de damasqueiros (Rodrigo & Herrero, 2002b). A abscisão de flores de pessegueiros nas primeiras duas semanas após a antese se deve à falta de polinização (Harrold, 1935) ou de fecundação (Sedgley & Griffin, 1989).

A macho-esterilidade (Garcia et al., 1988; Lillecrapp et al., 1999), a falta de receptividade estigmática (Egea et al., 1991; Egea & Burgos, 1992), bem como o desenvolvimento anormal do saco embrionário (Guerriero et al., 1985; Albuquerque et al., 2002) e a degeneração dos óvulos (Burgos & Egea, 1994; Burgos et al., 1995; Lillecrapp et al., 1999) têm sido relacionados como causas da frutificação irregular do pessegueiro.

No entanto, de acordo com Rodrigo & Herrero (2002b), a contínua abscisão de flores não polinizadas e polinizadas (frutos) de damasqueiros sugere que, além da polinização e da fecundação, outros fatores devem estar envolvidos na abscisão de flores e frutos, bem como na frutificação final. Dentre eles, podem ser citadas as altas temperaturas na pré-floração (Albuquerque et al., 2000) e em pós-floração (Lescourret et al., 2000), bem como o estresse hídrico (Albuquerque et al., 2000; Szafran et al., 1997). Seus efeitos são, entretanto, dependentes da cultivar (Szafran et al., 1997).

Para Furukawa & Bukovac (1989), estresses nutricionais e ambientais, particularmente durante o desenvolvimento inicial dos frutos, são fatores comprovadamente importantes para a falta de sustentação do desenvolvimento do embrião e, conseqüentemente, do fruto.

Predisposição genética para uma alta proporção de sacos embrionários, com desenvolvimento anormal ou degeneração precoce, foi sugerida como sendo a causa da baixa frutificação em pereiras 'Comice' (Jaumien, 1968, citado por Thompson & Liu, 1973) e em macieiras 'Delicious' (Hartman & Howlett, 1954, citados por Thompson & Liu, 1973). Por outro lado, segundo Radice et al. (2003), a baixa produção do pessegueiro, entre outras espécies, está associada a desordens genéticas durante a microsporogênese.

Para Tromp & Borsboom (1994), a temperatura é um dos fatores mais importantes na determinação da frutificação efetiva das frutíferas perenes. Segundo Williams (1965), por retardarem a abscisão das folhas, altas temperaturas no outono aumentam o conteúdo de carboidratos nas gemas florais e, conseqüentemente, promovem floração e frutificação adequada. A temperatura durante o verão e outono, pode também afetar a longevidade do óvulo e a frutificação efetiva na primavera (Monet & Bastard, 1971).

Altas temperaturas no período de pré-floração/floração podem reduzir a taxa de germinação do pólen, suprimir o desenvolvimento do saco embrionário e induzir a degeneração precoce do saco embrionário de damasqueiros após a antese. O período efetivo de polinização (PEP) também pode ser consideravelmente encurtado, devido à falta de sincronismo no desenvolvimento das estruturas masculinas e femininas (Albuquerque et al., 2000; Rodrigo & Herrero, 2002a).

Rodrigo & Herrero (2002a) observaram que o aumento de temperatura na pré-floração e floração, através da utilização de sacos de polietileno junto às gemas florais, acelerou e reduziu o período de floração e, conseqüentemente, reduziu a frutificação efetiva. Os autores observaram que a aceleração do desenvolvimento floral externo, pela elevação da temperatura, não foi acompanhada pelo avanço do

desenvolvimento do pistilo. Esta falta de sincronismo resultou na abertura prematura de flores, gerando pistilos pouco desenvolvidos e com baixa capacidade de frutificação.

Em estudos com pessegueiros e nectarineiras em casa de vegetação, Erez et al. (2000) verificaram que altas temperaturas na pré-floração e floração retardaram a frutificação e favoreceram o crescimento vegetativo, não permitindo a frutificação quando as plantas foram submetidas a temperaturas entre 21 e 29°C. Para Kozai et al. (2004) a frutificação efetiva de pessegueiros também foi significativamente reduzida com o aumento da temperatura, sendo que acima de 25°C a mesma raramente ocorreu.

Erez et al. (1998) observaram que as altas temperaturas no período de florescimento (acima de 25°C durante o dia e/ou acima de 18°C durante a noite) reduziram consideravelmente a frutificação. A frutificação de pessegueiros também foi sensivelmente reduzida, sob temperaturas noturnas superiores a 14 ou 15°C (Edwards, 1990), as quais parecem promover desenvolvimento anormal do saco embrionário em pessegueiros (Kozai et al., 2004).

Segundo Rodrigo & Herrero (2002a), existem modelos matemáticos para condições de pomares que estabelecem uma clara correlação entre a temperatura na pré-floração e a produção. Entretanto, os mecanismos que levam a estas relações ainda não estão totalmente esclarecidos. De acordo com os mesmos autores, para o gênero *Prunus*, as informações sobre o efeito das temperaturas pré-floração são escassas e contraditórias. Segundo Sedgley & Griffin (1989), um dos motivos para a divergência de resultados pode ser a condução de inúmeros experimentos com plantas frutíferas em vasos, condição esta que não reflete o padrão de resposta de plantas adultas nas condições de pomares.

A competição nutricional também está freqüentemente associada aos baixos níveis de frutificação em diversas espécies frutíferas. Na cultivar de pessegueiro Riograndense, Silveira (2003) observou que a frutificação efetiva foi maior nos tratamentos em que o início da brotação e o florescimento ocorreram simultaneamente. No entanto, segundo Erez & Yablowitz (1997), citados por Silveira (2003), quando há coincidência ou um pequeno adiantamento da brotação em relação à floração, ocorre alta competição entre os dois tipos de gemas, acarretando geralmente baixa frutificação.

De acordo com Baldini (1992), chuvas persistentes podem lavar o estigma e causar a morte dos grãos de pólen, pelo excesso de hidratação. Segundo Gradziel & Weinbaum (1999), elevada umidade do ar e excesso de precipitação reduzem a deiscência das anteras e, conseqüentemente, a liberação dos grãos de pólen, limitando a fixação de frutos. Segundo os mesmos autores, estes fatores podem causar falhas na polinização, por acelerar o desenvolvimento de doenças nas flores.

2.1.5.2.1. Grau de fertilidade das plantas

O pessegueiro é considerado uma espécie frutífera autofértil (Szabó et al., 2000). Segundo Szabó & Nyéki (2000), a fertilidade das flores da maioria das cultivares de pessegueiro é de 75 a 100 %.

Ryabov & Kancerova (1970), citados por Szabó & Nyéki (2000), classificaram as cultivares de pessegueiros em quatro categorias, em função da sua fertilidade: auto-estéreis, com 0 % de frutificação efetiva; macho-estéreis, com frutificação variável em função da presença de pólen externo compatível; parcialmente autoférteis, com 0 a 10 % de frutificação efetiva; autoférteis, com mais de 10 % de frutificação efetiva.

Por outro lado, Bellini & Scaramuzzi (1976), citados por Szabó & Nyéki (2000) classificaram as cultivares de pessegueiros como sendo: pouco autoférteis, com menos de 20 % de frutificação; média autofertilidade, com 20 a 50 % de frutificação; elevada autofertilidade, com mais de 50 % de frutificação.

Para Szabó et al. (2000) e Szabó & Nyéki (2000), sob condições de autopolinização, as cultivares de pessegueiro são: auto-estéreis, quando a frutificação é nula; parcialmente autoférteis, com 0 a 10 % de frutificação; autoférteis, com 10 a 20 % de frutificação; altamente autoférteis, com mais de 20 % de frutificação.

No mesmo estudo, Szabó & Nyéki (2000) observaram que a autofertilidade de pessegueiros para mercado “in natura” e para industrialização foi muito similar. Os mesmos autores observaram também que, para algumas cultivares, em determinados anos de cultivo, a taxa de frutificação autógama foi abaixo de 10 %, considerada como inferior ao padrão de autofertilidade para esta espécie.

Segundo Burgos & Egea (1994), esterilidade masculina e feminina têm sido encontradas independentemente em damasqueiros, além de outras espécies frutíferas (Sedgley & Griffin, 1989), sendo, em geral, atribuída às condições adversas de ambiente (Lillecrapp et al., 1999).

2.1.5.2.2. Polinização e fecundação

O processo de polinização-fecundação é o mais importante elo da cadeia reprodutiva de uma planta, pois dele depende toda a sua produção frutífera. Assim, o conhecimento dos fatores que possam o afetar constitui um elemento de real valor para o entendimento das causas da baixa frutificação efetiva e, em alguns casos,

para o planejamento de novas práticas de manejo do pomar que a aprimore (Medeiros, 1979).

Na maioria das angiospermas, no momento da dispersão, os grãos de pólen maduros são estruturas altamente desidratadas. Durante a polinização compatível, eles se aderem e são reconhecidos pelo pistilo, reidratando-se posteriormente pela aquisição de água do exsudato estilar ou das células papilares do estigma. No ovário o tubo polínico descarrega os dois gametas masculinos dentro do saco embrionário, onde ocorre a fecundação (Gaude & McCormick, 1999).

Nas frutíferas de caroço, a frutificação efetiva depende geralmente do sucesso da fecundação do óvulo (Westwood, 1978; Thompson & Liu, 1973) e do desenvolvimento da semente (Marshall, 1919, citado por Thompson & Liu, 1973). Segundo Gaude & McCormick (1999), uma complexa interação célula-célula é necessária para a conclusão destes eventos. Logo, para que a fecundação ocorra, as flores devem ter sacos embrionários desenvolvidos em plena coordenação com o tempo de receptividade do estigma, com a taxa de crescimento do tubo polínico e com a longevidade do óvulo (Thompson & Liu, 1973). De acordo com os mesmos autores, tanto fatores genéticos como ambientais podem perturbar estes processos e reduzir a frutificação.

A polinização do pessegueiro ocorre com maior eficiência na presença de vento e insetos. No entanto, devido à predominância da autopolinização entre flores de uma mesma planta, não há necessidade estrita de polinização cruzada ou alogamia (Barbosa, 1990). De acordo com Nyéki et al. (1998), estima-se que a alogamia em pessegueiro é de 5 a 33 %, sendo altamente variável de ano para ano e entre cultivares.

Avaliando uma coleção de pessegueiros, Szabó & Nyéki (2000) observaram, em geral, maior taxa de frutificação em flores com polinização aberta do que em flores isoladas (autogamia). No entanto, em flores isoladas e polinizadas manualmente com pólen da mesma cultivar, a produção de frutos foi, em geral, maior do que em flores mantidas em polinização aberta. Para algumas cultivares de pessegueiros mantidas em coleções de frutíferas de caroço, a alogamia é responsável por taxas de frutificação de até 70 a 90 % (Szabó & Nyéki, 2000).

De acordo com Nyéki et al. (1998), para cultivares de pessegueiros autoférteis instáveis em produção, faz-se necessário o plantio de outras intercaladas para melhorar a frutificação das mesmas. Diversos estudos também vêm demonstrando o efeito benéfico da polinização complementar realizada por abelhas no aumento da frutificação efetiva de pessegueiros e nectarineiras (Nyéki et al., 1998; Nyeki et al., 2000).

O período efetivo de polinização (PEP) tem sido um bom parâmetro para identificar fatores que limitam a frutificação de inúmeras espécies. Ele é definido como a longevidade do óvulo menos o tempo necessário para o tubo polínico alcançar o óvulo. Três são os principais fatores determinantes do PEP: receptividade estigmática, desenvolvimento do tubo polínico e longevidade do óvulo (Sanzol & Herrero, 2001).

Uma causa comum da baixa frutificação é o total insucesso da polinização, quando os óvulos estão supermaduros ou senescentes na antese (Stösser & Anvari, 1983). A longevidade do óvulo (Sanzol & Herrero, 2001) e a viabilidade do saco embrionário (Willians, 1970), desempenham um papel decisivo no PEP, bem como na determinação da fertilidade e frutificação das frutíferas.

Segundo Sanzol & Herrero (2001), temperatura, qualidade da flor e tratamentos químicos podem afetar o período efetivo de polinização (PEP) em plantas frutíferas. Thompson & Liu (1973) citam trabalhos com macieiras que mostram que condições inadequadas de manejo cultural, refletidas pelo reduzido vigor das plantas e flores, em função dos baixos níveis de nitrogênio no solo, causaram supressão do desenvolvimento normal do saco embrionário e redução da longevidade do óvulo, bem como redução do período de receptividade do estigma e do crescimento do tubo polínico.

De acordo com Williams (1970), temperaturas elevadas durante a antese aceleram o crescimento do tubo polínico, afetando o período efetivo de polinização (PEP). Por outro lado, segundo o mesmo autor, elevadas temperaturas pós-antese diminuem o período receptivo do estigma, podendo limitar a polinização. Em geral, baixas temperaturas durante o florescimento reduzem o crescimento do tubo polínico, mas estendem o PEP, por aumentar o tempo de vida do óvulo (Tromp & Borsboom, 1994).

2.1.5.2.2.1. Receptividade do estigma

A receptividade estigmática avalia a habilidade do estigma suportar a germinação do pólen (Sanzol & Herrero, 2001). Em flores de pessegueiro o início da receptividade estigmática é mediado pela degeneração das papilas do estigma, concomitantemente com a produção de secreção (Herrero & Arbeloa, 1989). Esta secreção parece estar relacionada com os processos de reconhecimento e hidratação dos grãos de pólen (Herrero, 1992). O término da receptividade do estigma tem sido associado com a degeneração do estigma em damasqueiros (Egea & Burgos, 1992).

O atraso da maturação do estigma pode limitar o PEP (Herrero, 1983). Porém, mais freqüentemente, é a degeneração precoce do estigma que limita o PEP (Sanzol & Herrero, 2001). De acordo com Williams (1970), temperaturas elevadas após a antese diminuem o período receptivo do estigma, podendo limitar a polinização.

A aplicação de fungicidas também pode causar falhas no processo de polinização e reduzir a fecundação das flores, por provocar danos na superfície do estigma. Em amendoeiras (*Prunus dulcis*) cv. Nonpareil, os danos mais comuns, provocados pelos fungicidas, foram o colapso das papilas do estigma e o aumento da produção de “exsudatos”, que levaram à perda da superfície disponível para captura, hidratação e germinação dos grãos de pólen e, conseqüentemente, a uma baixa frutificação (Weiguang et al., 2003).

Os fungicidas Captan e Azoxystrobin provocaram grande efeito inibitório sobre a germinação dos grãos de pólen no estigma. Por outro lado, a germinação do pólen não foi significativamente afetada pela aplicação dos fungicidas Propiconazole e Benomyl. Efeitos inibitórios intermediários foram observados com aplicações dos fungicidas Ziram, Cyprodinil, Maneb, Thiophanato-metílico, Iprodione e Myclobutanil (Weiguang et al., 2003).

2.1.5.2.2.2. Desenvolvimento do tubo polínico

O desenvolvimento do tubo polínico é altamente variável entre as espécies (Martinez-Tellez & Crossa-Raynaud, 1982), cultivares (Egea et al., 1991), origem do pólen (Guerrero-Prieto et al., 1985), estado nutricional da flor (Nyomora et al., 2000) e condições ambientais (Jeffries et al., 1982).

Segundo Mulcahy et al. (1975), citado por Rodrigo & Herrero (2002b), o comprimento do estilete afeta o tempo necessário para o tubo polínico alcançar o

ovário. Rodrigo & Herrero (2002a) observaram que o estilete de flores de damasqueiro, tanto polinizadas como não polinizadas, continuou a alongar-se num mesmo padrão após a antese, partindo de $14,3 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ na antese até o comprimento máximo de $18,6 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$, seis dias após, sendo superior ao alongamento dos estiletos de flores de pessegueiros que alcançaram o máximo de $14,5 \text{ mm}$, 15 dias após a antese (Herrero & Arbeloa, 1989).

Segundo Rodrigo & Herrero (2002b), estes resultados parecem contrariar a hipótese de Mulcahy et al. (1975), citados por (Rodrigo & Herrero, 2002b), uma vez que o período entre a polinização e a fecundação de pessegueiros foi de aproximadamente 19 dias (Herrero & Arbeloa, 1989) e de damasqueiros foi de sete dias (Rodrigo & Herrero, 2002b). Pelo contrário, o desenvolvimento precoce dos pistilos é fundamental para o rápido crescimento do tubo polínico (Herrero & Hormanza, 1996) e para a fecundação do damasqueiro (Rodrigo & Herrero, 2002b). De acordo com Herrero & Arbeloa (1989), como a maturação do pistilo ocorre basipetalmente, o atraso no crescimento do tubo polínico, observado em pessegueiro, parece ser causado pela imaturidade do ovário na antese.

Segundo Cerovic & Ruzic (1992), óvulos inviáveis manifestam um padrão anormal no tubo polínico, influenciando negativamente a eficácia da fase progâmica da fecundação, em função da aceleração do envelhecimento dos óvulos, que perdem a sua viabilidade, sobretudo se ocorrer altas temperaturas durante o florescimento. De acordo com Sansol & Herrero (2001), plantas que possuem óvulos subdesenvolvidos falham na atração do tubo polínico.

2.1.5.2.2.3. Desenvolvimento dos gametas sexuais

Segundo Reiser & Fischer (1993), perturbações durante a meiose resultam em mutações que causam esterilidade dos gametófitos masculinos e femininos de diversas espécies frutíferas.

Em função disso, o entendimento do desenvolvimento de irregularidades durante os processos de formação dos gametas é fundamental para o sucesso do melhoramento genético no futuro, evitando que sejam recomendadas cultivares pouco ou totalmente improdutivas, bem como para orientar pesquisas que visem avaliar problemas quanto ao desempenho reprodutivo das espécies, a exemplo da cultivar de pessegueiro 'Granada'.

A microsporogênese no pessegueiro inicia-se no inverno e a meiose (formação dos micrósporos, sucedida pela microgametogênese, com formação dos gametas masculinos) ocorre por ocasião do inchamento da gema. Seu término é marcado pela formação das tétrades de micrósporos, entre meados de junho e final de julho, dependendo da cultivar (Raseira & Quezada, 2003).

Durante a formação dos microsporângios, as células esporogênicas, envolvidas pelo tapete, ocupam a região mais interna dos microsporângios e multiplicam-se 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, os micrósporos, organizados em tétrades. Cerca de duas semanas após a meiose, o tapete se degenera e a organização dos micrósporos em tétrades se desfaz, liberando quatro micrósporos no interior da cavidade locular, preenchida por líquidos. Cada micrósporo apresenta forma triangular, quando em visão polar, característica da espécie. Algum tempo depois, antes, porém da antese, os quatro lóculos (de quatro microsporângios) de

cada antera se reduzem a dois, e as células do endotécio e conectivo se desidratam, permitindo a deiscência das anteras e a dispersão do pólen (Martinez-Tellez, 1981).

No entanto, durante o processo de microsporogênese, diversas irregularidades têm sido mencionadas como possíveis causas das variações no grau de fertilidade floral, resultando em variabilidade de germinação do pólen '*in vivo*' e '*in vitro*' (Cerovic, 1992).

Segundo Szabó & Nyéki (2000), a maioria das cultivares de pessegueiro desenvolvem flores com regularidade no desenvolvimento estaminal, com anteras contendo pólen funcional. No entanto, segundo Baldini (1992), algumas cultivares possuem esterilidade morfológica, com falta ou deficiência no desenvolvimento dos estames (androesterilidade).

Além disso, diversas cultivares de pessegueiro são auto-estéreis (Szabó et al., 2000; McLaren & Fraser, 1996) ou macho-estéreis (Szabó et al., 2000), com falta de pólen normal e funcional (Szabó & Nyéki, 2000), podendo essas, de acordo com a cultivar, produzir anteras de tamanho menor e com baixa quantidade de grãos de pólen (Szabó et al., 1996). No Brasil, pode-se citar, entre outras cultivares de pessegueiro macho-estéreis, a 'Baronesa', a qual não apresenta formação de pólen (Centelhas-Quezada, et al., 2000), sendo, portanto, dependente de polinização cruzada.

Segundo Lillecrapp et al. (1999), na cultivar de damasqueiro 'Trevatt Blue' a esterilidade masculina foi devida à degeneração do micrósporo e falhas na degeneração do tapete. De acordo com Szabó & Nyéki (2000), as cultivares macho-estéreis são também facilmente reconhecidas pelas suas anteras de coloração pálida, contendo poucos grãos de pólen, de tamanho menor que o padrão normal. Nas drupáceas, a percentagem de grãos de pólen normais geralmente é superior a

85 %, à exceção dos híbridos interespecíficos (Remy, 1953, citado por Barbosa, 1990).

Em relação à produção de pólen, os pessegueiros mais adaptados ao clima subtropical chegam a produzir de 1.000 a 2.000 grãos por antera, e até 80.000 por flor (Barbosa et al., 1989). No entanto, segundo Bassols (1980), a produção e a germinação do pólen do pessegueiro não é constante ao longo dos anos. De acordo com Kozai et al. (2004), altas temperaturas na pré-floração possuem grande influência na quantidade de pólen produzida, podendo, dependendo da intensidade, causar esterilidade dos grãos.

De acordo com a cultivar, a viabilidade do pólen do pessegueiro varia de 70-95 %, quando bem conservados ou recém-colhidos e sob condições de laboratório (Barbosa et al., 1989). Segundo Barbosa (1990) e Raseira (2004) - Comunicação pessoal, a viabilidade dos grãos de pólen de pessegueiros, desde que armazenados em ambiente frio e seco, pode perdurar por vários meses.

Entretanto, a viabilidade dos grãos de pólen do pessegueiro pode ser influenciada por diversos fatores internos, como o estado nutricional da planta (Willians, 1970), e fatores externos, como temperatura e grau de hidratação dos mesmos (Martinez-Tellez, 1981).

Alta sensibilidade das plantas por temperaturas tanto amenas como elevadas representa grande risco de danos às flores (Barbosa, 1990). Entretanto, para Sukhvibul et al. (2000), citados por Wolukau et al. (2004), o efeito da temperatura na germinação de grãos de pólen é inconsistente e pode variar entre espécies e entre as cultivares da mesma espécie.

Segundo Sukhvibul et al. (2000), citados por Wolukau et al. (2004), a temperatura ótima para a germinação do pólen em *Prunus mume* é em torno de

25°C. No entanto, Weinbaum et al. (1984) observaram em pessegueiros um pico de germinação do pólen a 20°C, mas que se manteve relativamente alta mesmo a 28 ou 30°C. Para Kozai et al. (2004), a inibição da fecundação em pessegueiros sob alta temperatura não é devida à reduzida viabilidade do pólen.

Em relação ao gameta sexual feminino, a formação de um saco embrionário normal e funcional está intimamente relacionada com a regularidade durante a megasporogênese e megagametogênese (Cerovic & Micic, 1999).

Alguns dias antes da floração, por meiose, origina-se uma tétrade de megásporos. O megásporo calazal (próximo ao pólo calazal) desenvolve-se, tornando-se viável. O saco embrionário começa a se alongar e praticamente dobra de tamanho no momento da fecundação, sendo que em duas semanas atinge a calaza (Harrold, 1935).

Embora a ocorrência de atraso no desenvolvimento do saco embrionário e o abortamento de óvulos sejam aspectos muito importantes do processo de reprodução sexual em plantas superiores, o seu estudo tem sido freqüentemente negligenciado (Pimenta & Polito, 1982; Furokawa & Bukovac, 1989) e pouco descrito como causa da baixa frutificação das frutíferas (Furokawa & Bukovac, 1989). Em função da sua importância e da observação da ocorrência de um inadequado desenvolvimento dos sacos embrionários em flores do pessegueiro 'Granada', realizou-se uma revisão bastante ampla sobre este tema.

Segundo Rodrigo & Herrero (1998), o óvulo primário é o maior e o mais desenvolvido, possuindo maior chance de ser fecundado (Rodrigo e Herrero, 1998; Albuquerque et al., 2002). No entanto, segundo Albuquerque et al. (2002), o desenvolvimento dos óvulos na antese é variável entre as espécies e entre as cultivares da mesma espécie.

Sacos embrionários maduros na antese foram ocasionalmente encontrados na maioria das cultivares de damasqueiros (Burgos & Egea, 1994; Egea & Burgos, 1994; Egea & Burgos, 1998). Em cerejeira azeda (*Prunus cerasus* L.), Furukawa & Bukovac (1989) observaram que óvulos com saco embrionário imaturo na antese não foram viáveis ou funcionais. Para os mesmos autores, óvulos funcionais são aqueles que apresentam saco embrionário com mais de quatro núcleos na antese. Por outro lado, Albuquerque et al. (2000) consideraram óvulos viáveis apenas os que apresentavam saco embrionário completo e alongado. Óvulos viáveis são também caracterizados por altos níveis de amido, fonte potencial para o suplemento de açúcares (Pimenta & Polito, 1982).

Para Egea & Burgos (1998), a má formação dos óvulos em flores de damasqueiros consistiu de nucelo não completamente coberto pelos tegumentos, bem como sacos embrionários perfeitamente formados, porém sem os núcleos. Outras anomalias como óvulos pequenos e esféricos, unidos e subdesenvolvidos, com nucelo anormal ou incompletamente protegido pelos tegumentos, também estão associadas à esterilidade feminina nesta espécie (Lillecrapp et al., 1999).

Segundo Ishida et al. (1979), citados por Kozai et al. (2004), em pessegueiros, as flores, sob condições naturais levaram, geralmente, cinco dias a partir da antese para alcançarem o estágio de maturidade completa do saco embrionário. De acordo com Albuquerque et al. (2000), sacos embrionários de damasqueiros apresentaram um bom desenvolvimento e não degeneraram em flores não-polinizadas, após 2.000 graus-hora de crescimento (GDH) (6 a 8 dias) ou 3.000 GDH (11 a 12 dias) da antese, respectivamente. Segundo o mesmo autor, 2000 GDH após a antese, corresponde a um tempo suficiente para o desenvolvimento dos óvulos do estágio de quatro núcleos até a sua completa maturidade.

A taxa de crescimento do ovário (Rodrigo & Herrero, 2002b), do óvulo primário (Rodrigo & Herrero, 1998) e do saco embrionário (Rodrigo & Herrero, 1998; Sharman, 1997), do estágio pré ao pós-polinização, pode ocorrer na ausência da polinização, como parte integrante de um programa temporal de desenvolvimento, controlado geneticamente, a exemplo do que ocorre em flores de cerejeira azeda e de pessegueiro (Ishida et al., 1979, citados por Kozai et al., 2004) e de damasqueiros (Albuquerque et al., 2000).

No entanto, de acordo com Sharman (1997), a polinização em algumas espécies do gênero *Prunus*, a exemplo do damasqueiro, auto-regularia o desenvolvimento do óvulo e do gametófito, bem como a sua maturação, preparando-o para ser fecundado. Nestes casos, a polinização atua, primeiramente, como coordenadora do desenvolvimento do gametófito feminino.

Segundo Albuquerque et al. (2000), a falta de fecundação dos óvulos que alcançam a maturidade tardiamente, provavelmente, é devida à degeneração do gametófito masculino, que tem vida limitada. O mesmo autor sugere que este problema ocorre devido à falta de sincronismo entre o tempo necessário para o saco embrionário terminar o seu desenvolvimento e o tempo de vida útil do tubo polínico, sobretudo sob altas temperaturas.

Por outro lado, Pimenta & Polito (1983) observaram que um significativo atraso no desenvolvimento do saco embrionário na antese não afetou a frutificação efetiva em amendoeiras (*Prunus dulcis*). Albuquerque et al. (2000) observaram que a taxa de crescimento do tubo polínico reduziu muito ou paralisou totalmente, logo após a polinização, até os estágios finais de diferenciação do saco embrionário, voltando a crescer normalmente após o término deste evento.

De acordo com Lillecrapp et al. (1999) e Pimenta & Polito (1982), enquanto o desenvolvimento incompleto das estruturas ovulares e do saco embrionário parece ter uma base genética, a degeneração e o abortamento do óvulo parece ser de origem ambiental (Lillecrapp et al., 1999), podendo explicar os resultados variáveis de frutificação em função de cultivar, localização do pomar e ano de cultivo.

Albuquerque et al. (2000) observaram em várias cultivares de damasqueiros de alto requerimento de frio uma boa proporção de óvulos funcionais, mesmo estas não tendo o seu requerimento de frio satisfeito. Por outro lado, Egea e Burgos (1998) observaram um padrão contrário em duas cultivares de damasqueiros de alto requerimento em frio, que tiveram um pequeno atraso no desenvolvimento dos seus óvulos, mesmo tendo elas sido completamente satisfeitas em frio, contribuindo com a hipótese de Lillecrapp et al. (1999).

Com relação à temperatura durante o florescimento, Beppu et al. (2001) não observaram diferenças no estágio de maturidade ou desenvolvimento dos óvulos em flores em antese de damasqueiros mantidos à 15°C e à 25°C. Segundo Egea & Burgos (1998), altas temperaturas na pré-floração somente induziram um leve atraso na maturidade dos óvulos, não gerando evidências concretas de estarem relacionadas com a baixa frutificação das plantas de damasqueiros.

Segundo Pejkić (1969), citado por Thompson & Liu (1973), a ameixeira 'Pozegaca', de pé franco, teve 155 % a mais de sacos embrionários normais comparado com aquelas enxertadas com porta-enxerto Mirabolano. Desta forma, mesmo sendo raramente citado, o porta-enxerto parece exercer papel fundamental sobre a frutificação de espécies frutíferas, podendo explicar a frutificação irregular do pessegueiro 'Granada', que apresenta grande desuniformidade de produção entre as plantas do mesmo pomar. Além disso, Baldini (1992) salienta também que a

fertilidade ovular é negativamente afetada pelo uso de fungicidas na pré-floração e floração.

Quanto aos aspectos nutricionais das plantas, as reservas de amido no óvulo primário decrescem após a fecundação e parecem desempenhar importante papel na nutrição do saco embrionário. Em pessegueiro, o decréscimo no conteúdo de amido da epiderme nucelar tem sido relatado como indicador de desenvolvimento e alongamento do saco embrionário (Arbeloa & Herrero, 1991).

Em relação à degeneração dos óvulos, no gênero *Prunus*, este evento está correlacionado com o acúmulo de calose e depleção das reservas de amido, numa seqüência de eventos pouco clara (Rodrigo & Herrero, 1998). Segundo esses autores, em damasqueiros a degeneração do óvulo secundário ocorre antes da fecundação do óvulo primário e é independente da polinização. Segundo Cerovic & Micic (1999), em cerejeira azeda tanto a falta de homologia entre cromossomos irmãos durante a meiose, quanto o efeito do ambiente podem resultar na degeneração precoce do saco embrionário.

Para Thompson & Liu (1973) a degeneração e o abortamento de óvulos tem sido correlacionado com vários fatores, entre eles, temperatura elevada e reduzida atividade de divisão celular no tecido nucelar (Willians, 1965). A aplicação de reguladores de crescimento, geralmente o ácido giberélico, normalmente aumenta a senescência ovular em damasqueiros (Egea & Burgos, 1998).

Alguns sinais do abortamento dos óvulos se tornam evidentes quatro dias após a polinização. Eles incluem a paralisação do seu crescimento, seguida da separação dos tegumentos do tecido nucelar. Em torno do sexto dia após a polinização, a separação dos tegumentos se torna mais avançada e as células do tecido nucelar se tornam murchas e colapsadas (Pimenta & Polito, 1982).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

As pesquisas de campo foram conduzidas em um pomar comercial numa propriedade privada localizada no município de Charqueadas, a cerca de 70 km de Porto Alegre, na região ecoclimática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, à latitude de 29°57'S, longitude de 51°37'W e altitude média de 30 m. A propriedade, com atividade essencialmente frutícola, possui cerca de 25 ha de frutíferas, com predominância de pessegueiro, ameixeira, nectarineira e videira.

O clima da região pertence à variedade específica **Cfa** – subtropical úmido com verão quente, pela classificação de Köppen. Pela classificação climática de Thornthwaite, o clima se caracteriza pela fórmula **B₁rB'₃a'** - mesotérmico úmido, com pouca deficiência hídrica. A radiação solar global é mais elevada no mês de dezembro, com média de 21,33 MJ.m⁻². dia⁻¹. O mês de junho tem a menor média, com 8,55 MJ.m⁻². dia⁻¹. Janeiro e fevereiro são os meses mais quentes, enquanto que junho e julho são os mais frios. As médias mensais da temperatura do ar oscilam de 9 a 25°C, aproximadamente. O outono é mais frio que a primavera. A precipitação anual média é de 1445,8 mm, com média mensal de 120,5 mm (Bergamaschi et al., 2003). O número de horas de frio (HF), dados normais, com

temperaturas inferiores a 7°C é de 213 horas de maio a agosto e de 249 horas de maio a setembro (Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1989).

O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico- Pvd 7, o qual possui horizonte B textural (Embrapa-CNPS, 1999). Os argissolos são geralmente profundos a muito profundos, podendo apresentar limitações químicas devidas à baixa fertilidade natural. Possuem baixa saturação de bases ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B, e argila com baixa CTC ($T < 27\text{cmolc/kg}$) (Streck et al., 2002).

O pomar de 'Granada' sobre porta-enxerto Capdeboscq (provável) tem aproximadamente um hectare e foi implantado em 1997. As plantas foram conduzidas em vaso aberto, em espaçamento de 4,0m x 6,0m entre plantas na fila e entre filas, respectivamente, numa densidade de 416 plantas por hectare.

3.2. Escolha das unidades experimentais

Em cada ano foram escolhidas nove unidades experimentais (nove plantas), em seqüência numa única fila. Apesar da grande desuniformidade existente entre as plantas do pomar, buscou-se a maior uniformidade possível entre elas. Para isso, levou-se em consideração, na escolha das plantas, a sanidade (ausência de sintomas característicos de ataque de doenças e de estruturas de sobrevivência de fungos), bem como a integridade e a arquitetura das mesmas, ou seja, a ausência de pernas quebradas, secas ou mortas, o número de pernas por planta e o diâmetro do tronco e da copa.

3.3. Manejo geral do pomar

Os tratos culturais foram realizados buscando-se adequar o pomar às Normas Técnicas de Produção Integrada de pêssego (Fachinello et al., 2003).

O solo foi mantido coberto com aveia preta no período de outono-inverno em toda a sua superfície, e com plantas espontâneas no período de primavera-verão, controlando seu crescimento através de roçadas, sobretudo nos períodos de maior necessidade de água e nutrientes dos pessegueiros.

As adubações foram realizadas mediante as Normas de Produção Integrada de pêssego (Fachinello et al., 2003), com parcelamentos de nitrogênio e potássio no início da frutificação, no raleio e na pós-colheita dos frutos.

Foram realizadas podas de verão e de inverno. Na poda de verão, foram eliminados ramos mal posicionados, com vegetação abundante (ladrões) e ramos em excesso. Na poda de inverno, realizada em 30/06/2004 e em 08/07/2005, retirou-se apenas ramos ladrões, mal localizados, secos e doentes, com leve desbaste de ramos produtivos.

O raleio dos frutos foi realizado manualmente somente em 2004, no dia 05/10 (48 dias após a plena floração - DAPF).

O controle das principais pragas e doenças foi realizado mediante seu monitoramento. Para monitorar a mosca-da-fruta (*Anastrepha fraterculus*) foram utilizadas armadilhas do tipo "Mac Phail" contendo suco de uva a 25 %, numa proporção de duas armadilhas. ha⁻¹, a partir de setembro. No monitoramento da mariposa-oriental (*Grapholita molesta*) foram utilizadas armadilhas tipo "Delta", providas de septos impregnados com feromônio sexual, numa proporção de duas armadilhas.ha⁻¹. Para o controle desta praga foi utilizado somente isca atrai-mata, depositada sobre as pernadas da planta, a cerca de 1,5 m acima da superfície do

solo. O monitoramento de ácaros e ferrugem foi realizado através de inspeções visuais em folhas, por amostragem.

No monitoramento e controle de pragas e doenças também se levou em consideração os estádios fenológicos de maior susceptibilidade das plantas a moléstias, bem como informações microclimáticas obtidas em estação meteorológica, junto ao experimento.

No ciclo de 2004 e 2005, o controle químico de pragas e doenças durante a pré-floração e floração foi realizado conforme descrito nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Do final da floração até a colheita dos frutos, os demais tratamentos fitossanitários foram realizados, em ambos os anos, segundo as normas de Produção Integrada de Pêssego (Fachinello et al., 2003).

Tabela 1. Tratamentos químicos realizados durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, 2004.

Tratamento¹	Data	Produto comercial	Dosagem PC (g;mL/100L água)	Volume calda (L/planta)
Estufa	27/07	Captan + Amistar	240 + 20	2,5
Estufa	06/08	Captan + Amistar	240 + 20	2,5
Estufa	16/08	Folpan	250	2,5
Cobertura	06/08	Captan + Amistar	240 + 20	2,5
Cobertura	16/08	Folpan	250	2,5
Céu aberto	06/08	Captan + Amistar	240 + 20	2,5
Céu aberto	16/08	Folpan	250	2,5

¹ Descrição dos tratamentos no item 3.4.

Tabela 2. Tratamentos químicos realizados durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, 2005.

Tratamento¹	Data	Produto comercial	Dosagem PC (g;mL/100L água)	Volume calda (L/planta)
Estufa	08/07	Captan	240	2,5
Estufa	15/07	Supracid *	100	2,5
Estufa	09/08	Captan + Amistar	240 + 15	2,5
Estufa	25/08	Captan + Amistar	200 + 15	2,5
Cobertura	08/07	Captan	240	2,5
Cobertura	15/07	Supracid	100	2,5
Cobertura	25/08	Captan + Amistar	200 + 15	2,5
Céu aberto	08/07	Captan	240	2,5
Céu aberto	15/07	Supracid	100	2,5
Céu aberto	25/08	Captan + Amistar	200 + 15	2,5

¹ Descrição dos tratamentos no item 3.4; * controle da cochonilha-branca-do-pessegueiro (*Pseudaulacaspis pentagona*)

3.4. Tratamentos (ambientes) e coleta de dados micrometeorológicos

Foram utilizados três tratamentos distintos, a saber:

- 1) Estufa: plantas sob estufa plástica, com ventilação parcial;
- 2) Cobertura: plantas sob cobertura plástica e abertura lateral total;
- 3) Céu aberto: plantas sob ambiente natural (testemunha).

Os tratamentos foram aplicados nos períodos de 01/07 a 19/08 e de 01/07 a 27/08, nos ciclos 2004 e 2005, respectivamente. As referidas datas corresponderam, para ambos os anos, aos estádios de início de inchamento das gemas florais, e final de abscisão de pétalas, respectivamente.

Para os tratamentos estufa e cobertura foram instalados abrigos tipo “capela” com estrutura de madeira e cobertura de polietileno de baixa densidade, com 150 µm de espessura, abrangendo uma área de aproximadamente 50 m² para cada abrigo, cada um contendo três plantas adultas (Figuras 1A e B).

Nas laterais da estufa adaptou-se um sistema manual de levantamento das cortinas plásticas (Figura 1B) para permitir ventilação e impedir a elevação excessiva da temperatura e da umidade relativa do ar no seu interior. O manejo das cortinas foi realizado diariamente, de acordo com as condições meteorológicas e com o estágio fenológico das plantas. Entretanto, o padrão de manejo foi de manutenção da estufa fechada durante a noite e de abertura e fechamento da mesma durante o dia, conforme o acúmulo de calor e de umidade no ar. A temperatura máxima de referência dentro da estufa foi de 30°C. Para o controle de temperatura no seu interior utilizou-se um termômetro de coluna de mercúrio e um conjunto de termopares permanentemente instalados no seu interior, a cerca de 1,5 m da superfície do solo.

No ano de 2005, em função da grande dificuldade de dissipar o excesso de calor e de umidade do interior da estufa, gerado pelo sistema de abertura em 2004 (Figura 1B), optou-se por abrir as duas laterais, na direção longitudinal da estufa. No tratamento de cobertura, os quatro lados da estrutura permaneceram permanentemente abertos durante todo o período monitorado (Figura 1C).

Para o monitoramento micrometeorológico da temperatura e da umidade relativa do ar, nos três tratamentos, foram instalados psicrômetros de pares termoelétricos cobre-constantan em microabrigos, sobre os ramos das plantas, a 1,5m acima do solo (Figura 1D). Os sensores foram conectados a sistemas de registro do tipo “dataloggers” (modelo Campbell CR10), programados para armazenarem médias a intervalos de 15 minutos (Figura 1E). Para o monitoramento da umidade do solo instalaram-se conjuntos de tensiômetros nas profundidades de 20 e 40cm, no alinhamento das plantas (Figura 1F).



Figura 1. Detalhes da montagem dos tratamentos e do monitoramento micrometeorológico: ambiente protegido (estufa tipo “capela”) (A); sistema de levantamento das cortinas laterais (B); cobertura das plantas (C); psicrômetro (D); sistema de coleta e armazenamento de dados (E); conjunto de tensiômetros (F).

3.5. Variáveis analisadas

3.5.1. Fenologia

3.5.1.1. Florescimento

As avaliações foram feitas a partir de 20 e 10 ramos mistos previamente selecionados por unidade experimental, nos anos de 2004 e 2005, respectivamente. Os ramos utilizados localizavam-se na porção mediana da copa das plantas, a cerca de 1,5m da superfície do solo. Em 2004 foram monitoradas 3.383 gemas florais, com média de 376 gemas florais por unidade experimental (20 ramos). Em 2005 foram monitoradas 1.924 gemas florais, com média de 214 gemas florais por unidade experimental (10 ramos).

A partir da instalação dos tratamentos, a cada 3 a 4 dias, realizou-se a contagem sistemática e criteriosa do número de gemas por ramo em cada estágio fenológico, em três unidades experimentais por tratamento. Os resultados foram transformados em percentagem e, posteriormente, geraram um valor médio do estágio fenológico da planta a cada avaliação. Desta forma, convencionou-se usar os seguintes estádios fenológicos (Figura 2), com seus respectivos pesos (adaptado de Austin et al., 1998), a saber:

- 1- Gema dormente (1,0);
- 2- Gema inchada, com separação de escamas (2,0);
- 3- Início de abertura das sépalas (3,0);
- 4- Início de abertura das pétalas (4,0);
- 5- Balão ou botão rosado (5,0);
- 6- Antese (abertura floral) (6,0);
- 7- Início de abscisão de pétalas (7,0);
- 8- Final de abscisão de pétalas e início de inchamento de ovário (8,0).

O valor médio do estágio fenológico (F) da planta em cada avaliação foi obtido através da seguinte equação: $F = EF1 \times 1,0 + EF2 \times 2,0 + \dots + EF8 \times 8,0 / 100$, em que EF, seguido do número, corresponde ao percentual de gemas no referido estágio fenológico, multiplicado pelo seu respectivo peso (ambos acima descritos), em relação ao número total de gemas florais avaliadas.

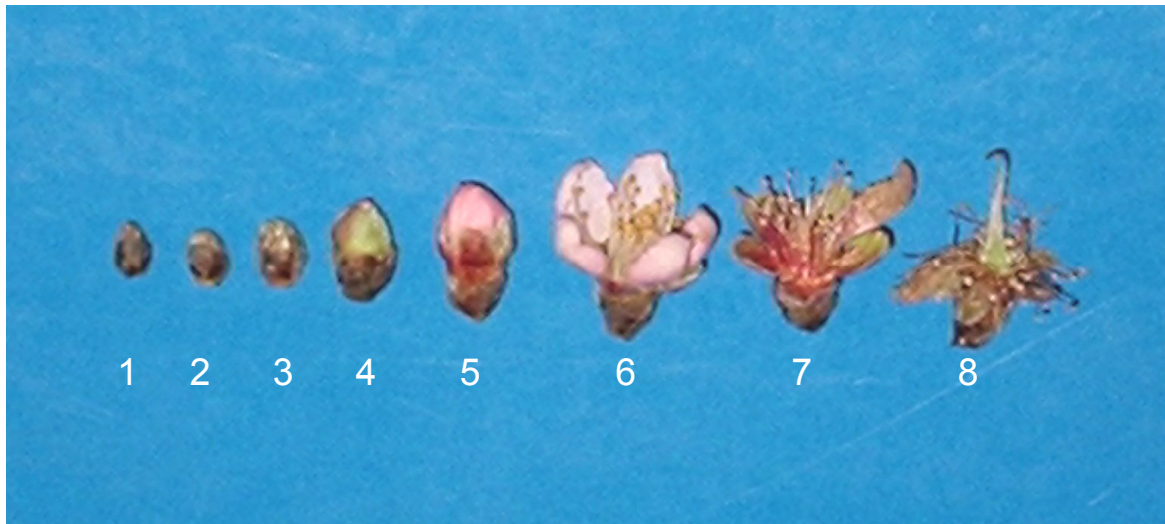


Figura 2. Índices fenológicos utilizados na determinação do valor médio de cada estágio fenológico para cada avaliação, ao longo do período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

3.5.1.2. Brotação

As avaliações foram realizadas a partir dos mesmos ramos utilizados para o monitoramento fenológico das gemas florais, em ambos os anos. A cada 3 ou 4 dias, de forma sistemática e criteriosa, realizou-se a contagem do número de gemas por ramo que apresentavam estruturas iniciais de brotação (pontas verdes). Os dados de contagem foram posteriormente convertidos para percentagem de gemas brotadas a cada avaliação. O número total de gemas vegetativas monitoradas em 2004 foi 2.855, com média de 317 gemas vegetativas por unidade experimental (20 ramos). Em 2005, este foi de 2.159, com média de 240 gemas vegetativas por unidade experimental (10 ramos).

3.5.2. Massa fresca média das flores e das estruturas florais

Na plena floração das plantas (mais de 70 % de flores abertas) foram coletadas 20 flores em antese por unidade experimental (planta), as quais foram imediatamente acondicionadas em sacos plásticos devidamente fechados, tendo no seu interior, um papel absorvente umedecido em água, para a manutenção do “turgor” das flores. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em caixa com isolamento térmico contendo gelo no fundo e transportadas até o Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS) da UFRGS, permanecendo sobre refrigeração até o dia seguinte, quando foram dissecadas.

A seqüência de dissecação das flores foi a seguinte: retirada das pétalas, isolamento e corte dos pistilos, retirada das anteras, separação das sépalas e filamentos dos pedicelos e receptáculos florais. Para isto, utilizaram-se pinças histológicas de ponta fina, lâmina cortante (bisturi), lupa e placas de petri para acondicionamento das estruturas florais.

A pesagem das flores intactas e das estruturas florais foi realizada em balança digital com resolução de miligramas.

3.5.3. Desenvolvimento morfológico dos pistilos

Determinou-se a massa fresca, o comprimento e o diâmetro dos pistilos (secção transversal dos ovários). As avaliações foram realizadas a partir da plena floração, nos estádios fenológicos 6, 7 e 8 (antese, início de abscisão de pétalas, final da abscisão de pétalas e início de inchamento do ovário, respectivamente). Quando as plantas em estudo atingiram os padrões de florescimento anteriormente descritos, foram coletadas 20 flores de cada estágio fenológico correspondente e levadas para o Laboratório de Biotecnologia do DHS da UFRGS para a extração dos

pistilos. Os cuidados com a coleta, acondicionamento, transporte e manuseio das amostras foram os mesmos citados no item 3.5.2.

A massa fresca média dos pistilos foi obtida no dia seguinte à coleta das flores em balança digital, sendo expressa em miligramas. O comprimento médio dos pistilos (ovário + estilete), bem como a secção transversal do ovário, foram determinados através de medição direta, utilizando-se paquímetro, tendo suas medidas sido expressas em milímetros.

3.5.4. Anomalias em pistilos

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia do DHS da UFRGS, a partir de pistilos frescos coletados em flores com aparência externa normal na antese, durante a plena floração das plantas. Foram considerados pistilos curtos os que apresentavam comprimento igual ou inferior a 8 mm, da base do ovário até a superfície do estigma. Foram considerados pistilos com ovários subdesenvolvidos ou com pequena secção transversal, àqueles que apresentavam diâmetro de ovário inferior a 1 mm na antese. Foram considerados pistilos tortos somente aqueles que apresentavam desvio acentuado do eixo normal ao longo do estilete, em relação a media dos pistilos avaliados.

3.5.5. Produção de pólen

A estimativa da produção de pólen foi realizada através da contagem do número de grãos de pólen produzidos por antera, segundo Carvalho (1989).

Inicialmente foram destacadas anteras de 20 flores por unidade experimental, coletadas no estágio de balão rosado. Dentre elas, separou-se aleatoriamente 50 anteras, que foram posteriormente acondicionadas em um pequeno frasco de vidro,

o qual foi mantido aberto e sob temperatura ambiente para permitir a secagem do pólen. Observada a completa deiscência das anteras, adicionou-se 1mL de ácido láctico a 85 % em cada frasco, formando uma suspensão de grãos de pólen.

Cerca de dois meses após a realização deste procedimento retirou-se uma gota da suspensão de cada frasco e aplicou-se a mesma na câmara da placa de Neubauer ou Hemacitômetro (Figura 3), cobrindo-se imediatamente após com uma lamínula. A placa foi posteriormente levada a um microscópio óptico para contagem do número de grãos de pólen por antera, segundo Carvalho (1989).

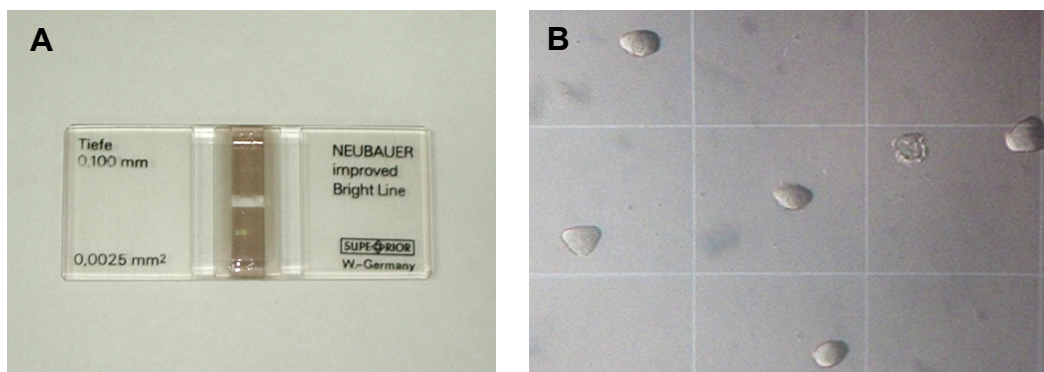


Figura 3. Modelo de placa de Neubauer utilizada (A); visualização dos grãos de pólen de pessegueiros 'Granada' na câmara da placa, sob microscópio óptico (B). Porto Alegre, RS, 2004.

A partir da suspensão de pólen anteriormente citada, foram preparadas duas lâminas, para cada unidade experimental e, para cada lâmina, realizaram-se duas contagens, obtendo-se a respectiva média para cada tratamento. O número de grãos de pólen produzidos por antera foi obtido pela seguinte equação: $N = a \times 1.000 / 0,1 \times 1 / 50$, sendo, N = número de grãos de pólen por antera; a = número médio de grãos de pólen entre as contagens do mesmo tratamento; 1.000 = volume de ácido láctico em (mm^3); 0,1 = volume da câmara da placa de Neubauer (mm^3); 50 = número de anteras na suspensão.

3.5.6. Germinação “*in vitro*” do pólen (G)

Para a germinação dos grãos de pólen utilizou-se um meio sólido autoclavado composto de 1g de agar e 10 g de sacarose, em 100 mL de água destilada.

Para a preparação das lâminas e contagens dos grãos de pólen germinados foram colocadas 5 a 6 gotas do meio em lâminas adaptadas para o teste. Essa adaptação foi feita colando-se duas lamínulas, uma na outra. A seguir estas foram coladas, em ambos os lados de uma lâmina de vidro, a fim de permitir uma maior concentração do meio de cultura sobre a lâmina e evitar que o mesmo escorresse pelas laterais da lâmina, pois ao verter o meio sobre a mesma, ele ainda se encontrava na forma líquida.

O pólen utilizado foi previamente coletado em gemas no estágio de balão rosado, imediatamente antes da plena floração das plantas, e seco à sombra por 3 a 4 dias. Posteriormente, o pólen foi polvilhado com auxílio de um pincel sobre o meio de cultura ainda morno em duas lâminas por unidade experimental e por temperatura testada, tendo-se o cuidado de evitar que os grãos de pólen caíssem amontoados. Na seqüência, as lâminas foram colocadas sobre folhas de papel filtro umedecidas em água destilada, e em seguida, acondicionadas dentro de caixas plásticas tipo “Gerbox”, a fim de simular uma câmara úmida. Posteriormente, as mesmas foram devidamente tampadas e levadas para uma câmara de crescimento, com temperatura constante e controlada, onde foram mantidas por 4 h, para o pólen de 2004, e por 4, 6 e 8 h para o pólen de 2005. Em 2004 testaram-se as temperaturas de germinação de 20 e 25°C, e em 2005, as temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C.

Em microscópio óptico, realizou-se a contagem de grãos de pólen germinados e não germinados em dois ou três campos por lâmina até atingir 100, no total de

cada contagem. Foi considerado germinado o grão de pólen que apresentava um tubo polínico igual ou maior ao diâmetro do grão de pólen, segundo Carvalho (1989). A taxa de germinação do pólen (G) foi obtida através da equação: $G (\%) = \text{NPG} / \text{N} \times 100$, sendo NPG o número médio de grãos de pólen germinados nas contagens e N, o número total de grãos de pólen contados.

3.5.7. Análise microscópica do pólen e do desenvolvimento dos óvulos

3.5.7.1. Coleta e fixação do material

Para a análise microscópica do pólen e do desenvolvimento dos óvulos coletaram-se 10 flores por unidade experimental na antese e a 3 e 6 dias após a mesma. As flores foram acondicionadas no interior de sacos plásticos contendo um papel absorvente umedecido em água, sendo as amostras acondicionadas dentro de uma caixa com isolamento térmico contendo gelo no fundo, até a chegada no laboratório.

No Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS, extraíram-se intactas todas as anteras (só na antese) e os pistilos das 10 flores de cada coleta com auxílio de pinças e lâmina cortante. Os mesmos foram imediatamente acondicionados, separadamente, em frascos de vidro contendo solução fixadora-conservadora (Glutaraldeído 1 % + Formaldeído 4 % em tampão fosfato pH 7,2). Antes da fixação, porém, os pistilos foram cortados na base do estilete para facilitar a entrada do fixador nos tecidos. Após o fechamento dos frascos com rolhas de borracha, realizou-se a retirada do ar do frasco até vácuo completo, através de uma seringa com agulha, a fim de melhorar a performance de entrada do fixador nos tecidos das anteras e de conservação do material.

3.5.7.2. Dissecação, desidratação e inclusão do material em historesina

Esta etapa, bem como as demais etapas relacionadas a este estudo, foi realizada no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UFRGS.

A dissecação do material ocorreu sob lupa, com auxílio de bisturi e agulhas histológicas, dentro de placas de petri contendo solução de tampão-fosfato 0,1M pH 6,8 para remover o fixador do material.

Durante a dissecação dos pistilos, os óvulos foram separados em função do seu tamanho e forma, em primários (mais desenvolvidos) e secundários (menos desenvolvidos), sendo que os secundários foram imediatamente descartados, utilizando-se somente os óvulos primários no processo de inclusão em resina acrílica.

Em relação às anteras fixadas, separou-se aleatoriamente, aproximadamente 30 anteras do montante de cada amostra (unidade experimental) para serem cortadas.

O protocolo para inclusão em resina acrílica a base de hidroxietilmetacrilato foi:

- Passagem em etanol 10, 30, 50, 70, 90 e 100 %, por 15 minutos cada;
- Passagem em etanol + clorofórmio (1:1) por 30 minutos;
- Passagem em clorofórmio 100 % (absoluto) por 60 minutos;
- Passagem em etanol + clorofórmio (1:1) por 30 minutos;
- Passagem em etanol 100 % (absoluto) por 15 minutos;
- Passagem em etanol + resina (1:1) (“overnight”);
- Passagem em resina pura (Hidroxietilmetacrilato);
- Polimerização (resina + 1/15 de catalisador), em moldes de Teflon®.

3.5.7.3. Corte do material, montagem das lâminas e observação em microscópio

Cortes semifinos de 4 μm de espessura foram obtidos em micrótomo de guias, modelo Leitz (Figura 4). Os cortes foram posteriormente distendidos e montados em lâminas histológicas de vidro e corados com Azul de Toluidina a 0,05 %, pH 4,4 (Feder & O'Brien, 1968).



Figura 4. Micrótomo de guias, modelo Leitz, usado para a realização dos cortes histológicos.

As fotomicrografias foram realizadas em microscópio óptico de campo claro Leitz Dialux 20EB, equipado com câmera fotográfica digital Canon EOS 300D.

3.5.7.4. Classificação morfológica e funcional dos rudimentos seminais (óvulos) e das anteras

Os óvulos foram classificados quanto ao seu desenvolvimento morfológico em três grupos principais, a saber:

- Tipo 1: óvulo completo apresentando 2 tegumentos (externo e interno), micrópila, nucelo e saco embrionário;

- Tipo 2: óvulo incompleto apresentando 1 ou 2 tegumentos, micrópila geralmente presente, presença de nucelo e ausência de saco embrionário;
- Tipo 3: óvulo totalmente imaturo apresentando 1 ou 2 tegumentos, ausência de nucelo, micrópila e saco embrionário;

Os óvulos foram posteriormente avaliados e classificados quanto a sua funcionalidade (presença de sacos embrionários viáveis ou maduros) em 5 categorias, de acordo com metodologia adaptada de Kozai et al. (2004), Albuquerque et al. (2000), Albuquerque et al. (2002) e Lillecrapp et al. (1999), a saber:

- 1- Antes ou no momento da diferenciação da célula do saco embrionário (célula arquesporial - célula mãe de megáspora);
- 2- Estágio binucleado;
- 3- Estágio tetranucleado;
- 4- Estágio octanucleado, sem fusão dos núcleos polares;
- 5- Estágio octanucleado, com fusão dos núcleos polares.

No entanto, entre os óvulos avaliados, somente foram encontradas e descritas três categorias de rudimentos: 1) indiferenciados, entre célula arquesporial e célula mãe de megáspora; 2) diferenciado, com saco embrionário tetranucleado, e; 3) diferenciado, com saco embrionário contendo de 5 a 8 núcleos não fusionados.

As anteras foram classificadas quanto à presença de grãos de pólen normais ou anormais (colapsados ou abortivos) em três categorias, a saber:

- 1- Anteras com presença de grãos de pólen normais: foram consideradas anteras com grãos de pólen normais, aquelas que continham ao menos um grão de pólen com constituição morfológica aparentemente normal;

2- Anteras com ausência total de grãos de pólen com constituição morfológica aparentemente normal;

3- Entre as anteras com a presença de grãos de pólen normais, considerou-se o percentual destas com mais de 50 % dos grãos de pólen colapsados ou abortivos. Para isso, considerou-se aproximadamente a área de cada lóculo da antera ocupada com cada tipo de pólen e a quantidade acumulada de esporoderme (exina + intina) dos grãos abortivos.

As anteras também foram avaliadas microscopicamente em relação à constituição da camada média, tapete e esporoderme.

3.5.8. Intensidade de abscisão e de gemas florais não abertas (IA) e intensidade de floração (IF)

A intensidade de abscisão de gemas florais e de gemas florais que não abriram até o final do período avaliado foram determinadas, conjuntamente, através da equação: $IA (\%) = NGA / N \times 100$, em que, NGA e N corresponderam ao somatório de gemas florais abortadas e não abertas, e o número total de gemas florais avaliadas, respectivamente. A intensidade de floração foi determinada através da equação: $IF (\%) = 100 - IA$.

3.5.9. Incidência de patógenos em flores (IP)

Em 2004, em 20 ramos previamente identificados, procedeu-se duas contagens consecutivas, próximas da plena floração das plantas, do número de flores que apresentavam sintomas característicos de ataque de patógenos, principalmente do fungo causador da podridão parda, *Monilinia fructicola*. A incidência de patógenos em flores foi obtida através da seguinte equação: $IP (\%) =$

$C12 / N \times 100$, sendo, C12 a média do número de flores doentes nas contagens 1 e 2, e N o número total de flores abertas nos 20 ramos avaliados. Em 2005, em face à pequena proporção de flores com tais sintomas, em ambos os tratamentos, esta avaliação não foi realizada.

3.5.10. Incidência de Cancro de Fusicocum em ramos (IC)

Após a realização de uma diagnose prévia em ramos lesionados (laudo nº 2543/2004) no Laboratório Oficial de Diagnóstico Fitossanitário do Departamento de Fitossanidade da UFRGS, procedeu-se a contagem dos ramos mortos pelo fungo, dos ramos parcialmente lesionados, com cancros visíveis, bem como os ramos que apresentavam outros sinais típicos da doença, como amarelecimento, murchamento e enrolamento de folhas, sintomas típicos de estrangulamento e obstrução de vasos condutores de seiva, provocados pelo fungo. Este procedimento foi feito a partir dos mesmos ramos utilizados para o monitoramento fenológico, ou seja, em 20 ramos por planta (unidade experimental). A incidência de Cancro de Fusicocum foi obtida através da seguinte equação: $IC (\%) = R / N \times 100$, sendo R o número de ramos atacados pelo fungo e N, o número total de ramos avaliados.

3.5.11. Frutificação efetiva (“fruit set”) (FE)

A frutificação efetiva foi determinada em ambos os anos a partir da contagem do número de frutos “fixados” em 20 ramos por unidade experimental, através da seguinte equação: $FE = NF / NFI \times 100$, em que, NF = número total de frutos fixados nos 20 ramos, e NFI o número total de flores abertas nos 20 ramos. Em 2004 a frutificação efetiva foi avaliada em dois momentos diferentes (23/09 e 08/10), sendo a última data, imediatamente antes do raleio. Em 2005, houve avaliação apenas no

dia 19/10, imediatamente antes do raleio de frutos. No entanto, a frutificação efetiva para efeito de comparação entre tratamentos e anos, foi determinada pela contagem de frutos “fixados” em 08/10 e 19/10, nos anos 2004 e 2005, respectivamente.

3.5.12. Colheita e determinação dos componentes de rendimento

Foram colhidos e contados todos os frutos de cada unidade experimental. Procedeu-se, posteriormente, a pesagem dos mesmos para a determinação do peso médio de frutos, para estimar a produção por planta e o rendimento por hectare.

3.6. Delineamento experimental e análise estatística dos dados

A fim de viabilizar a execução do trabalho a campo, o experimento apresentou três repetições (três plantas) por tratamento, sem casualização das repetições nas unidades experimentais.

Para as variáveis avaliadas nos dois anos de estudos, os dados foram analisados como um experimento bifatorial 2 x 3 (3 tratamentos e 2 anos, 2004 e 2005), através de análise de variância e comparação de médias de tratamentos pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro. Para as variáveis avaliadas somente em um dos anos estudados, utilizou-se o erro padrão da média de tratamento para discriminar diferenças entre tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Microclima dos tratamentos (ambientes)

4.1.1. Somatório de horas e unidades de frio x condições naturais para quebra da dormência das gemas

O acúmulo de horas frio abaixo de 7,2°C, de maio a agosto de 2004, foi de 233 h (Tabela 3), ficando em torno da média registrada na região, que é de 213 h abaixo de 7°C, de maio a agosto, e de 249 h, de maio a setembro (Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1989). Neste ano, o acúmulo de frio foi um pouco abaixo da necessidade estimada para a cultivar, que é de aproximadamente 300 horas abaixo de 7,2°C (Raseira & Nakasu, 1998).

Tabela 3. Somatório de horas de frio (HF) abaixo de 7,2°C e 12°C e de unidades de frio (UF) registrado na estação micrometeorológica. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Mês	Horas de Frio (<7,2°C)		Horas de Frio (<12°C)		Unidades de Frio (Modelo Utah)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Maio	36,25	23,00	149,75	122,75	- 44,26	- 48,03
Junho	46,75	21,50	168,75	84,25	- 20,00	- 79,03
Julho	98,25	77,25	313,50	319,00	+ 13,38	+ 12,53
Agosto	52,25	14,00	268,00	176,25	- 3,88	- 31,13
Total	233,50	135,75	908,00	702,25	- 53,16	-145,66
2005/2004	-	58,14 %	-	77,34 %	-	274,00 %

Além da não satisfação plena do número mínimo de horas de frio requerido pela cultivar, observou-se, em 2004, grande amplitude térmica na região onde foi realizado o experimento, característica esta que não é desejável para um adequado desenvolvimento e superação da dormência das gemas florais. Este fator gerou um somatório negativo de unidades de frio, de maio a agosto (Tabela 3). Apesar deste dado permitir uma avaliação geral das condições térmicas durante os meses mais frios, o mesmo deve ser usado com cuidado e melhor estudado em outros trabalhos, quanto a sua significância e influência sobre a fisiologia da dormência e do florescimento, já que o modelo de Utah para cálculo de unidades de frio é motivo de discordância quando usado fora da região em que foi desenvolvido, como é o caso da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

No ano de 2005, as condições do inverno de Charqueadas foram ainda mais desfavoráveis do que em 2004, tendo sido registrado acúmulo de horas de frio, abaixo de 7,2°C, de cerca de 40 % menor do que o registrado no mesmo período em 2004 (Tabela 3). Em relação ao acúmulo de unidades de frio, pelo modelo Utah, pôde-se observar que o inverno de 2005 apresentou grande amplitude de temperatura, gerando acúmulo de unidades de frio ainda menor do que aquele de 2004 (Tabela 3), proporcionando condições totalmente inadequadas para desenvolvimento e superação natural da dormência das gemas.

Em ambos os anos estudados, o somatório de horas de frio abaixo de 12°C foi significativamente maior que o somatório de horas de frio abaixo de 7,2°C (Tabela 3). De acordo com Citadin et al. (2002a), a necessidade de frio para pessegueiros, sobretudo aqueles que possuem dormência pouco profunda, a exemplo das cultivares lançadas pelo programa de melhoramento da Embrapa-CPACT, incluindo o 'Granada', poderá ser satisfeita mesmo com temperaturas abaixo de 12°C. Por

outro lado, Chavarria (2005) verificou que temperaturas de até 15°C, por um período de 150 horas, são eficazes para promover floração e brotação na cultivar 'Turmalina'. Segundo o autor, temperaturas de 10°C, por um período igual ou superior a 350 horas, promoveram brotação satisfatória na cultivar Ágata, e temperaturas de 10°C e 15°C anteciparam a floração e a brotação em ambas as cultivares, comparado a 5°C.

De acordo com os resultados da avaliação fenológica realizada neste estudo, ao que tudo indica, ao menos em 2004, o acúmulo de frio hibernal (Tabela 3) foi suficiente para promover a quebra natural de dormência das gemas, sobretudo das florais, pois neste ano ocorreu alta taxa de abertura de gemas florais (item 4.2.3). Estes resultados corroboram com Citadin et al. (2002a) e Chavarria (2005).

Uma vez que se utilizou no estudo dois conjuntos de sensores de temperatura, um na estação meteorológica instalada dentro da propriedade e outro dentro do pomar, aproveitou-se para realizar um estudo comparativo do acúmulo de horas de frio entre esses dois pontos de medida.

Os dados da Tabela 4, apesar de serem obtidos através de equipamentos diferentes (sensores de temperatura), mostram o acúmulo diferencial de horas de frio hibernal abaixo de 7,2°C, entre os dois pontos de medição. Os dados obtidos permitiram verificar que numa distância de cerca de 800 metros entre os dois pontos de medição, existem dois microclimas bem distintos, em relação ao acúmulo de horas de frio absoluto, para quebra natural da dormência das gemas. O acúmulo de horas de frio abaixo de 7,2°C no pomar, na média dos dois anos, foi aproximadamente 30 % menor que o acumulado na estação (Tabela 4).

Tabela 4. Somatório diferencial de horas de frio (HF) abaixo de 7,2°C entre a estação meteorológica e o pomar de pessegueiro ‘Granada’. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Mês	Horas de Frio	Horas de Frio	Horas de Frio	Horas de Frio
	(<7,2°C)	(<7,2°C)	(<7,2°C)	(<7,2°C)
	Estação*	Pomar	Estação	Pomar
	2004	2004	2005	2005
Maio	36,25	26,10 (72,0 %)	23,00	16,56 (72,0 %)
Junho	46,75	33,58 (71,83 %)	21,50	5,50 (25,6 %)
Julho	98,25	65,75 (66,9 %)	77,25	61,83 (80,0 %)
Agosto	52,25	40,00 (76,6 %)	14,00	10,72 (76,6 %)
Total	233,50	165,43 (70,85 %)	135,75	94,61 (69,69 %)

* Situada à cerca de 800 metros em linha reta do pomar.

Em função disso, o baixo acúmulo de frio registrado pela estação, que já era considerado “marginal” para a adequada quebra de dormência das gemas do pessegueiro ‘Granada’, mostrou ser ainda pior ao nível de pomar. Apesar do acúmulo diferencial de horas de frio entre os dois pontos de medição, possivelmente, não refletir na mesma proporção, em termos de efeitos fisiológicos sobre a dormência das plantas, uma vez que se utilizou um valor fixo (< 7,2°C) para o seu cálculo, os dados evidenciam que a presença de microclimas específicos é muito comum.

Este fator, possivelmente, poderia explicar diferenças significativas em termos de frutificação efetiva e produção das plantas entre pomares localizados na mesma região ecoclimática, a exemplo do que vem ocorrendo com o pessegueiro ‘Granada’. Com base no exposto, pode-se sugerir que a possibilidade de erro na escolha das espécies e cultivares, com referência apenas no número de horas de frio hibernal (<7,2°C), disponível numa determinada região, é muito grande.

Logo, em função da complexidade do entendimento da fisiologia da dormência das plantas e do seu efeito sobre a reprodução e produção das plantas, parece

prudente a necessidade da realização de estudos mais aprofundados nesta área no Brasil, bem como, de um zoneamento agrícola mais detalhado ao nível de microrregiões, principalmente para aquelas bastante exploradas pela fruticultura temperada tradicional.

Os distintos tratamentos utilizados neste estudo tiveram, nos dois anos de avaliação, acúmulos equivalentes de horas de frio abaixo de 7,2°C, com pequena redução no tratamento de estufa em 2004 (Tabela 5). Este fator ocorreu em função de que nas primeiras horas do dia, já na presença de radiação solar, a estufa foi fechada para acumular calor.

Tabela 5. Somatório de horas de frio abaixo de 7,2°C, registrado nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Mês	Horas de Frio (<7,2°C)					
	2004			2005		
	Estufa	Cobertura	Céu aberto	Estufa	Cobertura	Céu aberto
Maio	26,10	26,10	26,10	16,56	16,56	16,56
Junho	33,58	33,58	33,58	5,50	5,50	5,50
Julho	59,75	75,75	65,75	59,13	57,00	61,83
Agosto	34,25	29,75	40,00	5,38	6,88	10,72
Total	153,68	165,18	165,43	86,57	85,94	94,61

O acúmulo de horas de frio na estufa não foi menor porque em determinadas noites observou-se o fenômeno de inversão térmica, com temperaturas um pouco mais baixas dentro da estufa (item 4.1.2). Desta forma, foi possível verificar, em face das pequenas diferenças de horas de frio acumuladas entre os tratamentos, dentro do mesmo ano (Tabela 5), que este fator não gerou importante fonte de erro, a ponto de mascarar a discussão dos resultados obtidos em função das altas temperaturas durante o período de pré-floração e floração.

4.1.2. Temperatura do ar

Durante o período avaliado de 2004, a temperatura média do ar sob estufa foi 1,38°C e 1,63°C superior àquela dos tratamentos de cobertura e de céu aberto, respectivamente (Tabela 6). Neste ano, a média das temperaturas máximas absolutas do ar sob estufa foi 6,83°C e 5,73°C superior àquela dos tratamentos de cobertura e céu aberto, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Temperaturas médias (TM), médias diurnas (TMD), médias noturnas (TMN), máximas absolutas (TMA), mínimas absolutas (TminA), número de horas com temperatura superior a 25°C (NHT > 25°C) e número de horas com temperatura noturna superior a 18°C (NHTN > 18°C) nos distintos ambientes, no período de 01/07/04 a 02/09/04. Charqueadas, RS, 2004.

Tratamento	TM (°C)	TMD (°C)	TMN (°C)	TMA (°C)	TminA (°C)	NHT > 25°C	NHTN > 18°C
Estufa	16,14	19,67	12,62	28,10	9,05	153,50	48,63
Cobertura	14,76	14,97	14,56	21,27	9,08	20,75	151,88
Céu aberto	14,51	16,32	12,70	22,37	8,96	27,63	54,00

NHTN > 18°C e TMN: registradas entre 18:00 e 06:00h; TMD: registradas entre 6:00 e 18:00h.

A temperatura média diurna que promoveu o diferencial nas temperaturas médias e máximas absolutas do ar entre os tratamentos, foi flutuante em todos os tratamentos (Figura 5), variando de aproximadamente 8°C a 27°C. No entanto, sob estufa, a temperatura média diurna em 2004 foi 4,7°C e 3,35°C superior àquela dos tratamentos de cobertura e céu aberto, respectivamente. Neste mesmo ano, o tratamento de cobertura funcionou como um leve redutor das temperaturas máximas absolutas do ar, provavelmente devido à reflexão de parte da radiação solar incidente sobre a cobertura plástica (Tabela 6).

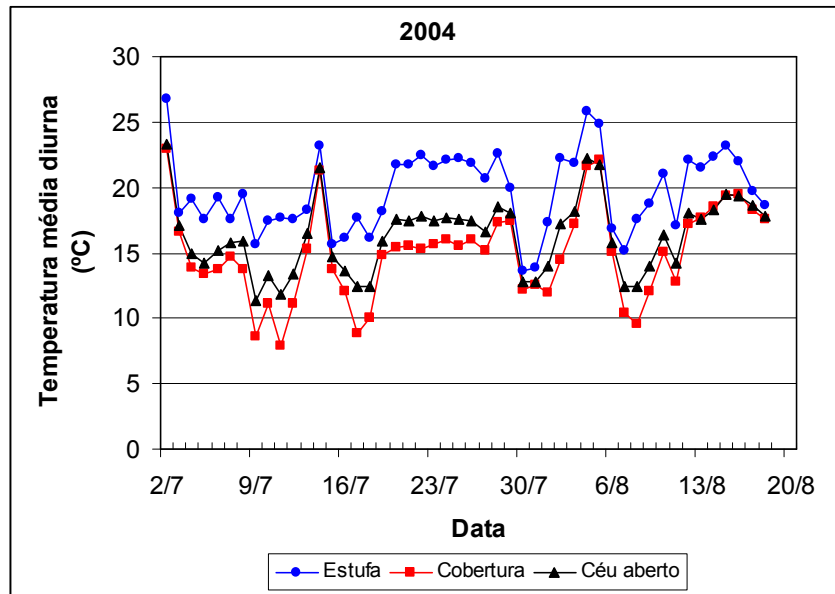


Figura 5. Temperaturas médias diurnas do ar, registradas entre 6:00 e 18:00h nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004.

No tratamento de estufa em 2004, o número de horas com temperaturas superiores a 25°C foi superior ao dos demais tratamentos (Tabela 6). A temperatura de 25°C é considerada referencial para problemas de frutificação por altas temperaturas em frutíferas de caroço. De acordo com Erez et al. (2000), Kozai et al. (2004) e Erez et al. (1998), a partir desta temperatura a fenologia é sensivelmente alterada e a frutificação das plantas raramente ocorre, fato verificado em plantas do 'Granada' sob estufa.

O tratamento de cobertura apresentou, em 2004, temperatura média noturna superior aos demais tratamentos, gerando maior somatório de horas noturnas com temperaturas superiores a 18°C (Tabela 6). Segundo Erez et al. (1998), temperaturas noturnas elevadas são prejudiciais à frutificação do pessegueiro. De acordo com Edwards (1990), temperaturas noturnas superiores a 14-15°C reduziram sensivelmente a frutificação desta espécie, as quais parecem induzir ao desenvolvimento anormal do saco embrionário (Kozai et al., 2004).

De qualquer forma, as plantas submetidas ao tratamento de cobertura não foram prejudicadas em 2004 pelas altas temperaturas noturnas, uma vez que a produção final de frutos das plantas neste ano, em valores absolutos, foi mais elevada nesta condição, em relação aos demais tratamentos (item 4.4.6).

Durante o período avaliado de 2005, a temperatura média do ar sob estufa foi 1,60°C e 1,44°C superior àquela dos tratamentos de cobertura e céu aberto, respectivamente (Tabela 7). Neste ano, a média das temperaturas máximas absolutas do ar sob estufa foi 4,64°C e 4,96°C superior àquela dos tratamentos de cobertura e céu aberto, respectivamente. A temperatura média diurna em 2005 foi ainda mais flutuante do que aquela observada em 2004 (Figura 6). Entretanto, as diferenças entre a estufa e os demais tratamentos para esta variável, não foram tão elevadas quanto em 2004, uma vez que em 2005 foram registrados vários dias com temperaturas elevadas, mesmo sob céu aberto (Figuras 6 e 7B). Neste ano, a temperatura média diurna sob estufa foi 2,86°C e 2,91°C superior aos tratamentos de cobertura e céu aberto, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Temperaturas médias (TM), médias diurnas (TMD), médias noturnas (TMN), máximas absolutas (TMA), mínimas absolutas (TminA), número de horas com temperatura superior a 25°C (NHT > 25°C) e número de horas com temperatura noturna superior a 18°C (NHTN > 18°C) nos distintos ambientes, no período de 01/07/05 a 02/09/05. Charqueadas, RS, 2005.

Tratamento	TM (°C)	TMD (°C)	TMN (°C)	TMA (°C)	TminA (°C)	NHT > 25°C	NHTN > 18°C
Estufa	17,06	19,23	14,95	26,81	10,58	163,38	119,00
Cobertura	15,46	16,37	14,57	22,17	10,80	74,00	177,63
Céu aberto	15,62	16,32	14,94	21,85	10,49	75,00	120,38

NHTN > 18°C e TMN: registradas entre 18:00 e 06:00; TMD: registradas entre 6:00 e 18:00 horas.

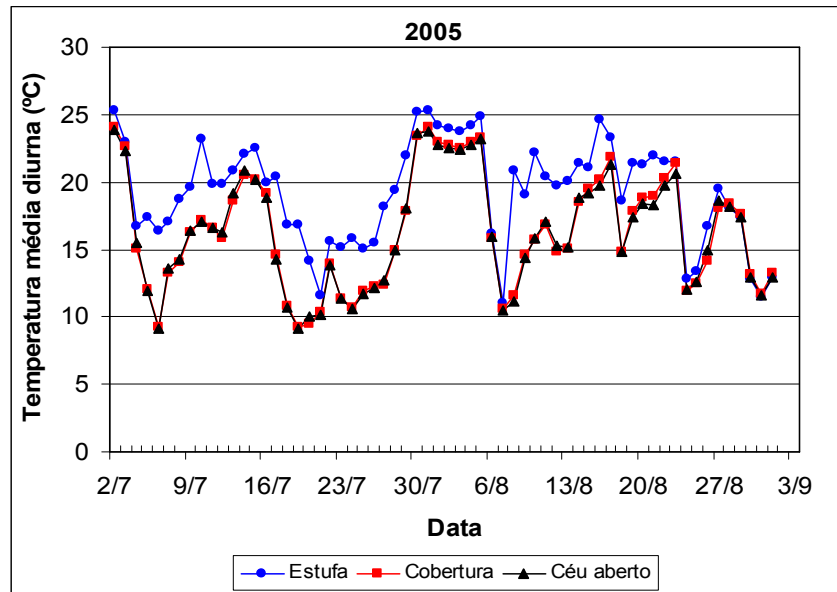


Figura 6. Temperaturas médias diurnas do ar, registradas entre 6:00 e 18:00h nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2005.

Em 2005, a semelhança do ocorrido no ano anterior, o número de horas com temperaturas superiores a 25°C, no tratamento de estufa, também foi superior ao registrado nos demais tratamentos (Tabela 7). Contudo, a diferença para esta variável, entre a estufa e os demais tratamentos foi menor daquela registrada em 2004 (Tabelas 6 e 7), uma vez que em alguns dias do período de pré-floração, em 2005, foram registradas temperaturas elevadas, mesmo sob céu aberto (Figuras 6 e 7B). Nesses dias, houve necessidade de manter a estufa parcialmente aberta, para evitar acúmulo excessivo de calor e umidade no seu interior.

Em 2005, o somatório de horas noturnas com temperaturas superiores a 18°C (NHTN > 18°C) foi semelhante entre os tratamentos, porém com valores superiores aos ocorridos em 2004, em função da ocorrência de temperaturas noturnas mais elevadas em 2005 (Tabela 7).

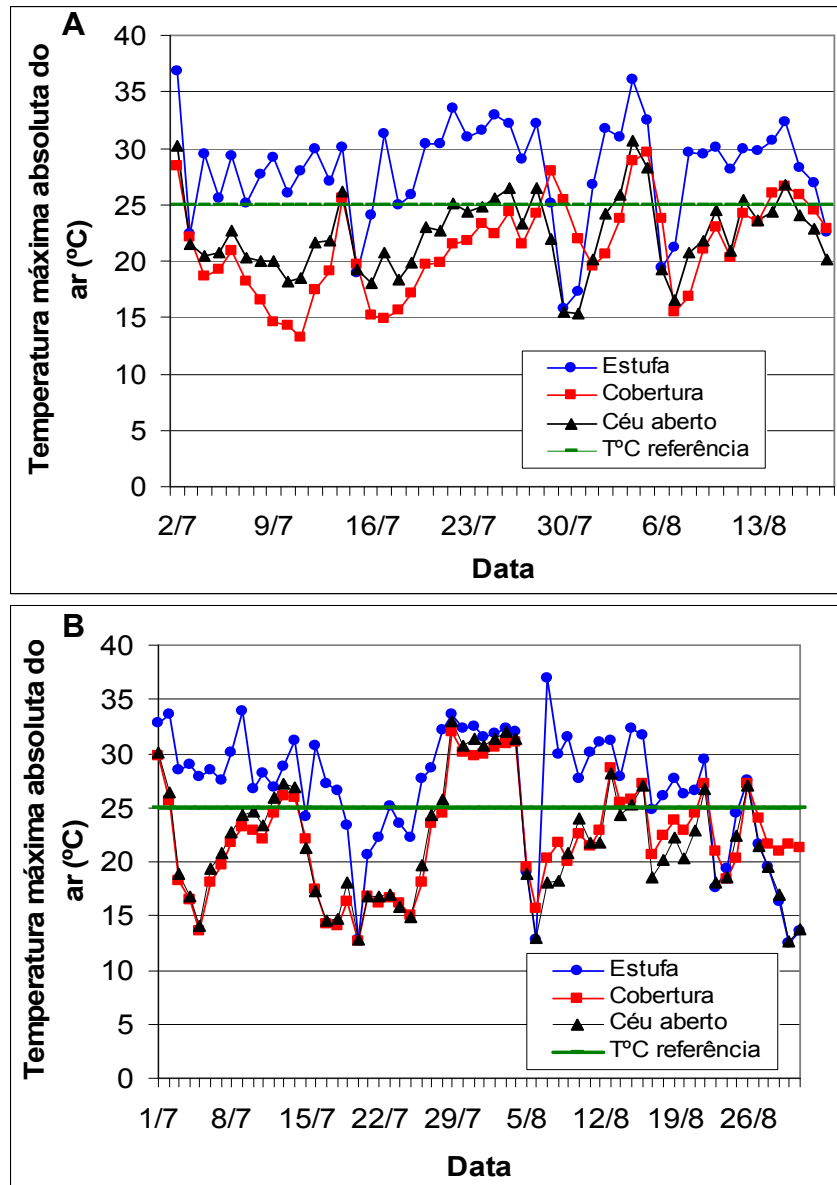


Figura 7. Temperaturas máximas absolutas do ar nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).

Em 2005, o somatório de horas noturnas com temperaturas superiores a 18°C (NHTN > 18°C) foi semelhante entre os tratamentos, porém com valores superiores aos ocorridos em 2004, em função da ocorrência de temperaturas noturnas mais elevadas em 2005 (Tabela 7).

Em ambos os anos e tratamentos, as temperaturas máximas absolutas diárias do ar foram oscilantes. Em 2004, a temperatura no tratamento de estufa superou

30°C em vários dias. Nos demais tratamentos, as temperaturas máximas absolutas do ar somente ultrapassaram 25°C em poucos dias (Figura 7A). Em 2005 as temperaturas máximas absolutas do ar foram mais oscilantes que em 2004, tendo ocorrido, mesmo sob céu aberto, uma seqüência de sete dias com temperaturas próximas a 30°C (Figura 7B).

As temperaturas mínimas absolutas do ar também foram flutuantes, variando de próximo a zero a mais de 16°C, e de próximo a zero a 18°C, nos anos de 2004 e 2005, respectivamente (Figuras 8A e B). No entanto, em ambos os anos estudados, os três tratamentos avaliados tiveram padrão similar para temperaturas mínimas, tendo ocorrido na estufa o fenômeno de inversão térmica, em vários dias monitorados, com temperaturas mínimas absolutas pouco inferiores as dos demais tratamentos (Figuras 8A e B).

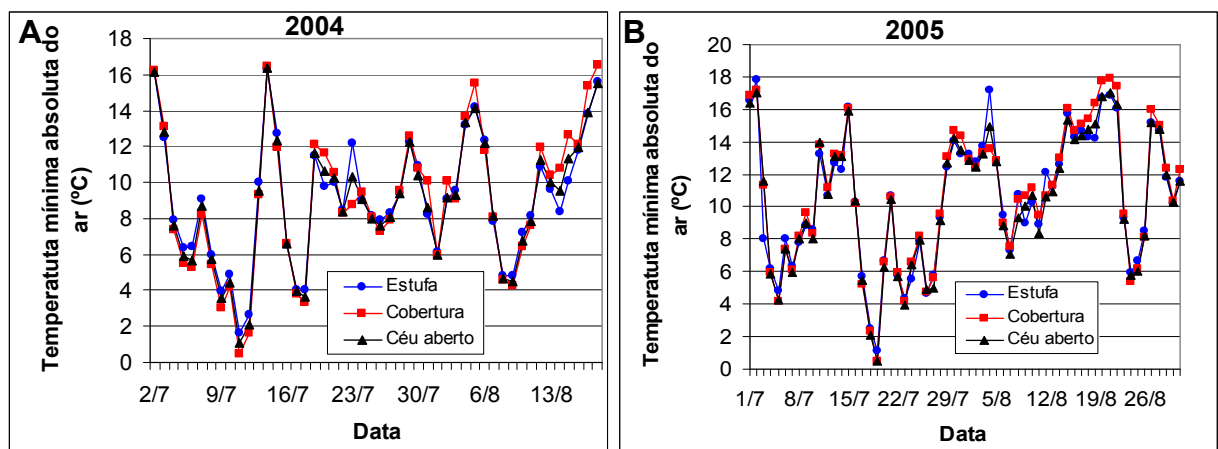


Figura 8. Temperaturas mínimas absolutas do ar nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).

O padrão de temperaturas mínimas, observado neste estudo, está de acordo com dados obtidos por Reisser Jr. (2002), que observou um padrão semelhante, de nítidas diferenças entre as temperaturas máximas e pequeno efeito da estufa sobre as temperaturas mínimas, em relação ao tratamento externo. O fenômeno de

inversão térmica também foi observado por esse autor no interior da estufa com tomateiros.

4.1.3. Precipitação pluvial

Houve baixa precipitação pluvial em ambos os anos, durante o período de pré-floração e floração (Figuras 9A e B), com exceção de poucos dias em 2005, em que a mesma foi elevada próximo da plena floração das plantas (Figura 9B). A precipitação acumulada durante os períodos monitorados foi de 211 mm e 288 mm, nos anos de 2004 e 2005, respectivamente.

Em 2004, a plena floração das plantas sob céu aberto coincidiu com um período de precipitações relativamente baixas, o que pode ter favorecido o processo de polinização das flores e inibindo o desenvolvimento de doenças fúngicas. Em 2005, a maior parte da precipitação esteve concentrada no terço final do período monitorado, tendo a plena floração, coincidido com um período de precipitação um pouco mais elevada (Figura 9B), o qual não afetou negativamente a frutificação efetiva das plantas.

A forte tendência de maior frutificação das plantas sob cobertura, em 2004, (item 4.4.6) pode ser atribuída à ausência de precipitação pluvial direta sobre as flores, fator que pode ter prevenido a hidratação excessiva dos grãos de pólen, auxiliando na abertura das anteras e na dispersão do pólen.

No entanto, a baixa taxa de frutificação das plantas do 'Granada' a céu aberto não foi devida ao regime pluvial ocorrido durante a floração das plantas, pois não houve diferenças significativas para esta variável entre os dois anos avaliados (item 4.4.6). Ao contrário, em valores absolutos, as plantas apresentaram maior frutificação em 2005, mesmo com maior precipitação em plena floração. Não houve,

portanto, evidências concretas de efeito direto da precipitação sobre as flores, como possível causa da baixa frutificação do pessegueiro 'Granada', ao menos nas freqüências e quantidades de chuvas registradas nos dois anos estudados.

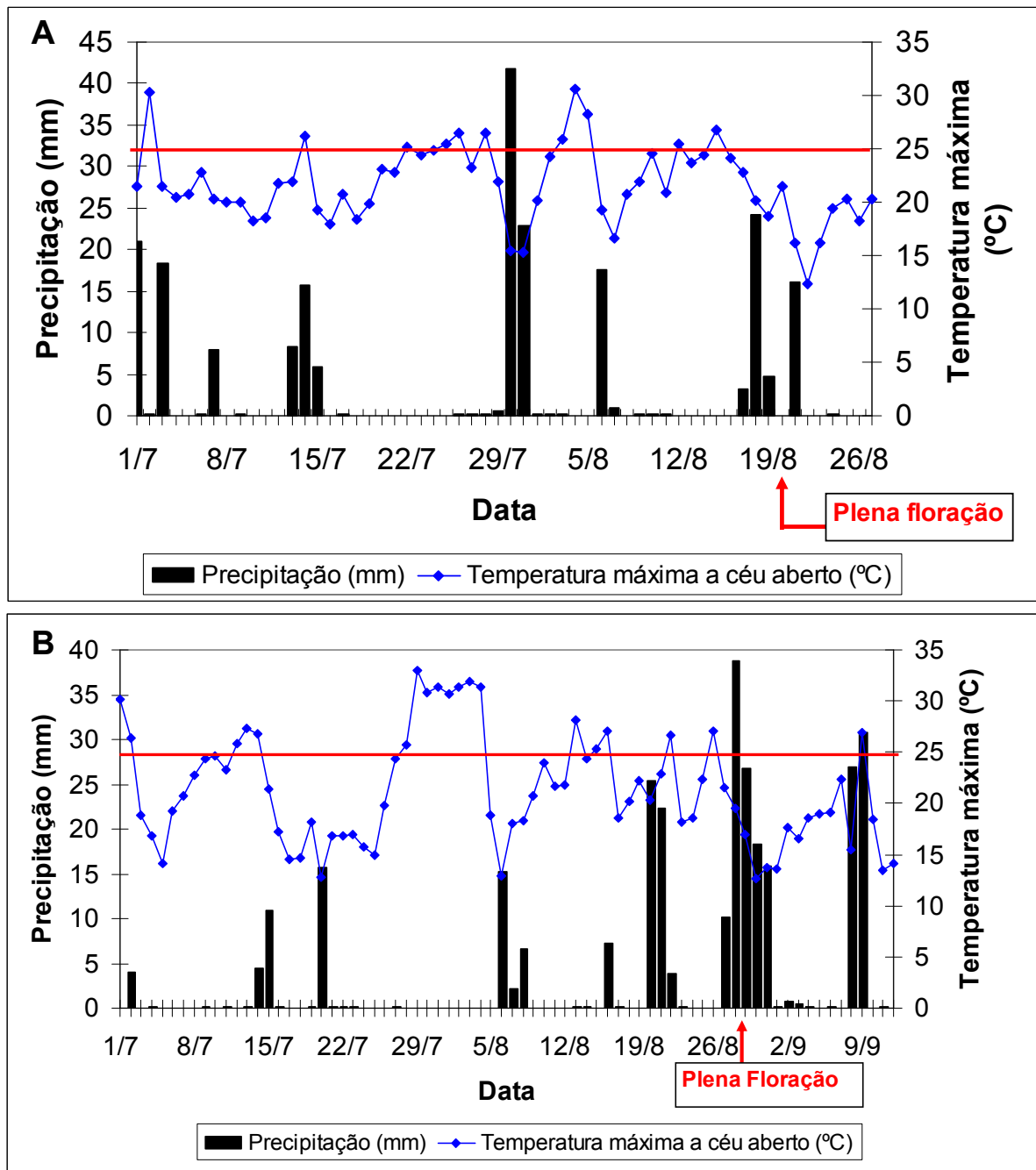


Figura 9. Precipitação pluvial e temperatura máxima durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).

4.1.4. Umidade relativa do ar

A umidade relativa média diária do ar, em 2004, foi alta em todos os tratamentos. No entanto, ela pode ser considerada normal para a época do ano e, com poucas exceções, foi mais elevada sob a estufa (Tabela 8 e Figura 10A), devido, principalmente, ao manejo geral das cortinas laterais não ter sido eficientemente realizado nos momentos mais adequados. No entanto, de acordo com Reisser Jr. (2002), a ocorrência de alta umidade relativa do ar no interior da estufa é um padrão normal esperado para este tipo de ambiente.

Tabela 8. Umidade relativa do ar média nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros Granada'. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento	2004 (%)	2005 (%)
Estufa	94,60	88,07
Cobertura	91,71	80,44
Céu aberto	91,81	87,76

A maior umidade relativa do ar dentro da estufa está ligada a alterações nos movimentos de transferência de vapor d'água, promovidas pelo plástico, e pela transpiração das plantas. O filme plástico atua como limitador do movimento vertical do vapor d'água. O aumento da umidade no interior da estufa também está associado com a modificação da ventilação lateral (advecção), que é responsável pela renovação de massas de ar internas à estufa (Reisser Jr., 2002).

Embora a temperatura do ar tenha sido maior no interior da estufa, a umidade relativa do ar também foi maior nesta condição. Isto significa que as diferenças de umidade absoluta e de pressão de vapor foram ainda mais acentuadas entre os tratamentos de estufa e de céu aberto. Se fosse apenas diferença de temperatura, a umidade relativa interna à estufa teria sido menor que sob céu aberto. No presente

estudo, as plantas de aveia em cobertura do solo foram a origem principal da transpiração, uma vez que os pessegueiros praticamente não possuíam folhas, ao menos no início do período avaliado.

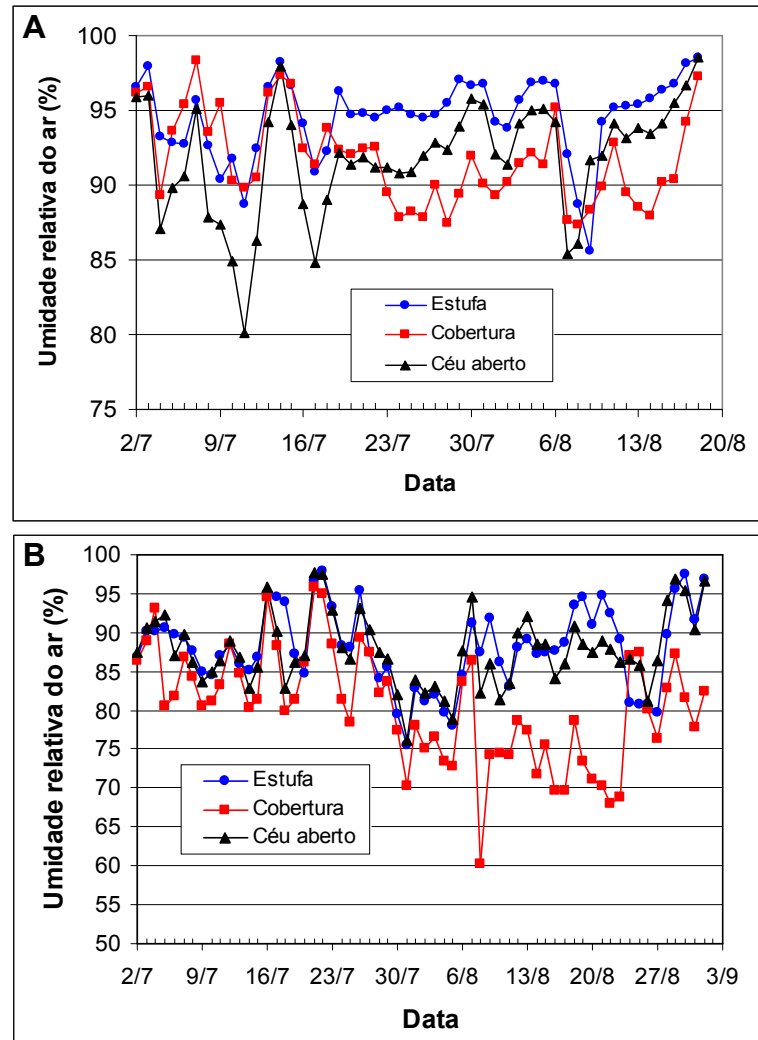


Figura 10. Umidade relativa do ar diária nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).

Em 2005, a umidade relativa do ar sob estufa foi levemente inferior daquela registrada em 2004 (Tabela 8 e Figura 10B), provavelmente em função do manejo geral das cortinas laterais da estufa em 2005 ter sido mais eficiente, permitindo menor acúmulo de umidade neste tratamento, em relação a 2004, bem como uma melhor condição para a abertura das anteras e para a liberação do pólen, pois sob

condições de elevada umidade do ar pode não ocorrer a deiscência das anteras para liberação do pólen.

No entanto, acredita-se que este fator não tenha sido a causa principal da ausência total de frutificação nas plantas sob a estufa, visto que as diferenças de umidade relativa entre os tratamentos não foram expressivas (Tabela 8) a ponto de comprometer totalmente a produção das plantas por si só nesta condição ambiental.

4.1.5. Umidade do solo

Pela impossibilidade de instalação de um sistema de irrigação na área do experimento, para padronizar esta variável em todos os tratamentos, realizou-se o monitoramento da umidade do solo para avaliar, ao menos, possíveis déficits de água para as plantas neste período, como subsídios para inferir sobre possíveis influências na frutificação das plantas.

O tratamento de cobertura serviu também para se verificar o efeito da possível limitação hídrica imposta durante o período de pré-floração e floração das plantas. Também, buscou-se excluir com este procedimento, possíveis erros de interpretação dos resultados obtidos em estufa, em função do déficit hídrico, apesar de, possivelmente, ainda ter permanecido um erro de interpretação, devido à interação não controlada dos fatores alta temperatura, déficit hídrico no solo e alta umidade do ar.

Durante o período monitorado de 2004, o potencial matricial de água no solo, medido com tensiômetros de coluna de mercúrio, atingiu níveis de secagem máxima de aproximadamente -0,05 e -0,037 MPa, a 20cm de profundidade, nos tratamentos estufa e cobertura, respectivamente (Figura 11). Estes valores não configuram uma condição de déficit hídrico, por se tratar de uma espécie perene sob condições de

baixa demanda evaporativa, durante esse período de inverno. Os valores de potencial matricial refletiram uma condição de máxima secagem do solo (na linha das plantas) experimentado pela cultura durante o período avaliado.

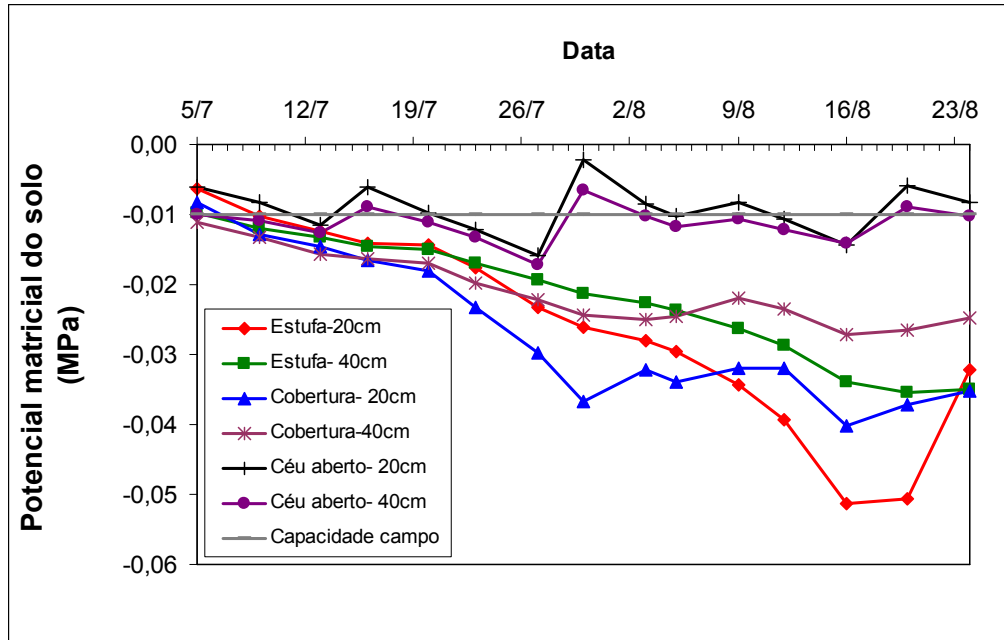


Figura 11. Potencial matricial da água no solo nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2004.

Pôde-se observar, em ambos os anos, que após a ocorrência das precipitações mais elevadas, o umedecimento lateral do solo, para dentro da estufa e da cobertura, em direção às raízes, avançou significativamente (Figura 12A). Desta forma, nem mesmo as plantas de aveia preta, utilizadas para cobertura do solo, sofreram déficit hídrico acentuado (Figura 12B). Na área das plantas a céu aberto, o nível de umidade do solo se manteve próximo da capacidade de campo, ao longo de todo o período avaliado (Figura 11), a qual, com base nas propriedades físicas do solo da região, situa-se próxima de -0,01 MPa (Dalmago, 2004).

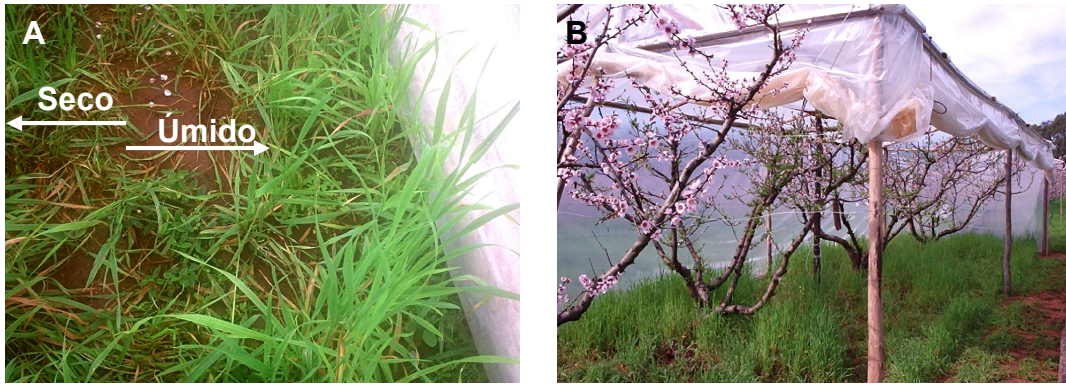


Figura 12. Umedecimento lateral do solo, para dentro da estufa, em função de precipitação ocorrida (A); pessegueiros 'Granada' e aveia preta sem sinais aparentes de déficit hídrico no tratamento de estufa (B). Charqueadas, RS, 2004.

A secagem do solo em 2005, nos tratamentos de estufa e cobertura, foi significativamente superior, a 2004, atingindo potenciais matriciais no solo, a 20 cm de profundidade, de $-0,0827$ e $-0,0896$ MPa, respectivamente (Figura 13). No entanto, nem assim as plantas de aveia preta manifestaram sintomas de redução significativa de crescimento por limitação hídrica. Segundo Doorembos & Pruitt (1976), a maioria das frutíferas caducifólias, incluindo o pessegueiro, toleram potenciais matriciais no solo de $-0,06$ a $-0,10$ MPa, sem que haja redução no rendimento por limitação hídrica.

Estes valores estão muito próximos dos mínimos (mais negativos) obtidos neste estudo, em ambos os anos. Sob estufa, o potencial matricial do solo ao final do período monitorado, foi levemente superior ao tratamento de cobertura (Figura 13). Isto ocorreu porque foram aplicados aproximadamente 400 litros de água sobre a superfície do solo do tratamento estufa, no dia 09/08, a fim de evitar que o limite de tolerância hídrica acima citado fosse ultrapassado e pudesse introduzir uma fonte de erro aos resultados, comprometendo a adequada interpretação dos mesmos.

Devido ao pessegueiro possuir um sistema radicular de grande desenvolvimento lateral, e em função da ocorrência de umedecimento lateral do solo

pelas precipitações mais elevadas, o fator água não deve ter sido limitante para o desenvolvimento do pessegueiro 'Granada' nas condições onde o experimento foi realizado. Com efeito, a análise estatística não detectou diferenças significativas de frutificação efetiva e de produção das plantas entre os tratamentos de estufa e céu aberto, em ambos os anos (item 4.4.6).

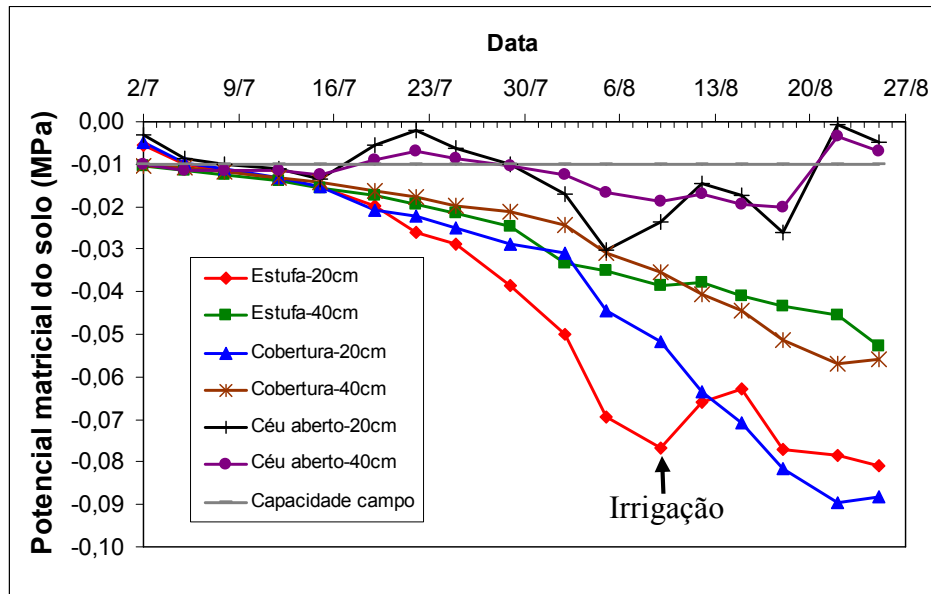


Figura 13. Potencial matricial da água no solo nos distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração de pessegueiros 'Granada'. Charqueadas, RS, 2005.

4.2. Fenologia

4.2.1. Florescimento

A elevação das temperaturas médias e máximas absolutas do ar sob a estufa antecipou o florescimento das plantas, porém num padrão diferenciado entre os dois anos estudados (Figuras 14A e B).

O florescimento das plantas sob estufa em 2004 foi antecipado em relação aos demais tratamentos (Tabela 9), sendo que a plena floração (≥ 70 % de flores abertas) das plantas sob esta condição ocorreu no dia 9 de agosto, enquanto nas plantas submetidas aos tratamentos de cobertura e céu aberto, somente ocorreu em

18 e 19 de agosto, respectivamente (Figura 14A e Tabela 9). Portanto, a plena floração das plantas sob altas temperaturas (estufa), em 2004, foi antecipada em cerca de 10 dias em relação aos demais tratamentos (Tabela 9 e Figuras 14A e 15). Este dado corrobora com Kozai et al. (2004), que também observaram uma significativa redução do período compreendido entre o início e a plena floração das plantas quando as mesmas foram mantidas a 30°C.

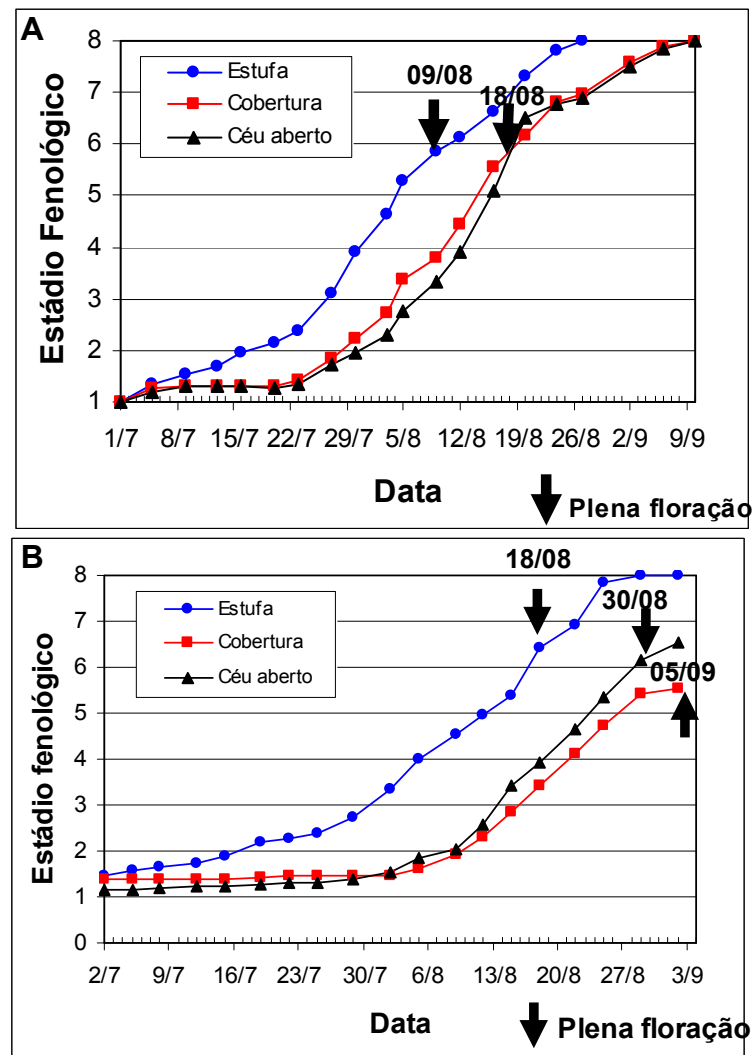


Figura 14. Evolução do florescimento de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B). Estádios fenológicos: 1: gema dormente; 2: gema inchada com separação das escamas; 3: início de abertura das sépalas; 4: início de abertura das pétalas; 5: balão rosado; 6: antese; 7: início de abscisão de pétalas; 8: final de abscisão de pétalas e início de inchamento do ovário.

Tabela 9. Estádios fenológicos de pessegueiros 'Granada' submetidos a distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004.

Tratamento	IF	PF	FF	IF-PF (dias)	IF-FF (dias)	PF-FF (dias)	IB	50 % brotação	Dias IB-50 %	IC	PF-IC (dias)
Estufa	28/07	09/08	24/08	13	28	16	28/07	06/08	10	-	-
Cobertura	04/08	18/08	06/09	15	34	20	18/08	03/09	17	16/11	90
Céu aberto	08/08	19/08	06/09	12	30	19	17/08	05/09	20	16/11	89

IF = início da floração (5 % de flores abertas); PF = plena floração (+ 70 % de flores abertas); FF = final de floração; IB = início da brotação (5 % de gemas com pontas verdes); IC = início da colheita.

Tabela 10. Estádios fenológicos de pessegueiros 'Granada' submetidos a distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2005.

Tratamento	IF	PF	FF	IF-PF (dias)	IF-FF (dias)	PF-FF (dias)	IB	IC	PF-IC (dias)
Estufa	05/07	18/08	25/08	45	52	08	02/08	28/11	103
Cobertura	13/08	05/09	21/09	24	40	17	10/08	28/11	88
Céu aberto	09/08	30/08	20/09	22	45	22	11/08	28/11	85

IF = início da floração (5 % de flores abertas); PF = plena floração (+ 70 % de flores abertas); FF = final de floração; IB = início da brotação (5 % de gemas com pontas verdes); IC = início da colheita.

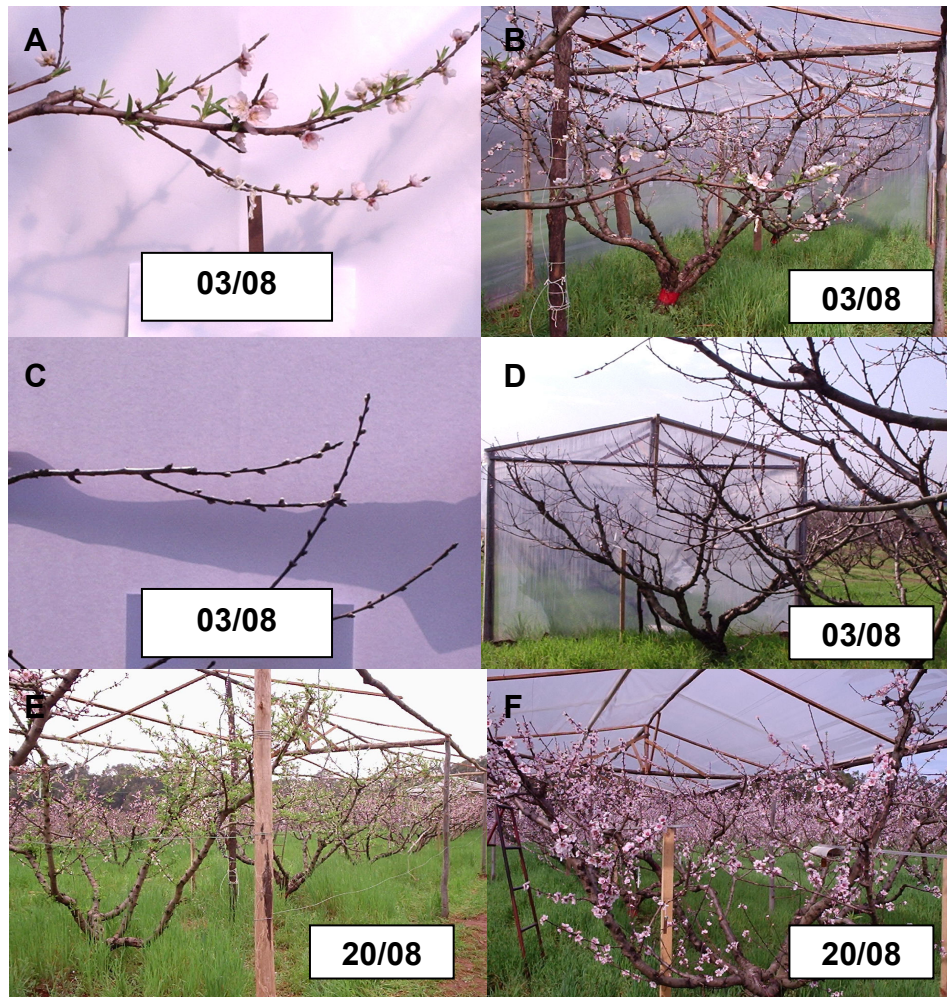


Figura 15. Florescimento (A e B = estufa; C e D = céu aberto) e brotação (E = estufa; F = cobertura e céu aberto) de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004.

No entanto, em 2004, a duração dos diferentes estádios fenológicos praticamente não sofreu alteração em função das altas temperaturas, observando-se somente um pequeno encurtamento da floração das plantas sob estufa (IF-FF e PF-FF) em relação aos demais tratamentos (Tabela 9). Contudo, a duração média de florescimento do pessegueiro 'Granada' (IF-FF), em todos os tratamentos e anos, de cerca de 30 dias (Tabelas 9 e 10), pode ser considerada longa para esta espécie, indicando problemas de adaptação da cultivar na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, a qual pode estar associada com a baixa "qualidade" de frio hibernar da região, anteriormente discutida.

Além deste fator, com base nas observações da fenologia das plantas a campo, a cultivar parece necessitar soma térmica relativamente alta, para florescer e brotar uniformemente num curto espaço de tempo, principalmente em anos com invernos irregulares, a exemplo do que ocorreu em 2004 e 2005 na Depressão Central do RS.

Em 2005, a ocorrência de vários dias com temperaturas elevadas a partir de meados de junho, promoveu a abertura precoce de cerca de 5 % de gemas ainda em final de junho, sobretudo nas plantas previamente sorteadas para receber o tratamento de estufa (Tabela 10). Este fato fez com que a instalação dos tratamentos fosse realizada antecipadamente, em relação ao avanço fenológico que realmente ocorreu adiante. Logo após a instalação dos tratamentos (início de julho), entrou uma forte massa de ar frio na região, provocando abscisão das flores precocemente abertas com o calor de junho e paralisando por completo o avanço do florescimento das plantas por vários dias, sobretudo nos tratamentos de cobertura e céu aberto. Portanto, a data de início de florescimento das plantas sob estufa, em 2005 (Tabela 10), foi fortemente antecipada pela massa de calor natural ocorrida em junho.

Em função disso, a duração do período IF-PF, que foi praticamente o dobro nas plantas sob estufa, em relação aos demais tratamentos (Tabela 10), certamente não reflete na mesma dimensão o efeito único das altas temperaturas registradas sob estufa no período avaliado, mas mostra um efeito prejudicial claro da irregularidade térmica na pré-floração sobre o processo de desenvolvimento final das gemas e sobre o florescimento das plantas, uma vez que o acúmulo de frio até este momento foi baixo.

Fora este aspecto, de maneira geral, os diferentes estádios fenológicos avaliados em 2005 (IF, PF, FF) ocorreram um pouco mais tarde e tiveram uma duração média entre eles (IF-PF e IF-FF) (Tabela 10), levemente superior ao observado em 2004. Isto pode ser atribuído às condições inadequadas para a quebra natural da dormência das gemas florais, as quais, possivelmente atrasaram o desenvolvimento das gemas e mantiveram as mesmas num maior período de dormência.

As flores dos pessegueiros sob estufa em 2005 tiveram duração bem inferior daquelas dos demais tratamentos (Tabela 10), possivelmente, devido à coincidência da floração com temperaturas diurnas e noturnas mais elevadas (Tabelas 6 e 7). Esta tendência não ocorreu com tanta intensidade em 2004, em função das temperaturas médias e máximas terem sido algo inferiores às registradas no mesmo período em 2005 (Tabelas 6 e 7).

4.2.2. Brotação

A brotação foi significativamente influenciada pelas altas temperaturas do tratamento de estufa, em comparação aos demais, principalmente em 2004 (Figura 16A). Neste ano, aos 33 dias após a instalação dos tratamentos, as plantas sob estufa já apresentavam 50 % de gemas brotadas, com grande área foliar. As plantas sob cobertura e céu aberto só atingiram este nível de brotação cerca de 30 dias após (Figura 16A). Ao final do período avaliado em 2004, a taxa de brotação das gemas sob estufa alcançou níveis próximos a 80 % (Figura 16A), considerados adequados para pessegueiros cultivados em regiões subtropicais com invernos amenos. Este valor, certamente, também foi atingido ou até mesmo superado pelas plantas dos demais tratamentos, após o período efetivamente monitorado.

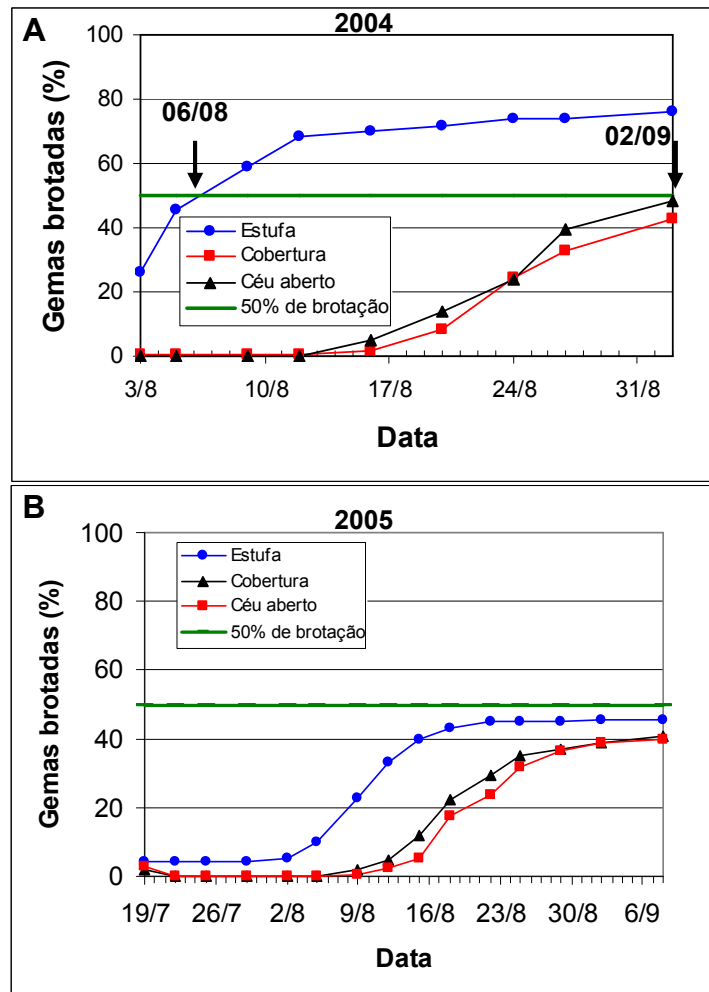


Figura 16. Evolução da brotação de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 (A) e 2005 (B).

As altas temperaturas registradas no tratamento de estufa em 2005 não tiveram efeito tão pronunciado sobre a evolução da brotação das gemas vegetativas, em relação ao observado em 2004, bem como em comparação com os demais tratamentos (Figura 16B). No entanto, verificou-se, com exceção do tratamento de estufa, que os demais tratamentos tiveram início de brotação antecipada, em relação a 2004, coincidindo praticamente com o início do florescimento (Tabela 10), possivelmente pelo mesmo motivo citado no item anterior, que gerou um início de florescimento antecipado nas plantas sob estufa em 2005. Contudo, para todos os tratamentos, a duração do período de brotação, em 2005, foi mais prolongada que

em 2004, além de apresentar menor taxa de brotação ao final do período avaliado (cerca de apenas 40 %) (Figura 16B). A menor taxa de brotação das gemas em 2005 foi causada, em parte, pela maior abscisão de gemas vegetativas, em relação a 2004, devido à insuficiência de frio hibernar que não permitiu uma adequada superação da dormência de parte das gemas vegetativas.

4.2.3. Percentagem de abertura e abscisão ou abertura tardia de gemas florais

A percentagem de abscisão de gemas florais, ou que apresentaram abertura tardia, após o período de avaliação, na média dos anos e tratamentos, foi relativamente baixa, aproximadamente 10 %, não havendo diferenças significativas entre os níveis de cada fator (Tabela 11). Por outro lado, estes dados evidenciaram que a intensidade de floração das plantas foi alta, cerca de 90 %, na média dos anos e tratamentos (Tabela 11).

Tabela 11. Percentagem de abertura e abscisão ou abertura tardia de gemas florais em pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Gemas florais abertas (%)			
Estufa	93,47	83,04	88,26 ns
Cobertura	92,27	85,24	88,76
Céu aberto	92,19	95,73	93,96
Média	92,65 ns	88,00	CV = 8,95%
Abscisão ou abertura tardia de gemas florais (%)			
Estufa	6,53	16,96	11,74 ns
Cobertura	7,73	14,76	11,24
Céu aberto	7,81	4,27	6,04
Média	7,35 ns	12,00	CV = 83,63 %

ns = não significativo.

Apesar de não ter sido avaliado separadamente, pode se observar, em 2004, que entre as gemas florais que não abriram, uma minoria apresentou abscisão. A maioria destas apresentou abertura ou abscisão tardia, após o período de avaliação. Esses resultados contrariam os obtidos por Brown (1958) e Monet & Bastard, 1971 em pessegueiros e por Legave (1978) em damasqueiros, que verificaram a ocorrência de elevados percentuais de abscisão de gemas florais sob condições de invernos amenos e/ou irregulares. Em pessegueiros 'Granada', na região da Depressão Central do RS, em 2004, este fenômeno foi verificado em baixa intensidade (Tabela 11), mesmo sob condições de insuficiente acúmulo de frio hibernal e de temperaturas elevadas na pré-floração e floração.

Por outro lado, apesar de não se observar diferenças significativas entre tratamentos, verificou-se, em 2005, um maior percentual absoluto de abscisão de gemas florais ou que apresentaram abertura tardia, em relação a 2004, sobretudo sob estufa (Tabela 11). Além disso, apesar de não ter sido avaliado separadamente, foi possível verificar, em 2005, que boa parte deste percentual foi devido à abscisão de gemas florais, as quais se desprendiam facilmente ao serem tocadas durante as avaliações.

Apesar de se verificar em plantas sob estufa, na média dos anos, uma forte tendência de maior percentual de abscisão de gemas florais ou que apresentaram abertura tardia, após o período avaliado, em relação ao tratamento de céu aberto, as médias não apresentaram diferenças significativas, provavelmente pelo elevado coeficiente de variação observado (Tabela 11), ou seja, em função da grande variabilidade existente entre as unidades experimentais.

Em 2005, a maior ocorrência de abscisão de gemas florais ou de gemas com abertura tardia, em valores absolutos ao final do período avaliado, em relação a

2004 (Tabela 11), pode estar associada ao estresse hídrico, principalmente ao ocorrido antes do florescimento, durante o verão e outono precedente (Anexo 1), bem como às inadequadas condições térmicas hibernais para o desenvolvimento e superação natural da dormência das gemas florais, sobretudo em 2005 (Tabela 3).

4.2.4. Época de colheita

Em função da ausência total de produção em 2004 e da presença de somente alguns frutos em 2005, não foi possível concluir, com segurança, se as altas temperaturas durante a pré-floração e floração das plantas teriam promovido adiantamento ou atraso na colheita dos frutos. Nas plantas que foram mantidas sob estufa em 2005, os frutos foram colhidos num único repasse, juntamente com o primeiro repasse dos demais tratamentos. Entretanto, foi possível verificar, em 2005, com base no maior período compreendido entre a plena floração e o início de colheita nas plantas sob estufa (Tabela 10), e com o padrão de maturidade dos frutos na colheita, que o desenvolvimento dos frutos foi comprometido, possivelmente, devido ao elevado grau de estresse e de envelhecimento das brotações das plantas sob estufa (Figura 17), os quais não foram sentidos pelas plantas com tanta intensidade em 2004.

As altas temperaturas na pré-floração e floração estimularam o crescimento vegetativo (Figuras 16A e B), aumentaram o período compreendido entre a plena floração e o início da colheita dos frutos (Tabelas 9 e 10) e promoveram o envelhecimento precoce da brotação (Figura 17). Possivelmente estes fatores também exercerão efeito negativo no desempenho reprodutivo e produtivo das plantas no ciclo seguinte. Estes dados corroboram, parcialmente, com informações

de Erez et al. (2000), de que altas temperaturas em casa-de-vegetação retardam a frutificação e favorecem o crescimento vegetativo de pessegueiros e nectarineiras.



Figura 17. Detalhe de uma planta mantida sob estufa (direita), durante o período de pré-floração e floração, mostrando brotações envelhecidas e ausência total de produção, ao lado de outra planta com frutos e brotação normal, mantida sob céu aberto (esquerda). Charqueadas, RS, 2005.

Em 2005, a colheita iniciou praticamente duas semanas após o início da colheita em 2004 (Tabelas 9 e 10), reflexo principalmente do atraso da plena floração das plantas em 2005. Possivelmente, este atraso foi devido às inadequadas condições do inverno para a superação da dormência das gemas florais, já que o período compreendido entre a plena floração e a colheita foi similar ao observado em 2004 (Tabelas 9 e 10).

4.3. Incidência de patógenos

Devido à aplicação de fungicidas preventivos, verificou-se que o percentual de flores com sintomas de doenças fúngicas foi relativamente baixo em todos os tratamentos (Figura 18). Contudo, como já era esperado, em função da maior umidade relativa e da temperatura mais elevada no seu interior, o tratamento de

estufa apresentou maior percentual absoluto de flores com sintomas de doenças fúngicas, porém não diferindo significativamente dos demais tratamentos (Figura 18).

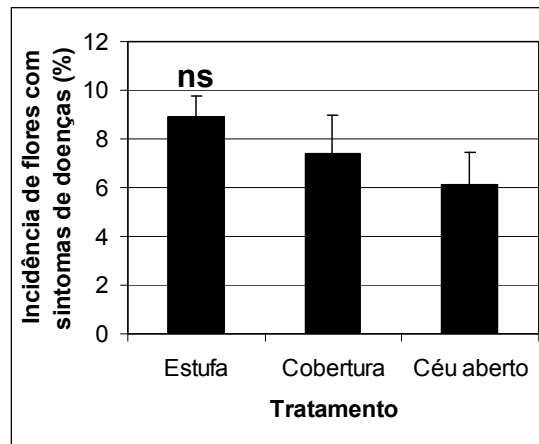


Figura 18. Incidência de flores com sintomas de doenças fúngicas em pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004. Barras verticais indicam o erro padrão da média de tratamento; ns = não significativo pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro.

Desta forma, pode-se verificar que a ausência total de produção sob estufa, em 2004, e produção irrisória em 2005 (item 4.4.6) não teve como causa principal as doenças fúngicas nas flores, as quais estiveram presentes em intensidades relativamente baixas, inclusive neste tratamento.

Por outro lado, a aplicação freqüente de fungicidas poderia ter causado falhas no processo de polinização, reduzindo a fecundação das flores, pois segundo (Weiguang et al., 2003), certos fungicidas causam danos na superfície do estigma. De acordo com esses autores, os fungicidas Captan e Azoxystrobin provocaram grande efeito inibitório sobre a germinação dos grãos de pólen no estigma de damasqueiros. No entanto, estes dois fungicidas foram aplicados de forma padronizada em todas as plantas, nos três tratamentos, nos mesmos estádios fenológicos. Logo, este fator também não explica as diferenças de frutificação e produção entre os tratamentos (item 4.4.6).

Com relação à incidência de ramos com sintomas de Cancro de *Fusicoccum* (*Phomopsis amygdali*), não se observou, na média dos anos, diferenças significativas entre os tratamentos, apesar da forte tendência de maiores danos nos ramos das plantas sob estufa (Tabela 12). Segundo Ogawa et al. (1995), a temperatura ideal para germinação dos esporos do fungo varia de 27 a 29°C, condição esta, observada com muita frequência sob o tratamento de estufa, em ambos os anos estudados.

Tabela 12. Percentagem de ramos produtivos danificados por Cancro de *Fusicoccum* (*Phomopsis amygdali*) em pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Ramos danificados por cancro de <i>Fusicoccum</i> (%)			
Estufa	11,67	26,67	19,17 ns
Cobertura	15,00	25,00	20,00
Céu aberto	5,00	16,67	10,83
Média	10,56 B	22,78 A	CV = 52,82 %

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro; ns = não significativo.

O mesmo padrão observado para tratamentos pôde ser verificado para os anos avaliados, com maior incidência desta doença em 2005 (Tabela 12), ano que apresentou, durante a pré-floração e floração, temperaturas médias e máximas um pouco mais elevadas do que em 2004 (Tabelas 6 e 7).

Por outro lado, independentemente da significância estatística, foi possível verificar, na média dos anos, sob as condições naturais da região (céu aberto), cerca de 11 % de ramos danificados por este fungo (Tabela 12). Este dado possui significância prática muito importante, sobretudo em anos quentes, a exemplo do ocorrido em 2005, uma vez que os ramos atacados, na sua maioria, acabam morrendo até próximo ao raleio de frutos, comprometendo, assim, uma parcela

significativa de ramos produtivos e, conseqüentemente, da produção. Além disso, foram observadas no pomar plantas com pernadas inteiramente mortas e, até mesmo, plantas totalmente mortas pelo ataque deste fungo. Portanto, esta doença é responsável, em parte, pela baixa taxa de frutificação e produção de pessegueiros ‘Granada’ na Depressão Central do Rio Grande do Sul.

4.4. Desenvolvimento floral

4.4.1. Massa fresca das flores e das estruturas florais

Na média dos dois anos avaliados, na antese, a massa fresca média das flores não diferiu significativamente entre os tratamentos de estufa e de céu aberto (Tabela 13), divergindo dos resultados obtidos por Rodrigo & Herrero (2002a) com damasqueiros ‘Moniqui’, na Espanha. Logo, os resultados obtidos no presente trabalho evidenciaram que as altas temperaturas na pré-floração e floração e a leve limitação hídrica em que foram submetidas as plantas sob estufa, aparentemente, não prejudicaram o desenvolvimento morfológico das flores.

No entanto, na média dos dois anos, a massa fresca média das flores das plantas sob cobertura foi superior aos demais tratamentos (Tabela 13). A maior massa fresca das flores e da maioria das estruturas florais das plantas sob cobertura pode ter sido devida à coleta de flores contendo água livre em sua superfície, devido à ocorrência de precipitações freqüentes no dia de coleta das flores para análise.

A massa fresca média dos pistilos do tratamento de céu aberto, na média dos dois anos, não diferiu significativamente daquela das plantas sob estufa, diferentemente do encontrado por Rodrigo & Herrero (2002a), em damasqueiros. Porém, as flores das plantas sob cobertura apresentaram massa fresca de pistilos

superior aos demais tratamentos (Tabela 13), acompanhando a maior massa fresca das flores deste tratamento.

Tabela 13. Massa fresca das flores e das estruturas florais de pessegueiros 'Granada' na antese sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Massa fresca das flores (mg)			
Estufa	151,28	178,68	164,98 b
Cobertura	162,53	216,93	189,73 a
Céu aberto	156,32	182,04	169,18 b
Média	156,71 B	192,55 A	CV = 6,37 %
Massa fresca dos pistilos (mg)			
Estufa	4,60	6,34	5,47 b
Cobertura	6,57	8,07	7,32 a
Céu aberto	5,33	6,07	5,70 b
Média	5,50 B	6,83 A	CV = 11,89 %
Massa fresca das anteras (mg)			
Estufa	3,71 bA	4,98 cA	-
Cobertura	6,08 aB	10,09 aA	-
Céu aberto	7,20 aA	7,72 bA	-
Média	-	-	CV = 13,91 %
Massa fresca de pétalas + sépalas + filamentos (mg)			
Estufa	124,03	131,89	127,96 b
Cobertura	131,96	159,84	145,90 a
Céu aberto	129,55	133,39	131,47 b
Média	128,52 B	141,71 A	CV = 5,86 %
Massa fresca de pedicelo + receptáculo (mg)			
Estufa	18,87	35,46	27,17 ns
Cobertura	17,92	38,93	28,43
Céu aberto	14,44	34,85	24,64
Média	17,08 B	36,41 A	CV = 17,89 %

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro; ns = não significativo.

A superioridade da massa fresca das anteras das plantas sob cobertura e sob céu aberto, comparada ao tratamento de estufa, em ambos os anos (Tabela 13), reflete a maior produção de pólen obtida nesses tratamentos, com exceção da massa fresca das anteras do tratamento sob cobertura em 2005. Esta, provavelmente foi devida à presença de água livre sobre a flor, em função das precipitações ocorridas na floração, uma vez que a produção de pólen neste tratamento não refletiu numa diferença tão expressiva de massa fresca das anteras, quando comparada com o tratamento de céu aberto (Tabela 13).

Na média dos tratamentos, a massa média das flores e das estruturas florais foi significativamente maior em 2005, em relação a 2004. Estes dados contrariaram o padrão esperado, de menor desenvolvimento das flores sob condições de menor acúmulo de frio hibernar (Tabela 3), maior déficit hídrico (Anexo 2) e de temperaturas um pouco mais elevadas durante o período de pré-floração e floração das plantas (Tabela 7) em 2005. Logo, os dados de 2005, provavelmente, são devidos à pesagem das flores contendo água livre sobre a sua superfície, o que pode ter causado uma fonte de erro de avaliação. Outro fator que pode ter ocorrido é de que as plantas, ou acumularam maior quantidade de reservas, ou tiveram suas reservas distribuídas para o crescimento de um menor número de gemas florais por planta no ciclo de 2005.

Segundo Piza et al. (1970) a abertura das flores do pessegueiro ocorre entre 8 e 16 horas. Neste caso, em função da coleta das flores do 'Granada' ter sido realizada do meio ao final da tarde, poder-se-ia dizer que a mesma não foi realizada na hora mais adequada do dia. No entanto, em função da ocorrência de alta umidade no tratamento, durante a antese, do padrão de abertura floral do 'Granada' (abertura floral ao longo de todo o dia) e da padronização do momento de coleta

para todas as unidades experimentais dos tratamentos, acredita-se que os valores são confiáveis na comparação entre os tratamentos e anos.

Contudo, pode-se afirmar que a determinação da massa seca das anteras, bem como das demais estruturas florais, proporcionaria resultados mais confiáveis e seguros. A determinação da massa seca das anteras poderia ser usada como indicativo para a comparação da produção de pólen entre diferentes tratamentos ou cultivares, caso não se utilize uma metodologia mais adequada para este fim.

4.4.2. Evolução do crescimento dos pistilos após a antese

Em 2004, os tratamentos de estufa e de céu aberto não apresentaram diferenças significativas entre si quanto à massa fresca de pistilo na antese. Já os tratamentos de cobertura e céu aberto apresentaram pistilos com massa superior ao do tratamento de estufa, ao final do período avaliado de 2004 (estádio 8) (Tabela 14). No ano de 2005, não se observou, entretanto, diferenças significativas entre os tratamentos ao final do mesmo estágio fenológico avaliado (estádio 8).

Observou-se, também, que a maior taxa de aumento de massa fresca dos pistilos foi verificada entre os estádios 6 (antese) e o estágio 7 (início de abscisão de pétalas) em quase todos os tratamentos. Este dado corrobora com Rodrigo & Herrero (2002a), que também observaram que o ovário nas espécies do gênero *Prunus*, a maior porção do pistilo em peso, aumenta de diâmetro e peso rapidamente nos primeiros dias após a antese, num processo que independe da polinização e fecundação, sendo uma etapa do programa de desenvolvimento, controlada geneticamente.

Desta forma, possíveis diferenças no incremento da massa fresca dos pistilos entre tratamentos, não permitem afirmar que a taxa de fecundação das flores teria

sido efetivada de forma diferencial entre os tratamentos, durante o transcorrer do período de tempo compreendido entre os estádios fenológicos acima citados. No entanto, a maior taxa de incremento de massa fresca dos pistilos nas plantas dos tratamentos de cobertura e céu aberto em 2004, do estágio 7 ao estágio 8 (Tabela 14), poderia indicar uma maior fecundação das flores, apesar da grande divergência de informações entre autores sobre o tempo percorrido da antese até a fecundação das flores, no gênero *Prunus*.

Tabela 14. Evolução da massa fresca dos pistilos de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Massa fresca dos pistilos (mg) - Estádio 6			
Estufa	4,60	6,34	5,47 b
Cobertura	6,57	8,07	7,32 a
Céu aberto	5,33	6,07	5,70 b
Média	5,50 B	6,83 A	CV = 11,89 %
Massa fresca dos pistilos (mg) - Estádio 7			
Estufa	30,53 aA	22,80 aA	-
Cobertura	35,03 aA	25,04 aB	-
Céu aberto	34,51 aA	12,11 bB	-
Média	-	-	CV = 18,15 %
Massa fresca dos pistilos (mg) - Estádio 8			
Estufa	40,65 cA	30,78 aA	-
Cobertura	85,18 aA	34,10 aB	-
Céu aberto	68,71 bA	29,00 aB	-
Média	-	-	CV = 13,83 %

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro. Estádio 6: antese; estágio 7: início de abscisão de pétalas; estágio 8: final de abscisão de pétalas e início de inchamento do ovário.

Segundo Herrero & Arbeloa (1989) o período entre a polinização e a fecundação de pessegueiros foi de aproximadamente 19 dias, não tendo informado as condições climáticas local. Já para damasqueiros de região mediterrânea, este período foi de apenas 7 dias (Rodrigo & Herrero, 2002b).

No presente estudo, observou-se em 2004 que o período entre a plena floração e o final de floração foi de aproximadamente 20 dias, para plantas sob cobertura e céu aberto (Tabela 9). Logo, o maior aumento da massa fresca dos pistilos das plantas sob cobertura e céu aberto, entre os estádios 7 e 8, parece demonstrar a existência de uma relação com a frutificação efetiva obtida em ambos os anos, sobretudo em 2004. Mesmo não sendo significativamente diferente, a frutificação efetiva foi maior, em valores absolutos, nos tratamentos de cobertura em 2004 e de céu aberto em 2005, os quais tenderam a apresentar maior taxa de incremento de massa fresca de pistilo entre os estádios fenológicos 7 e 8 (Tabela 14).

Na antese, como já foi anteriormente discutido, a massa fresca média dos pistilos foi maior em 2005, em relação ao observado em 2004 (Tabela 14). Estes dados parecem contrariar o padrão esperado de menor crescimento dos pistilos sob condições de baixo acúmulo de horas de frio hibernar e de baixa disponibilidade hídrica durante o verão e outono (Anexo 2), apesar de que este padrão pode ser o reflexo da hidratação excessiva das flores pelas precipitações freqüentes ocorridas durante o período de coleta das flores.

A partir da antese, a evolução da massa fresca dos pistilos seguiu um padrão distinto entre os dois anos, sendo que no estágio de final de abscisão de pétalas (estádio 8), ao menos para os tratamentos de cobertura e de céu aberto, em 2004, a mesma foi mais que o dobro da observada em 2005. (Tabela 14). Para o tratamento

de estufa, apesar das flores em 2004 terem apresentado massa fresca de pistilos superior ao apresentado em 2005, não houve diferença significativa para esta variável, nos estádios 7 e 8, entre os anos avaliados.

Em relação à área de secção transversal dos ovários, apesar de não terem sido verificadas, na média dos anos, diferenças significativas entre os tratamentos de estufa e de céu aberto, quando avaliados no estádio 8, também houve tendência de um maior crescimento dos pistilos, em diâmetro, nas plantas sob cobertura e sob céu aberto (Tabela 15), ou seja, sob estufa, as altas temperaturas na pré-floração e floração (Tabelas 6 e 7) parecem ter afetado negativamente o crescimento dos pistilos em diâmetro.

A área da secção transversal dos ovários, na antese, na média dos anos, foi significativamente menor em 2004, em relação a 2005, não mantendo o mesmo padrão de crescimento a partir da antese. Entretanto, observou-se em 2004, no estádio 8, que o diâmetro dos mesmos foi superior ao observado em 2005, num padrão similar ao observado para massa fresca de pistilos (Tabela 15).

Estes resultados parecem também ter ocorrido devido à maior temperatura média observada em 2005 (Tabela 7), bem como ao registro de uma semana de temperaturas máximas absolutas acima de 30°C. Estas condições podem ter prejudicado o desenvolvimento dos pistilos, os quais cresceram menos. Da mesma forma que para peso médio, observou-se que o diâmetro médio dos pistilos teve maior incremento entre os estádios 6 e 7, sendo superior em 2004, em relação a 2005 (Tabela 15).

Observou-se na antese, na média dos anos, que os pistilos de plantas mantidas sob estufa apresentaram menor comprimento, em relação àqueles das flores oriundas de plantas a céu aberto (Tabela 16), mostrando um efeito negativo

claro das altas temperaturas na pré-floração das plantas (Tabelas 6 e 7) sobre o crescimento dos pistilos. Diferentemente, Couto & Raseira (2004) não observaram diferença significativa no comprimento médio de pistilo na antese de pessegueiros das cultivares Granada e Maciel entre tratamentos de alta temperatura e céu aberto, em Pelotas, RS.

Tabela 15. Evolução da área da secção transversal (diâmetro) do ovário de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Diâmetro transversal do ovário (mm) - Estádio 6			
Estufa	0,67	1,53	1,10 b
Cobertura	0,95	1,79	1,37 a
Céu aberto	0,67	1,34	1,01 b
Média	0,76 B	1,56 A	CV = 16,16 %
Diâmetro transversal do ovário (mm) - Estádio 7			
Estufa	1,76 bB	3,29 aA	-
Cobertura	4,20 aA	3,04 aB	-
Céu aberto	3,56 aA	2,31 bB	-
Média	-	-	CV = 12,52 %
Diâmetro transversal do ovário (mm) - Estádio 8			
Estufa	4,03	3,34	3,69 b
Cobertura	5,07	3,46	4,26 a
Céu aberto	4,67	3,18	3,92 ab
Média	4,59 A	3,32 B	CV = 7,91 %

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro. Estádio 6: antese; estágio 7: início de abscisão de pétalas; estágio 8: final de abscisão de pétalas e início de inchamento do ovário.

Na média dos tratamentos, as flores apresentaram maior comprimento de pistilo no ano de 2004, em comparação a 2005, em todos os estádios fenológicos avaliados. Parece que o menor crescimento dos pistilos em comprimento, em 2005,

deveu-se ao menor acúmulo de frio hibernar (Tabelas 3 e 5), ao maior número de horas com temperaturas diurnas e noturnas superiores a 25°C e 18°C, respectivamente (Tabelas 6 e 7), bem como ao maior déficit hídrico sofrido pelas plantas no outono deste ano, em relação ao mesmo período de 2004 (Anexos 1 e 2).

Tabela 16. Evolução do comprimento dos pistilos de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Comprimento médio dos pistilos (mm) - Estádio 6			
Estufa	9,60	9,18	9,39 b
Cobertura	12,57	9,39	10,98 a
Céu aberto	12,40	11,20	11,80 a
Média	11,52 A	9,92 B	CV = 10,56 %
Comprimento médio dos pistilos (mm) - Estádio 7			
Estufa	12,93 bA	11,82 abA	-
Cobertura	15,23 aA	10,60 bB	-
Céu aberto	15,07 aA	12,91 aB	-
Média	-	-	CV = 6,07 %
Comprimento médio dos pistilos (mm) - Estádio 8			
Estufa	15,50	11,99	13,75 ns
Cobertura	15,73	11,21	13,47
Céu aberto	16,63	13,49	15,06
Média	15,96 A	12,23 B	CV = 8,27 %

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro; estágio 6: antese; estágio 7: início de abscisão de pétalas; estágio 8: final de abscisão de pétalas e início de inchamento do ovário; ns = não significativo.

De maneira geral, em ambos os anos, os pistilos de todos os tratamentos continuaram a crescer a partir da antese, principalmente até o estágio 7 (início de abscisão de pétalas). Em 2004, do estágio 7 ao 8 (final de abscisão de pétalas e

início de inchamento de ovário), o crescimento foi mais expressivo no tratamento de estufa (Tabela 16). Este fato, provavelmente reflete um atraso no desenvolvimento dos pistilos nas plantas sob estufa, pois, mesmo as plantas sob esta condição ter florescido antes, os mesmos atingiram comprimento máximo de pistilo após às flores dos tratamentos de cobertura e céu aberto, porém atingindo valores próximos destes ao final do período avaliado (estádio 8) (Tabela 16).

Rodrigo & Herrero (2002a) também observaram que os pistilos de flores de damasqueiros polinizadas e não polinizadas continuaram a se alongar num mesmo padrão após a antese, partindo de $14,3 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ na abertura da flor até o comprimento máximo de $18,6 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$, seis dias após. Estes valores foram superiores ao crescimento dos pistilos de pessegueiros, que alcançaram, no máximo, $14,5 \text{ mm}$, 15 dias após a antese (Herrero & Arbeloa, 1989). No presente trabalho, em 2004 os pistilos partiram de $11,52 \text{ mm}$ na antese, alcançando um comprimento médio de $15,96 \text{ mm}$ ao final do estágio 8, na média dos tratamentos. Em 2005, apesar de se observar um menor comprimento médio dos pistilos, os mesmos se alongaram num padrão similar ao observado em 2004, partindo de $9,92 \text{ mm}$ na antese e alcançando um comprimento médio de $12,23 \text{ mm}$ ao final do estágio 8.

Em flores de damasqueiros, foi comprovado que o crescimento precoce dos pistilos é fundamental para o rápido crescimento do tubo polínico (Herrero & Hormanza, 1996) e para a fecundação do óvulo (Rodrigo & Herrero, 2002b). Esses últimos observaram que o aumento da temperatura na pré-floração de damasqueiros atrasou o desenvolvimento dos pistilos, os quais não acompanharam a evolução do florescimento, resultando em flores com reduzido peso de pistilo e menor comprimento de estilete. Esses autores ainda verificaram que a falta de sincronismo

entre o desenvolvimento do pistilo e de outros órgãos florais gerou grande número de flores com morfologia alterada de pistilo, resultando em flores de baixa qualidade, com baixa capacidade de serem fecundadas.

Sobre este aspecto, foi possível observar em 2004 que os pistilos que se desenvolveram sob estufa alcançaram seu máximo comprimento após aqueles dos tratamentos de cobertura e de céu aberto. Em 2005, as flores de todos os tratamentos tiveram crescimento de pistilos, em comprimento, atrasado em relação a 2004, sobretudo nos tratamentos de estufa e de cobertura, que apresentaram temperaturas máximas absolutas mais elevadas (Tabela 7). Entretanto, na média dos anos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, ao final do período avaliado (estádio 8). Na média dos tratamentos, no estágio 8, os pistilos tiveram maior comprimento em 2004, em relação a 2005 (Tabela 16), reflexo provável do maior acúmulo de frio hibernal e do menor déficit hídrico sofrido pelas plantas em 2004.

Apesar das observações da morfologia externa dos pistilos, por si só, nem sempre permitir inferir com segurança sobre a taxa de fecundação das flores, os dados da evolução da massa fresca (Tabela 14), diâmetro (Tabela 15) e comprimento médio (Tabela 16) dos pistilos parecem indicar uma menor eficiência geral no processo de fecundação nas flores submetidas a altas temperaturas.

Em relação às diferenças observadas entre os anos de cultivo, parece que as temperaturas durante a pré-floração e floração, as quais foram levemente superiores em 2005, em relação a 2004, sobretudo sob cobertura e céu aberto (Tabelas 6 e 7), bem como as condições térmicas durante o inverno (Tabela 3), foram mais prejudiciais ao desenvolvimento geral dos pistilos, apesar da frutificação efetiva das plantas a céu aberto deste ano ter sido similar àquela obtida em 2004.

4.4.3. Anomalias em pistilos

Em função do alto coeficiente de variação observado para as variáveis, pistilos anormais (curtos + tortos), não se observou na média dos anos, diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 17). Entretanto, ao se comparar os tratamentos de estufa e céu aberto, na média dos anos, verificou-se uma tendência bastante forte de aumento do número de pistilos anormais, em plantas que foram submetidas a altas temperaturas na pré-floração (Tabela 17).

Tabela 17. Percentual de pistilos anormais em pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, no período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Pistilos anormais (%)			
Estufa	12,98	27,04	20,00 ns
Cobertura	1,67	32,62	17,14
Céu aberto	0,00	11,11	5,55
Média	4,88 B	23,59 A	CV = 81,86 %
Estiletos curtos (%)			
Estufa	10,68	27,04	18,86 ns
Cobertura	0,00	32,62	16,31
Céu aberto	0,00	11,11	5,55
Média	3,56 B	23,59 A	CV = 88,72 %
Estiletos tortos (%)			
Estufa	2,30	0,00	1,15 ns
Cobertura	1,67	0,00	0,84
Céu aberto	0,00	0,00	0,00
Média	1,32 ns	0,00	CV = 5,86 %

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro; ns = não significativo.

Contudo, a presença de pistilos curtos, aparentemente, não foi somente causada por altas temperaturas no período de pré-floração e floração, mas possivelmente, também devido às inadequadas condições térmicas (Tabela 3) e

hídricas (Anexo 2), as quais, provavelmente, atrasaram o desenvolvimento das gemas florais em 2005, uma vez que neste ano, mesmo sob céu aberto, uma pequena porção de flores apresentou pistilos anormais, em relação ao seu comprimento (Tabela 17).

Ao se avaliar flores em antese, observou-se que em 2005 houve uma maior porção de pistilos com desenvolvimento morfológico anormal (tipos 1 e 2), em relação ao ano de 2004 (Figura 19B). Os pistilos denominados anormais eram curtos, na sua maioria (Tabela 17), os quais foram definidos neste estudo como sendo menores que 8 mm de comprimento, medidos da base do ovário até a extremidade final do estigma.

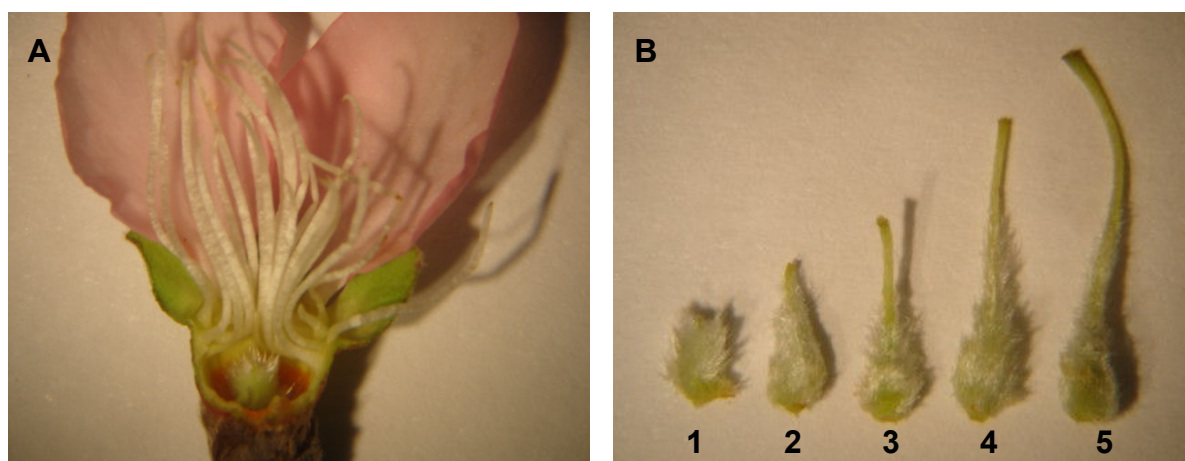


Figura 19. Corte longitudinal de uma flor de pessegueiro 'Granada', após a retirada das anteras para germinação de pólen, mostrando um pistilo anormal, com ausência de estilete (A), e pistilos em diferentes estádios de desenvolvimento morfológico (B). Charqueadas, RS, 2005.

Este limite foi definido com base na posição do estigma, em relação às anteras, sendo que nos pistilos menores que 8 mm a superfície do estigma situava-se bem abaixo destas, parcialmente ou totalmente encobertos pelos filamentos das anteras (Figura 19A), os quais podem ser um impedimento para a deposição dos grãos de pólen no estigma. Em termos percentuais, o limite inferior de 8 mm

correspondeu a aproximadamente 75 % do comprimento médio de todos os pistilos avaliados na antese nos dois anos, que foi de 10,72 mm.

No ciclo de 2004, os pistilos classificados como curtos pertenciam, na sua totalidade, ao tipo 2 (menores que 0,8 cm de comprimento, com estiletes curtos, porém, presentes) (Figura 19B). No ciclo de 2005, as anomalias nos pistilos foram mais acentuadas, sendo a maioria dos pistilos subdesenvolvidos pertencentes ao tipo 1 (pistilo sem estiletes ou com estilete totalmente atrofiado) (Figuras 19A e B).

Além disso, observou-se, em 2004, um pequeno percentual de pistilos tortos, com desvio acentuado em relação ao seu eixo vertical (Tabela 17), os quais certamente não estão relacionados com a baixa taxa de frutificação desta cultivar de pessegueiro, em função da baixa proporção de pistilos afetados por esta anomalia.

Uma grande proporção de pistilos defeituosos foi observada por Casagrande Jr. (2004) em pessegueiros 'Riograndense', em Pelotas, RS. Neste trabalho o autor verificou que, na média dos anos de 2002 e 2003, cerca de 18 % das flores não possuíam pistilo e em torno de 53 % apresentaram pistilo subdesenvolvido, em relação ao comprimento. Foram considerados pistilos subdesenvolvidos aqueles que apresentavam comprimento menor que 12 mm, ou seja, 70 % do comprimento médio dos pistilos avaliados, que foi de 16,9 mm.

No presente trabalho, o limite inferior utilizado para caracterizar os pistilos anormais quanto ao comprimento foi de 8 mm, bem abaixo do valor absoluto referencial utilizado por Casagrande Jr. (2004). Manteve-se, no entanto, aproximadamente a mesma proporção de redução no comprimento do pistilo para enquadramento dos mesmos como anormais ou subdesenvolvidos. Estes dados refletem que a cultivar 'Granada', nas condições climáticas da Depressão Central do Rio Grande do Sul, possui comprimento médio de pistilos ainda menor que a cultivar

'Riograndense', considerada "errática" em termos de frutificação no Sul do país. Logo, apesar das diferenças existentes entre as cultivares em relação a este aspecto, poder-se-ia dizer, também, que o 'Granada' é uma cultivar de pessegueiro "errática", ou seja, instável em termos de frutificação.

Segundo Faust (1989), pessegueiros podem desenvolver flores com a parte masculina funcional e a feminina subdesenvolvida, determinando a capacidade de frutificação das mesmas. Logo, a presença de uma significativa proporção de pistilos curtos nas plantas sob estufa em 2004 e em todos os tratamentos em 2005, pode ter contribuído sensivelmente para a frutificação efetiva praticamente nula nas plantas sob estufa em ambos os anos, e para a baixa frutificação das plantas em todos os tratamentos em 2005, corroborando com os resultados obtidos por Faust (1989) e Casagrande Jr. (2004).

Entretanto, a presença de danos mais acentuados nos pistilos em 2005, em que se observou uma maior proporção de pistilos do tipo 1 (Figura 19B), em relação a 2004, não refletiu em redução da frutificação efetiva das plantas. Este desempenho, possivelmente, pode ser explicado pela Figura 20, que indica os tipos de flores encontradas em pessegueiros e sua fertilidade correspondente, em que os tipos 1 e 2, com pistilo ausente ou atrofiado, apresentaram frutificação efetiva nula (Nyèki, 1980, citado por Faust, 1989).

No presente estudo, mesmo não tendo sido realizado uma avaliação quantitativa dos tipos de pistilos, foram encontradas flores dos tipos 1 a 5 (Figura 19B), com predomínio dos tipos 3 e 4, raramente observando-se pistilos do tipo 5. Os tipos de pistilos encontrados em flores do 'Granada' (Figura 19B) corresponderam, em relação à posição das anteras, aos pistilos mostrados na Figura 20.

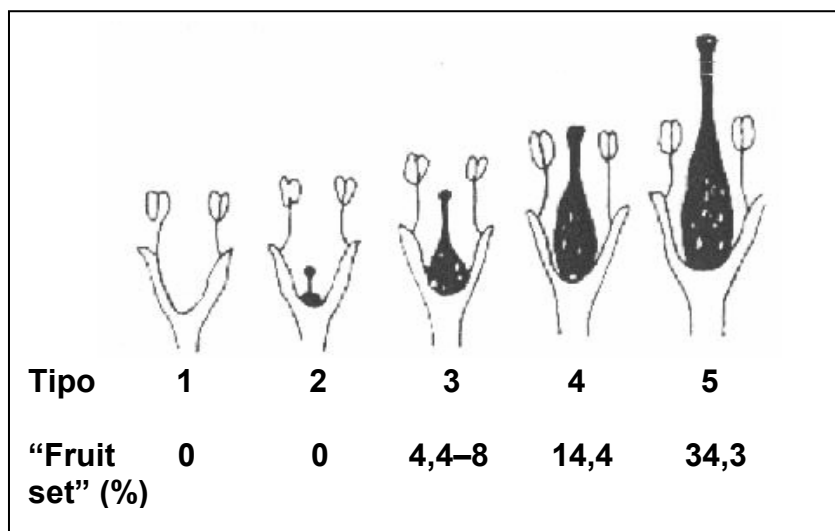


Figura 20. Frutificação efetiva de pessegueiros em função do tamanho (tipo) do pistilo. Adaptado de Nyèki (1980), citado por Faust (1989).

Estes dados, de acordo com Nyèki (1980), citado por Faust (1989), parecem explicar, ao menos em parte, a baixa frutificação do pessegueiro ‘Granada’ na Depressão Central do Rio Grande do Sul. No entanto, também foi comprovado no presente trabalho que outros fatores estão atuando sobre a baixa taxa de frutificação do ‘Granada’, como o inadequado desenvolvimento dos gametas sexuais masculinos e femininos, os quais certamente estão se somando com as anomalias observadas no desenvolvimento morfológico dos pistilos, na determinação do desempenho reprodutivo e produtivo das plantas.

Se assim não fosse, a frutificação efetiva, somente com base no esquema proposto por Nyèki (1980), citado por Faust (1989) (Figura 20), teria alcançado em ambos os anos, sobretudo em 2004, uma taxa correspondente entre os pistilos tipo 3 e 4, pistilos que predominaram entre as flores analisadas neste estudo, sobretudo nos tratamentos de cobertura e céu aberto. Neste caso, a taxa de frutificação efetiva teria alcançado de 10 a 12 %, fato que não ocorreu em ambos os anos estudados.

Por outro lado, além do efeito das altas temperaturas na pré-floração e floração, parece existir algum outro fator contribuindo negativamente sobre o

desenvolvimento morfológico dos pistilos nesta cultivar de pessegueiro, uma vez que houve diferenças significativas para esta variável entre os anos avaliados. Possivelmente, o baixo acúmulo de horas de frio e/ou a flutuação das temperaturas hibernais contribuíram para a variabilidade dos resultados entre os anos. Estas condições são inadequadas para o desenvolvimento e quebra natural da dormência das gemas florais.

4.4.4. Desenvolvimento dos rudimentos seminiais (óvulos)

A avaliação do desenvolvimento dos óvulos foi realizada somente a partir de flores oriundas dos tratamentos de estufa e de céu aberto.

Durante a dissecação de flores de pessegueiro 'Granada' submetidas às duas condições ambientais acima citadas, verificou-se que 100 % destas apresentaram dois óvulos anátropos no interior de cada ovário (Figura 21A), segundo Pimenta & Polito (1982) e Sachs & Campos (1998). Na antese os óvulos possuíam praticamente a mesma forma e tamanho, sendo difícil a distinção entre óvulo primário e secundário (Figura 21A).

A análise microscópica dos óvulos primários revelou que as altas temperaturas na pré-floração e floração em 2004 afetaram apenas levemente o desenvolvimento morfológico dos mesmos.

No estágio de balão (imediatamente antes da antese), a maioria das flores do tratamento de estufa apresentaram óvulos dos tipos 2 e 3 (Figuras 22A e 23B e C), enquanto a céu aberto, as flores apresentavam, na sua maioria, óvulos do tipo 2 (Figuras 22A e 23B)

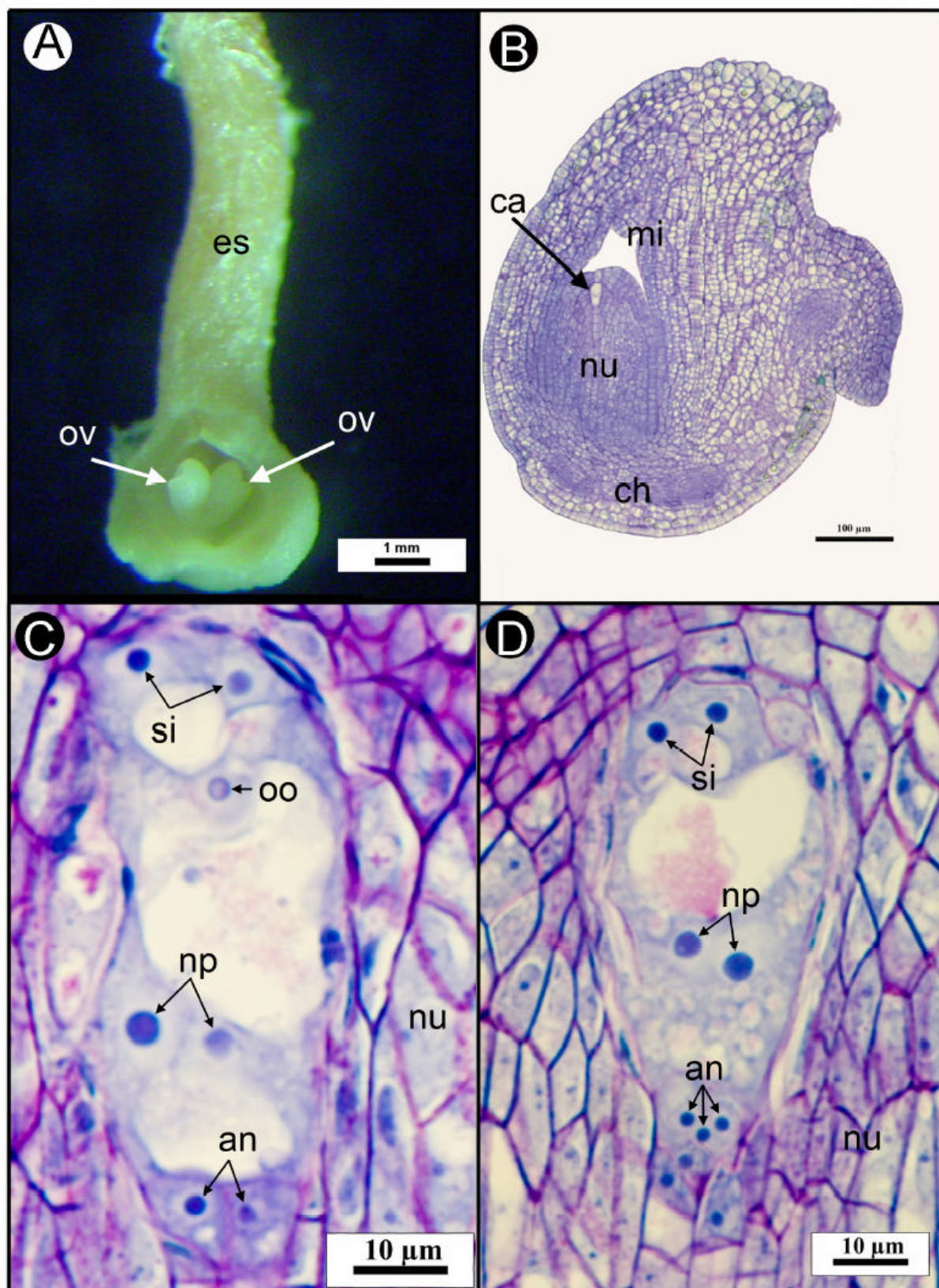


Figura 21. Detalhe de um pistilo de pessegueiro 'Granada' aos três dias após a antese, mostrando os dois óvulos no interior do ovário (A); óvulo em início de diferenciação para formação do saco embrionário (B); sacos embrionários maduros mostrando os núcleos (C e D). ov: óvulo; es: estilete; ca: célula arquesporial; mi: micrópila; nu: núcleo; ch: calaza; si: sinérgides; oo: oosfera; np: núcleos polares; an: antípodas.

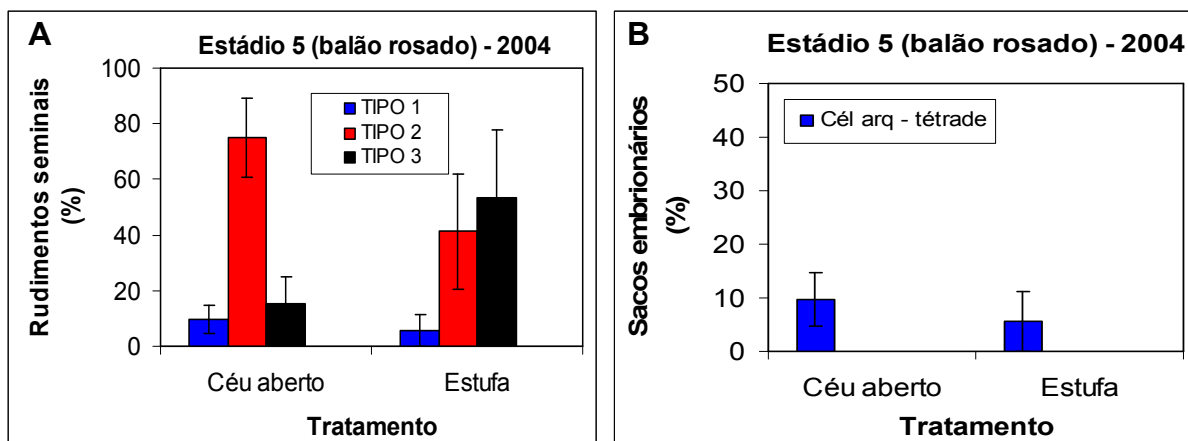


Figura 22. Desenvolvimento morfológico (A) e funcional (B) dos óvulos primários de flores de pessegueiros 'Granada' cultivados sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004. Barras verticais indicam o erro padrão da média de tratamento.

Por outro lado, o desenvolvimento funcional dos óvulos, ou seja, a presença de saco embrionário em flores no estágio de balão foi nula em 2004 (Figura 22B). Em relação a este aspecto, somente se observou, naquele ano, em baixas proporções, óvulos contendo núcelos com células arquesporais (Figuras 21B e 22B), as quais ainda teriam que sofrer meioses + mitoses sucessivas para se diferenciarem em sacos embrionários maduros ou funcionais. Logo, estes dados, mesmo sendo obtidos de gemas (flores) imediatamente antes da antese (1 a 2 dias antes deste evento), demonstram a ocorrência de desenvolvimento insuficiente dos óvulos, os quais certamente não alcançaram, na sua grande maioria, níveis satisfatórios de desenvolvimento para serem fecundados.

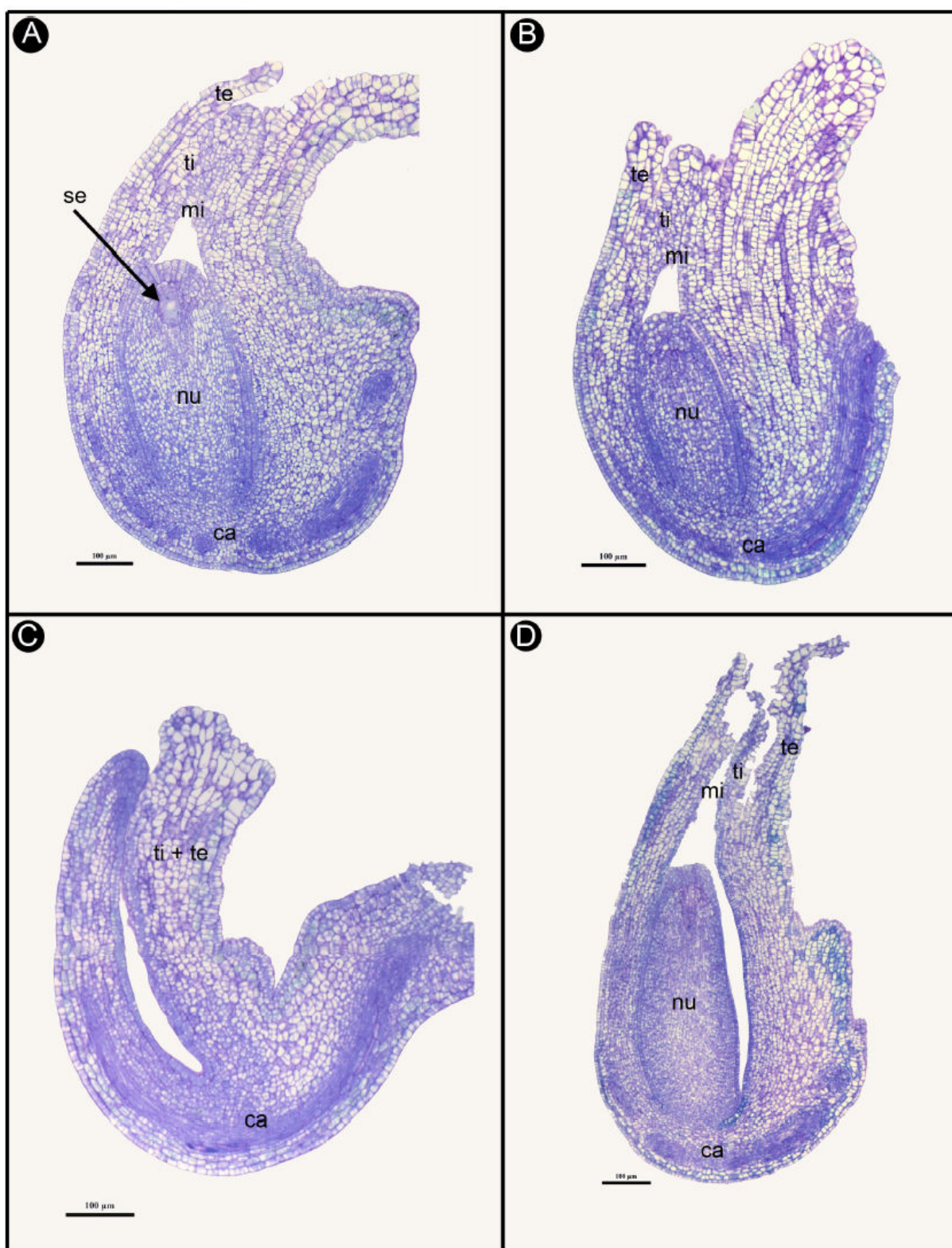


Figura 23. Tipos de rudimentos seminais (óvulos) em pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005. Tipo 1- completo ou normal (A), tipo 2- ausência de saco embrionário (B), tipo 3- totalmente imaturo (C) e tipo 4- em início de degeneração, com separação dos tegumentos do nucelo após polinização manual (D). se: saco embrionário; nu: nucelo; ti: tegumento interno; te: tegumento externo; mi: micrópila; ca: calaza.

Em relação a este importante aspecto da reprodução sexual do pessegueiro, nas condições em que o experimento foi realizado, as altas temperaturas na pré-floração e floração das plantas, em 2004, somente promoveram um pequeno atraso no desenvolvimento morfológico ovular e do saco embrionário em flores em estágio de balão rosado. Estes dados estão de acordo com Egea & Burgos (1998), que também observaram que altas temperaturas na pré-floração somente induziram um leve retardo na maturidade dos óvulos, não gerando evidências concretas de estarem relacionadas diretamente com a baixa frutificação de plantas de damasqueiros, e com Beppu et al. (2001), que não observaram diferenças na maturidade ou desenvolvimento dos óvulos em flores de damasqueiros mantidas a 15°C e a 25°C.

Logo, ao que tudo indica, as altas temperaturas na pré-floração e floração contribuíram significativamente para os resultados, cujo grau de dano ao processo, possivelmente esteja relacionado com a intensidade e duração do estresse por alta temperatura.

Além deste fator ambiental, o inadequado desenvolvimento dos óvulos do pessegueiro 'Granada' parece também ter origem genética, pois houve diferenças significativas entre os anos de 2004 e 2005 no acúmulo de horas de frio hibernal (Tabela 3) e no volume de precipitação no outono (Anexos 1 e 2), enquanto o desenvolvimento do saco embrionário, na antese, foi muito similar nos dois anos de estudos (Figuras 22B e 25). Esta informação corrobora com Lillecrapp et al. (1999) e Pimenta & Polito (1982).

Entretanto, o desenvolvimento funcional (Figura 22B) e a frutificação efetiva em 2004 (item 4.4.6) foram baixos mesmo em plantas sob céu aberto e cobertura. Ainda assim, os resultados obtidos parecem indicar que o desenvolvimento dos

óvulos após a antese, nas plantas submetidas a estes dois tratamentos, foi superior ao desenvolvimento dos óvulos das plantas sob estufa, a exemplo do que ocorreu após a antese em 2005 (Figuras 24 e 25), o qual gerou maior frutificação e produção de frutos (item 4.4.6).

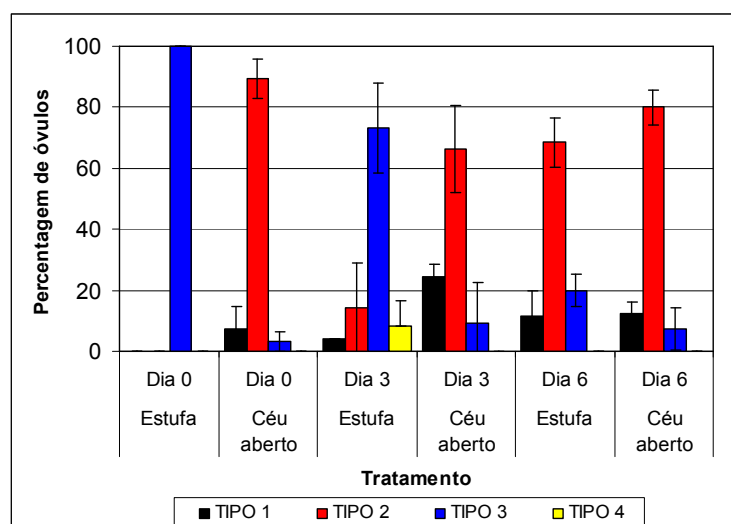


Figura 24. Desenvolvimento morfológico dos óvulos primários de flores de pessegueiros 'Granada' cultivados sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2005; Dia 0: antese; dia 3: três dias após a antese; dia 6: seis dias após a antese; Barras verticais indicam o erro padrão da média do tratamento.

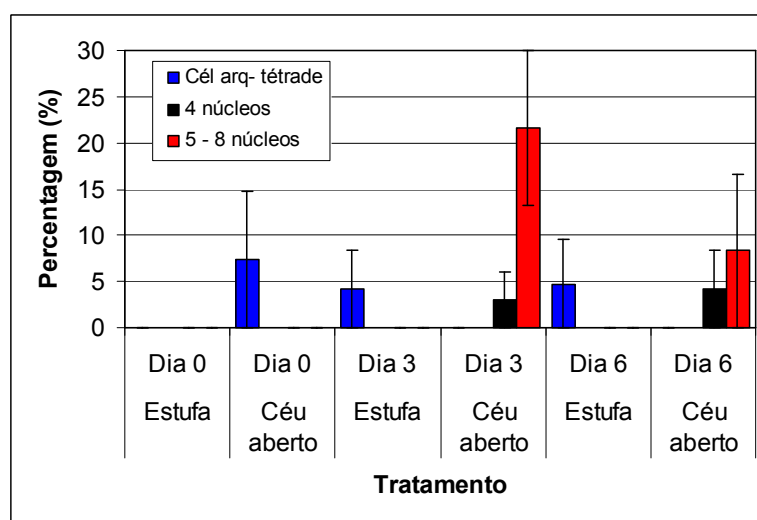


Figura 25. Desenvolvimento do saco embrionário em óvulos primários de flores de pessegueiros 'Granada' cultivados sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2005; Dia 0: antese; dia 3: três dias após a antese; dia 6: seis dias após a antese; Barras verticais indicam o erro padrão da média do tratamento.

Na antese de 2005, também se observou um inadequado desenvolvimento morfológico dos óvulos, sobretudo em flores oriundas de plantas mantidas sob estufa (Figura 24). Nas plantas sob céu aberto em 2005, o desenvolvimento morfológico externo dos óvulos foi similar àquele observado em 2004 (Figura 22A)

Entretanto, o desenvolvimento morfológico dos óvulos em 2005 evoluiu com maior intensidade nas plantas mantidas sob estufa, comparativamente aos óvulos de plantas sob céu aberto (Figura 24). Este fator, possivelmente, demonstra um atraso no desenvolvimento dos mesmos, de forma similar ao atraso ocorrido no crescimento dos pistilos em comprimento, conforme já discutido anteriormente. Contudo, ao sexto dia após a antese, não se observaram diferenças significativas no desenvolvimento morfológico dos óvulos entre os tratamentos (Figura 24).

Em relação ao desenvolvimento do saco embrionário das flores em 2005, pôde-se observar que, a céu aberto, as plantas produziram flores mais desenvolvidas que aquelas oriundas de plantas sob estufa. Houve na média das avaliações dos dias 3 e 6 após a antese, nestes mesmos tratamentos, aproximadamente 15 % de óvulos com saco embrionário contendo de 5 a 8 núcleos (Figuras 21C e D e 25). No entanto, mesmo nas plantas a céu aberto, não foram encontrados, na antese, óvulos com presença de saco embrionário (Figura 25).

De acordo com Furukawa & Bukovac (1998), óvulos funcionais são aqueles que apresentam saco embrionário com mais de quatro núcleos na antese. No entanto, os dados obtidos neste trabalho parecem discordar, parcialmente, desse autor, visto que, mesmo as flores não apresentando sacos embrionários diferenciados, neste estágio, ainda se obteve uma pequena taxa de frutificação efetiva e produção de frutos em ambos os anos estudados (item 4.4.6). Contudo, os resultados obtidos no presente trabalho indicam que, para que esta cultivar

apresente maior taxa de frutificação e produção, comum nesta espécie, ela necessita que os óvulos estejam mais desenvolvidos na antese, como sugerido por Furukawa & Bukovac (1998).

Por outro lado, Albuquerque et al. (2000) consideraram óvulos viáveis somente os que apresentavam saco embrionário completo e alongado. No presente estudo, observou-se, em todas as avaliações, que a baixa percentagem de óvulos com sacos embrionários diferenciados estava acompanhada de um grande número de óvulos pequenos e esféricos, típicos de óvulos inviáveis, de acordo com esse autor.

Além dos tipos 1, 2 e 3 (Figuras 23A-C) também se observou, ocasionalmente, em flores oriundas de plantas sob estufa, presença de óvulos em estágios avançados de degeneração (Tipo 4) (Figura 24), outro provável efeito prejudicial das altas temperaturas durante a pré-floração e floração das plantas sobre o desenvolvimento dos óvulos. Este fato está de acordo com Lillecrapp et al. (1999), que sugerem que as causas da degeneração e do abortamento de óvulos parecem ser de origem ambiental, neste caso as altas temperaturas durante o período de pré-floração e floração.

Em flores polinizadas manualmente observou-se também, aos seis dias após a polinização, que 78 % dos óvulos avaliados apresentaram início de degeneração dos tegumentos e separação do nucelo (Figura 23D), algumas das características de óvulos degenerescentes, segundo (Pimenta & Polito, 1982). Logo, a polinização manual do 'Granada' não se refletiu num maior desenvolvimento do saco embrionário, como sugerido por Sharman (1997) para algumas espécies do gênero *Prunus*, a exemplo do damasqueiro.

Pelo contrário, a polinização de flores do 'Granada', que possuem na sua grande maioria óvulos imaturos na antese, somente acelerou a sua degeneração e abortamento, conduzindo-os a senescência prematura. Esta constatação corrobora com Ishida et al. (1979), citados por Kozai et al. (2004), que sugerem que o desenvolvimento ovular do pessegueiro é parte integrante de um programa temporal de desenvolvimento, geneticamente controlado e independente da polinização.

Com base na constatação de um baixo desenvolvimento dos óvulos em todos os tratamentos, os dados obtidos no presente trabalho explicam, em parte, a taxa de frutificação obtida nas plantas sob céu aberto em 2005, de 5,59 %, bem como a quase ausência total de produção nas plantas sob estufa no mesmo ano (item 4.4.6), que apresentaram flores com ausência total de sacos embrionários após seis dias da antese (Figura 25). Estes resultados evidenciam que a frutificação efetiva diferencial entre os tratamentos, em ambos os anos, foi devida principalmente ao efeito negativo das altas temperaturas na pré-floração e floração sobre o desenvolvimento do saco embrionário das flores.

Por outro lado, a baixa frutificação efetiva das plantas a céu aberto se deve ao inadequado desenvolvimento das gemas florais na antese, possivelmente, devido ao baixo acúmulo de frio hibernar e ao déficit hídrico sofrido pelas plantas, sobretudo em 2005.

Em ambos os anos estudados, mesmo sendo pequenas as diferenças de desenvolvimento dos óvulos entre os tratamentos de estufa e céu aberto, e do fato do tratamento de estufa representar uma condição térmica artificial extrema, os resultados obtidos parecem explicar, ao menos parcialmente, o fato do pessegueiro 'Granada' apresentar baixa frutificação efetiva em determinados anos de cultivo. Altas temperaturas na pré-floração e floração, em maior ou menor escala em

intensidade e de duração, vêm sendo freqüentemente registradas nos últimos anos na região, a exemplo do que ocorreu em 2005, em que houve uma semana contínua de temperaturas máximas absolutas acima de 30°C próxima da plena floração das plantas (Figura 7B).

Além do efeito prejudicial das altas temperaturas na pré-floração e floração, acredita-se que outros fatores devem estar envolvidos no mau desempenho reprodutivo e produtivo do 'Granada' na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Entre eles, podem ser citadas as condições ambientais inadequadas da região, para desenvolvimento das gemas florais e para quebra da dormência natural das mesmas, sobretudo em 2005, que apresentou menor acúmulo de frio hibernal (Tabela 3) e maior déficit hídrico no outono (Anexos 1 e 2), bem como a provável variabilidade genética existente no pomar, possivelmente, devido à desuniformidade dos porta-enxertos, e/ou, à propagação das mudas a partir de material propagativo com mistura varietal.

Estas informações corroboram com Albuquerque et al. (2003), em relação aos efeitos da falta de frio sobre o desenvolvimento das gemas, porém discordam com os mesmos autores sobre o efeito do déficit hídrico no verão e outono, os quais não observaram efeito prejudicial deste fator sobre o desenvolvimento das gemas florais. Em relação à porta-enxerto, Pejkić (1969), citado por Thompson & Liu (1973), observou que a ameixeira 'Pozegaca' de pé-franco apresentou 155 % a mais de sacos embrionários normais comparado com plantas sob porta-enxerto 'Mirabolano'.

Logo, este fator demonstra que o porta-enxerto exerce efeito marcante sobre este aspecto do desenvolvimento floral, o qual, possivelmente, estando em mistura varietal no pomar, esteja promovendo diferentes graus de adaptação climática da cultivar copa, bem como diferentes respostas fisiológicas frente as condições

ambientais adversas da região (irregularidade das temperaturas, baixo acúmulo de frio e moderado déficit hídrico no verão e outono), condições estas observadas nos dois anos de estudos.

4.4.5. Produção e viabilidade do pólen

4.4.5.1. Produção de pólen

A elevação das temperaturas diurnas do ar no interior da estufa promoveu, na média dos dois anos estudados, redução significativa da produção de pólen (Tabela 18), comprovando a hipótese do efeito prejudicial das altas temperaturas na pré-floração e floração sobre esta estrutura floral, a qual corrobora com resultados obtidos por Kozai et al. (2004).

Tabela 18. Estimativa da produção de pólen em pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Produção de pólen (grãos/antera)			
Estufa	180,00	91,67	135,83 b
Cobertura	643,33	250,00	446,67 a
Céu aberto	455,00	226,67	340,83 a
Média	426,11 A	189,44 B	CV = 33,32 %

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro.

Um indicativo prévio deste resultado foi possível, sobretudo em 2005, através do manuseio das anteras durante o processo de secagem do pólen à sombra, para posterior realização do teste de germinação “*in vitro*”. Naquele momento, percebeu-se que as anteras estavam praticamente vazias, e ao serem friccionadas entre os dedos após a secagem, apresentavam ausência parcial ou total de liberação de

grãos de pólen, o que também pôde ser comprovada através do menor massa fresca das anteras (Tabela 14).

Segundo Raseira & Quezada (2003), a microsporogênese no pessegueiro inicia-se no inverno e a meiose polínica (formação dos gametas sexuais masculinos) ocorre por ocasião do inchamento da gema, sendo o seu término marcado pela formação das tétrades de micrósporos, entre meados de junho e final de julho, dependendo da cultivar. De acordo com Reiser & Fischer (1993), perturbações durante a meiose polínica resultam em mutações que causam esterilidade no gametófito masculino. Logo, em função do momento em que as plantas foram submetidas ao tratamento de alta temperatura (a partir do início de julho de cada ano), há uma indicação que as altas temperaturas na pré-floração e floração afetaram negativamente a meiose polínica e/ou a formação dos gametas sexuais e, conseqüentemente, a produção de pólen nesta cultivar de pessegueiro.

A baixa produção de pólen, principalmente em 2005, pode ter sido causada pelo menor acúmulo de frio e pelas temperaturas flutuantes observadas durante o inverno, bem como pelo maior déficit hídrico sofrido pelas plantas no verão e outono, em relação a 2004 (Anexos 1 e 2). Possivelmente, em 2005, estes fatores, bem como o maior número de horas com temperaturas diurnas e noturnas superiores a 25°C e 18°C, respectivamente, atrasaram o desenvolvimento floral, expondo as flores a danos por alta temperatura durante a meiose polínica ou em plena coincidência com estádios de maior susceptibilidade a altas temperaturas durante esta fase da organogênese floral, explicando tal diferença de produção de pólen, em relação a 2004.

Os dados também evidenciaram que a leve limitação hídrica experimentada pelas plantas sob estufa e cobertura, conforme descrito no item 4.1.5, em nada

afetou a produção de pólen (Tabela 18), possivelmente, pela sua curta duração e intensidade, bem como pelas características do pessegueiro em relação ao seu sistema radicular, assunto já anteriormente discutido.

Apesar de não terem sido verificadas diferenças significativas de produção de pólen, entre os tratamentos de cobertura e céu aberto, as flores das plantas sob cobertura apresentaram maiores valores absolutos de produção, em relação às plantas sob céu aberto, principalmente em 2004 (Tabela 18). Neste ano, a maior produção absoluta de pólen pode ter sido causada pelas temperaturas máximas absolutas inferiores registradas sob o tratamento de cobertura plástica. Assim, poder-se-ia sugerir que o agente ambiental causador de anomalias ao nível de produção dos gametas masculinos (pólen) seriam as temperaturas extremas (máximas absolutas). Outro fator que pode ter contribuído para este resultado pode ter sido a grande variabilidade existente entre as plantas do pomar, como já anteriormente discutido.

Também se observou um efeito de ano sobre a produção de pólen, a qual na média dos tratamentos, foi em 2004 mais que o dobro da produção observada em 2005 (Tabela 18), mostrando que este parâmetro é bastante variável de ano para ano, como sugerido por Bassols (1980), por ser sensivelmente afetada pelas condições climáticas, sobretudo a temperatura. Logo, diferentemente do desenvolvimento dos óvulos, o fator ambiental, principalmente o padrão de temperatura e de acúmulo de frio hibernar, parece ter sido responsável pela variação de produção e viabilidade do pólen entre os dois anos de cultivo.

Poucos são os trabalhos sobre biologia floral do pessegueiro no Brasil, gerando dificuldades de interpretação e discussão de dados, e até mesmo de comparação da produção de pólen entre as cultivares da espécie. Segundo Barbosa

et al. (1989), pessegueiros bem adaptados ao clima subtropical chegam a produzir de 1.000 a 2.000 grãos de pólen por antera, e até 80.000 grãos por flor. No entanto, Raseira (2005) - informação pessoal, obteve no ciclo de 2005, em pessegueiro 'Okinawa' destinado à produção de caroços, de 200 a 400 grãos de pólen por antera, considerando uma baixa produção para a espécie. No presente estudo, o pessegueiro 'Granada' apresentou produção de pólen semelhante àquela obtida pela autora acima, sobretudo em 2005 (Tabela 18).

Em relação à necessidade de grãos de pólen produzidos por antera ou por flor, não foi encontrado um nível referencial, comprovado cientificamente, que assegure uma adequada polinização das flores, uma vez que este evento depende também das condições ambientais e dos agentes polinizadores em torno do pomar. Teoricamente, a produção de apenas um grão de pólen viável por flor seria suficiente para promover a fecundação do óvulo primário e o desenvolvimento do fruto.

Entretanto, muitos são os fatores que prejudicam a dispersão, fixação e germinação dos grãos de pólen sobre o estigma, desde a abertura das anteras até a fecundação da flor. Logo, uma produção bem maior de grãos de pólen viáveis por flor é necessária. Além disso, segundo Herrero (1992), os grãos de pólen que não alcançam o óvulo parecem desempenhar um papel sinérgico, suportando os grãos que fecundarão os óvulos. Neste aspecto, parece que a germinação e o crescimento de vários tubos polínicos são necessários para assegurar a fecundação, além da presença do saco embrionário maduro no interior do óvulo, fato observado em baixa proporção em ambos os anos de cultivo.

4.4.5.2. Análise microscópica das anteras e da morfologia dos grãos de pólen

Em função da baixa quantidade de grãos de pólen observada nas anteras, sobretudo em flores oriundas de plantas sob estufa, cogitou-se da possibilidade de erro metodológico na sua determinação, ou que as anteras sob alta temperatura poderiam ter sofrido alguma alteração morfológica ou atraso na sua formação, a ponto de afetar o mecanismo de abertura e liberação do pólen. Neste caso, poderia ser subestimada a produção real de pólen nas flores deste tratamento.

Em função disso, apesar de não ter sido contado o número de grãos de pólen por antera, a avaliação microscópica revelou que os valores encontrados de produção de pólen, através da metodologia da Câmara de Neubauer, estavam aproximadamente corretos ou até superestimados. Ou seja, o número de grãos de pólen aparentemente normais, quanto à sua constituição e integridade morfológica, possivelmente, fosse levemente inferior ao valor obtido através da Câmara de Neubauer. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de ter sido também considerado durante a contagem de grãos de pólen por esta metodologia, os grãos levemente “chochos” e/ou com membranas (exina e intina) apresentando formação irregular.

Desta forma, ficou comprovado que o pessegueiro Granada apresentou, nos dois anos de estudos, baixa produção de pólen normal, do ponto de vista da sua constituição morfológica, sobretudo nas plantas mantidas sob estufa em 2005 (Tabela 19 e Figuras 26E e G).

As condições gerais do pólen de todos os tratamentos, em 2004, foram melhores que em 2005, sobretudo das flores do tratamento de estufa (Figuras 26B e E). No ano de 2004, mesmo em plantas sob estufa, mais de 90 % das anteras avaliadas continha grãos de pólen morfolologicamente normais no interior dos seus

lóculos, resultado totalmente diferente daquele obtido em 2005 nesta mesma condição, onde praticamente não se observou grãos de pólen morfológicamente normais (Tabela 19 e Figuras 26E e G). A produção de pólen morfológicamente normal no tratamento de céu aberto em 2004 (Figura 26A), foi superior à produção do tratamento de estufa (Figura 26B), correlacionando-se com os resultados de produção de pólen obtidos através da metodologia da Câmara de Neubauer (Tabela 18).

Tabela 19. Análise microscópica de anteras de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante a pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Anteras com ausência total de pólen normal (%) – CV = 13,32 %		
Tratamento/Ano	2004	2005
Estufa	8,89 aB	88,23 aA
Céu aberto	5,84 aA	2,22 bA
Anteras com mais de 50 % de pólen abortivo (%) – CV = 23,51 %		
Tratamento/Ano	2004	2005
Estufa	41,11 aB	100,00 aA
Céu aberto	19,91 aA	33,25 bA

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro.

As plantas submetidas ao tratamento de estufa em 2005, além de apresentarem baixa quantidade de anteras com presença de pólen normal, na sua totalidade apresentavam mais de 50 % de grãos de pólen degenerados ou abortivos (Tabela 19). Portanto, sob estufa, observou-se que a quase inexistência de pólen morfológicamente normal nas plantas em 2005, possivelmente, foi devido à ocorrência de anomalias durante a meiose polínica ou devido à degeneração dos micrósporos após a sua formação e liberação nos lóculos.

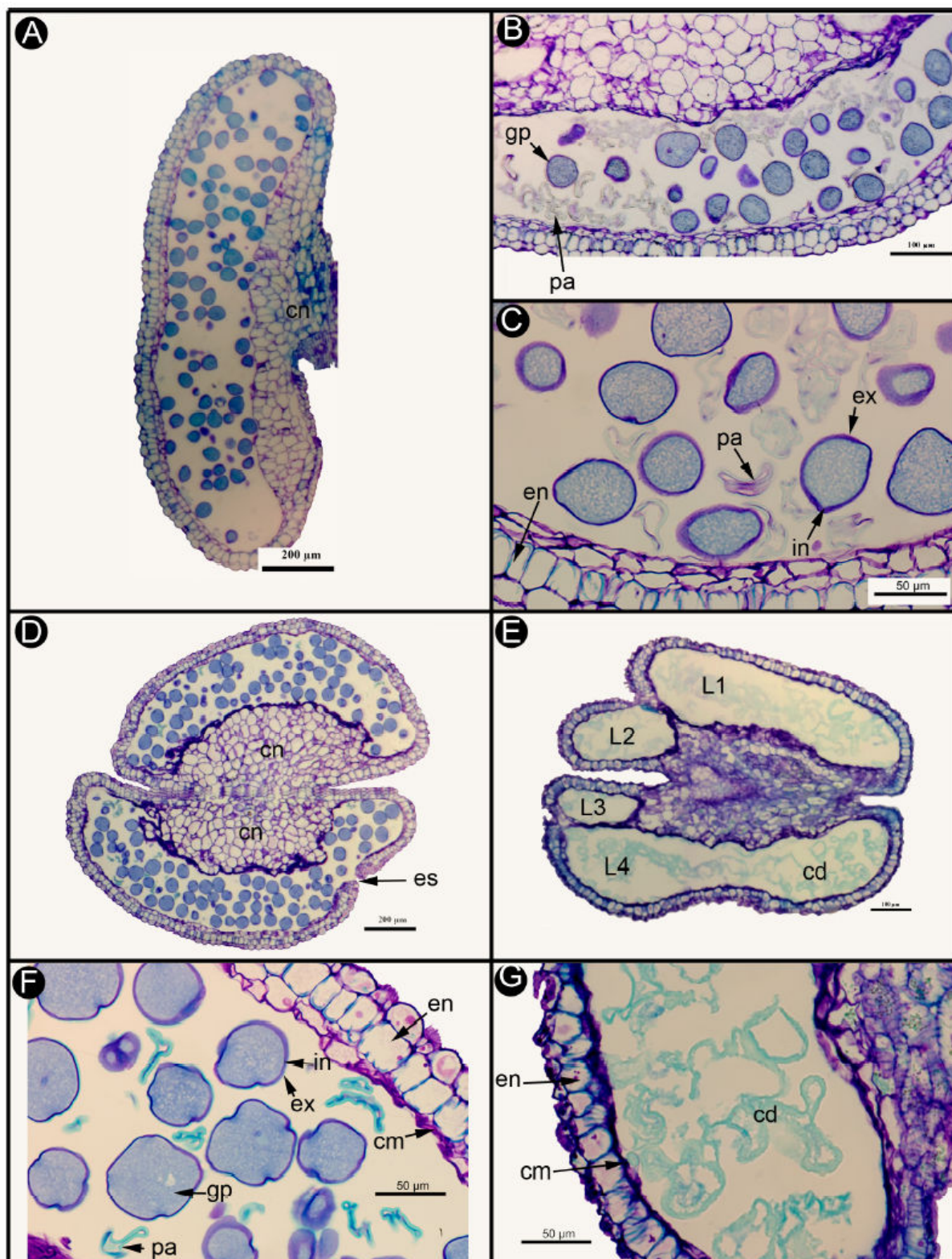


Figura 26. Detalhes em microscopia, de anteras de flores de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS. Céu aberto- 2004 (A); estufa- 2004 (B e C); céu aberto- 2005 (D e E). e estufa- 2005 (F e G). en: endotécio; cm: camada média; gp: grão de pólen normal; pa: pólen abortivo; in: intina; ex: exina; cd: conteúdo do lúmen degenerado; L1-L4: lúmen ou lóculo da antera; es: estômio ou abertura da antera; cn: conectivo.

Segundo Lillecrapp et al. (1999), em damasqueiros 'Trevatt Blue' a esterilidade masculina foi devida à degeneração dos micrósporos e a falhas na degeneração do tapete. Ao que tudo indica, no presente estudo, o colapso ou abortamento de grãos de pólen em formação ocorreu após a meiose polínica e liberação dos micrósporos, conforme sugerido pelos autores acima, uma vez que na maioria das anteras avaliadas, foi possível visualizar uma grande massa de esporopolenina (Figuras 26E e G). Essa substância, formadora da esporoderme (exina + intina) dos grãos de pólen maduros (Figura 26F), é o último componente básico a ser depositado durante a formação dos mesmos.

Logo, parece bastante claro que as anomalias durante a formação do pólen deveram-se às condições térmicas estressantes a que as plantas do tratamento de estufa foram submetidas. No entanto, a presença de grãos de pólen abortivos em plantas mantidas a céu aberto (Figura 26F), mesmo numa proporção bem inferior àquela observada nas anteras de plantas sob estufa (Figuras 26B, C, E e G), indica que as condições de cultivo da região da Depressão Central do RS não foram adequadas para o desenvolvimento dos gametas sexuais masculinos em pessegueiros 'Granada'.

Além disso, também se observou que as anteras oriundas de plantas sob uma mesma condição de temperatura, não apresentaram um padrão típico de degeneração ou abortamento dos grãos de pólen. Entre as anteras avaliadas das plantas mantidas sob céu aberto em 2005, a maior parte delas apresentou 100 % de pólen morfológicamente normal (ausência de degeneração), e outras (minoria) tiveram 100 % de pólen degenerado (ausência de pólen normal) (Tabela 19). As anteras avaliadas nos cortes histológicos foram oriundas de, pelo menos, 20 flores diferentes por planta.

Portanto, as diferenças observadas, em termos de grãos de pólen degenerados entre as anteras oriundas da mesma condição térmica, podem ser devidas a outros fatores não controlados no experimento, uma vez que as mesmas foram retiradas de flores de diferentes ramos e posições do ramo, além de ramos localizados em posições diferentes na planta. Dentre eles, possivelmente, estejam envolvidos aspectos nutricionais, hormonais e genéticos, caso dos porta-enxertos, possivelmente, não clonais.

A análise microscópica também revelou que 100 % das anteras provenientes de flores avaliadas em antese, em ambos os tratamentos e anos estudados, possuíam endotécio e camada média íntegros e tapete degenerado (Figuras 26F e G), características estas de anteras bem desenvolvidas ou maduras, compatíveis em ontogenia com o estágio fenológico avaliado. Também foram observadas, em baixas percentagens, anteras com ausência total de esporoderme, ou seja, ausência total de grãos de pólen, a semelhança do encontrado por Lillecrapp et al. (1999) em damasqueiros 'Trevatt Blue', porém em menor proporção.

4.4.5.3. Viabilidade do pólen

A viabilidade dos grãos de pólen, verificada através da germinação "*in vitro*" sob condições laboratoriais controladas, diferentemente das condições de campo, variou entre os tratamentos e anos avaliados. Houve interação entre tratamentos e anos, dentro de cada temperatura testada (Tabela 20).

Em ambos os anos, na temperatura de germinação de 20°C, o pólen oriundo das plantas sob estufa apresentou taxa de germinação praticamente nula, mostrando que as altas temperaturas no período de pré-floração e floração, além de reduzir a produção de pólen morfológicamente normal (Tabelas 18 e 19), também

afetaram negativamente a sua fisiologia. Nesta condição, houve redução drástica da viabilidade “*in vitro*” do pólen, tornando as plantas praticamente estéreis em relação ao funcionamento dos gametas masculinos. A baixa taxa de germinação do pólen proveniente das plantas sob estufa se correlacionou bem, ao menos em 2005, com observações microscópicas que detectaram a maioria dos grãos de pólen totalmente degenerados ou abortivos (Tabela 19 e Figuras 26E e G).

Tabela 20. Estimativa da germinação “*in vitro*” do pólen de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento	Germinação do pólen a 20°C		Germinação do pólen a 25°C	
	(%)		(%)	
	2004	2005	2004	2005
Estufa	0,67 bA	2,85 aA	5,68 aA	4,01 aA
Cobertura	50,53 aA	8,32 aB	0,83 bB	5,46 aA
Céu aberto	41,06 aA	4,62 aB	0,00 bB	3,65 aA
CV (%)	31,02 %		50,15 %	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha, dentro de cada classe de temperatura, diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro.

A germinação do pólen proveniente das plantas sob cobertura e sob céu aberto em 2004, a 20°C foi, em média, de aproximadamente 50 %, não diferindo significativamente entre si (Tabela 20). A taxa de germinação de pólen obtida nestes tratamentos foi relativamente elevada, porém, inferior à normalmente encontrada para esta espécie. Segundo Barbosa et al. (1989), sob condições adequadas de cultivo e de acordo com a cultivar, a taxa de germinação varia de 70 a 95 %.

Deve-se ressaltar, no entanto, que antes do teste de germinação, o pólen do pessegueiro ‘Granada’ foi armazenado por cerca de três meses, na temperatura de cerca de -20°C, condição esta em que, normalmente, o pólen perde parte de sua

viabilidade, mesmo sendo condições recomendadas de conservação. Apesar disso, em 2004, a germinação “*in vitro*” do pólen oriundo das plantas sob estufa e cobertura a 20°C, possivelmente, representa a condição de germinação a campo e, por si só, seria capaz de ter proporcionado, neste ano, uma taxa de frutificação efetiva bem superior àquela efetivamente obtida (item 4.4.6). Portanto, este fator traz evidência clara de que a baixa frutificação do ‘Granada’ em 2004, sob condições de cobertura e de céu aberto da região, não foi afetada pelos índices de produção e viabilidade do pólen.

Em 2004, a germinação do pólen a 20°C nas plantas submetidas aos tratamentos de cobertura e de céu aberto foi muito superior, em relação àquela obtida em 2005 (Tabela 20). Ficou demonstrado mais uma vez, similarmente aos dados de produção de pólen, nas plantas destes mesmos tratamentos, o efeito negativo, provável, do menor acúmulo de frio hibernar (Tabela 3) e do maior déficit hídrico sofrido pelas plantas em 2005 (Anexo 2), sobre a fisiologia do pólen.

Observou-se, em 2005, que a viabilidade do pólen oriundo de plantas sob cobertura e sob céu aberto a 20°C foi muito abaixo do esperado (Tabela 20 e Figura 27) e do valor referenciado por Barbosa et al. (1989), demonstrando, neste ano, o efeito de condições ambientais totalmente inadequadas para o pleno desenvolvimento morfológico e fisiológico do pólen.

Além disso, independentemente do tratamento e do ano de cultivo, os altos coeficientes de variação observados (Tabela 20) demonstram a existência de elevada variabilidade genética entre as plantas do pomar, provavelmente pela diversidade genética dos porta-enxertos. Esta hipótese tem suporte na constatação a campo de um grande diferencial de tamanho de copa e de hábito de frutificação das plantas, além de outros resultados que também apresentaram elevados erros

padrões da média de tratamentos, a exemplo do desenvolvimento dos óvulos. Desta forma, poder-se-ia sugerir que o porta-enxerto, além de afetar o desenvolvimento funcional dos óvulos, como sugerido por Pejkić (1969), também afeta a produção e a viabilidade do pólen.

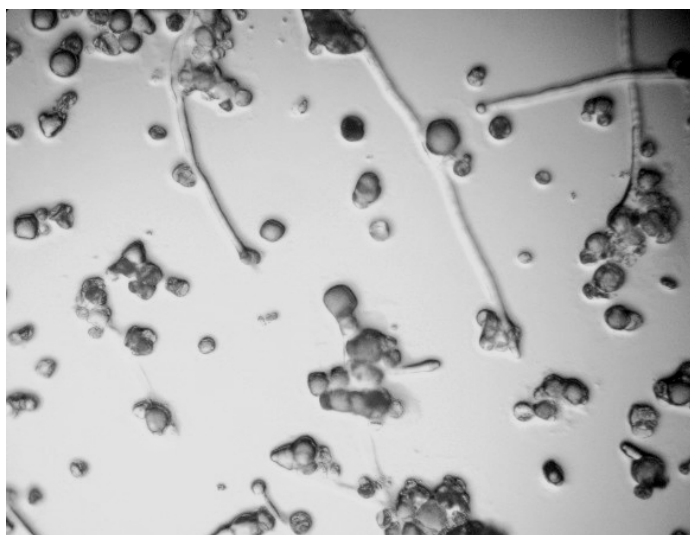


Figura 27. Detalhes, em microscópio óptico, de grãos de pólen de pessegueiros 'Granada', cultivados sob céu aberto, germinando em meio sólido composto por agar-água-sacarose. Charqueadas, RS, 2005.

No entanto, a baixa produção e viabilidade do pólen a 20°C em 2005, apesar de ter contribuído para a baixa taxa de frutificação das plantas, não foi a causa principal da baixa taxa de frutificação efetiva das plantas sob cobertura e sob céu aberto. Como já discutido no item 4.4.4., observou-se naquele ano um inadequado desenvolvimento dos sacos embrionários em todos os tratamentos.

Portanto, parece claro que a esterilidade parcial do pessegueiro 'Granada' na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul é consequência do inadequado desenvolvimento dos óvulos. Este fator pode ser apontado como o principal problema da cultivar na região. Além deste, a baixa produção e baixa viabilidade do pólen, bem como da presença de pistilos com baixo desenvolvimento contribuíram para a baixa produção das plantas.

Em 2005 não houve diferenças significativas entre os tratamentos para germinação de pólen a 20°C, apesar da clara tendência de maior germinação do pólen oriundo de plantas sob cobertura e sob céu aberto (Tabela 20). Provavelmente, este padrão se deve ao fato de que, mesmo a céu aberto, as plantas foram submetidas a uma seqüência de sete dias com temperaturas máximas absolutas acima de 30°C durante o florescimento em 2005 (Figura 7B), tendo possivelmente afetado negativamente a fisiologia dos grãos de pólen sob esta condição, numa intensidade maior daquela observada em 2004 e próxima à observada nas plantas sob estufa em 2005.

A germinação “*in vitro*” do pólen a 25°C foi baixa em todos os tratamentos, em ambos os anos (Tabela 20), sugerindo que a cultivar ‘Granada’ apresenta limitação de adaptação em regiões com invernos irregulares, manifestando perda de viabilidade do pólen quando as plantas são expostas a um baixo acúmulo de frio hibernal e/ou a temperaturas oscilantes no final do repouso das plantas, bem como à déficits hídricos no verão e outono e à temperaturas elevadas durante o período de polinização.

Entretanto, em 2004, houve maior taxa de germinação do pólen a 25°C nas plantas sob estufa, em relação aos demais tratamentos, embora se esperaria o contrário, uma vez que o mesmo praticamente não germinou a 20°C (Tabela 20). Logo, neste estudo, este resultado parece ser devido ao acaso, possivelmente relacionado à amostragem experimental, não sendo um efeito de tratamento.

Contudo, Hedhly et al. (2003) e Weinbaum et al. (1984) sugere que a germinação desuniforme do pólen a uma dada temperatura pode ser o resultado de uma adaptação diferencial entre espécies e cultivares às temperaturas prevalentes durante o período de floração. Nestes casos, parece que sob alta

temperatura a planta sofre uma adaptação temporária ao estresse, permitindo a germinação de uma certa percentagem do pólen a uma temperatura mais elevada, dependendo da intensidade e da duração do estresse, hipótese que deve ser comprovada em futuros estudos.

Além disso, verificou-se que a taxa máxima de germinação “*in vitro*” do pólen de pessegueiros ‘Granada’, em 2005, foi obtida na temperatura de 20°C (Figura 28A), corroborando com a máxima taxa obtida por Weinbaum et al. (1984) nesta mesma espécie. Nas condições em que o trabalho foi realizado, observou-se que as temperaturas máximas ultrapassaram esta temperatura em vários dias no período monitorado, sobretudo em 2005, possivelmente coincidindo com a meiose polínica do ‘Granada’.

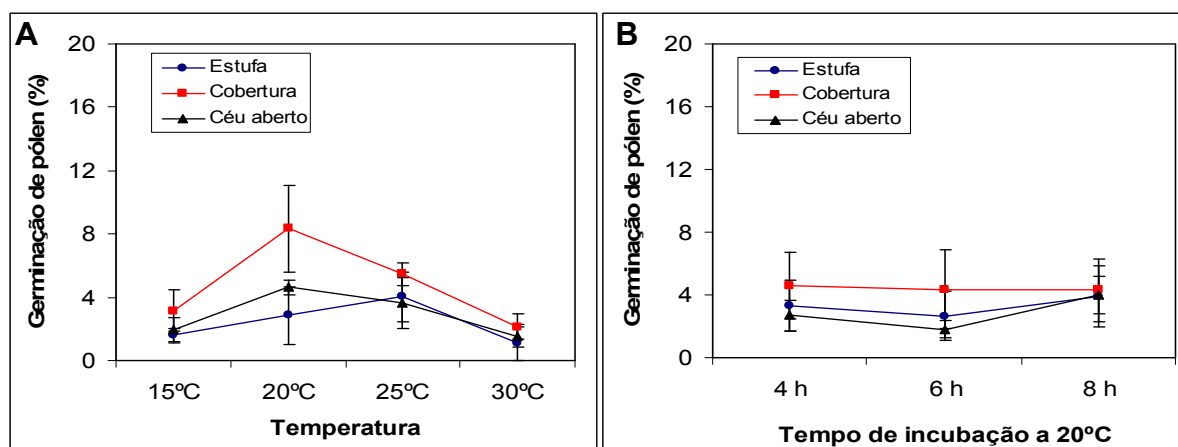


Figura 28. Germinação “*in vitro*” do pólen oriundo de flores de pessegueiros ‘Granada’ cultivados sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração, em função de diferentes temperaturas (A) e tempos de incubação a 20°C (B). Charqueadas, RS, 2005; Barras verticais representam o erro padrão da média de tratamentos.

Anvari (1977), citado por Bolat & Pirlak (1999) observou que a baixa taxa de viabilidade e germinação do pólen em *Prunus cerasus* foi conseqüência da elevada proporção de grãos de pólen morfológicamente anormais, semelhantemente ao que foi observado no presente estudo.

Segundo Weinbaum et al. (1984), a maior taxa de crescimento do tubo polínico ocorreu a uma temperatura de 5 a 8°C acima da temperatura de máxima germinação do pólen. O maior crescimento do tubo polínico sob alta temperatura parece também ser o resultado da adaptação do gameta masculino em função da ocorrência geral de uma menor receptividade do estigma e da degeneração precoce dos óvulos sob altas temperaturas (Stösser & Anvari, 1982).

A partir desta informação, é possível sugerir, que mesmo não tendo sido avaliada, a baixa taxa de fecundação das flores das plantas sob estufa não foi devida a um inadequado crescimento do tubo polínico, uma vez que a maioria das flores deste tratamento, em ambos os anos, experimentaram na antese temperaturas diurnas superiores a 20°C.

Sob este aspecto, as flores sob estufa podem ter sido até mesmo beneficiadas pelas altas temperaturas, possivelmente, tendo os tubos polínicos dos grãos que germinaram alcançado os óvulos com maior rapidez do que os tubos polínicos de flores sob cobertura e sob céu aberto, que apresentaram temperaturas médias inferiores às registradas sob a estufa. Este fator pode ter gerado uma falta de sincronismo entre a maturação dos gametas sexuais, como sugerido por Albuquerque et al. (2002) e Rodrigo & Herrero (2002), pois os óvulos encontravam-se imaturos em relação ao gameta sexual masculino (pólen).

Por outro lado, uma possível redução da receptividade do estigma ao pólen pode ter ocorrido nas flores mantidas sob altas temperaturas no tratamento de estufa. Segundo Corrêa et al. (2004), pistilos submetidos a temperaturas de 25°C não mantiveram receptividade ao pólen por mais do que dois dias. Este fator, também pode ter contribuído para a falta de sincronismo entre os gametas sexuais,

gerando esterilidade praticamente total das flores de plantas sob estufa, em ambos os anos de estudos.

Pôde-se verificar também que o tempo de incubação do pólen no meio de germinação “*in vitro*” por quatro horas é suficiente para que os grãos de pólen viáveis do pessegueiro ‘Granada’ germinem, já que nenhum acréscimo de germinação ocorreu com a ampliação deste período de tempo (Figura 28B).

4.4.6. Frutificação efetiva e componentes de rendimento

Como já comentado ao longo de toda a discussão, a frutificação efetiva do pessegueiro ‘Granada’ foi muito baixa em todos os tratamentos e em ambos os anos de estudo (Tabela 21). A frutificação e a produção das plantas sob estufa foi absolutamente nula, em 2004, e irrisória, em 2005 (Tabela 21), indicando um marcante efeito prejudicial das altas temperaturas durante a pré-floração e floração sobre o desempenho reprodutivo e produtivo desta cultivar de pessegueiro.

As altas temperaturas no período de pré-floração e floração alteraram bruscamente o padrão fenológico e produtivo de pessegueiros ‘Granada’. Sob estufa, as plantas tiveram floração e brotação antecipadas, em relação aos demais tratamentos. A antecipação da floração originou flores com aparência externa normal, mas com um aparente atraso no desenvolvimento dos pistilos e dos gametas sexuais femininos, além de promover anomalias durante a formação dos gametas sexuais masculinos. Estas anomalias vieram manifestadas por baixa quantidade de sacos embrionários maduros ou viáveis, mesmo após seis dias da antese, bem como formação de grãos de pólen colapsados ou abortivos, em alta proporção, principalmente em 2005.

Tabela 21. Frutificação efetiva e componentes de rendimento de pessegueiros 'Granada' sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004 e 2005.

Tratamento/ano	2004	2005	Média
Frutificação efetiva (%)			
Estufa	0,00	0,46	0,23 b
Cobertura	4,91	5,28	5,09 a
Céu aberto	2,22	5,59	3,90 a
Média	2,37 ns	3,78	CV = 60,24 %
Número de frutos/planta			
Estufa	0,00	2,33	1,17 b
Cobertura	119,67	121,33	120,50 a
Céu aberto	53,67	172,67	113,17 a
Média	57,78 ns	98,78	CV = 64,30 %
Peso médio de frutos (g)			
Estufa	-	150,00	150,00 b
Cobertura	183,61	170,76	177,18 a
Céu aberto	174,61	170,04	172,32 a
Média	179,11 A	163,59 B	CV = 7,16 %
Produção (kg/planta)			
Estufa	0,00	0,35	0,175 b
Cobertura	21,82	20,16	20,99 a
Céu aberto	9,29	28,73	19,01 a
Média	10,37 ns	16,41	CV = 57,71 %
Produtividade (ton. ha⁻¹)			
Estufa	0,00	0,15	0,075 b
Cobertura	9,08	8,39	8,74 a
Céu aberto	3,86	11,95	7,91 a
Média	4,31 ns	6,83	CV = 57,71 %

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna e de letras maiúsculas distintas na linha diferem significativamente entre si pelo teste DMS a 5 % de probabilidade de erro; ns = não significativo.

As altas temperaturas durante a pré-floração, floração e frutificação efetiva também afetaram negativamente a frutificação efetiva do pessegueiro 'Granada' em

Pelotas, RS (Couto & Raseira, 2004). No entanto, estes autores não observaram efeito negativo das altas temperaturas, nos mesmos estádios fenológicos, em pessegueiros 'Maciel'. Logo, estes resultados sugerem que o fator genético (cultivar) possui grande efeito sobre a sensibilidade das plantas aos estresses por alta temperatura durante a pré-floração, floração e frutificação efetiva. Neste contexto, poder-se-ia sugerir que o 'Granada' é uma cultivar de pessegueiro altamente sensível às altas temperaturas durante os referidos estádios fenológicos acima citados.

No entanto, cabe ressaltar que a metodologia utilizada por Couto & Raseira (2004), com utilização de ensacamento de ramos com lonas plásticas e garrafas 'Pet', foi diferente da utilizada no presente trabalho, em que foram utilizadas plantas adultas inteiras sob estufa plástica. Logo, ao que tudo indica, a obtenção de uma taxa de frutificação efetiva em torno de 8 %, mesmo sob altas temperaturas durante o período de pré-floração e floração (Couto & Raseira, 2004), parece estar associada à elevação da temperatura ao nível de ramo, que não afetou a fisiologia da planta como um todo, diferentemente do que ocorreu com as plantas inteiras sob estufa no presente estudo, que tiveram sua fisiologia integralmente afetada pelas altas temperaturas.

Nas condições do inverno de Charqueadas, que apresentou menor acúmulo de frio, em relação à região de Pelotas, a produção de frutos em plantas mantidas sob altas temperaturas na pré-floração e floração foi totalmente nula. Logo, ao que tudo indica, em anos com baixo acúmulo de frio hibernal, o registro de altas temperaturas na pré-floração e floração reduz ainda mais a frutificação efetiva das plantas do 'Granada', sendo os seus efeitos, possivelmente, dependentes da intensidade e duração das mesmas.

Reduções drásticas de frutificação efetiva e produção, em função de altas temperaturas diurnas no período de pré-floração e floração, também foram observadas em outras cultivares de pessegueiros e nectarineiras (Erez et al., 2000; Kozai et al., 2004; Erez et al., 1998) e em damasqueiros (Albuquerque et al., 2000; Rodrigo & Herrero, 2002a).

Por outro lado, altas temperaturas noturnas no período de pré-floração e floração também apresentaram efeito negativo sobre a frutificação de pessegueiros (Erez et al., 1998; Edwards, 1990). Nas condições onde o pomar de 'Granada' está implantado, foram registradas temperaturas noturnas relativamente elevadas em ambos os anos (Tabelas 6 e 7). Para os autores citados, altas temperaturas noturnas também podem estar envolvidas com a baixa taxa de frutificação de pessegueiros. No caso do 'Granada', deverão ser realizados estudos mais detalhados para a comprovação desta hipótese.

Segundo Rodrigo & Herrero (2002a), as informações sobre o efeito das temperaturas pré-floração são escassas e contraditórias para o gênero *Prunus*, o que pôde ser constatado durante a revisão de literatura do presente trabalho. Um dos motivos para as divergências entre os resultados nesta área de estudo, segundo Sedgley & Griffin (1989), pode ser devido à condução de inúmeros experimentos com plantas frutíferas em vasos, condição esta que não reflete o desempenho de plantas adultas nas condições de pomares, diferentemente do que ocorreu sob as condições em que o presente experimento foi realizado.

Mesmo nas plantas submetidas ao tratamento natural da região, observou-se, nos dois anos de estudos, que a produção de frutos (Tabela 21) foi aquém do potencial produtivo da espécie e da cultivar. Em observações feitas nas demais plantas do pomar, verificou-se que a produção, em geral, foi mais elevada em

plantas a céu aberto que se encontravam próximas a uma cortina de eucaliptos, bem como próximas de um pomar jovem de pessegueiros da cv. Aurora-1. Mesmo não tendo sido quantificadas e comprovadas estatisticamente, estas observações indicam um possível fornecimento de pólen de maior viabilidade por esta cultivar, além do efeito benéfico da presença de abelhas oriundas das plantas de eucalipto próximo ao pomar, no carregamento de pólen externo até as flores do 'Granada'.

Outro fator que pode estar atuando sobre este padrão produtivo é o efeito tampão exercido pelas plantas de eucaliptos sobre a temperatura, o qual pode estar proporcionando menor flutuação térmica no microclima formado próximo do quebra-vento.

Logo, apesar dos fortes indicativos do 'Granada' apresentar, além da grande sensibilidade por altas temperaturas na pré-floração e floração, também problemas de ordem genética, associados ao desenvolvimento e funcionalidade dos gametas sexuais, sobretudo femininos, com pequena formação de sacos embrionários maduros ou funcionais, acredita-se que a presença de colméias dentro ou próximas do pomar de 'Granada', associada à proximidade com outra cultivar com pólen mais viável, poderia aumentar a taxa de frutificação e de produção de frutos.

Esta intervenção técnica é sugerida por Nyéki et al. (1998) e Nyeki et al. (2000) para minimizar frustrações de safras em cultivares de pessegueiros autoférteis instáveis ou irregulares, em termos de produção, a exemplo da cultivar Granada.

As observações acima mencionadas ajudam a explicar a baixa produção (Tabelas 18) e, principalmente, a baixa viabilidade do pólen do 'Granada' (Tabela 20) ocorrida nos dois anos de estudos. A hipótese de que a maior presença de abelhas próximas do pomar de 'Granada' poderia aumentar a taxa de frutificação

desta cultivar também está baseada na constatação feita neste estudo, da existência de um percentual de sacos embrionários “aparentemente” maduros, consideravelmente maior (Figura 25) do que a percentagem de frutos efetivamente fixada em 2005 (Tabela 21).

Além deste fator, constatou-se, em 2004, uma abscisão significativa de frutos aparentemente fecundados (ovário bem desenvolvido), em 08/10, em relação à avaliação prévia realizada no dia 23/09 (Figura 29). Na média dos tratamentos de cobertura e de céu aberto, a frutificação aparente em 23/09 foi de 14,97 %, sendo que a frutificação em 08/10 (efetiva ou real) foi de apenas 3,57 %, ou seja, apenas 23,85 % da frutificação observada em 23/09.

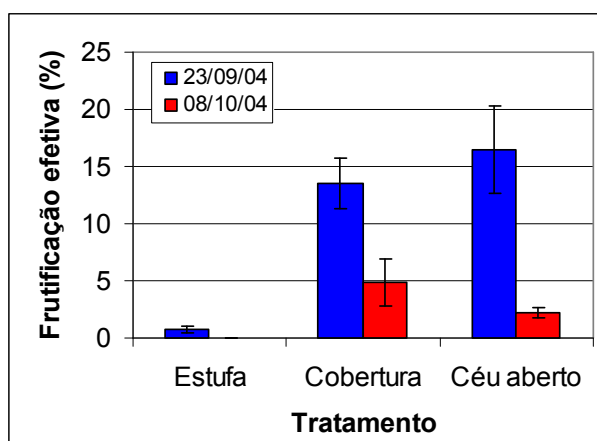


Figura 29. Frutificação aparente e efetiva de pessegueiros ‘Granada’ sob distintos ambientes, durante o período de pré-floração e floração. Charqueadas, RS, 2004. Barras verticais representam o erro padrão da média de tratamentos.

Este dado parece sugerir, além da existência de anomalias nos processos de polinização e de fecundação, gerados pelo baixo percentual de sacos embrionários maduros e pela má qualidade do pólen, a existência de outros fatores envolvidos na fixação de frutos nesta cultivar de pessegueiro, possivelmente, competição por nutrientes e fotoassimilados, bem como desbalanço hormonal na planta. Em relação ao desbalanço hormonal, é provável que tenha ocorrido aumento da biossíntese de

etileno e redução da biossíntese de giberilina, culminando na baixa capacidade das plantas suportarem os frutos em início de formação.

Esta hipótese é sugerida uma vez que se verificou enfolhamento lento das plantas a partir do início de brotação das gemas, sobretudo em 2005, onde se verificou baixo suprimento de frio (Tabela 3) e moderado déficit hídrico no verão e outono (Anexo 2). Este último fator gerou, em 2005, abscisão precoce das folhas, reduzindo possivelmente a quantidade de reservas acumuladas na planta. Neste ano, estes fatores, atuando simultaneamente, possivelmente, promoveram inadequado desenvolvimento e quebra de dormência das gemas vegetativas, reduzindo a brotação das gemas (Figura 17B), além de, possivelmente, contribuir para a intensificação dos danos sobre o pólen e para o menor desenvolvimento funcional dos óvulos.

Apesar da baixa taxa de frutificação observada nas plantas sob cobertura e céu aberto em 2004, houve necessidade de um leve raleio de frutos, uma vez que a maioria dos ramos que frutificaram possuíam dois ou mais frutos agrupados e localizados no terço basal dos ramos. Logo, a partir da observação do hábito de frutificação do 'Granada' na região, é possível sugerir que o tipo de poda poderia exercer influência na frutificação final das plantas.

Neste caso, parece que a prática de desponte de ramos mistos ou produtivos, ao invés da eliminação pela base de parte deles, poderia proporcionar maior produção de frutos. No entanto, os resultados obtidos por Zanini (2006) não permitem fazer esta recomendação ao nível de produtor. Segundo o mesmo autor, o pessegueiro 'Granada' é inconstante em produção em qualquer sistema de poda.

A necessidade de raleio neste ano deveu-se mais ao elevado potencial de abscisão de frutos, que geralmente ocorre na pré-colheita, em função dos ventos e

do grande calibre médio dos frutos próximo à colheita, do que propriamente à competição por fotoassimilados entre os frutos neste estágio de desenvolvimento, já que eles ocorrem em baixa quantidade nas plantas (Tabela 21). Além deste aspecto, observou-se que uma das prováveis causas da abscisão de frutos pré-colheita é o pequeno crescimento do pedúnculo, tanto em comprimento quanto em diâmetro, o qual não acompanha o crescimento do fruto, não o retendo até a colheita.

Em 2005 não foi realizado raleio de frutos, podendo explicar a maior produção por planta e por área, em valores absolutos, em relação a 2004 (Tabela 21). Na prática, nas plantas avaliadas no experimento, a maior produção absoluta de frutos obtida em 2005 não refletiu a condição real observada em todo o pomar, em que o rendimento em ton/ha foi muito semelhante entre os dois anos estudados. Um outro fator que pode explicar estes resultados já foi comentado anteriormente, que é a grande desuniformidade existente entre as plantas do pomar, provavelmente associada à existência de diferentes porta-enxertos no pomar.

5. CONCLUSÕES

- 1- Potenciais matriciais da água no solo de até -0,09 MPa, a 20 cm de profundidade, durante o período de pré-floração e floração, não interferem negativamente sobre a frutificação e produção de pessegueiros 'Granada';
- 2- Temperaturas elevadas durante o período de pré-floração e floração antecipam o florescimento e a brotação de pessegueiros 'Granada'. O grau de antecipação destes eventos depende do acúmulo de horas de frio que as plantas foram submetidas, bem como da intensidade e duração das altas temperaturas durante a pré-floração e floração;
- 3- A antecipação da floração das plantas pelas altas temperaturas durante a pré-floração e floração não é acompanhada pelo avanço no desenvolvimento do pistilo. Esta falta de sincronismo resulta em atraso no seu desenvolvimento morfológico e funcional, reduzindo sua capacidade de fecundação e formação de frutos;
- 4- A abscisão de gemas florais é relativamente baixo na cultivar Granada na Depressão Central do Rio Grande do Sul.
- 5- O peso médio das flores na antese não é afetado pelas altas temperaturas durante a pré-floração e floração das plantas;
- 6- A cultivar Granada apresenta na Depressão Central do Rio Grande do Sul alta quantidade e percentagem de flores com pistilos morfolologicamente normais;

- 7- A ocorrência de pistilos subdesenvolvidos (estiletos curtos) aumenta sob condições de baixo acúmulo de frio hibernar e moderado déficit hídrico no verão e outono. Altas temperaturas durante a pré-floração e floração não alteram significativamente esta proporção;
- 8- O pessegueiro 'Granada' possui desenvolvimento inadequado dos gametas sexuais femininos na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Este é agravado por altas temperaturas durante a pré-floração e floração das plantas;
- 9- O 'Granada', sob as condições climáticas da Depressão Central do Rio Grande do Sul, produz baixa quantidade de pólen, sendo este, de baixa a média viabilidade, dependendo do ano;
- 10- Temperaturas elevadas durante a pré-floração e floração promovem redução significativa na produção de pólen, bem como na sua viabilidade;
- 11- A baixa viabilidade do pólen está relacionada com a baixa produção de pólen morfológicamente normal;
- 12- A máxima taxa de germinação "in vitro" do pólen de pessegueiros 'Granada' é obtida com quatro horas de incubação a 20°C.
- 13- A produção de frutos é totalmente impedida sob condições de altas temperaturas durante a pré-floração e floração das plantas em estufa;
- 14- O 'Granada' possui baixas taxas de frutificação e de produção de frutos, mostrando ser uma cultivar instável ou irregular em produção, na Depressão Central do Rio Grande do Sul;
- 15- O Cancro de Fusicoccum (*Phomopsis amygdali*) contribui significativamente para a baixa produção do pessegueiro 'Granada' na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. As demais doenças fúngicas do pessegueiro não são responsáveis pela baixa produção do 'Granada' na região.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados importantes foram gerados neste estudo, embora outros trabalhos sejam necessários para maior elucidação do comportamento irregular de frutificação do 'Granada', bem como de outras cultivares de pessegueiro pouco produtivas no Sul do País.

Embora o trabalho tenha deixado evidências bastante claras, de efeitos ambiental e genético sobre a capacidade produtiva das plantas, novos experimentos pontuais e ainda melhor planejados deverão ser realizados. Neste aspecto, constatou-se a necessidade e a possibilidade de utilização de amostras experimentais maiores, para se reduzir o coeficiente de variação e a análise estatística conseguir distinguir com mais facilidade as diferenças entre médias de tratamentos.

Alguns experimentos, relacionados com a questão nutricional das plantas foram planejados, mas não foram realizados, principalmente em função da ocorrência de moderados déficits hídricos na região em 2004 e 2005, as quais impediram a aplicação de fertilizantes e de insumos foliares, uma vez que não havia disponibilidade de irrigação na área.

No entanto, após este período de convivência bem de perto com o problema a campo, propõe-se algumas idéias de futuros experimentos com o 'Granada', visando ao menos minimizar os problemas de frutificação, entre eles:

- Estudar o efeito de diversas combinações de horas de frio e de temperaturas na pré-floração e floração, sobre a fenologia, desenvolvimento dos gametas sexuais e produção de frutos, em plantas em vasos sob condições controladas e em plantas adultas a campo;
- Avaliar com maior profundidade, nas várias regiões ecoclimáticas produtoras de 'Granada', o efeito do acúmulo de horas de frio e de "indutores de brotação" sobre a fenologia e produção das plantas;
- Estudar o efeito da polinização manual, com pólen do Granada e com pólen de alta viabilidade, obtido de outras cultivares que apresentam floração coincidente com o 'Granada'. Além disso, estudar a possibilidade de minimizar o problema de baixa frutificação através da utilização de abelhas junto ao pomar, pois diversos trabalhos mostram o seu efeito benéfico na melhoria dos índices de fixação de frutos, bem como da utilização da técnica de sobre-enxertia para aumentar a disponibilidade de pólen de maior viabilidade;
- Avaliar aspectos nutricionais, a partir de execução de experimentos com níveis de adubação (Nitrogênio e boro), manutenção ao máximo da folhagem e efeito do desfolhamento precoce das plantas sobre a fenologia, abscisão de gemas, desenvolvimento dos gametas sexuais e produção das plantas;
- Realizar um estudo molecular para a detecção de uma provável variabilidade genética associada com o (s) porta-enxerto (s) utilizado (s) no pomar;
- Realizar estudos sobre o comportamento produtivo do 'Granada' sob diferentes porta-enxertos;

- Realizar experimentos utilizando diferentes concentrações e épocas de aplicação de ácido giberélico nas plantas;
- Em caso de novos plantios com esta cultivar, procurar adequá-los às regiões recomendadas pelo zoneamento agrícola e/ou em áreas com microclima que possuam baixa flutuação térmica, sobretudo no período de pré-floração e floração;

De imediato, parece prudente cessar novos plantios com esta cultivar, ao menos na Depressão Central do Rio Grande do Sul, até que seja ainda melhor avaliado o seu desempenho produtivo nas principais regiões produtoras desta cultivar no Estado, teste-se as alternativas técnicas propostas neste estudo ou se crie novas alternativas técnicas para a superação ou minimização do problema.

Para os produtores que já possuem pomares de pessegueiros 'Granada' na região da Depressão Central do Rio grande do Sul, recomenda-se a realização de podas de verão para a eliminação de ramos mortos ou com sintomas de Cancro de Fusicocum, bem como aplicação de produtos cúpricos preventivos imediatamente após a abscisão de folhas. Esta prática poderá minimizar o efeito desta doença fúngica sobre a produção, bem como aumentar a longevidade das plantas, caso ainda possuam produção razoável. Caso contrário, recomenda-se a sua erradicação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBURQUERQUE, N.; BURGOS, L.; EGEEA, J. Apricot flower bud development and abscission related to chilling, irrigation and type of shoots. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 98, n. 3, p. 265-276, 2003.

ALBURQUERQUE, N.; BURGOS, L.; EGEEA, J. Consequences to fertilization of the developmental stages of apricot ovules at anthesis. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford Kent, v. 75, p. 662-666, 2000.

ALBURQUERQUE, N.; BURGOS, L.; EGEEA, J. Variability in the developmental stage of apricot ovules at anthesis and its relationship with fruit set. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 141, n. 2, p. 147-152, 2002.

ARBELOA, A.; HERRERO, M. Development of the ovular structures in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. **New Phytologist**, Oxford, v. 118, n. 4, p. 527-534, 1991.

BALDINI, E. **Arboricultura general**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 379p.

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M. et al. **Ecofisiologia do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do pessegueiro em região subtropical**. Campinas: IAC, 1990. 37p. (Documentos IAC, 17)

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

BASCONSUELO, S.; REINOSO, H.; LORENZO, E.; BOTTINI, R. Dormancy in peach (*Prunus persica* (L.) flower buds. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 16, n. 2, p. 113-119, 1995.

BASSO, C.; SUZUKI, A. Adubação de fruteiras de clima temperado. In: SEMINÁRIO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 1, Florianópolis, 2001. **Anais...** Florianópolis, 2001. p. 134-140.

BASSOLS, M.C.M. **Frutificação efetiva, germinação do pólen e número de grãos de pólen por antera em pessegueiro**. Pelotas: UEPAE Cascata, 1980. 3p.

BENNETT, W.F. Stone fruit: peaches and nectarines. In: NUTRIENT deficiencies e toxicities in crop plants. 3. ed. Minnesota: The American Phytopathological Society, 1996. 202p.

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

BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 78p.

BONHOMME, M.R.; RAGEAU, R.; GENDRAUD, M. Influence of temperature on the dynamics of ATP, ADP and non-adenylic tri-phosphate nucleotides in vegetative and floral peach buds during dormancy. **Tree Physiology**, Victoria British Columbia, v. 20, p. 615-621, 2000.

BOLAT, I.; PIRLAK, L. An investigation on pollen viability, germination and tube growth in some stone fruits. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 23, p. 383-388, 1999.

BROWN, D.S. The relation of temperature to the flower bud drop of peaches. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 77-87, 1958.

BURGOS, J.; BERENQUER, T.; EGEEA, J. Embryo sac development in pollinated and nonpollinated flowers of two apricot cultivars. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 70, p. 35-39, 1995.

BURGOS, J.; EGEEA, J. Apricot embryo-sac development in relation to fruit set. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 68, p. 203-208, 1994.

CARVALHO, T.C.P. **Comportamento de algumas cultivares de Ameixeira Japonesa (*Prunus salicina*) quanto à polinização no Rio Grande do Sul**. Pelotas: UFPel, 1989. 73f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1989.

CASAGRANDE JR., J.G. **Sistemas de plantio, anomalias na flor, viabilidade do pólen, fertilização e frutificação efetiva em pessegueiro cv. Riograndense**. Pelotas: UFPel, 2004. 59f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

CENTELHAS-QUEZADA, A. et al. Macho esterilidade em acessos de pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch]. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE FRUTEIRAS, 2., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000. p. 172.

CEROVIC, R.; MICIC, N. Functionality of embryo sacs as related to their viability and fertilization success in sour cherry. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 79, n. 3-4, p. 227-235, 1999.

CEROVIC, R.; RUZIC, D. Senescence of ovules at different temperatures and their effect on the behavior of pollen tubes in sour cherry. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 51, n. 3-4, p. 321-327, 1992.

CHAPLIN, M.H.; STEBBINS, R.L.; WESTWOOD, M.N. Effect of fall-applied boron sprays on fruit set of 'Italian' prune. **HortScience**, Alexandria, v. 12, n. 5, p. 500-501, 1977.

CHAVARRIA, G. **Efeito de temperaturas de 10° e 15° na floração e brotação de pessegueiro avaliado através de enxerto de ramos produtivos no outono**. Pelotas: UFPel, 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

CHILDERS, N.F. **Modern Fruit Science**. 8 ed. New Jersey: Horticultural Publications, 1983. 912p.

CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER, F.G. et al. Avaliação da necessidade de frio em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 703-706, 2002a.

CITADIN, I. et al. Estádio da meiose do micrósporo como marcador do final da endodormência em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 23-28, 2002b.

CITADIN, I. et al. Heat requirement for blooming and leafing in peach. **HortScience**, Alexandria, v. 36, n. 2, p. 305-307, 2001.

COUTO, M.; RASEIRA, M.C.B. Efeito de altas temperaturas na pré-floração, floração e frutificação efetiva nas cultivares de pessegueiro Granada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis, 2004. 1 CD-ROM.

COUVILLON, G.A.; EREZ, A. Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 1, p. 47-50, 1985.

COUVILLON, G.A.; LLOID, D.A. Effect of date of defoliation on flower and leaf bud development in the peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 99, p. 514-517, 1978.

CORRÊA, E. R.; FRAZON, R.C.; RASEIRA, M.C.B. Receptividade do estigma em pessegueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 18., Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004. 1 CD-ROM.

CRABBE, J. Dormancy. **Encycl. of Agricultural Science**, v. 1, p. 597-611, 1994.

CROSSA-RAYNAUD, P.; SOLEILE.B.; MARTINEZ-TELLES, J. et al. Peach flowers sterility and its consequences on productivity. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 173, p. 93-102, 1985.

CUTTING, J.G.M.; STYRDOM, D.K.; JACOBS, G. et al. Changes in xylem constituents in response to rest-breaking agents applied to apple before bud break. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, p. 680-683, 1991.

DALMAGO, G.A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional**. 2004. 245f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1976. 194p. (Estudio FAO: Riego y drenaje, 24).

EDWARDS, G.R. Ten years experience with temperate fruits in the tropics. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 279, p. 47-51, 1990.

EGEA, J.; BURGOS, L. Effective pollination period as related to stigma receptivity in apricot. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 52, n. 1-2, p. 77-83, 1992.

EGEA, J.; BURGOS, L. Fructification problems in continental apricot cultivars growing under Mediterranean climate. Ovule development at anthesis in two climatic areas. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford Kent, v. 73, p. 107-110, 1998.

EGEA, J.; BURGOS, L. Year-to-year variation in the developmental stage of the embryo sac at anthesis in flowers of apricot (*Prunus armeniaca* L.). **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 69, p. 315-318, 1994.

EGEA, J.; BURGOS, L.; GARCIA, J.E.; EGEA, L. Stigma receptivity and stile performance in several apricot cultivars. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 66, p. 19-25, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

EREZ, A. Chemical control of budbreak. **HortScience**, Alexandria, v. 22, p. 1240-1243, 1987.

EREZ, A.; COUVILLON, G.A.; HENDERSHOTT, C.H. The effect of cycle length on chilling negation by high temperatures in dormant peach leaf buds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, p. 573-576, 1979.

EREZ, A. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 395, p. 81-95, 1995.

EREZ, A.; YABLOWITZ, Z.; KORCINSKI, R. Greenhouse peach growing. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 465, p. 593-600, 1998.

EREZ, A.; YABLOWITZ, Z.; KORCINSKI, R.; ZILBERSTAIN, M.; FOKKEMA, N.J. Greenhouse-growing of stone fruits: effect of temperature on competing sinks. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 513, p. 417-425, 2000.

FACHINELLO, J.C. et al. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de pêssego**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 2003. 92p.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 13 de agosto de 2005.

FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees**. New York: John Wiley & Sons, 1989. 338p.

FAUST, M.; EREZ, A.; ROWLAND, L.J.; WANG, S.Y.; NORMAN, H.A. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 4, p. 623-629, 1997.

FEDER, N.; O'BRIEN, T.P. Plant microtechnique, some principles and new methods. **American Journal of Botany**, St Louis, v. 55, p. 123-142, 1968.

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

GAO, D.S.; LI, X. L.; SHU, H.R. Effects of chemical defoliation on the endodormancy of peach trees. **Journal of Fruit Science**, Baton Rouge, v. 19, n. 4, p. 269-271, 2002.

GARCIA, J.E.; EGEA, J.; BERENQUER, T. The floral biology of certain apricot cultivars in Murcia. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 2, p. 84-87, 1988.

GAUDE, T.; MCCORMICK, S. Signaling in pollen-pistil interactions. **Cell & Developmental Biology**, Palo Alto, v. 10, p. 139-147, 1999.

GEORGE, A.P.; NISSEN, R.J. Effects of water stress, nitrogen and paclobutrazol on flowering, yield and fruit quality of the low-chill peach cultivar, 'Flordaprince'. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 49, n. 3-4, p. 197-209, 1992.

GRADZIEL, T.M.; WEINBAUM, S.A. High relative humidity reduces anther dehiscence in apricot, peach and almond. **HortScience**, Alexandria, n. 34, n. 2, p. 322-325, 1999.

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

GUERRIERO, R.; BARTOLINI, S. Main factors influencing cropping behavior of some apricot cultivars in coastal areas. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 193, p. 229-241, 1991.

GUERRIERO, R.; VITI, R.; BARTOLINI, S. Winter changes in the appearance of flower cup anomalies in an Italian late blooming variety. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 192, p. 49-56, 1985.

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

HANSON, E.J.; BREEN, P.J. Xylem differentiation and boron accumulation in 'Italian' prune flower buds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 4, p. 566-570, 1985.

HARROLD, T.J. Comparative study of the developing and aborting fruits of *Prunus persica*. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 96, p. 585-620, 1935.

HEDHLY, A.; HORMANZA, J.I.; HERRERO, M. The effect of temperature on stigmatic receptivity in sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 26, n. 11, p. 1673-1680, 2003.

HERRERO, M. From pollination to fertilization in fruit trees. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 11, n. 1, p. 27-32, 1992.

HERRERO, M. Factors affecting fruit set in 'Agua de Aranjuez' pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 139, p. 91-96, 1983.

HERRERO, M.; ARBELOA, A. Influence of the pistil on pollen tube kinetics in peach (*Prunus persica*). **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 76, p. 1441-1447, 1989.

HERRERO, M.; HORMAZA, J.I. Pistil strategies controlling pollen tube growth. **Sexual Plant Reproduction**, Heidelberg, v. 9, n. 6, p. 343-347, 1996.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas agroclimático do Estado do Rio grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. v. 1. 102p.

JAUMIEN, F. The cause of poor bearing trees of the variety 'Doyenne du Comince'. **Acta Agrobotanica**, Lublin, v. 21, p. 75-106, 1968.

JRAIDI, M.B. **Contribution a l'étude de l'adaptation varietale du pecher aux conditions de milieu: Anomalies florales et receptivite des ovules**. Paris: Universite de Paris-Sud, 1983. 169f. These (Docteur) - Universite de Paris-Sud, Paris, 1983.

JEFFRIES, C.F.; BRAIN, P.; STOTT, K.G.; BELCHER, A.R. Experimental system and a mathematical model for studying temperature effects on pollen-tube growth

and fertilization in plum. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 5, n. 3, p. 231-236, 1982.

JOÃO, L. P. (Org.). **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul – 2003/2004**. Porto Alegre : EMATER/ASCAR, 2004. 89p.

KELLER, J.D.; LOESCHER, W.H. Nonstructural carbohydrate partitioning in perennial parts of sweet cherry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, p. 969-975, 1989.

KINET, J.M.; SACHS, R.M. BERNIER, G. **The physiology of flowering**. Flórida: CRC, 1985. v.3. 247p.

KINGSTON, C.M.; KLINAC, O.J.; VANEPENHUIJSEN, P. Floral bud disorder of nashi (*Pyrus serotina*) grow in New Zealand. New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 18, p. 157-159, 1990.

KOZAI, N.; BEPPU, K.; MOCHIOKA, R.; BOONPRAKOB, U.; SUBHADRABANDHU, S.; KATAOKA, I. Adverse effects of high temperature on the development of reproductive organs in 'Hakuho' peach trees. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford Kent, v. 79, n. 4, p. 533-537, 2004.

LAVEE, S. Dormancy and bud break in warm climates: considerations of growth regulator involvement. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 34, p. 225-235, 1973.

LEGAVE, J.M. Essai d'interprétation de nécrose florales avant la floraison chez l'abricotier en relation avec une étude des besoins en froid des bourgeons pour la lavée de dormence. **Annales de Amélioration des Plantes**, Paris, v. 28, n. 5, p. 593-607, 1978.

LEITE, G.B. Evolução da dormência e a heterogeneidade na brotação. In: ENFRUTE – ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 8., 2005, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2005. p. 269-275.

LEITE, G.B.; BONHOMME, M.; PUTTI, G.L. et al. Influence of chilling amounts on budbreak patterns on the one-year-old shoot of peach tree and dynamics of physiological and biochemical parameters related to dormancy course. In: SYMPOSIUM ON "PLANT DORMANCY", 3., Wageningen, 2004. **Abstract...** Wageningen, 2004a. p. 47.

LEITE, G.B.; LACOINTE, M.B.A.; RAGEAU, R. Influence of lack of chilling on budbreak patterns and evolution of sugar contents in buds and stem tissues along the one-year-old shoot of the peach trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.662, p.168-179, 2004b. Trabalho apresentado no 7. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TEMPERATE FRUITS IN TROPICS AND SUBTROPICS, Solan, 2003. 1 CD-ROM.

LESCOURRET, F.; INIZAN, O; GÉNARD, M. Analyse de l'étalement temporel de la floraison et influence sur la variabilité intra-arbre de la chute et de la croissance précoce des pêches. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa Ontario, v. 80, n. 1, p. 129-136, 2000.

LILLECRAPP, A.M.; WALLWORK, M.A.; SEDGLEY, M. Female and male sterility cause low fruit set in a clone of the 'Trevatt' variety of apricot (*Prunus armeniaca*). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 82, n. 3-4, p. 255-263, 1999.

LLOYDE, J.; COUVILOON, G.A. Summer defoliation effects on peach spring bud development. **HortScience**, Alexandria, v. 13, p. 53-54, 1974.

LLOYDE, J.; FIRTH, D. Effect of defoliation time of depth of dormancy and subsequent vegetative and reproductive development in low-chill peaches. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.279, 1990. Trabalho apresentado no 3. INTERNATIONAL WORKSHOP ON TEMPERATE ZONE FRUITS IN THE TROPICS AND SUBTROPICS, Chiang Mai, 1990. 1 CD-ROM.

LOESCHER, W.H.; McCAMANT, T.; KELLER, J.D. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant roots. **HortScience**, Alexandria, v. 25, p. 274-281, 1990.

MCLAREN, G.F.; FRASER, J.A. Pollination compatibility of 'Sundrop' apricot and its progeny in the 'Clutha' series. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 24, p. 47-53, 1996.

MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P.; BITTENCOURT JR., N.S. Flor. In: GLÓRIA, B.A.; GUERREIRO, S.M.C. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. p. 329-373.

MARODIN, G.A.B. **Época e intensidade de abortamento de gemas florais em pereiras (*Pyrus communis* L) cv. Packham's Triumph em ambientes com distintas condições climáticas**. 1998. 191f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

MARODIN, G. A. B.; ZANINI, C. L. D. Situação das frutíferas de caroço no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FRUTÍFERAS DE CAROÇO, 2., Holambra, 2005. **Anais...** Holambra, 2005. 1 CD-ROM.

MARTÍNEZ-GÓMEZ, P.; DICENTA, F.; RUIZ, D. et al. Flower bud abscission in apricot: Competition between vegetative and flower buds, and effects of early defoliation and high pre-blossom temperatures. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford Kent, v. 77, n. 4, p. 485-488, 2002.

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

MARTINEZ-TELLEZ, J.J; CROSSA-REYNAUD, P. Contribution à l'étude de processus de la fécondation chez trois espèces de *Prunus*: *P. persica* (L.) Batsch., *P. cerasifera* Ehrh., *P. mahaleb* L. grâce à l'utilisation de couples de variétés mâle-steriles et mâle-fertiles. **Agronomy**, Madison, v. 2, p. 240-333, 1982.

MAUREL, K.; LEITE, G.B.; BOHHOMME, M.; et al. Trophic control of bud break in peach (*Prunus persica*) trees: a possible role of hexoses. **Tree Physiology**, Victoria British Columbia, v. 24, p. 579-588, 2004.

MEDEIROS, A.R.M. Efeito da temperatura controlada na germinação dos grãos de pólen e crescimento do tubo polínico em pessegueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., Pelotas, 1979. **Anais...** Pelotas: SBF, 1979. v. 2. p. 407-416

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

MONET, R.; BASTARD, Y. Effect d'une temperature modérément élevée 25°C, sur las burgeons floraux du pêcher. **Physiologie Végétale**, Paris, v. 9, n. 2, p. 209-226, 1971.

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

NIR, G.; SHULMAN, Y.; FANBERSTEIN, L. et al. Changes in the activity of catalase in relation to the dormancy of grape buds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 81, p. 1140-1142, 1986.

NYÉKI, J.; SOLTESZ, M. Fruit set of pears varieties by open pollination at different ecological conditions. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 475, p. 355-366, 1998.

NYÉKI, J.; SZABÓ, Z.; BENEDEK, P.; SZALAY, L. Nectar production and pollination im peach. **International Journal of Horticulturae Science**, Alexandria, v. 6, n. 3, p. 123-126, 2000.

NYÉKI, J.; SZABÓ, Z.; ANDRÁSFALVY, A.; SOLTÉSZ, M.S.I. Open pollination and autogamy of peach and nectarines varieties. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 465, p. 279-284, 1998.

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

OGAWA, J. M. et al. **Compendium of stone fruit diseases**. St. Paul: APS Press, 1995. 98 p.

PÉREZ, F.J.; BURGOS, B. Alterations in the pattern of peroxidase isoenzymes and transient increases cycle of grapevine bubs: the effect oh hydrogen cyanamide. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.43, n.3, p.213-220, 2004.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; POLA, A.C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. p. 261-297.

PIMENTA, E.; POLITO, V.S. Ovule abortion in 'Nonpareil' almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb]. **American Journal of Botany**, St Louis, v 69, n. 6, p. 913-920, 1982.

PIMENTA, E.; POLITO, V.S. Embryo sac development in almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb] as affected by cross-, self- and non-pollination. **Annals of Botany**, Kidlington Oxford, v. 51, p. 469-479, 1983.

PIZA Jr., C.T.; BRAGA, F.G. **Cultura do pessegueiro**. Campinas: CATI, 1970. p.1-9. (Boletim Técnico SCR, 29).

RADICE, S.; ONTIVERO, M.; GIORDANI, E. et al. Morphology and physiology of pollen grains of Italian *Prunus persica* (L.) Batsch cultivars grown in Argentina. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 17, n. 2, p. 93-96, 2003.

RAGEAU, R. Novos conceitos em dormência de frutíferas de clima temperado. In: ENFRUTE – ENCONRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., Fraiburgo, 2002. **Anais...** Caçador: Epagri, 2002. p. 185-201.

RASEIRA, M.C.B. Novas cultivares e seleções de pessegueiro. In: ENFRUTE – ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., Fraiburgo, 2002. **Anais...** Caçador: Epagri, 2002. p. 149-152.

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. p. 29-99.

RASEIRA, M.C.; QUEZADA, A.C. Classificação botânica, origem e evolução. In: RASEIRA, M.C.; QUEZADA, A.C. **Pêssego: produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 31-35.

REISER, L.; FISCHER, R.L. The ovule and the embryo sac. **The plant Cell**, Rockville, v. 5, p. 1291-1301, 1993.

REISSER JR., C. **Alterações físicas em ambientes de estufa plástica e seus efeitos sobre as condições hídricas e o crescimento do tomateiro**. 2002. 160f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

REPRODUÇÃO nas angiospermas. Disponível em <<http://www.unisantabr/botanica/imagens/reprodução/FERTIL1.jpg>>. Acesso em: 20 mar. 2005.

REYES, R.A. **Factores que limitan amarre y aperture de yemas florales de chabacano (*Prunus armeniaca* L.)**. Texcoco: Instituto de Recursos genéticos y productividad, 1997. 120f. Tesis (doctorado em Ciencias) - Instituto de Recursos genéticos y productividad, Colegio de Postgraduados, Texcoco, 1997.

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. ANDERSON, J.L.M. ASHCROFT, G.L. Pheno-climatography of spring peach bud development. **HortScience**, Alexandria, v. 10, n. 3, p. 236-237, 1975.

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest 'Radhaven' and 'Elberta' peach trees. **HortScience**, Alexandria, v. 9, n. 4, p. 331-332, 1974.

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

ROBBIE, F.A.; ATKINSON, C.J.; KNIGHT, J.N.; MOORE, K.G. Branch orientation as a factor determining fruit set in apple trees. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 68, p. 317-335, 1993.

RODRIGO, J.; HERRERO, M. Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 92, n. 2, p. 123-135, 2002a.

RODRIGO, J.; HERRERO, M. The onset of fruiting in apricot (*Prunus armeniaca* L.). **Journal of Applied Botany**, Goettingen, v. 76, p. 13-19, 2002b.

RODRIGO, J.; HERRERO, M. Influence of intraovular reserves on ovule fate in apricot (*Prunus armeniaca* L.). **Sexual Plant Reproduction**, Heidelberg, v. 11, n. 2, p. 86-93, 1998.

RODRIGO, J.; HORMANZA, J.I.; HERRERO, M. Ovary starch reserves and flower development in apricot (*Prunus armeniaca*). **Physiologia Plantarum**, Oxford, v. 108, n. 1, p. 35-41, 2000.

ROMBOLÁ, A.D. TOSELLI, M.; SCUDELLARI, D.; TAGLIAVINI, M.; MARANGONI, B. A nutrição das frutas de caroço na fruticultura eco-compatível. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTAS DE CAROÇO - PÊSSEGOS, NECTARINAS E AMEIXAS, 1., Porto Alegre, 2000. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 41-60.

RYUGO, K. **Fruticultura: Ciencia y Arte**. México, D. F: AGT, 1993. 460 p.

RYUGO, K. **Fruit culture: Its Science and Art**. Davis: University of California, 1988. 344p.

SACHS, S.; CAMPOS, A.D. O pessegueiro. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa - SPI; Pelotas: Embrapa - CPACT, 1998. p. 13-19.

SANZOL, J.; HERRERO, M. The "effective pollination period" in fruit trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 1-17, 2001.

SEDGLEY, M.; GRIFFIN, A.R. **Sexual reproduction of tree crops**. Academic Press: London, 1989. 378p.

SERCILOTO, C.M. Fixação dos frutos na fruticultura temperada. In: ENFRUTE – ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., Fraiburgo, 2002. **Anais...** Caçador: Epagri, 2002. p. 103-108.

SHARMAN, D.O.N. Pollination regulation of flower development. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 48, p. 547-574, 1997.

SHERMAN, W. B.; LYRENE, P. M. Bloom time in low-chill peaches. **Fruit Varieties Journal**, University Park, v. 52, p. 226-228, 1998.

SHULMAN, Y.; NIR, G.; LAVEE, S. Oxidative processes in bud dormancy and the use of hydrogen cyanamide in breaking dormancy. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.179, p.141-148, 1986.

SILVEIRA, C.A.P. **Avaliação do efeito das horas de frio, épocas de aplicação e concentrações de cianamida hidrogenada e óleo mineral na brotação, floração e frutificação efetiva de pessegueiro em condições de inverno subtropical**. Pelotas: UFPel, 2003. 89f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

STÖSSER, R.; AVARI, S.F. On the senescence of ovules in cherries. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 29-38, 1982.

STÖSSER, R.; AVARI, S.F. Pollen tube growth and fruit set as influenced by senescence of stigma, style and ovules. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 139, p. 13-22, 1983.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS: UFRGS, 2002. 107p.

SZABÓ, Z.; NYÉKI, J. Floral biology and fertility in peaches. **International Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v. 6, n. 1, p. 10-15, 2000.

SZABO, Z.; NYEKI, J.; SZALAY, L.; GEIBEL, M.; FISCHER, M.; FISCHER, C. Autofertility of peach varieties in a variety collection. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 1, n. 538, p. 131-134, 2000.

SZABO, Z.; TIMON, B.; FELHÖSNÉ-VÁEZI, E. Morphological characteristics of flowers of several peach varieties. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 374, p. 127-130, 1996.

SZAFRAN, E.; LEVY, Y.; ZILKAH, S.; VAL, J.; MONTANES, L.; MONGE, E. Biochemical indicators for peach tree susceptibility under environmental stress. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 448, p. 37-42, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

THOMPSON, M.M; LIU, L.J. Temperature, fruit set, and embryo sac development in 'Italian' Prune. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 98, n. 2, p. 193-197, 1973.

TROMP, J.; BORSBOOM, O. The effect of autumn and spring temperature on fruit set and on the effective pollination period in apple and pear. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 60, n. 1-2, p. 23-30, 1994.

VERISSIMO, V. **Caracterização de parâmetros físicos, químicos e morfológicos de gemas florais de pereira no Sul do Brasil, e sua relação com o abortamento**. Pelotas: UFPel, 2002. 58f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

VERISSIMO, V.; HERTER, F.; RODRIGUES, A.C. et al. Caracterização de gemas florais de pereira (*Pyrus sp.*) relacionada ao abortamento floral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 193-197, 2004.

WEIGUANG, Y.; LAW, S.E.; WETZSTEIN, H.Y. An in vitro study of fungicide effects on pollen germination and tube growth in almond. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 2, p. 1086-1088, 2003.

WEINBAUM, S.A.; PARFITT, D.E.; POLITO, V.S. Differential cold sensitivity of pollen grain germination in two *Prunus* species. **Euphytica**, Dordrecht, v. 33, n. 2, p. 419-426, 1984.

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

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

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

VITI, R.; MONTELEONE, P. Observations on flower bud grow in the some low yield varieties of apricot. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 293, p. 319-326, 1991.

WANG, S.Y.; JIAO, H.J.; FAUST, M. Changes in the activities of catalase, peroxidase, and polyphenol oxidase in apple buds during bud break induced by thidiazuron. **Journal of the Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 10, p. 33-39, 1991.

WOJCIK, P.; KOWALCZYK, W.; JAKUBCZYK, H. et al. Effect of boron fertilization on growth, yield, fruit quality and mineral composition of plum leaves. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.86, 1998. Trabalho apresentado no INTERNATIONAL SEMINAR ON ECOLOGICAL ASPECTS OF NUTRITION AND ALTERNATIVES FOR HERBICIDES IN HORTICULTURE, Warszawa, 1997.

WOLUKAU, J.N.; ZHANG, S.; XU, G.; CHEN, D. The effect of temperature, polyamines and polyamine synthesis inhibitor on in vitro pollen germination and pollen tube growth of *Prunus mume*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 99, n. 3-4, p. 289-299, 2004.

ZANINI, C.D. **Tipos e épocas de poda do pessegueiro 'Granada' em pomar conduzido em produção integrada**. 2006. 70f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

8. APÊNDICES

