

3

FLORAÇÃO E POLINIZAÇÃO

Alberto Ramos Luz

Andrea de Rossi Rufato

José Luiz Marcon Filho

Jaqueline Nogueira Muniz

Juvenildade

Quando as fruteiras são originárias de sementes, e deixadas crescer livremente, sem realizar a enxertia, são denominadas “pé-franco”, e possuem um amplo período de crescimento apenas vegetativo. Neste período não há florescimento nem frutificação, denominado “estado juvenil” ou “juvenildade”, é a fase de vida da planta onde ela não floresce, independente das condições ambientais que lhe são impostas.

A fase juvenil pode variar de 1 a 8 anos, dependendo da espécie, e é caracterizada por um rápido crescimento de todo o organismo, e por características morfológicas e fisiológicas distintas. Entre as características morfológicas ligadas à juvenildade encontram-se a presença de espinhos, e folhas diferenciadas em algumas plantas. Como características fisiológicas citam-se a capacidade de iniciar raízes adventícias e a ausência de floração.

A duração da fase juvenil pode ser encurtado pelo crescimento das mudas sob condições que aceleram seu crescimento ou por técnicas específicas como a enxertia e a utilização de porta enxerto ananizante. Nos pomares comerciais de pereiras, as plantas são compostas por cultivares copas enxertadas sobre porta enxertos propagados de plantas matrizes que já se encontram na sua maturidade, encurtando desta forma o período entre o plantio da muda e o início da floração.

Floração

O desenvolvimento de gemas florais envolve a transformação do ápice vegetativo para uma estrutura reprodutiva. Isto pode ocorrer em diferentes gemas na mesma planta e em períodos de tempo diferentes, significando que este processo não é desencadeado por um estímulo específico de temperatura ou comprimento do dia, e sim por diferentes sinais endógenos e ambientais, que juntos ocasionam o florescimento no tempo apropriado. Os fatores de controle podem envolver o equilíbrio hormonal, disponibilidade de nutrientes, especialmente de carboidratos e a interação destes.

A transformação de uma gema vegetativa para uma reprodutiva ocorre somente quando a estrutura da gema vegetativa está completa.

Pereiras iniciam seu florescimento habitualmente com 5 a 8 anos de idade, quando provindas de propagação por sementes, normalmente em esporões e brotos terminais. Segundo Li-Slet *al.* (1993) as variedades japonesas (*P. pyrifolia*) tendem a ser mais precoces do que as variedades de peras chinesas. A maioria das variedades de *P. bretschneideru*, *P. pyrifolia* e *P. sinkiangensis* iniciam o florescimento com 4 a 5 anos, no entanto a maioria das variedades de *P. communis* e *P. ussuriensis* iniciam o florescimento após 6 anos de idade.

Indução Floral

A indução floral é o primeiro estágio do florescimento, onde o meristema vegetativo começa a ser programado para tornar-se meristema reprodutivo, este pode ser detectado por incrementos na síntese de ácidos nucleicos e proteínas requeridas na divisão e diferenciação celular. A indução floral é iniciada por um estímulo interno que desencadeia o processo, entretanto este estímulo ainda não é totalmente esclarecido para as espécies frutíferas.

A iniciação floral é a primeira mudança morfológica que pode ser detectada na gema. O meristema altera seu tamanho e formato, e começa a produzir estruturas florais. Este estágio e os seguintes são influenciados por vários fatores como genó-

tipo, temperatura, comprimento do dia, condições fisiológicas da planta e a ação interna e externa de biorreguladores.

Como comentado anteriormente, o desenvolvimento das gemas florais não se inicia uniformemente em toda a planta. As condições ambientais também afetam o desenvolvimento das gemas de flor. Em climas temperados, as baixas temperaturas são pré-requisitos indispensáveis à floração, com independência da duração do dia. Durante o período de baixas temperaturas o desenvolvimento das raízes se detém e com ele a síntese hormonal, não havendo transporte destes aos meristemas, sua ação inibidora não ocorre e a gema floresce.

Em pereiras a iniciação floral ocorre aproximadamente 60 dias após a plena florada. As gemas florais são formadas na porção terminal dos brotos e nos esporões de dois ou mais anos.

O vigor das plantas também é um fator determinante da iniciação e desenvolvimento das gemas de flor. O estímulo do crescimento vegetativo reduz a floração, e a prática da poda ratifica este princípio, particularmente em plantas jovens de macieira e pereira.

As giberelinas constituem um dos fatores endógenos mais importantes na inibição da indução floral das angiospermas. As sementes dos frutos em desenvolvimento são muito ativas na síntese das giberelinas, portanto quanto maior a carga de frutos nas plantas, maior será a quantidade de sementes e conseqüentemente mais alto o nível de giberelinas, ocasionando a inibição floral, e a alternância de produção na safra seguinte. Por este motivo é importante a realização da prática de raleio de frutos, a fim de reduzir a síntese de giberelinas produzidas nas sementes.

Diferenciação Floral

A primeira troca detectável no ponto de crescimento da gema após a indução do florescimento é o incremento na síntese de DNA e RNA. Seu conteúdo nas gemas induzidas é sabidamente superior ao de gemas não induzidas. Este aspecto também tem sido demonstrado indiretamente com a utilização de inibidores de DNA e RNA que, quando utilizados, inibem também a formação de gemas de flor.

O sinal mais evidente de diferenciação é o aplainamento que o meristema da gema sofre por consequência de uma maior atividade mitótica na periferia de sua cúpula, uma vez que se produz a vacuolização da parte central do meristema. Torna-se assim uma zona medular fortemente vacuolizada coberta por um manto de células meristemáticas, de onde inicia o desenvolvimento das brácteas e o primórdio floral, que se estenderá por toda a superfície do ápice, de tal forma que todo o tecido meristemático seja diferenciado.

A ordem de aparecimento dos tecidos segue uma sequência acrópeta, concêntrica e contínua de sépalas, pétalas, estames e carpelo. Os primórdios de sépalas se formam em um primeiro momento, e conferem à gema uma característica estrutural côncava. Posteriormente se formam os primórdios das pétalas, os estames, e por último os pistilos que se formam no centro da gema.

Nas Rosáceas, as gemas passam o inverno diferenciadas e em repouso. Ao fim do repouso, ocorre a meiose do grão de pólen, formando-o por completo, sendo que este estado é considerado como o final do desenvolvimento floral.

Época e Período de Floração

Durante o processo de floração a abertura das flores pode ser separada em quatro etapas distintas: 1) Alargamento do pedúnculo floral; 2) Abertura da corola, seguida do surgimento dos estames e pistilos; 3) Deiscência das anteras e dispersão do pólen e 4) Receptividade dos pistilos com frequente aparecimento de líquido estigmático. A expansão das pétalas e dos estames requer uma condição de alongamento celular nos órgãos, e após a alongação dos filamentos, as anteras se abrem e o pólen dispersado.

O estágio de desenvolvimento da gema floral ocorre durante o verão e o outono, e pode variar de acordo com o tipo de gema (basais, medianas, superiores e terminais) e com a cultivar. Na primavera ocorre a abertura das gemas florais, seguida da antese. O período de floração é breve já que a maioria das flores murcha rapidamente.

A floração dura em média 15 dias, sendo que este período varia de acordo com a variedade cultivada, com a quantidade de flores e com as condições meteo-

rológicas da estação. As temperaturas ocasionadas antes e durante a floração afetam a duração deste período.

Em plantas de clima temperado, como é o caso das pereiras, quando não são expostas a quantidades de frio suficiente durante o inverno, a floração pode estender-se por um período de várias semanas, reduzindo seu potencial para uma boa polinização e fecundação.

Polinização

A polinização é o processo de transporte dos grãos de pólen da antera de uma flor ao estigma da mesma flor ou ainda, para outra flor da mesma espécie. O processo ocorre durante o período de floração e antecede a fecundação. É um fator essencial no manejo de pomares de pereira, pois caso ocorra falha na polinização, a produção bem como a qualidade do fruto ficará comprometida.

O tamanho dos frutos, sua forma e o período de conservação frigorífica estão vinculados com a polinização e com a quantidade de sementes presentes. Nas pereiras, as flores apresentam um pistilo composto por cinco carpelos com dois óvulos cada um. Quando a polinização é deficiente não há formação de sementes suficientes, o tecido do receptáculo adjacente ao lóculo onde não ocorreu o desenvolvimento de sementes se deforma, devido à ausência de hormônios e fatores de crescimento, comprometendo o volume e a qualidade da fruta produzida (Figura 11).

A pereira possui flores hermafroditas, característica comum em fruteiras de clima temperado, porém mesmo apresentando os dois sexos na mesma flor, a pereira possui alta taxa de polinização cruzada (planta alógama), devido à auto-incompatibilidade gametofítica, caracterizada pela incapacidade do grão de pólen, mesmo que viável, desenvolver-se adequadamente no estilete. Assim, a fecundação ou fertilização da pereira, dá-se entre plantas de diferentes genótipos.

A polinização desta cultura é influenciada pelas condições climáticas, pelo agente polinizante, como abelhas ou outros insetos, e também pela distância que o pólen deve percorrer entre a sua origem e a flor de destino e pelos períodos de florescimento das cultivares polinizadoras.



Foto: Alberto Ramos Luz

Figura 11. Polinização deficiente em frutos de pereira. A área do fruto sem sementes não se desenvolve na mesma intensidade que a área com sementes.

Viabilidade do pólen

Em condições de campo, os grãos de pólen apresentam pouca longevidade e são viáveis apenas por algumas horas, pois são pouco resistentes as temperaturas moderadas, a alta umidade e a alta intensidade luminosa. Porém, os grãos de pólen têm a viabilidade assegurada durante vários anos, quando armazenados em baixas temperaturas e, com baixa intensidade luminosa e de umidade.

Geralmente não há necessidade de testes de viabilidade de pólen quando estes são colhidos em estágio adequado de desenvolvimento, porém existem muitos casos em que o pólen a ser utilizado pode ter sido colhido em outras regiões ou ainda, ser fornecido através de intercâmbio com outros países. Outro fator a ser considerado é a não-coincidência de floração, que muitas vezes torna imprescindível o armazenamento do pólen colhido em um ano, para ser utilizado no ano seguinte. Sendo assim, antes da utilização do pólen é aconselhável, testar a sua viabilidade.

A viabilidade do pólen deve ser alta (50% a 70%) para qualquer método de polinização. Pode ser determinada pela deposição do pólen em lâminas contendo uma solução de 10 % de sacarose e 1 % de agar, incubação por 2 horas a 24 °C e

contagem da porcentagem de germinação, sob microscópio. Em condições de campo, sob temperaturas moderadas, alta umidade e intensidade luminosa, o pólen tem uma vida curta e normalmente é viável por apenas algumas horas. A utilização de certos fungicidas também reduz a viabilidade consideravelmente.

À medida que o pólen começa a envelhecer, a porcentagem de germinação e o comprimento dos tubos polínicos começam a diminuir, embora o pólen pareça inviável, a presença de alguns tubos polínicos vigorosos indica que o mesmo ainda é suficientemente bom para assegurar uma moderada frutificação efetiva, não obstante apresente baixa porcentagem de germinação.

Incompatibilidade

A incompatibilidade, que evita a autopolinização ou polinização entre certas cultivares de *Pyrus* ocorre em diversas espécies da família Rosaceae. É um mecanismo importante para promover a alogamia entre indivíduos não relacionados, pois impede que as plantas produtoras de gametas masculinos e femininos funcionais produzam sementes quando auto-polinizadas.

A causa da incompatibilidade em pereira deve-se a reações fisiológicas controladas pelo alelo, simbolizado pela letra *S*, proveniente do inglês *Self-incompatibility* que corresponde à auto incompatibilidade. Dessa forma, quando há necessidade de uma cultivar polinizadora, a mesma deve ter compatibilidade do alelo *S* com as plantas produtoras.

A incompatibilidade genética ocorre devido ao insucesso da interação entre o tubo polínico/grão de pólen em penetrar ou se desenvolver normalmente no estigma ou no tecido do ovário, pois o desenvolvimento do tubo polínico ocorre lentamente. A inibição do tubo polínico pode acontecer desde a germinação do pólen até a fertilização do óvulo.

A incompatibilidade homomorfa é a mais importante para as plantas cultivadas, nas quais são conhecidas duas divisões: o sistema esporofítico, de maior ocorrência em Brassicaceas e o sistema gametofítico, mais importante para as espécies frutíferas da família Rosaceae, como é o caso da pereira, sendo o fator que dificulta

os cruzamentos nessa espécie.

A auto-incompatibilidade gametofítica é um mecanismo controlado geneticamente que age impedindo a autopolinização e promovendo a polinização cruzada. É controlada por um locus multialélico (S-locus), que codifica glicoproteínas com atividade ribonucleásica (S-RNases), ou seja, devido à expressão do alelo S, pois o tubo polínico expressa um dos alelos S e, em contato com o pistilo, expressando este mesmo alelo, inibe ou mesmo paralisa o desenvolvimento do tubo polínico.

Período de polinização efetiva

Muitas cultivares apresentam curto período efetivo de polinização, que é o período de receptividade do estigma e do óvulo. A temperatura afeta a taxa de crescimento do tubo polínico no estilete, levando 12 dias a 5°C e 2 dias a 15 °C , no caso da cultivar William's. A viabilidade do óvulo também é afetada pela temperatura. Temperaturas baixas aumentam a longevidade do óvulo, mas o efeito não é tão significativo como no crescimento do tubo polínico.

Uma baixa produção de frutos pode ser atribuída a um curto período efetivo de polinização quando o tubo polínico leva muitos dias para crescer. Em alguns anos, quando faz calor no início da floração, seguidos de períodos frios e chuvosos, o período de floração pode ser estendido. Nesses anos as primeiras cultivares a florescer pode ultrapassar seu período efetivo de polinização antes que elas tenham sido polinizadas por outras cultivares.

As flores de uma inflorescência apresentam a antese em dias diferentes, acarretando no aumento do período de receptividade. O pólen, a partir da antese, é geralmente liberado até dois a quatro dias após, sendo que a polinização geralmente ocorre neste período.

Fecundação

A fecundação é caracterizada pela união do gameta masculino (pólen) com o gameta feminino (óvulo) resultando o óvulo (semente). A fecundação ocorre quando

o pólen, após haver se fixado no estigma e desenvolvido o tubo polínico através do estilete, alcança a oosfera, fundindo-se e formando o óvulo no interior do ovário.

Após a queda dos grãos do pólen nos estigmas da flor dá-se início ao processo de fecundação. Os estigmas produzem um líquido na sua superfície, que facilita a fixação e a germinação do pólen, transportado principalmente por abelhas e outros insetos polinizadores.

O grão de pólen ao germinar emite o tubo polínico. Este tubo microscópico consegue atravessar os tecidos muito sensíveis do estilete e penetrar no ovário. Temperatura, nutrição mineral (particularmente o boro) e compatibilidade genética com o estilete são fatores que afetam o crescimento do tubo polínico. Se o pólen for compatível com os órgãos femininos da cultivar polinizada e as condições climáticas forem favoráveis durante a floração (temperatura média superior aos 12 °C e ausência de chuva ou chuva reduzida), o tubo polínico apresenta crescimento mais intenso, podendo deste modo atravessar rapidamente o estilete e atingir o ovário da flor.

Para cultivares de pereira, após a deposição do grão de pólen, a germinação deste no estigma da flor é maior quando submetido a temperaturas em torno de 20°C e alta umidade. Lombard e Willimas (1972), observando o desenvolvimento dos tubos polínicos de pereira, constataram que a 5 °C o desenvolvimento dos tubos polínicos requeria 12 dias, enquanto que a 15°C, necessitava de apenas dois dias e, também que os óvulos permaneciam viáveis durante 12 dias. Vasilakakis e Porlings (1985) observaram que para a germinação de grãos de pólen *in vitro* de *Pyrus communis* L., temperaturas entre cinco e 25°C favorecem o desenvolvimento dos tubos polínicos.

Uma vez chegado ao ovário, o núcleo masculino do tubo polínico vai encontrar-se com a oosfera existente no saco embrionário, fecundando o óvulo e formando a semente. Muitas cultivares apresentam curto período efetivo de polinização, que é o período de receptividade do estigma e do óvulo. A longevidade do óvulo é controlada por fatores genéticos e nutricionais, enquanto baixas temperaturas, como geadas podem causar a morte do óvulo ou semente (embrião).

Em relação ao pólen das pereiras, a fecundação em um mesmo pomar pode ser variável de ano para ano. As chuvas, durante o período de floração, têm o grave

inconveniente de limparem o líquido estigmático, responsável pela aderência dos grãos de pólen, além de diminuir a atividade dos insetos polinizadores, e consequentemente diminuir a quantidade de flores fecundadas.

Partenocarpia

Na pereira e também em algumas outras espécies, a formação dos frutos pode ocorrer sem que ocorra a polinização e fecundação. Esta frutificação denomina-se partenocárpica e consiste no desenvolvimento das paredes do ovário originando peras sem sementes ou com sementes inviáveis (Figura 11).

Muitas vezes, as peras têm um determinado número de sementes “verdadeiras” e bem formadas, mas são oriundas de fecundação parcial dos óvulos e de polinização cruzada insuficiente. Alguns destes frutos mostram rudimentos de sementes que tiveram um ligeiro crescimento, mas rapidamente abortaram. A não formação de sementes normais muda a forma original dos frutos, deixando-os, geralmente, mais alongados.

As sementes desempenham um papel fundamental na vida das plantas, já que são responsáveis por sintetizar hormônios, como auxinas e giberelinas e diversos compostos orgânicos que atuam na redução da queda de frutos e desempenham funções importantes na fase inicial de desenvolvimento dos frutos, isto é, na fase de divisão e multiplicação celular. Colaboram também na regulação das colheitas e no comando do crescimento das pereiras.

Quando a polinização é insuficiente, há formação de reduzido número de sementes, e para que o ovário se desenvolva, torna-se necessário que a fruta utilize fitormônios produzidos em outras partes da planta, já que existem poucas sementes para realizar a produção local destas substâncias, ou também pela utilização de reguladores de crescimento aplicados durante o período de floração.

Polinizadoras

O emprego de cultivares polinizadoras é prática corrente na cultura de pe-

reira, já que esta espécie é alógama, exigindo fecundação cruzada para que haja produção satisfatória de frutas.

No processo de fertilização do óvulo e a consequente frutificação, a planta polinizadora necessita produzir pólen compatível com o estilete da flor receptora. Uma boa planta polinizadora deve produzir pólen em abundância e flores atrativas. Cultivares triplóides produzem pólen de baixa fertilidade e em quantidade reduzida, não sendo consideradas boas polinizadoras.

Para que a polinização cruzada seja eficiente, o florescimento da cultivar polinizadora e da cultivar receptora deve ser coincidente. Aconselha-se a ter no mínimo duas cultivares polinizadoras, sendo que umas delas deve atingir a plena floração quando os primeiros 30 % das flores da cultivar principal estiverem abertas, e a outra polinizadora deve coincidir sua plena floração com a plena floração da cultivar principal.

Na definição da cultivar polinizadora, deve ser levada em conta a compatibilidade do pólen e a coincidência de floração com a cultivar principal, ser livre de pragas e doenças, e se possível, que tenha um bom valor comercial.

Para uma melhor resposta na polinização cruzada, as polinizadoras devem ser dispostas nas filas a uma distância máxima de 20 metros entre as plantas polinizadoras.

Na Tabela 2 são demonstradas as cultivares comerciais e suas respectivas polinizadoras, nas condições do sul do Brasil.

Agentes polinizadores

Os agentes polinizadores são os responsáveis pela transferência do pólen das anteras para o estigma. Incluem insetos, especialmente abelhas, e também pela ação do vento e métodos artificiais suplementares como o manual, com o uso de pincéis.

As abelhas são consideradas o agente polinizador mais eficaz. Porém, os demais métodos podem ser importantes em situações climáticas adversas, as quais prejudicam a ação dos agentes polinizadores (Figura 12).

As abelhas intensificam o seu trabalho de visita às flores, quando as tempera-

turas se situam entre 15 °C e 26 °C, mas reduzem ou suspendem a sua atividade com temperaturas abaixo de 10 °C. Nas horas de maior calor e insolação, particularmente acima de 32 °C verifica-se que o trabalho das abelhas colhedoras de pólen e néctar, é desviado principalmente para o abastecimento de água, com a finalidade de garantir a redução de temperatura no interior da colméia.



Foto: José Luiz Marcon Filho

Figura 12. Polinização de flores de pereira europeia. Polinização entomófila.

Tabela 2. Cultivares comerciais de pereira europeia e suas respectivas possíveis polinizadoras nas condições climáticas do sul do Brasil.

Cultivar comercial	Cultivar polinizadora
Abate Fetel	Forelle
Carrick	Kieffer ou Ya Li
Cascatense	Flordahome ou IAC 9040
Clapp'sFavorite	Abate Fetel ou Forelle
Forelle	Abate Fetel
Garber	Carrick ou Kieffer
Housui	Packham'sTriumph ou Shinseiki
Kieffer	Carrick, Garber ou Tenn
Kousui	Packham'sTriumph ou Shinseiki
Le Conte	Triunfo
Max RedBartlett	Packham'sTriumph ou Highland
Packham'sTriumph	Max Red Bartlett ou Winter Nelis
Nijisseiki	Bartlett ou William's

Nitaka	Hosui
Rocha	Hosui
Santa Maria	Packham'sTriumph
Seleta	-
Século XX	Shinseiki, Kousui ou William's
Shinseiki	Shinsui ou Hosui
Shinsui	Século XX ou Shinseiki
Smith	Kieffer ou Ya Li
Suissei	Século XX ou Shinseiki
Tenn	Kieffer
Tenra	-
Triunfo	Kieffer ou Le Conte
Ya Li	Carrick ou Kieffer
William's	Packham'sTriumph

Fonte: Adaptado de Wrege, 2006.

Quando o tempo está nublado ou com vento, a atividade das abelhas se concentra mais próximo das colméias. Ventos com velocidade entre 15 a 20 km por hora reduzem a atividade das abelhas, podendo suspender sua atividade se a velocidade alcançar 30-40 km por hora.

Plantas invasoras ou de cultivos de cobertura com florescimento coincidente com a do pomar, devem ser roçadas ou eliminadas antes de se trazer as colméias, por causa da competição com as flores da pereira, já que estas possuem néctar muito pobre em açúcares (10 a 15%), quando comparado, por exemplo, com a macieira (40 a 50%). Por este motivo as flores das pereiras exercem uma fraca atração às abelhas e outros insetos polinizadores.

Aconselha-se a utilização de 5 a 8 colméias por hectare. O número ideal é difícil de determinar e depende de diversos fatores, tais como: idade e tamanho da planta; intensidade da floração, densidade de plantio, número de arranjo das cultivares polinizadoras, existência ou não de outros insetos polinizadores nativos, condições climáticas e tamanho da colméia.

É recomendável agrupar as colméias em locais ensolarados e protegidos dos ventos. Destaca-se que locais ensolarados podem propiciar 50% mais atividade de

abelhas que os locais sombreados. As colônias de abelhas devem ser levadas ao pomar no momento da floração, pois é quando o pomar de pereira torna-se atrativo para as abelhas, permanecendo no local durante todo o período de floração. Após o término da floração, as abelhas devem ser removidas do pomar, para evitar o perigo de contaminação pelos agrotóxicos pulverizados,

O uso de fungicidas, inseticidas e herbicidas, durante o período de polinização, deve ser evitado, ou quando necessário, utilizar produtos seletivos ou menos tóxicos as abelhas e as pulverizações devem ser realizadas preferencialmente final da tarde ou à noite, período do dia em que a atividade das abelhas diminui.

LITERATURA CONSULTADA

FAORO, I. D. Morfologia e fisiologia. In: Nashi, a pera japonesa. Florianópolis: Epagri, 2001. p. 67 - 94

GONÇALVES, Ciane Xavier. Viabilidade e compatibilidade de pólen de diferentes genótipos de pereira no Rio Grande do Sul. 2008. 150f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

JACKSON, J.E. Biology of apples and pears. 1 ed. New York: Cambridge University Press, 2003, p.268-325

LI, SL; HUANG, L.S.; LONG, P.H. AND SUN, B.J. Observations of first fruiting age of pear varieties. In: SHARMA, R. M.; PANDEY, S. N.; PANDEY, V. (Ed.). The Pear: Production, Post-Harvest Management and Protection. 1 ed. India: IBDC Publishers, 2010, p. 163-182

LEITE, D. L.; SOUZA, C. M. Polinização. In: CENTELLAS-QUEZADA, A.C.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Ed.). Pera: produção. Brasília: Embrapa, 2003. p. 23-28. (Frutas do Brasil, 46).

LOMBARD, P. B.; WILLIAMS, R. Artificial supplementary pollination trials on apples and pears in Britain. *Oreg. Hort. Soc. Proc.*, v. 64, 1972, p.43-46

ÖPIK, H.; ROLFE, S. *The Physiology of flowering plants*. 4 ed. New York: Cambridge University Press, 2005, p.270-315

PETRI, J. L. Poda e condução da macieira. In: EPAGRI. A cultura da macieira. 1 ed. Florianópolis: Epagri, 2002, p. 229-260

PODESTA, L.. Floración, Polinización y Cuaje. In: OZZI, G. (ed.) Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento, Buenos Aires: Editorial Facultad de

Agronomía – Universidade de Buenos Aires, 2007, p 281 – 305

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Fisiologia vegetal. México: Iberoamérica, 1992, 759 p.

SILVA, A. Polinização. In: SOARES, J.; SILVA, A.; ALEXANDRE, J. O Livro da Pera Rocha. Cadaval: Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha, 2001, v. 1, p 137 – 166

SHARMA, R. M.; PANDEY, S. N.; PANDEY, V. (Ed.).The Pear: Production, Post-Harvest Management and Protection. 1 ed. India: IBDC Publishers, 2010, p. 163-182

VASILAKAKIS, M.; PORLINGS, I. C. Effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, effective pollination period, and fruit set of pear. HortiScience, Alexandria, v.8, n.4, 1985, p.733-735

WREGGE, M. S. et al. Zoneamento Agroclimático para Pereira no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2006. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 182).