Embrapa
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1516-8840
Junho, 2004

Documentos 119

Fisiologia da formação de sementes em citros

Roberto Pedroso de Oliveira
Antonio Sanshotene Gonçalves
Walkyria Bueno Scivittaro
Bonifácio Hideyuki Nakasu

Pelotas, RS
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403 - Pelotas, RS
Fone: (53) 275 8199
Fax: (53) 275 8219 - 275 8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Mário Franklin da Cunha Gastal
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Ariano Martins Magalhães Junior, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Darcy Bitencourt, Cláudio José da Silva Freire, Vera Allgayer Osório
Suplentes: Carlos Alberto Barbosa Medeiros e Eva Choer

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Foto da capa: Roberto Pedroso de Oliveira
Editoração eletrônica e capa: Oscar Castro

1ª edição
1ª impressão 2004: 200 exemplares

Todos os direitos reservados
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Fisiologia de formação de sementes em citros / Roberto Pedroso de Oliveira... [et al.]. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.
27p. -(Embrapa Clima Temperado. Documentos, 119).

1. Frutas citrica; Apirêmica. 2. Citrus; Sem semente; Fisiologia. I. Oliveira, Roberto Pedroso de. II. Gonçalves, Antunes Sanchotene. III. Scivittaro, Walkiria Bueno. IV. Nakasu, Bonifacio Hideyuki. V.Série.

CDD 634.3

Autores

Roberto Pedroso de Oliveira
Eng. Agrôn., Pesquisador, Dr.
Embrapa Clima Temperado
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
E-mail: rpedroso@cpact.embrapa.br

Antonio Sanshotene Gonçalves
Eng. Agrôn., Master em Citricultura,
Av. Celestino Cavalheiro, 700 - CEP 97300 000
São Gabriel, RS (55) 9979 1453
E-mail: asg@sgnet-rs.com.br

Walkyria Bueno Scivittaro
Embrapa Clima Temperado
Eng. Agrôn., Dr., BR 392 KM 78
Cx. Postal 403 - CEP 96001 970 - Pelotas, RS
(53) 275-8226
E-mail: wbscivit@cpact.embrapa.br

Bonifácio Hideyuki Nakasu
Embrapa Clima Temperado
Eng. Agrôn., Dr. BR 392 KM 78
Cx. Postal 403 - CEP 96001 970 - Pelotas, RS
(53) 275 8226

Apresentação

O cultivo dos citros no Rio Grande do Sul vem sendo feito, predominantemente, em pequenas propriedades familiares, ocupando uma área próxima a 41 mil hectares, com receita direta anual de 150 milhões de reais. Embora a cultura seja expressiva no Estado, ainda existe uma enorme demanda a ser atendida, principalmente no que se refere à produção de frutas para o mercado *in natura*.

Há cinco anos, a Embrapa Clima Temperado iniciou um programa de fomento da citricultura de mesa no Sul do Brasil. Nove cultivares de laranja, tangerina e híbridos foram introduzidos a partir do programa de certificação uruguaio e avaliadas em diferentes municípios. Essas cultivares já são consagradas no mercado internacional, tendo como principal característica a ausência de sementes sob determinadas condições de cultivo. Paralelamente, material genético foi multiplicado e disponibilizado a viveiristas treinados para produzir mudas certificadas.

No momento, centenas de agricultores têm demonstrado interesse em ingressar na atividade, sendo fundamental o conhecimento sobre os aspectos técnicos envolvidos na produção de citros sem sementes.

Este trabalho apresenta informações importantes sobre a fisiologia da formação de sementes em frutas cítricas, oferecendo uma valiosa orientação aos produtores e aos consumidores sobre cultivares e técnicas de manejo relacionadas à presença/ausência de sementes em citros.

João Carlos Costa Gomes
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Fisiologia da formação de sementes em citros 9

1. Introdução 9

2. Genética dos citros 11

3. Classificação em função do número de sementes 12

4. Aspectos gerais da formação de sementes 13

4.1. Estrutura geral de uma flor 13

4.2. Formação de gametas 14

4.3. Polinização 14

4.4. Fecundação 15

4.5. Fertilização 16

4.6. Formação da semente e do fruto 16

5. Esterilidade em citros 16

6. Implicações da presença/auseência de sementes no frutos 19

7. Tendências atuais de consumo 21

8. Características de cultivares de mesa introduzidas ... 21

9. Manejo de pomares 23

10. Referências Bibliográficas 24

11. Agradecimentos 27

Fisiologia da formação de sementes em citros

Roberto Pedroso de Oliveira
Antonio Sanshotene Gonçalves
Walkyria Bueno Scivittaro
Bonifácio Hideyuki Nakasu

1. Introdução

A citricultura é um dos agronegócios de maior importância econômica e social para o Brasil, que é o maior produtor mundial de laranja (IBGE, 2003). Mesmo assim, ainda existe mercado principalmente para frutas cítricas de mesa.

A produção de laranja no País é destinada principalmente para a produção e exportação de suco concentrado congelado (270 milhões de caixas - 78,7%). Uma fração menor (70 milhões de caixas - 20,4%) é destinada ao mercado interno de frutas frescas e uma parte pequena à exportação de frutas frescas (3 milhões de caixas - 0,9%) (Gazeta Santa Cruz, 2003).

O Estado do Rio Grande do Sul é o quinto maior produtor nacional, com produção anual estimada de 500 mil toneladas de fruta, distribuída em uma área de 41 mil hectares e com receita direta de 150 milhões de reais (IBGE, 2003). Embora a produção do Estado seja significativa, ainda existe um imenso potencial para ser explorado, pois várias regiões agregam características agroclimáticas favoráveis à produção de citros com qualidade diferenciada (Wrege et al., 2004). Além disso, o preço da terra é muitas vezes inferior ao das regiões citrícolas tradicionais de São Paulo, havendo, também, adequada infra-estrutura de transporte terrestre e portuário e para armazenamento das frutas.

Em função das perspectivas econômicas que a cultura apresenta, centenas de agricultores estão interessados em ingressar na atividade citrícola, o que tem gerado uma demanda anual de mais de um milhão de mudas no Rio Grande do Sul.

Desde 1999, a Embrapa Clima Temperado, com apoio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), vem fomentando odesenvolvimento da cultura dos citros de mesa no Estado. Para tanto, foram introduzidas novas cultivares consagradas no mercado internacional de citros *in natura*, a partir do programa de certificação uruguaio, e está sendo disponibilizado um pacote tecnológico para a produção de frutas de qualidade aos agricultores. As cultivares introduzidas foram as de laranja ´Lane Late´, ´Navelate´, ´Navelina´ e ´Salustiana´ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], de tangerina ´Clemenules´ (*C. reticulata* Blanco), ´Marisol´ (*C. reticulata* Blanco) e satsuma ´Okitsu´ (*C. unshiu*), e os híbridos ´Nova´ [*C. clementina* x (*C. paradise* x *C. tangerina*)] e ´Ortanique´ (híbrido natural provavelmente entre *C. sinensis* (L.) Osbeck e *C. reticulata* Blanco). Além de apresentarem características sensoriais e horticulturais interessantes, estas cultivares são apirênicas, ou seja, não produzem sementes sob determinadas condições de cultivo, apresentando, por isso, maior valor comercial. Esse conjunto varietal apresenta um amplo período de colheita, estimado ao redor de nove meses nas condições do Rio Grande do Sul, por incluir cultivares de maturação precoce, média e tardia, proporcionando uma safra distribuída ao longo do ano, de forma a maximizar os meios de produção da propriedade e não haver concentração da produção nos períodos em que há maior disponibilidade de citros no mercado.

Atualmente, muitos agricultores estão interessados em investir na produção de citros de mesa; entretanto, praticamente, não conhecem os aspectos fisiológicos e fitotécnicos envolvidos na produção de frutos partenocárpicos.

Este trabalho tem por objetivo apresentar os principais aspectos relacionados à fisiologia da formação de sementes em citros. Espera-se que esta publicação oriente os agricultores na escolha de cultivares e na distribuição das plantas nos pomares de forma a produzirem citros

de qualidade e sem sementes.

2. Genética dos citros

A grande maioria das cultivares de *Citrus* e dos gêneros afins, tais como *Poncirus*, *Fortunella*, *Severinia*, *Microcitrus* e *Eremocitrus*, são diplóides, com nove pares de cromossomos (2n = 18) (Frost & Soost, 1968). Em citros, também existem materiais triplóides e tetraplóides, os quais, geralmente, apresentam meiose irregular com conseqüente comprometimento da fertilidade dos óvulos e/ou dos grãos de pólen.

As espécies de *Citrus* são alógamas e altamente heterozigotas, podendo haver cruzamento entre si e com gêneros afins, inclusive com produção de híbridos férteis (Cameron & Frost, 1968; Barret, 1985). Por isso, apresentam alta variabilidade genética (Oliveira et al., 2002) e exigem condições específicas de cultivo para a produção de porta-enxertos com fidelidade genética e de frutos sem sementes (Frost & Soost, 1968).

Assim como ocorre em outras fruteiras, os citros podem se reproduzir, via sementes, por apomixia ou poliembrionia, além do método de reprodução sexual, formando um ou mais embriões a partir da diferenciação de células do nucelo da semente (Frost & Soost, 1968). Nas espécies que apresentam embrionia nucelar, a ausência de sementes requer não apenas a esterilidade sexual, mas também a esterilidade nucelar, ou seja, a inabilidade de produzir embriões nucelares.

A produção de fruto sem sementes, chamada de partenocarpia, ocorre em algumas cultivares de *Citrus*. O número de sementes por fruto é altamente variável em função de fatores genéticos e ambientais, que podem afetar o desenvolvimento dos gametas, polinização, fecundação, formação e sobrevivência dos embriões nucelares e zigóticos (Hodgson, 1967).

3. Classificação em função do número de sementes

As cultivares de citros podem ser classificadas em cinco grupos, em função do número médio de sementes presentes por fruto:

⇒ **Cultivares sem sementes**: normalmente não produzem sementes, sendo uma característica rara no gênero *Citrus*, verificada em algumas cultivares selecionadas. Nesse grupo, encontram-se a lima ácida ´Tahiti´, as laranjas de umbigo e as tangerinas satsumas. Embora essas cultivares sejam classificadas como sem sementes, existem relatados de sua presença esporádica, inclusive na cultivar triplóide lima ácida Tahiti (Reece & Childs, 1962). Frost & Soost (1968) observaram formação de sementes em 10 frutos de 25 mil analisados da cultivar de laranja Washington Navel.

⇒ **Cultivares praticamente sem sementes**: normalmente são encontradas de uma a duas sementes por fruto. Nesse grupo, encontram-se as laranjas ´Salustiana´ e ´Valência Delta Seedless´, as tangerinas Clementinas e os híbridos ´Nova´ e ´Ortanique´, quando cultivados de forma isolada de plantas polinizadoras.

⇒ **Cultivares com poucas sementes**: normalmente produzem de três a cinco sementes por fruto. Nesse grupo, encontram-se as laranjas ´Hamlin´, ´Shamouti´, ´Valência´, ´Valência Late´ e ´Verna´, os limões verdadeiros ´Eureka´ e ´Lisboa´ e os pomelos.

⇒ **Cultivares com sementes**: normalmente produzem de seis a 20 sementes por fruto. Nesse grupo, encontram-se a maioria das tangerinas, as laranjas ´Pineapple´ e ´Rubi´ e as laranjas azedas.

⇒ **Cultivares com muitas sementes**: são aquelas que produzem mais de 21 sementes por fruto. Como exemplo, podem-se citar algumas cultivares de pomelo e toranja, que chegam a produzir mais de 100 sementes por fruto. Obviamente, os frutos dessas cultivares são maiores, alcançando, por vezes, o tamanho de uma bola de futebol.

Até mesmo nas cultivares que produzem muitas sementes, supõe-se existir algum grau de esterilidade, pois o número de sementes observado tem sido sempre menor do que o número de óvulos existentes.

No mercado internacional, existe uma tolerância em relação ao número de sementes por fruto de citros, sendo considerado, como sem sementes, os lotes que apresentam uma média de até duas sementes por fruto.

4. Aspectos gerais da formação de sementes

4.1. Estrutura geral de uma flor

A flor é uma das estruturas mais complexas de uma planta, sendo composta por órgãos especializados na realização da função sexual. Em *Citrus*, as flores podem ser perfeitas, hermafroditas estaminadas ou hermafroditas pistilares (Frost & Soost, 1968).

Os órgãos de uma flor são os seguintes:

a) Cálice: constituído por um conjunto de sépalas.

b) Corola: constituída por um conjunto de pétalas, sendo que o cálice e a corola constituem o perianto.

c) Androceu: corresponde à parte masculina da flor. É formado por um conjunto de estames, sendo cada estame composto por filete, conectivo e antera. O filete é um delicado filamento, em cuja extremidade encontra-se a antera. As anteras possuem duas tecas, cada uma com dois sacos polínicos ligados pelo conectivo. No interior dos sacos polínicos são produzidos os grãos de pólen.

d) Gineceu: corresponde à parte feminina da flor. É constituído por folhas carpelares que na maioria das espécies formam um único pistilo. O pistilo é composto pelo ovário, estilete e estigma. Caracteriza-se por apresentar o formado de uma garrafa bojuda, em cuja parte basal, mais dilatada, encontra-se o ovário, e na porção correspondente ao gargalo da garrafa, o estilete. No ovário, podem existir um ou mais óvulos. O estigma está localizado no ápice do estilete, sendo uma região glandular, comumente provida de pequenas papilas para a fixação dos grãos de pólen.

4.2. Formação de gametas

No interior dos sacos polínicos são encontradas células diplóides, denominadas de células-mãe dos grãos de pólen. Estas sofrem meiose, diferenciando-se nos grãos de pólen, que são células haplóides. Comumente, antes mesmo dos grãos de pólen serem liberados da antera, ocorre uma divisão mitótica originando dois núcleos: o vegetativo e o generativo. Em muitos casos, o núcleo generativo sofre uma segunda mitose, produzindo dois núcleos espermáticos. Desta forma, o grão de pólen torna-se trinucleado. Temperaturas entre 15°C a 20°C são as mais favoráveis para a formação de grãos de pólen viáveis (Castañer, 199?).

O desenvolvimento do ovário e dos óvulos ocorre paralelamente ao das anteras e dos grãos de pólen. No interior do óvulo é formado o saco embrionário, que se trata de uma estrutura octonucleada. Dos oito núcleos, três se agrupam junto à micrópila e três em posição oposta à mesma. Os primeiros se diferenciam em duas sinérgidas laterais e uma oosfera central. A oosfera corresponde ao gameta feminino. Os outros três núcleos constituem as antípodas. No centro do saco embrionário, localizam-se os dois núcleos restantes, chamados de núcleos polares.

Maiores detalhes sobre a formação dos gametas podem ser obtidos em Silva Jr. & Sasson (1981), Bandel (1985) e Mauseth (1995).

4.3. Polinização

A polinização compreende as fases em que ocorrem o transporte dos grãos de pólen da antera ao estigma e o início do desenvolvimento do tubo polínico.

O vento, a água, as aves, os insetos e o próprio homem são os principais agentes polinizadores das plantas.

Em citros, pode ocorrer autopolinização ou polinização cruzada, em função da origem do grão de pólen. Para que ocorra a polinização cruzada, é necessário que haja abertura coincidente das flores das cultivares.

As flores de citros apresentam características que atraem muitas espécies de insetos, tais como: corola evidente, forte perfume, pólen e néctar em abundância (Frost & Soost, 1968). A polinização é realizada, principalmente, por abelhas. Outros insetos, como tripes e ácaros, e o vento exercem um papel secundário no processo, devido aos grãos de pólen de citros serem bastante pesados (Cameron & Frost, 1968). Por esta razão, mesmo sob condições de ventos fortes, a polinização ocorre no máximo de 12-15 m de distância, na ausência de abelhas (Castañer, 199?).

4.4. Fecundação

A fecundação ocorre por ocasião da fusão dos gametas masculino e feminino produzidos pelas flores.

Segundo Frost & Soost (1968), o período entre a polinização e a fecundação dos citros varia de dois a 30 dias, em função da cultivar e das condições ambientais, principalmente temperatura.

Para que se inicie o processo de fecundação é necessário que os grãos de pólen atinjam o estigma da flor. Inicia-se, então, o desenvolvimento do tubo polínico, o qual é estimulado por substâncias produzidas pelo óvulo. Esse processo somente ocorre em temperaturas superiores a 13°C (Castañer, 199?).

O tubo polínico se forma a partir do grão de pólen, havendo penetração através do estigma e crescimento em direção à micrópila do óvulo. Na porção dianteira do tubo polínico, deslocam-se o núcleo vegetativo, seguido, logo atrás, pelo núcleo generativo. Durante este deslocamento, o núcleo generativo divide-se, formando dois núcleos espermáticos haplóides masculinos, que são os gametas verdadeiros. Logo que o tubo polínico penetra no saco embrionário, o núcleo vegetativo degenera-se, tendo encerrado a sua função.

Em citros, pode ocorrer autofecundação ou fecundação cruzada. Na literatura são relatados vários mecanismos evolutivos para favorecer a fecundação cruzada, como a incompatibilidade entre o pólen e o estigma de uma mesma planta, separação de sexos nas flores de um

mesmo indivíduo, amadurecimento do androceu e do gineceu de uma mesma flor em época diferente, dentre outros.

4.5. Fertilização

A fertilização corresponde à união do núcleo haplóide masculino com o feminino, formando a célula diplóide denominada de ovo ou zigoto. Trata-se de um processo de dupla fertilização em que um dos núcleos espermáticos se funde com a oosfera, resultando na célula ovo que, ao se desenvolver, formará o embrião da semente. O outro núcleo espermático migra em direção aos núcleos polares. Os três núcleos se fundem, formando um núcleo triplóide, que se divide várias vezes, formando o endosperma. Este possui a função de nutrir o embrião durante o seu desenvolvimento inicial

4.6. Formação da semente e do fruto

A semente é resultante do óvulo fecundado que se desenvolve no interior do ovário. Em *Citrus*, as sementes apresentam alta variabilidade em relação à forma, tamanho, textura, espessura e coloração do tegumento, grau de poliembrionia, e coloração da calaza e dos cotilédones (Hodgson, 1967).

O fruto dos citros origina-se a partir do desenvolvimento do ovário.

5. Esterilidade em citros

A esterilidade é classificada em função do estádio em que ocorre, podendo ser gamética, de natureza relativa ou absoluta, ou zigótica (Frost & Soost, 1968).

A esterilidade gamética relativa normalmente ocorre por autoincompatibilidade, não havendo a formação de embriões após a autopolinização, embora as células gaméticas sejam funcionais. Esse tipo de esterilidade ocorre em tangerinas do grupo das clementinas (Frost & Soost, 1968), no tangelo ´Orlando´ (Krezdorn & Robinson,

1958), nos tangelos ´Lee´ e ´Nova´ (Hearn & Reece, 1967) e em cultivares de *C. grandis* (Soost, 1964). Em outros casos, como o da laranja ´Shamouti´, não existe incompatibilidade entre os gametas da mesma cultivar, porém a fecundação não ocorre em função dos óvulos apresentarem uma maturação posterior à dos grãos de pólen (Frost & Soost, 1968).

A esterilidade gamética absoluta pode ser masculina, quando ocorrem problemas de desenvolvimento dos grãos de pólen ou dos estames, ou feminina, quando é comprometida a viabilidade dos sacos embrionários ou dos pistilos.

A esterilidade gamética absoluta masculina decorrente de problemas de viabilidade dos grãos de pólen é a mais comumente verificada, ocorrendo nas cultivares de laranja de umbigo ´Bahia´, ´Lane Late´, ´Navelina´, ´Navelate´ e ´Washington Navel´, na lima ácida ´Tahiti´ e em vários híbridos de tangerina satsuma com *Poncirus trifoliata* (Frost & Soost, 1968; Anderson, 1996). Estas cultivares e híbridos são macho-estéreis, em função de haver degeneração de tecidos antes da primeira divisão meiótica das células-mãe dos grãos de pólen (Guardiola et al., 1974; Gonzalez-Sicilia, 1963). Nesses casos, a produção de sementes somente ocorre se houver polinização por parte de outro parental masculino.

As cultivares de tangerina do grupo das satsumas também são consideradas macho-estéreis, embora produzam uma pequena porcentagem de pólen viável. Nas satsumas, o número de células que originaram os grãos de pólen é menor do que na maioria das outras cultivares. Além disso, pode ocorrer degeneração dessas células-mãe em vários estádios de seu desenvolvimento (Hodgson, 1967; Saunt, 1992; Donadio et al., 1998). Ao contrário das cultivares de laranja de umbigo e da lima ácida ´Tahiti´, as reduções meióticas ocorrem normalmente nas satsumas (Frost & Soost, 1968).

Problemas de viabilidade dos grãos de pólen também são relatados em outras cultivares de citros (Frost & Soost, 1968). A laranja ´Valência´ apresenta alta porcentagem (40-60%) de pólen não funcional, por não apresentar conteúdo celular; o mesmo ocorre com as cultivares de pomelo, limões verdadeiros e laranjas ´Pêra´ e ´Lima´. Em *C. limon*,

conforme verificado na cultivar Eureka, a meiose é irregular, em razão da ocorrência de muitas tétrades anormais e da alta freqüência de univalentes.

A esterilidade gamética masculina também pode ocorrer por problemas de desenvolvimento dos estames, sendo variável em função da cultivar e das condições ambientais de cultivo (Frost & Soost, 1968).

A esterilidade gamética feminina por defeito na formação do saco embrionário é relatada em cultivares de tangerina do grupo das satsumas e nas laranjas de umbigo. A causa desse tipo de esterilidade refere-se à degeneração da célula-mãe ou do próprio saco embrionário em formação. No entanto, não é uma esterilidade absoluta, pois alguns sacos embrionários podem completar o seu desenvolvimento, estando aptos à fecundação. Esse tipo de esterilidade não é causada por redução cromossômica irregular, pois a degeneração ocorre na prófase da primeira divisão meiótica. Provavelmente, a causa da degeneração do saco embrionário seja a mesma que promove a dos grãos de pólen nas mesmas cultivares. Deve-se destacar que os demais tecidos do óvulo desenvolvem-se normalmente. O problema é mais severo nas laranjas de umbigo do que nas tangerinas satsumas, tanto no desenvolvimento das anteras como no dos óvulos (Hodgson, 1967). Na lima ácida ´Tahiti´, um número pequeno de óvulos funcionais se desenvolvem, podendo, ocasionalmente, haver a formação de sementes. Em algumas outras cultivares de citros também ocorre má-formação do saco embrionário. Nas laranjas ´Shamouti´ e ´Valência´ e em pomelos, o saco embrionário é ausente ou abortivo em uma grande proporção de óvulos (Frost & Soost, 1968).

A esterilidade gamética feminina também pode ocorrer por problemas de desenvolvimento dos pistilos. A maioria das flores das espécies *C. limon*, *C. aurantifolia* e *C. medica* não apresentam pistilo. O mesmo ocorre com parte das flores das espécies *C. sinensis*, *C. grandis*, *C. paradisi* e *C. reticulata*. Durante a floração, temperaturas menores do que 10ºC aumentam a proporção de pistilos abortados (Frost & Soost, 1968).

Em cultivares triplóides, como a lima ácida ´Tahiti´, e tetraplóides, a redução da fertilidade deve estar relacionada, principalmente, à meiose

irregular dos cromossomos, havendo presença de constituintes extras ou falta de parte deles no conjunto normal. Por isso, a produção de triplóides, pelo cruzamento entre diplóides e tetraplóides, é um método importante para produzir cultivares sem sementes de citros (Cameron & Frost, 1968).

A esterilidade zigótica ocorre quando não são produzidos embriões capazes de germinar, embora tenha ocorrido a fertilização. Desenvolvendo ou não o embrião zigótico, várias cultivares de citros podem produzir embriões nucelares assexualmente (Frost & Soost, 1968). A existência do saco embrionário na forma viável e a fecundação do óvulo e a união dos núcleos polares com o espermático são essenciais para o desenvolvimento dos embriões nucelares.

Em cultivares tetraplóides, o aborto do embrião zigótico é mais freqüente do que nos diplóides, em razão da redução irregular dos cromossomos proporcionar gametas de baixa viabilidade (Cameron & Frost, 1968).

Conforme discutido, vários níveis de esterilidade podem ser encontrados nas cultivares de citros em diferentes órgãos e fases de desenvolvimento, não havendo dúvidas sobre a existência de algum(ns) gene(s) letal (is) regulando o processo (Frost & Soost, 1968).

6. Implicações da presença/ausência de sementes nos frutos

Além do impacto no valor comercial, a presença ou a ausência de sementes pode afetar uma série de características relacionadas à fixação de frutos nas plantas, tamanho e forma dos frutos, textura e espessura da casca, teor de açúcares e produtividade (Cameron & Frost, 1968; Vithanage, 1991; Wallace & Lee, 1999).

O nível de partenocarpia, ou seja, a capacidade de produzir frutos sem sementes é bastante variável em função da cultivar de *Citrus*, com implicação direta no número de frutos fixados por planta. As cultivares de laranja de umbigo, as tangerinas satsumas e a lima ácida ´Tahiti´ produzem, regularmente, frutos partenocárpicos sem polinização. No en-

tanto, a polinização parece favorecer uma maior fixação de frutos inclusive nessas cultivares (Frost & Soost, 1968). Em outras cultivares, a polinização é uma fase essencial. Cultivares como a laranja ´Valência´, que produzem normalmente poucas sementes, fixam poucos frutos sem polinização. Outras cultivares, como a tangerina ´Wilking´, não fixam frutos na ausência de grãos de pólen (Frost & Soost, 1968). Por isso, é importante conhecer a dependência de cada cultivar em relação à polinização.

Uma fixação equilibrada de frutos nas plantas é importante para garantir um maior tamanho médio unitário e evitar a alternância de produção, conforme exemplificado em laranja da cultivar Washington Navel e, principalmente, em tangerinas satsumas (Frost & Soost, 1968).

As cultivares classificadas como sem sementes são mais sensíveis à queda de frutos durante o seu desenvolvimento, devendo ser cultivadas de forma a evitar que as plantas sofram períodos de estresse. Cameron & Frost (1968) e Frost & Soost (1968) relatam pronunciada queda de frutos da cultivar Washington Navel sob condições de alta temperatura e de outras condições ambientais desfavoráveis ao desenvolvimento da cultivar.

Nas cultivares de laranja Valência, tangelo Orlando e tangerinas do grupo das clementinas, verifica-se uma relação diretamente proporcional entre o número de sementes e o tamanho do fruto (Cameron & Frost, 1968). Em experimentos conduzidos por pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, tem-se observado aumento médio de 30% do tamanho de frutos da cv. Clemenules quando polinizada por outras cultivares. Embora a polinização cruzada promova aumento da produtividade do pomar, podendo ser estimulada pelo plantio de cultivares que produzam grãos de pólen férteis e adoção de medidas que favoreçam a proliferação de abelhas no pomar (Wallace et al., 2002), essa prática é indesejável nas cultivares partenocárpicas, em razão do mercado preferir frutas sem sementes.

7. Tendências atuais de consumo

A escolha da cultivar a ser implantada na lavoura deve ser feita, principalmente, em função do mercado. Primeiramente, deve-se pensar no destino da produção: processamento de suco na indústria ou consumo *in natura*. O agricultor também deve considerar a produtividade esperada de cada cultivar, o custo de produção e a época de maturação dos frutos.

Atualmente, em se tratando de cítricos de mesa, tem havido demanda por frutos sem sementes, suculentos, de tamanho médio, uniformes, de coloração intensa, com equilíbrio entre acidez e teor de açúcares, pouco perecíveis e que apresentem facilidade de remoção da casca. Na Europa, nas últimas três décadas, tem ocorrido a substituição gradativa das cultivares de citros com sementes por aquelas sem ou com menos sementes. Em se tratando de laranjas, tem-se preferido aquelas do grupo Navel, ou seja, as que apresentam umbigo.

A presença de sementes, entretanto, não é um fator limitante para a industrialização da fruta. Nesse caso, tem-se mais interesse em outros aspectos como produtividade, acidez e conteúdo de sólidos solúveis.

8. Características de cultivares de mesa introduzidas

Conforme mencionado anteriormente, as cultivares introduzidas pela Embrapa Clima Temperado foram as laranjas ´Salustiana´ e as de umbigo ´Lane Late´, ´Navelate´ e ´Navelina´, as tangerinas ´Clemenules´, ´Marisol´ e satsuma ´Okitsu´, e os híbridos ´Nova´ e ´Ortanique´. Estas nove cultivares de citros estão entre as dez mais produzidas e comercializadas na Espanha, que é o maior produtor e exportador de frutas cítricas *in natura*, com 37,5% do mercado mundial. As cultivares citadas caracterizam-se por produzirem frutos sem sementes sob determinadas condições de cultivo, apresentando, por isso, valor comercial superior ao das cultivares tradicionalmente utilizadas no Brasil.

As cultivares de laranja de umbigo ´Lane Late´, ´Navelate´ e ´Navelina´ muito raramente produzem sementes, mesmo na presença

de cultivares polinizadoras, em razão de apresentarem grãos de pólen e saco embrionário estéreis (Ubeda et al., 1985; Anderson, 1996). Por vezes, pode haver a produção de raras sementes no caso de formação de algum saco embrionário viável e polinização cruzada (Hodgson, 1967). Praticamente, o mesmo ocorre com a tangerina satsuma ´Okitsu´, que também não produz sementes, embora a freqüência de sacos embrionários viáveis seja ligeiramente superior ao das laranjas de umbigo (Bono et al., 1985).

As tangerinas do grupo das clementinas, ou seja, a ´Marisol´ e a ´Clemenules´, a laranja ´Salustiana´ e os híbridos ´Nova´ e ´Ortanique´ são autoincompatíveis, ou seja, embora produzam grãos de pólen e sacos embrionários viáveis não se verifica fecundação entre os gametas de uma mesma cultivar. Porém, uma vez cultivadas próximas a outras cultivares, haverá, provavelmente, produção de sementes em ambas.

Embora as cultivares citadas sejam cultivadas há décadas em outros países, pouco se conhece sobre a potencialidade de produção de sementes das mesmas, quando submetidas à polinização cruzada. Segundo a Vivercid (1996) e Aznar (1999), a cultivar Clemenules induz a produção de sementes na ´Nova´ e não induz em ´Marisol´ e ´Okitsu´; a ´Marisol´ induz na ´Nova´ e não induz em ´Clemenules´ e ´Okitsu´; a ´Nova´ induz em ´Clemenules´, ´Marisol´ e ´Ortanique´; a ´Ortanique´ induz em ´Nova´ e ´Okitsu´ e não induz em ´Marisol´; a ´Salustiana´ induz na ´Nova´; e a ´Okitsu´ e as laranjas de umbigo não induzem em outras cultivares. Infelizmente, ainda não existem dados sobre a produção de sementes por polinização cruzada nas demais combinações varietais. Quando se trata de resultados de polinização cruzada entre as cultivares introduzidas com as comumente utilizadas no País, a carência de dados é ainda maior, havendo a necessidade urgente de realização de pesquisas sobre o tema.

O número médio de sementes produzidas por fruto de cada cruzamento varia em função do grau de viabilidade dos gametas e da compatibilidade entre as cultivares. Nas condições dos pomares espanhóis, o número médio de sementes por fruto tem sido o seguinte, considerando-se a primeira cultivar como fornecedora de pólen e a segunda como produtora das sementes: 11 sementes em frutos de ´Nova´ x ´Clemenules´,

seis em ´Nova´ x ´Marisol´, 23 em ´Nova´ x ´Ortanique´, duas em ´Nova´ x ´Okitsu´, 21 em ´Ortanique´ x ´Nova´, duas em ´Ortanique´ x ´Clemenules´, uma em ´Ortanique´ x ´Okitsu´, 23 em ´Clemenules´ x ´Nova´, quatro em ´Clemenules´ x ´Ortanique´, 30 em ´Marisol´ x ´Nova´, três em ´Salustiana´ x ´Clemenules´, sete em ´Salustiana´ x ´Nova´ e quatro em ´Salustiana´ x ´Ortanique´ (Castañer, 199?; Vivercid, 1996; Aznar, 1999).

9. Manejo de pomares

A disposição das cultivares de forma a evitar polinizações cruzadas é prática fundamental na instalação de um pomar de citros para a produção de frutos sem sementes, principalmente devido à floração ser coincidente na maioria das cultivares (Castañer, 199?). Na prática, recomenda-se que os talhões de cada cultivar sejam separados por, no mínimo, uma distância de 100 m e, pelo menos, uma fileira de plantas quebra-vento. Além disso, deve-se evitar a presença de abelhas no pomar, as quais podem proporcionar a polinização cruzada.

A distribuição das cultivares no pomar de forma a constituir barreiras com plantas cítricas que não produzem pólen viável, como as laranjas de umbigo, é uma prática importante para minimizar as polinizações cruzadas entre cultivares com alto grau de compatibilidade.

As prováveis reduções de produtividade, devidas à ausência de polinização, podem ser contornadas pelo uso de reguladores de crescimento que proporcionem maior fixação de frutos, com destaque para as giberilinas (Coggins Jr. e Hield, 1968; Volpe, 1999).

A realização de um corte ao redor do tronco ou dos ramos principais da planta, logo após a floração, também pode ser utilizado para aumentar a fixação de frutos (Gonçalves, 1997). Na Espanha, esta prática tem sido utilizada com sucesso nas tangerinas Clementinas, laranjas do grupo Navel, tangelos e pomelos. Para ser efetivo, o corte tem que ser suficientemente profundo para atingir a porção mais interna da casca, porém sem afetar o lenho. O anelamento proposto é eficiente inclusive em cultivares que não apresentam resposta com o uso de reguladores de crescimento, porém, na maioria das cultivares, recomenda-se seu

uso associado aos reguladores de crescimento. O anelamento também proporciona aumento da disponibilidade de carboidratos para os frutos em fase inicial de desenvolvimento, reduzindo, conseqüentemente, o seu transporte para as raízes.

Deve-se salientar que as cultivares sem sementes são, em geral, menos produtivas que as com sementes. Algumas são muito sensíveis a estresses nutricionais e ambientais, que podem provocar queda excessiva de frutos na fase inicial de desenvolvimento. Todavia, uma vez cultivadas de forma adequada, produzem regularmente, inclusive sem haver alternância de produção, o que é comum em várias cultivares com sementes (Gonçalves, 1997).

Com essas práticas de isolamento e adequado manejo do pomar, pode-se produzir até 40-50 toneladas de frutas cítricas sem sementes das cultivares citadas por hectare, possibilitando alta rentabilidade aos produtores e comodidade aos consumidores para saborearem uma fruta sem sementes e com as características horticulturais próprias da cultivar.

10. Referências Bibliográficas

ANDERSON, C. Variedades cultivadas en el area del rio Uruguay. In: INTA. **Manual para productores de naranja y mandarina de la region del Rio Uruguay**. Córdoba, 1996. p.63-92.

AZNAR, J.S. **Reconocimiento de variedades de cítricos en campo**. Valencia: IVIA, 1999. 188p.

BANDEL, G. Gametogênese. In: AGUIAR-PERECIN, M.L.R.; BANDEL, G. (Ed.) **Textos de citologia**. Piracicaba: ESALQ, 1985. 141p.

BARRET, H.C. Hybridization of *Citrus* and related genera. **Fruits Varieties Journal**, Urbana, v.39, p.11-16, 1985.

BONO, R.; SOLER, J.; FERNÁNDEZ-CÓRDOBA, L. **Variedades de agrios cultivados en España**. Valencia: Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1985. 70p.

CAMERON, J.W.; FROST, H.B. Genetics, breeding and nucellar embryony. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.) **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, 1968. v.2, p.325-370.

CASTAÑER, M.A. **Produccion de agrios**. Valencia: IVIA, 199?. 286p.

COGGINS JR., C.W.; HIELD, H.Z. Plant growth regulators. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.) **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, 1968. v.2, p.371-389.

DONADIO, L.C.; STUCHI, E.S.; CYRILLO, F.L.L. **Tangerinas ou mandarinas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 40p. (Boletim citrícola, 5).

FROST, H.B.; SOOST, R.K. Seed reproduction: development of gametes and embryos. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.) **The citrus industry**. Berkeley: University California Press, 1968. v.2, p.290-324.

GAZETA SANTA CRUZ. Avanços regionais; frutas para o desenvolvimento. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**, Santa Cruz do Sul, 2003. p.86-102.

GONÇALVES, A.S. **Caracteristicas y desarrollo de las principales variedades producidas y comercializadas en España**. 1997. 112p. Dissertacion (Master en Citricultura) - Universidade Politécnica de Valencia, Valencia, 1997.

GONZÁLEZ-SICILIA, E. **El cultivo de los Agrios**. Valencia: Editora Bello, 1963. 814p.

GUARDIOLA, J.L.; BONO, R.; ZARAGOZA, S.; SOLER, J.; GONZÁLEZ-SICILIA, E. Caractérisation et sélection sanitaire de la variété d´orange ´Navelina´. **Fruits**, Paris, v.29, n.10, 1974.

HEARN, C.J.; REECE, P.C. Pollination needs of Page, Lee, Nova, and Robinson citrus hybrids. **Citrus Industry**, Bartow, v.48, n.4, p.19-23, 1967.

HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.) **The citrus industry**. Berkeley: University California Press, 1967. v.1, p.431-559.

IBGE. Sidra. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br]>. Acesso em: 20 out. 2003.

KREZDORN, A.H.; ROBINSON, F.A. Unfruitfulness in the Orlando tangelo. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahasse, v.71, p.86-91, 1958.

MAUSETH, J.D. **Botany**; an introduction to plant biology. 2. ed. Philadelphia: Saunders College, 1995. 794p.

OLIVEIRA, R.P.; CRISTOFANI, M.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MACHADO, M.A. Diversidade genética entre híbridos de tangerina ´Cravo´ e laranja ´Pêra´. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.479-484, 2002.

REECE, P.C.; CHILDS, J.F.L. Character differences among seedlings of the Persian lime. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahasse, v.75, p.110-116, 1962.

SAUNT, J. **Variedades de cítricos del mundo**; guia ilustrado. Valencia: Sinclair Internacional, 1992. 128p.

SILVA JR., C.; SASSON, S. **Biologia**; seres vivos, estrutura e função. 3. ed. São Paulo: Atual, 1981. 291p.

SOOST, R.K. Self-incompatibility in *Citrus grandis* (Linn.) Osbeck. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.84, p.1377-140, 1964.

UBEDA, R.B.; AZNAR, J.S.; O´CONNOR, L.F.C. **Variedades de agrios cultivadas en españa**. Valencia: IVIA, 1985. 70 p.

VITHANAGE, V. Effect of different pollen parents on seediness and quality of ´Ellendale´ tangor. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.48, p.253-260, 1991.

VIVERCID. **Cítricos com semillas**; sin calidad comercial. Valencia: Vivercid, 1996. 4p.

VOLPE, A. **Efeito de reguladores vegetais em tangerineira ´Ponkan´** (*Citrus reticulata* Blanco). 1999. 87p. Dissertação (Mestrado em fisiologia e bioquímica de plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

WALLACE, H.M.; LEE, L.S. Pollen source, fruit set and xenia in mandarins. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, West Sussex, v.74, p.82-86, 1999.

WALLACE, H.M.; KING, B.J.; LEE, L.S. Pollen flow and the effect on fruit size in an 'Imperial' mandarin orchard. **HortScience**, Alexandria, v.37, n.1, p.84-86, 2002.

WREGE, M.S.; OLIVEIRA, R.P.; JOÃO, P.L.; HERTER, F.G.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; SAMARONE, J.; PEREIRA, I.S. **Zoneamento agroclimático para a cultura dos citros no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 23p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 117).

11. Agradecimentos

CNPq FRUTEMP processo 50.0044/02-3
FAPERGS processo 02/0417.4