

Melhoramento Genético de Citros por Meio de Mutações Espontâneas de Gemas



ISSN 1516-8840

Agosto, 2017

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

Documentos 438

Melhoramento Genético de Citros por Meio de Mutações Espontâneas de Gemas

*Roberto Pedroso de Oliveira
Walter dos Santos Soares Filho
Mariângela Cristofani-Yaly
Eduardo Sanches Stuchi
Zuleide Hissano Tazima
Eduardo Augusto Girardi*

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson,*

Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Fernando Jackson*

Foto de capa: *Roberto Pedroso de Oliveira*

1ª edição

Obra digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

M521 Melhoramento genético de citros por meio de mutações espontâneas de gemas / Roberto Pedroso de Oliveira... [et al.]. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 36 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840 ; 438)

1. Citricultura. 2. Melhoramento genético. I. Oliveira, Roberto Pedroso. II. Série.

CDD 634.3

©Embrapa 2017

Autores

Roberto Pedroso de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Ciências - Energia Nuclear na Agricultura, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Walter dos Santos Soares Filho

Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Mariângela Cristofani-Yaly

Engenheira-agrônoma, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora do Centro Apta Citros Sylvio Moreira do Instituto Agronômico - IAC, Cordeirópolis, SP.

Eduardo Sanches Stuchi

Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

Zuleide Hissano Tazima

Engenheira-agrônoma, D. Sc. em Agronomia, pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR.

Eduardo Augusto Girardi

Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

Apresentação

A citricultura é um dos principais agronegócios do Brasil, tendo grande importância tanto no mercado interno, pelo fato de a laranja, a tangerina e o limão encontrarem-se entre as frutas mais consumidas, quanto na balança comercial, por movimentar bilhões de dólares em decorrência da exportação de suco de laranja.

Embora os citros apresentem grande diversidade genética, os plantios comerciais restringem-se a um número relativamente pequeno de cultivares, sendo importante a ampliação dessa base genética para a sustentabilidade da cadeia produtiva. Novas cultivares tolerantes/resistentes a pragas, altamente produtivas, que produzam frutos de boa aparência e em diferentes épocas do ano, com teores balanceados de açúcares e de ácidos, são demandadas pelo mercado.

Alguns métodos e estratégias de melhoramento genético vêm sendo utilizados em citros em vários países, inclusive no Brasil. Historicamente, o maior número de cultivares copas foi obtido por meio da seleção de mutações espontâneas de gema.

A presente publicação tem por objetivo detalhar o uso e os resultados da estratégia de seleção de mutações espontâneas de gemas no melhoramento genético de citros.

Clenio Nailton Pillon
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Melhoramento Genético de Citros por Meio de Mutações Espontâneas de Gemas	9
Introdução	9
Origem e distribuição geográfica	10
Diversidade genética	11
Genética	12
Melhoramento genético	13
Estratégias	14
Dificuldades	14
Seleção de mutações espontâneas de gemas	15
Natureza genética das mutações	15
Estratégia de seleção	17
Registro, proteção e lançamento de cultivares	18
Principais cultivares decorrentes de mutação espontânea de gema	19

Genótipos em fase de avaliação a campo	26
Considerações Finais	28
Agradecimentos	28
Referências	29

Melhoramento Genético de Citros por Meio de Mutações Espontâneas de Gemas

Roberto Pedroso de Oliveira
Walter dos Santos Soares Filho
Mariângela Cristofani-Yaly
Eduardo Sanches Stuchi
Zuleide Hissano Tazima
Eduardo Augusto Girardi

Introdução

Os citros encontram-se entre as fruteiras mais plantadas, consumidas e pesquisadas no mundo, tendo, por isso, expressiva importância econômica e social. Em termos mundiais são produzidas, anualmente, cerca de 48 milhões de toneladas de laranja, 27 milhões de toneladas de tangerina e 7 milhões de toneladas de limões verdadeiros e limeiras ácidas, sendo o Brasil responsável por 33,1%, 0,2% e 0,7% dessa produção, respectivamente (AGRIANUAL, 2016). Embora apresentem grande diversidade de gêneros, espécies, cultivares e clones, os plantios comerciais restringem-se a um número relativamente pequeno de cultivares, sendo importante a ampliação dessa base genética para a sustentabilidade da cadeia produtiva (OLIVEIRA et al., 2014).

Após mais de um século da criação do primeiro programa oficial de melhoramento genético de citros, pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture - USDA*), na Flórida, em 1893, muitos avanços foram obtidos, sobretudo nos Estados Unidos, Brasil, Espanha, França, Itália, Japão, China, Israel, Austrália, África do Sul, dentre outros países (SOARES FILHO et al., 2013).

Embora vários métodos clássicos e diversas ferramentas da área de biotecnologia venham sendo utilizados rotineiramente no melhoramento genético de citros, a maioria das cultivares copas existentes no mercado foi obtida por meio da seleção de mutações espontâneas de gemas (SOOST; ROOSE, 1996; SAUNT, 2000; KHAN; KENDER, 2007; SOARES FILHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014).

Dessa forma, a presente publicação tem por objetivo detalhar o uso e os resultados da estratégia clássica de seleção de mutações espontâneas de gemas no melhoramento genético de citros.

Origem e distribuição geográfica

A região Sudeste da Ásia, especialmente o leste da Índia, o norte de Burma (Myanmar) e o sudoeste da China, é considerada o centro de origem e de diversidade dos citros (SOOST; ROOSE, 1996). Nessa região, relatos de cultivo datam de mais de quatro mil anos (DONADIO et al., 2005).

A domesticação das espécies de citros ocorreu tanto no Sudeste da Ásia quanto em localidades adjacentes, de onde as cultivares se espalharam para quase todo o mundo (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008). Atualmente, no mundo, os citros são cultivados entre os paralelos com latitudes de 40° Norte e 40° Sul (FABIANI et al., 1996). O Estado de São Paulo é o principal produtor do Brasil, localizando-se aproximadamente entre os paralelos 20° e 25° S, enquanto o Rio Grande do Sul entre 27° e 34° S.

No Brasil, estima-se que os primeiros plantios de citros tenham sido realizados entre 1530 e 1540, tendo as sementes sido trazidas pelos portugueses (HASSE, 1987). Ao longo dos séculos, novas cultivares foram introduzidas e a citricultura foi se espalhando por quase todo o território nacional, em maior ou menor expressão, em função das

condições edafoclimáticas, econômicas, sociais e culturais de cada região. Em decorrência, nos dias atuais, o Brasil destaca-se com sendo um dos maiores produtores mundiais de citros (AGRIANUAL, 2016), sendo a fruta uma das mais importantes na dieta dos brasileiros de todas as faixas de renda (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2014).

Diversidade genética

Os citros apresentam grande diversidade em função de sua genética e biologia (CAMERON; FROST, 1968). Parte dela encontra-se armazenada em importantes bancos de germoplasma, localizados no Centro APTA Citros 'Sylvio Moreira' do Instituto Agrônomo - IAC, em Cordeirópolis-SP; na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas-BA; na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), em Bebedouro-SP; no Instituto *Valenciano de Investigaciones Agrarias* (IVIA), em Valência, na Espanha; no *United States Department of Agriculture* (USDA), em Riverside, na Califórnia, nos Estados Unidos; no *National Citrus Germplasm Repository* (NCGR), em Beibei, na China; dentre outros. Segundo Ferreira et al. (2013), estima-se que 60 países mantenham coleções de germoplasma de citros, as quais, em conjunto, conservam cerca de 23.500 acessos, incluindo duplicatas. No Brasil existem pelo menos 11 coleções, localizadas em Taquari-RS, Londrina-PR, Cordeirópolis-SP, Rio de Janeiro-RJ, Viçosa-MG, Cruz das Almas-BA, Boquim-SE, Recife-PE, Manaus-AM, Bebedouro-SP e Itajaí-SC.

A distribuição das cultivares conhecidas de citros obedece à proporção aproximada de 39% de laranjeiras doces [*Citrus sinensis* (L.) Osb.], 5% de laranjeiras azedas (*C. aurantium* L.), 21% de tangerineiras (diversas espécies), 15% de limoeiros verdadeiros [*C. limon* (L.) Burm. f.] e limeiras ácidas [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka e *C. aurantiifolia* (Christm.) Swingle], 10% de pomeleiros (*C. paradisi* Macfad.) e de toranjeiras [*C. maxima* (Burm.) Merr.] e 10% de outras espécies e híbridos (MACHADO et al., 2005).

A taxonomia dos citros é bastante complexa em função da ampla diversidade de gêneros e espécies e de seus processos de geração. Isso ocorre em função da possibilidade de hibridação natural entre as espécies, embrião nucelar, ocorrência de mutações espontâneas e pelo consequente grande número de cultivares e de híbridos existentes (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008). Maiores detalhes sobre taxonomia dos citros podem ser obtidos em Swingle (1967), Tanaka (1961), Scora (1975), Bayer et al. (2009), Nicolosi et al. (2000), Wu et al. (2014) e Curk et al. (2016).

Genética

Os citros pertencem à família Rutaceae, subfamília Aurantioideae, compreendendo seis gêneros: *Fortunella* (Swingle), *Eremocitrus* (Swingle), *Poncirus* (Raf.), *Clymenia* (Swingle), *Microcitrus* (Swingle) e *Citrus* (L.). Em geral, suas espécies são alógamas, sexualmente compatíveis, altamente heterozigotas e diploides, com número de cromossomos nas células somáticas $2n = 18$ (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008). Embora a diploidia seja predominante em citros, outros níveis de ploidia são verificados na natureza, tais como monoploidia, triploidia, tetraploidia, pentaploidia e octaploidia (CAMERON; FROST, 1968).

A reprodução sexuada das espécies cítricas ocorre por polinização cruzada e por autopolinização. A reprodução assexuada ocorre por apomixia nucelar, sendo, nesse caso, os embriões formados a partir de células do tecido do nucelo existente em volta do saco embrionário, sem fusão de gametas (CAMERON; FROST, 1968). Em decorrência da apomixia, há a formação de sementes poliembriônicas, com embriões nucleares geneticamente idênticos à planta-mãe. A apomixia viabiliza, na prática, a produção de porta-enxertos via sementes, em que várias plantas nucleares podem ser obtidas a partir de uma única semente.

A autoincompatibilidade consiste na inabilidade de formação de frutos por autopolinização, mesmo sendo férteis os grãos de pólen e as células-ovo de uma mesma espécie. A incompatibilidade relaciona-se com a esterilidade, que é classificada em função do estágio em que ocorre, podendo ser gamética, de natureza relativa ou absoluta, ou zigótica (FROST; SOOST, 1968).

Melhoramento genético

Os citros encontram-se entre as espécies vegetais mais estudadas, sendo, há várias décadas, conduzidos programas de melhoramento genético na África do Sul, Austrália, Brasil, China, Espanha, Estados Unidos, França, Israel, Itália e Japão (SOARES FILHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014).

O melhoramento genético de citros vem sendo direcionado ao desenvolvimento tanto de cultivares porta-enxertos quanto de cultivares copas, assim como ao estudo de suas interações.

Em se tratando de cultivares copas, o melhoramento é voltado tanto à produção de frutos de mesa quanto à de frutos para o processamento de suco industrial. Para frutos de mesa, os programas de melhoramento têm buscado principalmente cultivares que produzam frutas saborosas, fáceis de descascar, sem sementes, de coloração intensa da casca, da polpa e do suco, com épocas de produção mais precoces e mais tardias, com alto teor de sólidos solúveis, com acidez equilibrada, resistentes ao transporte e com prolongada vida útil de prateleira (OLIVEIRA et al., 2011b). Relativamente à indústria, têm-se direcionado as pesquisas notadamente para maior produção de sólidos solúveis totais por área cultivada, maior percentagem de suco por fruto e ampliação do período de colheita (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008). Em ambos os casos, buscam-se cultivares com boa arquitetura de planta, normalmente de pequeno ou

médio porte, com mínima alternância de produção e alta eficiência produtiva (kg de fruto por m³ de copa), boa conservação dos frutos nas árvores, tolerantes a agentes bióticos, especialmente o cancro-cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*), a mancha-marrom-de-alternária [*Alternaria alternata* (Fr.) Kiesler], gomose-de-Phytophthora (*Phytophthora* spp.), a tristeza-dos-citros e o nematoide-dos-citros (*Tylenchulus semipetrans* Cobb), e abióticos, tais como frio, seca, encharcamento do solo, salinidade, etc. (AGUSTÍ, 2003; OLIVEIRA et al., 2011b).

Estratégias

As principais estratégias clássicas utilizadas no melhoramento genético de citros consistem na hibridação sexual controlada e na seleção de híbridos naturais e de mutantes espontâneos ou induzidos (KHAN; KENDER, 2007). Algumas ferramentas da área de biotecnologia também têm sido utilizadas, tais como a hibridação assistida por marcadores moleculares, a hibridação somática via fusão de protoplastos, o sequenciamento de genomas, o mapeamento genético e a transformação genética (OLIVEIRA, 2013).

Dificuldades

As cultivares de citros, em sua grande maioria, são altamente heterozigotas, havendo pouca informação sobre o controle genético de seus caracteres (SOARES FILHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014). Muitos desses caracteres são poligênicos, sendo sua herança, portanto, controlada por vários genes. Por isso, a probabilidade de combinação de genes de interesse em um híbrido de sucesso é pequena (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008).

Também existem outras limitações aos programas de melhoramento genético por meio de hibridações sexuais controladas, tais como

a pronunciada juvenilidade dos *seedlings* (plantas oriundas da germinação de sementes ou pés-francos), tanto zigóticos quanto nucelares, e a apomixia (embrionia nucelar), que leva à poliembrionia e à necessidade de distinção entre os indivíduos de origem sexuada (híbridos) e nucelar (SOOST; ROOSE, 1996). Fatores como esses tornam longos e custosos os programas de melhoramento genético de citros por hibridação, além de demandarem grandes áreas para a avaliação das cultivares a campo. Dessa forma, ganha importância o uso de outras técnicas clássicas e de ferramentas da biotecnologia, como o melhoramento assistido por marcadores moleculares, para agilizar o processo.

Na presente publicação será tratado apenas o melhoramento genético decorrente da seleção de mutações espontâneas de gemas.

Seleção de mutações espontâneas de gemas

A maioria das cultivares copas de citros existentes originou-se a partir de mutações espontâneas de gemas seguidas de processo de seleção conduzido por melhoristas e/ou agricultores (HODGSON, 1967; DAVIES; ALBRIGO, 1994; SOOST; ROOSE, 1996; CASTLE; GMITTER, 1999; SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008; XU et al., 2013; WU et al., 2014). A seguir, serão discutidos aspectos relacionados a: natureza genética dessas mutações; estratégia de seleção a ser empregada; registro, proteção e lançamento de cultivares; e resultados obtidos em diversos países.

Natureza genética das mutações

A mutação somática envolve uma alteração no DNA, sendo relativamente comum em citros, podendo ser mantida pela propagação vegetativa e pela embrionia nucelar (SOARES FILHO et

al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014). Quanto às mutações, essas podem ou não alterar o fenótipo, estando os melhoristas interessados naquelas cujo fenótipo apresenta uma característica nova interessante do ponto de vista genético e/ou comercial.

Nas mutações, os genes são alterados por processos de deleção, adição, substituição e/ou rearranjos de sequências de nucleotídeos (ROOSE; WILLIAMS, 2007). Como apenas um dos alelos é alterado e a mutação é quase sempre recessiva, há necessidade de que ocorra homozigose para que haja expressão do caráter mutado (MACHADO et al., 2005). Como a mutação de ponto ou gema é um evento aleatório, há necessidade de condução de um processo de seleção dos genótipos gerados, buscando-se materiais com características de interesse (OLIVEIRA, 2013).

A taxa de mutação varia de acordo com a cultivar, o ambiente e as práticas culturais, sobretudo a poda (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008). Segundo Saunt (2000), as frequências de mutação em citros são maiores em laranjeiras doces de umbigo e nos pomeleiros. Na literatura são relatadas várias cultivares de tangerineiras dos grupos 'Clementina' (*C. Clementina* hort. ex Tan.), na Espanha, e 'Satsuma' (*C. unshiu* Marcow.), no Japão, países em que há forte tradição na busca e no estudo de variações genéticas espontâneas (HODGSON, 1967; BONO et al., 1996; AZNAR; FAYOS, 2006). Em se tratando de laranjeiras, admite-se que todas as cultivares sejam decorrentes de mutações somáticas (CASTLE; GMITTER, 1999). Ambientes mais estressantes, decorrentes de fatores bióticos, como pragas, ou abióticos, como alta temperatura, seca, encharcamento, salinidade, etc., aumentam a frequência de mutações de gemas (OLIVEIRA, 2013). Da mesma forma, a poda, na medida em que gemas dormentes são estimuladas a brotar, favorece as mutações nas gemas (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008). Por esse motivo, as plantas borbulheiras de citros devem ser renovadas a cada cinco anos (BRASIL, 2013).

As principais características envolvidas nas mutações de gemas relacionam-se a vigor, época de maturação dos frutos, tamanho e formato de frutos e folhas, coloração interna e externa dos frutos, número de sementes, produtividade, teor de açúcares e de ácidos orgânicos da polpa (MACHADO et al., 2005). Mutantes espontâneos com características desfavoráveis, tais como frutos anormais e folhas com características atípicas, também surgem, devendo ser descartados (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 2008).

Estratégia de seleção

Sob condições normais de cultivo, ramos de plantas que apresentem alguma característica de destaque devem ser selecionados. A partir de borbulhas desses ramos devem ser formadas mudas, objetivando isolar o caráter mutado. Em seguida, deve-se buscar a confirmação do caráter mutado com base em atributos hortícolas e morfológicos da planta e dos frutos.

Em se confirmando a alteração genética favorável e a estabilidade da mutação, devem ser realizados experimentos de validação em diferentes condições edafoclimáticas, tendo como testemunha a cultivar original e as mais utilizadas regionalmente pelos citricultores. A avaliação do novo genótipo deve ser conduzida em parceria com representantes da cadeia produtiva, notadamente viveiristas, citricultores, comerciantes e consumidores.

A busca de ramos com novas características fenotípicas de interesse agrônomo, associadas a mudanças genéticas de natureza espontânea, deve ser conduzida não apenas por pesquisadores propriamente ditos, mas, também, por citricultores, mediante metodologia de pesquisa participativa. Essa prática deve ser incentivada no Brasil, onde são cultivadas centenas de milhões de plantas cítricas e, muito provavelmente, existam vários mutantes com características interessantes passíveis de serem selecionados.

Evidentemente, nas propriedades de base familiar, onde as plantas são conduzidas de forma praticamente individualizada, as chances de sucesso dessa estratégia de melhoramento são maiores do que nas grandes propriedades. Por meio dos procedimentos descritos, várias cultivares foram obtidas, sobretudo no Japão (tangerineiras do grupo 'Satsuma') e na Espanha (tangerineiras do grupo 'Clementina') (SAUNT, 2000), e, também, em vários outros países, inclusive no Brasil (laranjeiras doces dos grupos de Umbigo e Sem Acidez, laranjeiras doces derivadas da cultivar Pera, tangerineiras do grupo 'Mexeriqueira' *C. deliciosa* Ten., dentre outras) (DONADIO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2012; FADEL et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014).

Registro, proteção e lançamento de cultivares

Confirmando-se a excelência de um novo genótipo quanto a quesitos relacionados a desempenho horticultural, viabilização econômica e avaliação mercadológica para fruta fresca e/ou para fins industriais, deve-se cadastrá-lo como nova cultivar no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (RNC/MAPA) (BRASIL, 2016b).

Caso haja interesse, pode-se realizar a proteção da cultivar junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (SNPC/MAPA). Esse processo é importante para garantir o livre exercício do direito de propriedade intelectual dos obtentores de novas combinações filogenéticas na forma de cultivares vegetais distintas, homogêneas e estáveis. No caso de espécies arbóreas, a proteção tem uma vigência de 18 anos (BRASIL, 2016a).

Paralelamente, deve-se proceder à formação de plantas básicas e, a partir dessas, de plantas matrizes e borbulheiras, que subsidiem um programa de produção de mudas certificadas com identidade genética

e com isenção de patógenos da espécie. Para tanto, devem ser licenciados viveiristas. Atingidas essas condições, deve-se proceder ao lançamento da cultivar junto à cadeia produtiva.

Embora os benefícios de propriedade intelectual e da exploração comercial de novas cultivares, especialmente das de propagação vegetativa, não sejam completamente atendidos no Brasil, trata-se de uma tendência mundial, à qual o País terá de se ajustar.

Principais cultivares decorrentes de mutação espontânea de gema

Na literatura são inúmeros os exemplos de cultivares cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema, sendo as principais descritas nas tabelas de 1 a 7. A hipótese de origem dessas cultivares é fundamentada em aspectos morfológicos e genéticos.

Adicionalmente e a título de demonstração do potencial da mutação espontânea de gema no melhoramento de citros, ilustram-se, na figura 1, as principais cultivares de tangerineira do grupo 'Clementina' obtidas na Espanha por meio dessa estratégia a partir da 'Clementina Fina'.

Tabela 1. Relação das principais cultivares de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] do grupo 'Comum', cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema.

Cultivar	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Barberina	Valência Late	Província de Valencia, Espanha	1982	AZNAR e FAYOS (2006)
Cadenera	Comuna	Comunidade de Andaluzia, Espanha	1870	AZNAR e FAYOS (2006)
Folha Murcha	Valência, Pera ou Seleta	Araruama-RJ, Brasil	---	PIO et al. (2005)
Jaffa	Comuna	Jaffa, Israel	1844	AMORÓS (2003)
Marrs	---	Texas, Estados Unidos	1927	SAUNT (2000)
Natal	Valência	Brasil	---	PIO et al. (2005)
Rhode Red	Valência	Flórida, Estados Unidos	1955	SAUNT (2000)
Salustiana	Comuna	Província de Valencia, Espanha	1940	AZNAR e FAYOS (2006)
SCS456 Sigmar	Valência	Arabutã-SC, Brasil	1999	KOLLER e SOPRANO (2013)
Seleta Vermelha	Seleta	Estado do Rio de Janeiro, Brasil	---	PIO et al. (2005)
Shamouti	Beladi	Jaffa, Israel	1844	SAUNT (2000)
Turkey	Valência	Mersin, Turquia	1987	SAUNT (2000)

Tabela 2. Relação das principais cultivares de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] do grupo de Umbigo, cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema.

Cultivar	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Bahia	Seleta	Salvador-BA, Brasil	1810	SOARES FILHO et al. (2013)
Baianinha	Bahia	Piracicaba-SP, Brasil	1908	FIGUEIREDO et al. (1991)
Barnfield Late	Washington Navel	Mildura, Austrália	1980	AZNAR e FAYOS (2006)
Beck	Washington Navel	Califórnia, Estados Unidos	---	SAUNT (2000)
Cara Cara	Washington Navel	Valência, Venezuela	1940	University of California (2016)
Fukumoto	Washington Navel	Província de Wakayana, Japão	---	AZNAR e FAYOS (2006)
Gillelberg	Palmer	Potgietersrus, África do Sul	1985	SAUNT (2000)
Lane Late	Washington Navel	Curlwaa, Austrália	1950	AMORÓS (2003)
Leng	Washington Navel	Mildura, Austrália	1935	SAUNT (2000)
Skaggs Bonanza	Washington Navel	Califórnia, Estados Unidos	---	SAUNT (2000)
Monte Parnaso	Bahia	Estado do Rio Grande do Sul, Brasil	---	OLIVEIRA et al. (2015)
Navelate	Washington Navel	Província de Castellón, Espanha	1948	AZNAR e FAYOS (2006)
Navelina	Washington Navel	Estados Unidos	1933	MENDEL (1981)
Newhall	Washington Navel	Califórnia, Estados Unidos	---	University of California (2016)
Powell Summer	Washington Navel	Austrália	1982	AZNAR e FAYOS (2006)
Ricalate	Washington Navel	Província de Castellón, Espanha	1975	AMORÓS (2003)
Rohde Summer	Grupo 'Navel'	Victoria, Austrália	1982	AZNAR e FAYOS (2006)
Thomson	Washington Navel	Califórnia, Estados Unidos	1891	University of California (2016)

Admite-se que as cultivares Bahia e Washington Navel sejam idênticas. A denominação Washington Navel foi dada nos Estados Unidos (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996; SAUNT, 2000).

Tabela 3. Relação das principais cultivares de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] dos grupos ‘Sem Acidez’ e ‘Sanguínea’, cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema.

Cultivar	Grupo	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Lima Sorocaba	Sem acidez	Lima	Porto Feliz-SP, Brasil	---	DONADIO et al. (1995)
Lima Tardia	Sem acidez	Pêra	Estado de Minas Gerais, Brasil	---	DONADIO et al. (1995)
Piralima	Sem acidez	Lima	Piracicaba-SP, Brasil	---	DONADIO et al. (1995)
Entrefina	Sanguínea	Doble Fina	Província de Castellón, Espanha	---	AZNAR e FAYOS (2006)
Sanguinelli	Sanguínea	Doble Fina	Província de Castellón, Espanha	1929	AZNAR e FAYOS (2006)
Washington Sanguine	Sanguínea	Doble Fina	Província de Valencia, Espanha	---	SAUNT (2000)

Tabela 4. Relação das principais cultivares de tangerineira do grupo ‘Comum’, subgrupo Clementina (*Citrus Clementina* hort. ex Tan.), cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema. (Continua na página 24)

Cultivar	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Arrufatina	Clemenules	Província de Castellón, Espanha	1968	BONO et al. (1981)
Basol	Oronules	Província de Castellón, Espanha	1999	AZNAR e FAYOS (2006)
Beatriz de Anna	Clementina Fina	Província de Valencia, Espanha	1981	AGUSTÍ (2003)
Capola	Clementina	Província de Castellón, Espanha	1991	AMORÓS (2003)
Clemenrubi	Oronules	Província de Valencia, Espanha	1996	IVIA (2016)
Clemenpons	Clemenules	Província de Alicante, Espanha	1968	BONO et al. (1996)
Clementard	Clementina Fina	Província de Castellón, Espanha	1957	AMORÓS (2003)
Clemenules	Clementina Fina	Província de Castellón, Espanha	1953	SAUNT (2000)
Cultifort	Oronules	Província de Alicante, Espanha	1997	AZNAR e FAYOS (2006)
Esbal	Clementina Fina	Província de Valencia, Espanha	1966	BONO et al. (1981)
Guilhermina	Clementina Fina	Província de Castellón, Espanha	---	BONO et al. (1981)
Hernandina	Clementina Fina	Província de Valencia, Espanha	1966	AZNAR e FAYOS (2006)
Loretina	Marisol	Província de Alicante, Espanha	1992	BONO et al. (1996)
Marisol	Oroval	Província de Castellón, Espanha	1970	SAUNT (2000)

Continuação da Tabela 4:

Cultivar	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Nour	Cadoux	Marrocos	1962	University of California (2016)
Orogros	Oronules	Província de Valencia, Espanha	1996	IVIA (2016)
Oronules	Clementina Fina	Província de Castellón, Espanha	1970	AGUSTÍ (2003)
Oroval	Clementina Fina	Província de Valencia, Espanha	1950	AZNAR e FAYOS (2006)
Prenules	Oronules	Província de Valencia, Espanha	1996	AZNAR e FAYOS (2006)
Tomatera	Clementina Fina	Província de Castellón, Espanha	---	AMORÓS (2003)

Tabela 5. Relação das principais cultivares de tangerineira do grupo ‘Satsuma’ (*Citrus unshiu* Marcow.), cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema.

Cultivar	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Aoshima	Owari	Fukudaga, Japão	1950	SAUNT (2000)
Clausellina	Owari	Província de Castellón, Espanha	1962	AZNAR e FAYOS (2006)
Hashimoto	Matsuyama	Aichi, Japão	1963	SAUNT (2000)
Imamura	Owari	Kusano, Japão	1968	SAUNT (2000)
Iwasaki	Okitsu	Japão	---	AZNAR e FAYOS (2006)
Juman	Owari	Sikoku, Japão	1953	SAUNT (2000)
Miguelina	Satsuma	Província de Valencia, Espanha	---	AMORÓS (2003)
Miyamoto	Miyagawa	Wakayama, Japão	1960	SAUNT (2000)
Nankan n. 4	Owari	Ehime, Japão	1925	SAUNT (2000)
Sugiyama	Owari	Shizouka, Japão	1934	SAUNT (2000)
Takabayashi	Owari	Fukuoka, Japão	1975	SAUNT (2000)
Ueno	Miyagawa	Hamadama, Japão	1970	SAUNT (2000)

Tabela 6. Relação das principais cultivares de tangerineira do grupo ‘Mexerica’ ou ‘Bergamota’ (*Citrus deliciosa* Ten.), cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema.

Cultivar	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Harmonia	Montenegrina	Montenegro-RS, Brasil	2001	OLIVEIRA et al. (2016)
Montenegrina	Comum	Montenegro-RS, Brasil	1940	OLIVEIRA et al. (2011a)
Pareci	Montenegrina	Pareci-RS, Brasil	Década 1980	OLIVEIRA et al. (2013)
Rainha	Montenegrina	Montenegro-RS, Brasil	Década 1990	OLIVEIRA et al. (2012)

Tabela 7. Relação das principais cultivares de pomeleiro (*Citrus paradisi* Macfad.), cuja origem é atribuída à mutação espontânea de gema.

Cultivar	Cultivar parental	Local de obtenção	Ano	Referência
Henderson	Thompson	Texas, Estados Unidos	1940	SAUNT (2000)
Ruby Red	Thompson	Texas, Estados Unidos	1929	University of California (2016)

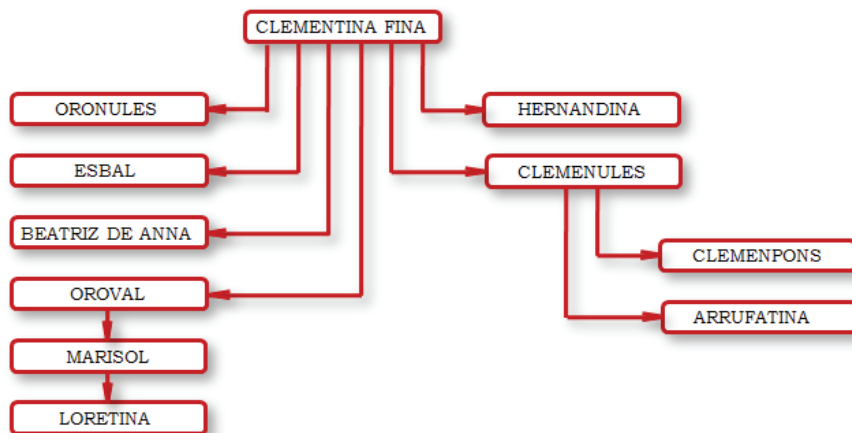


Figura 1. Principais cultivares de tangerineira do grupo 'Clementina' (*Citrus Clementina* hort. ex Tan.) obtidas na Espanha, por meio de seleção de mutações espontâneas de gema a partir da 'Clementina Fina'. Adaptado de Agustí (2003).

Genótipos em fase de avaliação a campo

O melhoramento genético de citros por meio da seleção de mutações espontâneas de gemas vem sendo conduzido em vários centros de pesquisa do Brasil, tais como na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Embrapa Clima Temperado, Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, Centro APTA Citros 'Sylvio Moreira', dentre outros. Alguns dos resultados em fase final de avaliação a campo são descritos a seguir:

- Laranjeira ornamental do grupo de Umbigo com folhas variegadas e frutos comestíveis de polpa vermelha, denominada de 'BRS Rubra Cara', originada da cultivar Cara Cara, selecionada na Bahia e já avaliada em vários estados brasileiros, estando em fase de lançamento.
- Limeira ácida sem sementes, para uso como limão, originada da cultivar Galego, selecionada no Estado de São Paulo.
- Laranjeira para uso industrial, com maior teor de sólidos solúveis totais, originada a partir da cultivar Valência, selecionada no Estado de São Paulo.
- Laranjeira do grupo de Umbigo, com frutos de tamanho médio como a 'Baianinha', altamente produtiva, originada da cultivar Bahia, selecionada no Rio Grande do Sul.
- Três tangerineiras do grupo 'Mexeriqueira' ('Bergamoteira'), com frutos de maior tamanho que a 'Montenegrina' e com morfologia diferente das folhas e dos frutos, originada a partir da cultivar Montenegrina, selecionadas no Vale do Caí, no Rio Grande do Sul.
- Laranjeira originada a partir da cultivar Pêra Vimusa, com frutos de maior tamanho que os da planta original, folhas grandes e obtida no Banco Ativo de Germoplasma do IAPAR, em Londrina-PR.
- Laranjeira apresentando características de planta e de fruto superiores às demais, em pomar de laranjeira Valência, selecionada no Estado do Paraná.
- Planta ornamental, originada a partir da Kumquat, com frutos maiores, do Banco Ativo de Germoplasma de Citros do IAPAR, de Londrina-PR.

Considerações finais

Praticamente todos os programas de melhoria genética de citros existentes no mundo, tanto em órgãos governamentais quanto na iniciativa privada, utilizam a identificação e a seleção de mutações espontâneas de gemas como uma de suas estratégias principais. Conseqüentemente, o número de cultivares de citros lançadas nas últimas décadas por meio dessa metodologia tem aumentado, o que é importante para atender às expectativas dos produtores e às demandas dos mercados, justificando a continuidade do uso dessa estratégia no melhoria de citros. Deve-se acrescentar, no entanto, que as avaliações a campo, a partir da obtenção, são as mesmas dos genótipos gerados por meio de hibridação.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processos 474435/2013-0 e 310368/2013-8, pelo apoio financeiro.

Referências

AGRIANUAL 2016: anuário brasileiro da fruticultura 2016. **Citros**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2016. Disponível em: <<http://www.agriannual.com.br/secao/culturas>>. Acesso em: 09 nov. 2016.

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. 2. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 422 p.

AMORÓS, M. **Producción de agrios**. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 352 p.

AZNAR, J. S.; FAYOS, G. S. **Cítricos: variedades y técnicas de cultivo**. Madrid: Mundi-Prensa, 2006. 242 p.

BAYER, R. J.; MABBERLEY, D. J.; MORTON, C.; MILLER, C. H.; SHARMA, I. K.; PFEIL, B. E.; RICH, S.; HITCHCOCK, R.; SYKES, S. A molecular phylogeny of the orange subfamily (Rutaceae: Aurantioideae) using nine cpDNA sequences. **American Journal of Botany**, v. 96, n. 3, p. 668-85, 2009.

BONO, R.; CÓRDOVA, L. F.; SOLER, J. 'Arrufatina', 'Esbal' and 'Guilhermina', three clementine mandarin mutations recently

discovered in Spain. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 94-96, 1981.

BONO, R.; SOLER, J.; CÓRDOVA, L. F. Clemenpons and Loretina, two early clementine mandarin mutations of potential interest. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 11, p. 174-176, 1996.

BRASIL. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Instrução normativa N° 48**, de 24 de setembro de 2013. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

BRASIL. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Proteção de cultivares**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/protecao-cultivares>>. Acesso em: 16 jul. 2016a.

BRASIL. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Registro de cultivares**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro-registro-nacional-cultivares>>. Acesso em: 16 jul. 2016b.

CAMERON, J. W.; FROST, H. B. Genetics, breeding and nucellar embryony. In: REUTHER, W., BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H. J. (Org.). **The Citrus industry**. Berkeley: University of California, 1968. v. 2, p. 325-381.

CASTLE, W. S.; GMITTER, F. G. Rootstock and scion selection.

In: TIMMER, L. W.; DUNCAN, L. W. (Ed.). **Citrus health management**: Plant Management Series. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1999. p. 21-34.

CURK, F; OLLITRAULT, F; GARCIA-LOR, A.; LURO, F; NAVARRO, L.; OLLITRAULT, P. Phylogenetic origin of limes and lemons revealed by cytoplasmic and nuclear markers. **Annals of Botany**, v. 117, n. 4, p. 565-583, 2016.

DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. Citrus. In: **Crop Production Science in Horticulture Series**. Wallington: CAB International, 1994. p. 134-135.

DONADIO, L. C.; FIGUEIREDO, J. O.; PIO, R. M. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: Funep, 1995. 228 p.

DONADIO, L. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; MOREIRA, C. S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico: Fundag, 2005. p. 1-18.

DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S.; POZZAN, M.; SEMPIONATO, O. R. **Novas variedades e clones de laranja doce para indústria**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 42 p.

FABIANI, A.; MIKA, R.; LAROCCA, L.; ANDERSON, C. **Manual para productores de naranja y mandarina de la region del rio Uruguay**. Concordia: INTA, 1996. 238 p.

FADEL, A. L.; STUCHI, E. S.; CARVALHO, S. A.; FEDERICI, M. T.; DELLA COLETTA-FILHO, H. Navelina ISA 315: A cultivar resistant to citrus variegated chlorosis. **Crop Protection**, v. 64, p. 115-121, 2014.

FERREIRA, F. R.; SANTOS, I. R. I.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S.; SOUZA, A. S. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO W. S. (Org.). **Cultura dos citros**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 47-60.

FIGUEIREDO, J. O. Variedades copas. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 228-257.

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

HASSE, G. A. **Laranja no Brasil 1500-1987**. São Paulo: Duprat & Lobe Propaganda, 1987. 296 p.

HODGSON, R. W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHERLOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 1, p. 431-591.

IVIA (INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS). **Variedades IVIA**. Disponível em: <<http://www.ivia.es/nuevaweb/nivel2/variedades.php>>. Acesso em: 16 jul. 2016.

KHAN, I. A.; KENDER, W. J. Citrus breeding: introduction and objectives. In: KHAN, I. A. (Ed.). **Citrus: genetics, breeding and biotechnology**. Wallingford: CAB International, 2007. p. 1-8.

KOLLER, O. L.; SOPRANO, E. Principais cultivares cítricos. In:

KOLLER, O. L. (Org.). **Citricultura catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 2013. p. 57-119.

MACHADO, M. A.; CRISTOFANI, M.; AMARAL, A. M.; OLIVEIRA, A. C. Genética, melhoramento e biotecnologia de citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico: Fundag, 2005. p. 221-277.

MENDEL, K. Bud mutations in citrus and their potential commercial value. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 86-89, 1981.

NICOLOSI, E.; DENG, Z. N.; GENTILE, A.; LA MALFA, S.; CONTINELLA, G.; TRIBULATO, E. Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 100, p. 1155-1166, 2000.

OLIVEIRA, R. P. Biologia molecular. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. (Ed.). **Cultura dos citros**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. v. 1., p. 161-172.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Cadeia produtiva de citros do Rio Grande do Sul. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v. 100, p. 4-6, 2014.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; CASTRO, L. A. S.; SCHUCH, J. L. D. **BRS Rainha**: tangerineira tardia de qualidade. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. (Embrapa Clima Temperado. Folder Técnico).

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; CASTRO, L. A. S.; ROCHA, P. S. G.; FINKENAUER, I. **Montenegrina**: tangerineira tardia resistente ao frio e ao cancro cítrico e tolerante à CVC e à Tristeza. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011a. 1 folder.

OLIVEIRA, R. P.; SOUZA, E. L. S.; GONZATTO, M. P.; SCHWARZ, S. F.; SCIVITTARO, W. B. **Monte Parnaso**: laranjeira de umbigo tardia. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 1 folder.

OLIVEIRA, R. P.; ROCHA, P. S. G.; SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, V. X.; TIMM, F. C. **BRS Pareci**: bergamota de meia-estação tolerante ao cancro cítrico e à tristeza. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 6 p. 1 folder.

OLIVEIRA, R. P.; CANTILLANO, R. F. F.; BOETTCHER, G. N.; GONZATTO, M. P.; SULZBACH, M.; SCHWARZ, S. F. **Harmonia**: tangerina precoce para consumo in natura. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 6 p. 1 folder.

OLIVEIRA, R. P.; SOARES FILHO, W. S.; MACHADO, M. A.; FERREIRA, E. A.; SCIVITTARO, W. B.; GESTEIRA, A. S. Melhoramento genético de plantas cítricas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 22-29, 2014.

OLIVEIRA, R. P.; SCHWARZ, S. F.; SOUZA, E. L. S.; BORGES, R. S.; SCIVITTARO, W. B.; CASTRO, L.A.S. Cultivares-copa. In: OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. (Org.). **Cultivo de citros sem sementes**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011b. p. 65-108. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção, 21).

PIO, R. M.; FIGUEIREDO, J. O.; STUCHI, E. S.; CARDOSO, S. A. B. Variedades copas. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.

D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 37-60.

ROOSE, M. L.; WILLIAMS, T. E. Mutation breeding. In: KHAN, I. A. (Ed.). **Citrus: genetics, breeding and biotechnology**. Wallingford: CAB International, 2007. p. 345-352.

SAUNT, J. **Citrus varieties of the world**. 2 .ed. Norwich: Sinclair International, 2000. 156 p.

SCORA, R. W. On the history and origin of citrus. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, Lancaster, v. 102, p. 369-375, 1975.

SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P., PASSOS, O. S.; SOUZA, A. S. Melhoramento genético. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO W. S. (Org.). **Cultura dos citros**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 61-102.

SOOST, R. K.; ROOSE, M. L. Citrus. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Org.). **Fruit breeding: tree and tropical fruits**. New York: John Wiley & Sons, 1996. v. 1, p. 257-323.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of citrus**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 230 p.

SWINGLE, W. T. The botany of citrus and its wild relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Org.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 1, p. 190-430.

TANAKA, T. **Citrologia semi centennial commemoration papers on *Citrus* studies**. Osaka: Citrologia Supporting Foundation, 1961. 114 p.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Citrus variety collection**. Disponível em: <<http://www.citrusvariety.ucr.edu>>. Acesso em: 16 jul. 2016.

WU, G. A.; PROCHNIK, S.; JENKINS, J.; SALSE, J.; HELLSTEN, U.; MURAT, F.; PERRIER, X.; RUIZ, M.; SCALABRIN, S.; TEROL, J. Sequencing of diverse mandarin, pummelo and orange genomes reveals complex history of admixture during citrus domestication. **Nature Biotechnology**, v. 32, n. 7, p. 656, 2014.

XU, Q.; CHEN L. L.; RUAN X.; CHEN D.; ZHU A. The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*). **Nature Genetics**, v. 45, n. 1, p. 59-66, 2013.

Embrapa

Clima Temperado

CGPE 13898

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

