

Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil

Ana Claudia Barneche de Oliveira¹

Sandro Bonow²

Resumo - Os Programas Brasileiros de Melhoramento Genético do Morangueiro registraram as últimas cultivares em 1999. Atualmente, as cultivares mais utilizadas no Brasil provêm de Programas de outros países, o que leva a uma grande dependência e a uma enorme vulnerabilidade do setor. As cultivares estrangeiras podem apresentar resposta diferente daquela observada nas condições onde foram selecionadas, quanto a características, como precocidade, produtividade, qualidade do fruto e suscetibilidade a doenças e pragas. O uso da seleção assistida por marcadores moleculares em Programas de Melhoramento Genético de Morangueiro tem-se concentrado no setor privado. Um dos motivos de sua pouca utilização tem sido a falta de marcadores, proximamente ligados às características de interesse, e que sejam de fácil obtenção. Tais características são a resistência a doenças e a qualidade do fruto. As principais características buscadas nos dois Programas Brasileiros de Melhoramento de Morangueiro, na década de 1990, ainda são muito semelhantes às observadas no passado. Atualmente, buscam-se novas cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do Brasil e aos diferentes sistemas de produção, que sejam produtivas, com frutos grandes, adocicados, firmes, com boa conservação pós-colheita e com período de colheita estendido. **Palavras-chave:** *Fragaria*. Morango. Comportamento de variedade. Característica. Marcador molecular.

INTRODUÇÃO

O morangueiro pertence ao gênero *Fragaria*, família Rosaceae. São conhecidas 24 espécies. Destas, 12 são diploides ($2n=6x=42$), cinco são tetraploides ($2n=4x=28$), uma hexaploide ($2n=6x=42$), duas octoploides ($2n=8x=56$), uma decaploide e três espécies híbridas. A espécie *Fragaria x ananassa*, octoploide, é mundialmente cultivada, sendo originária de um híbrido entre *F. Chiloensis* e *F. virginiana* (NJUGUNA, 2010).

A cultura do morangueiro no Brasil passou a ter importância econômica nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul em meados do século 20. Nessa época, todas as cultivares eram provenientes dos

Estados Unidos e da Europa, apresentando pouca adaptação às condições de clima e solo daqueles dois Estados. Tanto a produtividade como a qualidade do fruto eram baixas. A situação mudou a partir da década de 1960, quando surgiram as primeiras cultivares brasileiras desenvolvidas pela Estação Experimental de Pelotas, ligada ao Ministério da Agricultura, e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Essas cultivares tinham boa adaptação às condições de solo e clima locais, alta produtividade e boa qualidade da fruta. As novas cultivares permitiram aumentar a produção e, ao mesmo tempo, tornaram o morangueiro uma cultura economicamente expressiva nessas regiões (FRANQUEZ, 2008).

Os Programas de Melhoramento brasileiros registraram as últimas cultivares em 1999, que foram: 'Campinas' (IAC 2712), 'Guarani' (IAC 5074), 'Monte Alegre' (IAC 3113), 'Princesa Isabel' (IAC 5277) pertencentes ao IAC; e 'Santa Clara', 'Konvoy-Cascata', 'Vila Nova' pertencentes à Embrapa. O Programa de Melhoramento da Embrapa Clima Temperado sofreu descontinuidade no final da década de 1990, e reiniciou em 2008. Já o Programa de Melhoramento de Morangueiro do IAC foi mantido, mas sem novas cultivares. Atualmente, as cultivares mais utilizadas no Brasil provêm de programas de outros países, o que leva a uma grande dependência e a uma enorme vulnerabilidade do setor.

¹Eng^a Agr^a, Dra., Pesq. EMBRAPA Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas-RS. Correio eletrônico: ana.barneche@cpect.embrapa.br

²Eng^a Agr^a, Dr., Pesq. EMBRAPA Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas-RS. Correio eletrônico: sandro.bonow@cpect.embrapa.br

COMPORTAMENTO DAS CULTIVARES

A adaptabilidade de uma cultivar a uma determinada região produtora é expressa pela interação genótipo-ambiente. A interação entre temperatura e fotoperíodo determina a produtividade e a qualidade do fruto, as quais são influenciadas pelas condições de solo e pela incidência de pragas e doenças.

Portanto, quando uma cultivar é selecionada para determinada região, a adaptação a outras áreas de produção é dependente da interação com os fatores ambientais daquelas áreas. As cultivares estrangeiras podem apresentar resposta diferente daquela observada nas condições em que foram selecionadas, para características, como precocidade, produtividade, qualidade do fruto e suscetibilidade a doenças e a pragas.

Em relação às cultivares importadas, os resultados experimentais demonstram que a maioria apresenta alto potencial de produtividade e frutos que se destacam por algumas propriedades, como cor, firmeza e tamanho, entretanto, a falta de sabor é uma característica comum nesses materiais. Outro aspecto importante é a suscetibilidade às principais doenças e pragas que ocorrem no Brasil.

Todas as cultivares estrangeiras, com exceção da 'Sweet Charlie', apresentam suscetibilidade à antracnose-da-coroa (*Colletotrichum fragariae* Brooks) e à antracnose-do-fruto (*Colletotrichum acutatum* Simmond). Além disso, muitas dessas cultivares são suscetíveis às doenças de folhas, da coroa e das raízes (FRANQUEZ, 2008).

CARACTERÍSTICAS DO MORANGUEIRO

As características da planta comumente consideradas nos Programas de Melhoramento do Morangueiro são: produtividade, vigor, hábito de frutificação (sensibilidade ao fotoperíodo), tempo e uniformidade de maturação, resistência ao frio, resistência a geadas (flores), tolerância a altas temperaturas, período de dormência e resistência

a doenças e pragas. E as características do fruto são: flavor (sabor e aroma), tamanho, simetria, formato, firmeza e cor da polpa e da epiderme, brilho, fácil separação do cálice, teor de vitaminas, teor de sólidos solúveis, acidez e resistência a podridões (CASTRO, 2004).

A capacidade de produção do morangueiro está diretamente relacionada com o tamanho e o número de frutos. O tamanho grande, característica das cultivares modernas, é parcialmente recessivo em relação ao tamanho pequeno. Essa característica é controlada por genes quantitativos, de alta herdabilidade, amplamente distribuídos na população natural de *F. chiloensis* e concentrados nas cultivares comerciais, com progressos notáveis no melhoramento genético (SANTOS, 1999). Este fato é exemplificado com o ganho genético estimado no peso de frutos, no período de 1975 a 2008, dentro do programa da Universidade da Flórida, o qual foi de 2,6 g por ano (WHITAKER et al., 2011b).

A firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema importância, especialmente para as cultivares destinadas à produção de fruto para consumo in natura, pois, além de permitir melhor manuseio e transporte, conservam as qualidades organolépticas por mais tempo, aumentando significativamente o período de comercialização. Esses fatores são altamente influenciados tanto pelo ambiente, como pelo manejo da cultura, irrigação, nutrição e ponto de colheita. Para cultivares destinadas à indústria, a firmeza da polpa é uma característica importante por estar correlacionada com o conteúdo de sólidos e com a qualidade do produto em conservação. Tem sido encontrada correlação positiva entre a resistência da epiderme e a firmeza da polpa (SANTOS, 1999).

A cor e o brilho da epiderme do fruto são características especiais na comercialização do morangueiro, tanto para o consumo in natura como para a industrialização. A intensidade da coloração da polpa é uma característica parcialmente

dominante, com herdabilidade estimada em 81%, sendo pouco afetada pelas condições climáticas (SANTOS, 1999).

O sabor do fruto é considerado uma das mais importantes características, no entanto, de difícil distinção. O sabor está relacionado com o balanço de açúcares e ácidos, coloração e o conteúdo em ácido ascórbico e com o balanço de sólidos solúveis e ácidos. Estes fatores são altamente influenciados pelo ambiente. Aconselha-se repetir a avaliação, no início, na metade e no final da colheita. A herança do sabor do fruto é quantitativa, sendo estimada uma herdabilidade de 41% (SANTOS, 1999).

No comportamento fisiológico do morangueiro existe uma correlação muito grande entre temperatura e fotoperíodo. À medida que a temperatura e o fotoperíodo decrescem, a atividade fisiológica da planta diminui até que esta entre em dormência, que só é quebrada quando é atingido um determinado número de horas de frio abaixo de 7,2 °C. Tal exigência é variável em função da cultivar, desde mil horas até pouco mais de cem horas. Por outro lado, quando a temperatura e o fotoperíodo se elevam, a planta cessa a floração e apenas reproduz vegetativamente. As cultivares que apresentam este comportamento são chamadas cultivares de dia curto. As cultivares que florescem e produzem frutos, independentemente do fotoperíodo, são denominadas cultivares de dia neutro ou indiferentes ao fotoperíodo. A vantagem dessas cultivares é a produção de frutos em plena entressafra (verão), quando cultivadas em regiões de verões amenos (SANTOS, 1999).

Quanto a doenças, buscam-se genótipos resistentes e/ou tolerantes a: flor-preta (*Colletotrichum acutatum*); antracnose-no-rizoma (*Colletotrichum fragariae*); murcha-de-Verticillium (*Verticillium albo-atrum*); diplocarpom (*Diplocarpon earlianum*); oídio (*Sphaeroteca macularis*); micoserela (*Mycosphaerella fragariae*).

Com relação a pragas, a principal demanda é a tolerância ao ácaro-rajado.

PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO

No mundo, estima-se que existam mais de cem programas de melhoramento genético de morangueiro, os quais procuram, entre outras características, cultivares superiores em sabor e textura, que sejam resistentes aos principais estresses bióticos e abióticos, cultivares que permitam o aumento do período de colheita, e que proporcionem maior período de prateleira pós-colheita (FAEDI; MOURGUES; ROSATI, 1999). Para que esses objetivos possam ser alcançados, os Programas de Melhoramento Genético têm utilizado todo germoplasma e conhecimento disponíveis. Nesse contexto, as pesquisas com morangueiro têm sido beneficiadas com a utilização das ferramentas biotecnológicas, entre as quais destacam-se os marcadores moleculares.

Marcadores moleculares

Várias classes de marcadores moleculares têm sido utilizadas em estudos que envolvem o morangueiro. Entre estas classes destacam-se random amplified polymorphic DNA (RAPD), amplified fragment length polymorphism (AFLP), inter simple sequence repeat (ISSR) e microsatélites – simple sequence repeat (SSR).

Os marcadores RAPDs são de rápida detecção e, como grande vantagem, não exigem conhecimento prévio das sequências para a síntese dos primers (sequências flanqueadoras à região-alvo a ser amplificada). Em morangueiro foram utilizados principalmente para as análises que envolvem taxonomia e diversidade genética (GIDONI et al., 1994; HANCOCK; CALLOW; SHAW, 1994; LEVI; ROWLAND, 1997). Nesses estudos, em sua maioria, esses marcadores mostraram-se eficientes para a caracterização das cultivares. Embora seu uso, atualmente, seja muito raro, pois apresenta como principal desvantagem os baixos níveis de reprodutibilidade dentro e entre laboratórios, o que causa dificuldade de comparação de resultados gerados por diferentes laboratórios.

Além disso, são marcadores dominantes e não lócus específico, o que reduz a utilidade para a caracterização e identificação de cultivares (GARCIA et al., 2002).

Outros marcadores utilizados com destaque são os denominados AFLP. Esse tipo de marcador caracteriza-se por ser dominante, exigir DNA com alta pureza e ser altamente reprodutível entre laboratórios (JONES et al., 1997), além disso, não necessita conhecimento prévio de sequências genômicas para a construção de primers. Potencialmente, apresenta um grande número de bandas polimórficas, sendo muito informativo. Segundo Njuguna (2010), embora vários avanços tenham ocorrido na técnica de AFLP nos últimos anos, essa técnica tem sido menos utilizada do que RAPD e microsatélites na identificação de cultivares e na análise de diversidade genética em germoplasma de morangueiro.

Atualmente, os microsatélites têm sido amplamente utilizados para estudos sobre morangueiro. Inicialmente, possuíam uma grande limitação que era a exigência da disponibilidade de primers, que necessitavam ser desenvolvidos por meio da construção de bibliotecas genômicas. Hoje, essa limitação foi superada com um grande número de primers para marcadores microsatélites disponíveis em morangueiro, o que ocorreu por causa da construção de várias bibliotecas genômicas (ASHLEY et al., 2003; CIPRIANI; TESTOLIN, 2004; HADONOU et al., 2004; LEWERS et al., 2005; MONFORT et al., 2006; SARGENT; HADONOU; SIMPSON, 2003). Além disso, alguns relatos como o de Gil-Ariza et al. (2006) mostram o uso de microsatélites em regiões expressas – expressed sequence tags (EST), os denominados EST-SSR. No estudo, esses autores utilizaram 10 EST-SSR derivados de *Fragaria x ananassa*. Tais marcadores mostraram altos níveis de polimorfismo dentro de cultivares de morangueiro e entre espécies de *Fragaria*, indicando o potencial para estudos genéticos não só em morangueiro, mas também em outras espécies dentro do gênero.

Outra classe de marcadores com os quais são encontrados relatos em morangueiro são os ISSR, com trabalhos que visam à análise da diversidade genética (CARRASCO et al., 2007; DEBNATH et al., 2008; MORALES, 2010).

As principais aplicações dos marcadores moleculares em morangueiro concentram-se na análise da diversidade genética, na identificação de cultivares, na construção de mapas genéticos e na seleção assistida por marcadores moleculares.

A caracterização de germoplasma, ao utilizar marcadores moleculares, tem proporcionado o aumento do conhecimento sobre populações naturais, principalmente de *F. Chiloensis* e *F. virginiana*, considerados como parte do pool gênico primário da cultura e, conseqüentemente, importantes para uso facilitado em Programas de Melhoramento Genético. Muitos desses estudos mostraram que, quando comparados com germoplasma utilizado dentro dos programas de melhoramento genético, acessos silvestres são uma potencial fonte de variabilidade genética. Nos últimos anos, vários trabalhos foram conduzidos visando também à análise da diversidade genética em genótipos cultivados. Radmann et al. (2006), ao utilizarem RAPD, avaliaram a diversidade genética de dez cultivares de morangueiro plantadas no Brasil. Foram analisados 26 primers que separaram as cultivares em dois grupos com base na similaridade genética. Um grupo, com as cultivares destinadas à industrialização, e outro, com as cultivares destinadas ao mercado in natura.

Morales (2010) avaliou, por meio de marcadores moleculares RAPD e marcadores ISSR, a divergência genética de 11 cultivares de morangueiro cultivadas no Brasil. A análise dos dados gerados a partir da análise de marcadores RAPD separou as cultivares em três grupos, enquanto os marcadores ISSR separaram em dois grupos, não existindo relação direta na comparação dos dois grupos. Segundo esse autor, o agrupamento gerado pelo método ISSR foi mais coerente com a origem e a

genealogia das cultivares do que aquele proposto pelo método RAPD, podendo ser considerado mais eficiente no estudo da divergência genética do morangueiro.

Com a evolução dos programas de melhoramento é esperada a redução na diversidade genética, especialmente dentro de uma cultura recentemente domesticada. Desta maneira, é importante permanecer alerta e realizar o monitoramento da diversidade do germoplasma dos programas de melhoramento e ter o conhecimento da diversidade genética disponível, visando assegurar a introdução de novos alelos sempre que necessário (WHITAKER, 2011a).

Novas plantas são clonalmente propagadas para a produção de mudas. No processo de propagação, a manutenção da integridade genética é crítica, pois produtores de mudas e produtores de frutos compram determinada variedade com a expectativa de cultivar um genótipo com potenciais e limitações conhecidas. Características como tempo para florescimento e colheita, qualidade do fruto e suscetibilidade a doenças estão entre as principais que levam o produtor à escolha de uma determinada cultivar em detrimento de outra.

As cultivares de morangueiro, atualmente plantadas, apresentam uma estreita base genética, tendo aproximadamente 50 genótipos como base (DALE; SJULIN, 1990). Esse fato acarreta uma grande similaridade morfológica entre as cultivares, principalmente durante a fase vegetativa, o que, mesmo para os olhos treinados de um melhorista, pode causar dificuldade para a diferenciação entre genótipos. Além disso, os descritores morfológicos podem variar com diferentes condições ambientais e práticas culturais. Considerando essa situação, no momento, a identificação de cultivares por meio de marcadores moleculares tem sido importante, sendo considerada a principal e mais difundida utilização dos marcadores moleculares em morangueiro.

Várias classes de marcadores, RAPD, AFLP, ISSR e microssatélites foram utilizadas na identificação de cultivares. Congiu et al. (2000) utilizaram marcadores RAPD para a identificação de cultivares de moran-

gueiro, sendo as evidências produzidas aceitas em um processo judicial, envolvendo a utilização de uma variedade patenteada de forma indevida. Apesar dos casos relatados, que confirmam a utilidade de várias classes de marcadores, a abundância de *primers* disponíveis, a variabilidade alélica e o caráter codominante têm tornado os microssatélites os marcadores preferenciais para estudos de identificação de cultivares.

Assim, com o grande número de marcadores moleculares disponíveis para uso em morangueiro, segundo Whitaker (2011a), o próximo passo seria, naturalmente, a identificação de um pequeno grupo de marcadores que fossem altamente reprodutíveis entre laboratórios. O mesmo grupo de *primers*, recomendado por Govan et al. (2008), foi estudado por Brunings et al. (2010). Estes empregaram nove *primers* microssatélites para a caracterização de importantes cultivares plantadas na Flórida, Estados Unidos, além de seleções avançadas do Programa de Melhoramento de Morangueiro da Universidade da Flórida, para, assim, determinar a utilidade desse grupo de *primers* em uma população distinta da inicialmente utilizada. Foi possível a identificação/individualização de todas as cultivares estudadas. Esse resultado mostra a potencialidade da utilização dos marcadores moleculares, particularmente os microssatélites, na identificação de cultivares de morangueiro.

Diante da alta especificidade dos marcadores, esse sistema é altamente apurado e reprodutível entre laboratórios. Um eficiente sistema para identificação rotineira de cultivares de morangueiro necessita de um protocolo uniforme que produza consistentes picos, com padrões que sejam altamente variáveis dentro da população a ser testada. É interessante considerar o aspecto do nível de ploidia do morangueiro, octoploide, o que, por vezes, pode dificultar a interpretação dos dados obtidos. Ressalta-se que os microssatélites são especialmente úteis na análise de cultivares de morangueiro, pelo fato de a espécie possuir um genoma octoploide (ASHLEY et al., 2003).

Em morangueiro, o primeiro mapa genético foi construído com diploides, utilizando uma população F_2 oriunda de um cruzamento entre acessos de *F. vesca*, sendo empregados marcadores RAPD (DAVIS; YU, 1997). Para octoploides, ao utilizar germoplasma cultivado, o primeiro mapa genético foi construído com marcadores AFLP (LERCETEAU-KÖHLER; GUÉRIN; DENOYES-ROTHAN, 2005). Após, em 2004, foi construído um mapa utilizando marcadores microssatélites. Esse é, atualmente, o mapa de referência em morangueiro. Novos microssatélites, desenvolvidos em estudos recentes (BASSIL et al., 2006; LEWERS et al., 2005; MONFORT et al., 2006), foram agregados a esse mapa de referência, proposto por Sargent et al. (2004), aumentando a sua densidade de marcadores. Atualmente, o mapa possui 296 marcadores, sendo 270 microssatélites e 22 marcadores gene-específicos (WHITAKER, 2011a). Esse mapa é uma importante fonte de informação para vários estudos, nos quais utilizam marcadores moleculares.

Quanto ao sequenciamento do genoma do morangueiro, este foi publicado em 2010 (SHULAEV et al., 2011). Foi sequenciado o genoma diploide de *F. vesca* e foram identificados preliminarmente 34.809 genes.

Vários estudos têm sido conduzidos visando à identificação de marcadores moleculares ligados a características de interesse em morangueiro. Dentro desses estudos, grande atenção tem sido concentrada na busca de marcadores associados à resistência a doenças. Exemplo disso são os estudos conduzidos por Haymes et al. (1997, 2000) e Weg (1997), os quais encontraram marcadores moleculares associados a regiões genômicas envolvidas com a resistência a *Phytophthora fragariae*. Na mesma linha, outros estudos (DENOYES-ROTHAN et al., 2005; LERCETEAU-KÖHLER; GUÉRIN; DENOYES-ROTHAN, 2005) identificaram marcadores associados à resistência a *Colletotrichum acutatum*, causador da antracnose.

Sensibilidade ao fotoperíodo foi outra característica de interesse estudada e para a qual foram identificados marcadores associados. Estudos com esse objetivo foram conduzidos por Weebadde et al. (2008). Além dessas, foram estudados marcadores relacionados com a cor do fruto (DENG; DAVIS, 2001).

Ressalta-se que a maioria dos estudos, que envolvem a busca de marcadores associados a características de interesse, foi realizada em diploides, principalmente de *F. vesca*.

Quanto ao uso da seleção assistida por marcadores moleculares em Programas de Melhoramento Genético de Morangueiro, esta tem sido pouco observada, e as observadas têm-se concentrado no setor privado, onde marcadores estão sendo utilizados principalmente para auxílio na seleção de genótipos resistentes a doenças. Um dos motivos da pouca utilização tem sido a falta de marcadores proximamente ligados às características de interesse e que sejam de fácil obtenção. Além disso, foi concluído que as características de maior interesse para o uso de seleção assistida como ferramenta auxiliar são a resistência a doenças e a qualidade do fruto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fazendo uma retrospectiva das principais características buscadas nos dois Programas de Melhoramento de Morangueiro no Brasil, na década de 1990, destacam-se:

- a) Programa de Melhoramento do IAC, segundo Camargo e Passos (1993): alta produtividade, formação de morangos grandes, lisos, vermelhos, brilhantes, firmes, capazes de resistir ao transporte; frutificação precoce e prolongada com regularidade por cerca de cinco meses; morango com sabor adocicado e pouco ácido; flores completas com estames bem desenvolvidos; facilidade de propagação, mas sem excessiva produção de estolões; tolerância às pragas e às moléstias;
- b) Programa da Embrapa Clima Temperado, segundo Santos (1999):

produção em número e peso de morangos; exigência em frio; resposta ao fotoperíodo e à temperatura; tamanho; cor; sabor; firmeza da polpa; resistência da epiderme dos frutos.

Com isso pode-se observar que os desafios atuais dos Programas de Melhoramento de Morangueiro no Brasil ainda são muito semelhantes aos observados no passado, ou seja, ainda é necessário o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do Brasil, e aos diferentes sistemas de produção, tais como orgânico, sem solo, hidropônico, sob proteção, etc.

Atualmente, buscam-se novas cultivares que sejam produtivas, com frutos grandes, adocicados, firmes, com boa conservação pós-colheita e com período de colheita estendido.

REFERÊNCIAS

ASHLEY, M.V. et al. High variability and disomic segregation of microsatellites in octoploid *Fragaria virginiana* Mill. (Rosaceae). **Theoretical and Applied Genetics**, v.107, n.7, p.1201-1207, Nov. 2003.

BASSIL, N.V. et al. Microsatellite markers for *Fragaria* from 'Strawberry Festival' expressed sequence tags. **Molecular Ecology Notes**, v.6, n.2, p.473-476, June 2006.

BRUNINGS, A.M. et al. Implementation of simple sequence repeat markers to genotype Florida strawberry varieties. **Euphytica**, v.173, n.1, p.63-75, May 2010.

CAMARGO, L. de S.; PASSOS, F.A. Morango. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: IAC, 1993. v.1, p.412-432.

CARRASCO, B. et al. The Chilean strawberry [*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.]: genetic diversity and structure. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.132, n.4, p.501-506, July 2007.

CASTRO, R.L. Melhoramento genético do morangueiro: avanços no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas. **Palestras... Pelotas**: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.22-36. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

CIPRIANI, G.; TESTOLIN, R. Isolation and

characterization of microsatellite loci in *Fragaria*. **Molecular Ecology Notes**, v.4, n.3, p.366-368, Sept. 2004.

CONGIU, L. et al. The use of random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers to identify strawberry varieties: a forensic application. **Molecular Ecology Notes**, v.9, n.2, p.229-232, 2000.

DALE, A.; SJULIN, T.M. Few cytoplasm contribute to North American strawberry cultivars. **HortScience**, v.25, n.11, p.1341-1342, Nov. 1990.

DAVIS, T.M.; YU, H. A linkage map of the diploid strawberry, *Fragaria vesca*. **Journal of Heredity**, v.88, n.3, p.215-221, May 1997.

DEBNATH, S.C. et al. Inter simple sequence repeat (ISSR) markers to assess genetic diversity and relatedness within strawberry genotypes. **Canadian Journal of Plant Science**, v.88, n.2, p.313-322, Apr. 2008.

DENG, C.; DAVIS, T.M. Molecular identification of the yellow fruit color (c) locus in diploid strawberry: a candidate gene approach. **Theoretical and Applied Genetics**, v.103, n.2/3, p.316-322, Aug. 2001.

DENOYES-ROTHAN, B. et al. Inheritance of resistance to *Colletotrichum acutatum* in *Fragaria* × *ananassa*. **Phytopathology**, v.95, n.4, p.405-412, Apr. 2005.

FAEDI, W.; MOURGUES, F.; ROSATI, C. Strawberry breeding and varieties: situation and perspectives. **Acta Horticulturae**, v.567, p.51-60, 1999. IV International Strawberry Symposium.

FRANQUEZ, G.G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (*Fragaria* × *ananassa* Duch.)**. 2008. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GARCIA, M.G. et al. Morphological traits and high resolution RAPD markers for the identification of the main strawberry varieties cultivated in Argentina. **Plant Breeding**, v.121, n.1, p.76-80, Feb. 2002.

GIDONI, D. et al. Strawberry cultivar identification using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. **Plant Breeding**, v.113, n.4, p.339-342, Dec. 1994.

GIL-ARIZA, D.J. et al. EST-derived polymorphic microsatellites from cultivated strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) are useful for diversity studies and varietal identification among *Fragaria* species. **Molecular Ecology Notes**, v.6, n.4, p.1195-1197, Dec. 2006.

GOVAN, C.L. et al. A reliable multiplexed microsatellite set for genotyping *Fragaria* and its use in a survey of 60 *F. x ananassa* cultivars. **Molecular Breeding**, v.22, n.4, p.649-661, Nov. 2008.

HADONOU, A.M. et al. Development of microsatellite markers in *Fragaria*, their use in genetic diversity analysis, and their potential for genetic linkage mapping. **Genome**, v.47, n.3, p.429-438, June 2004.

HANCOCK, J.F.; CALLOW, P.A.; SHAW, D.V. Randomly amplified polymorphic DNAs in the cultivated strawberry, *Fragaria x ananassa*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.119, n.4, p.862-864, July 1994.

HAYMES, K.M. et al. Development of SCAR markers linked to a *Phytophthora fragariae* resistance gene and their assessment in European and North American strawberry genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n.125, n.3, p.330-339, May 2000.

HAYMES, K.M. et al. Identification of RAPD markers linked to a *Phytophthora fragariae* resistance gene (Rpf1) in the cultivated strawberry. **Theoretical and Applied Genetics**, v.94, n.8, p.1097-1101, June 1997.

JONES, C.J. et al. Reproducibility testing of RAPD, AFLP and SSR markers in plants by a network of European laboratories. **Molecular Breeding**, v.3, n.5, p.381-390, 1997.

LERCETEAU-KÖHLER, E.; GUÉRIN, G.; DENOYES-ROTHAN, B. Identification of SCAR markers linked to Rca2 anthracnose resistance gene and their assessment in strawberry germplasm. **Theoretical and Applied Genetics**, v.111, n.5, p.862-870, Sept. 2005.

LEVI, A.; ROWLAND, L.J. Identifying blueberry cultivars and evaluating their genetic relationships using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) and simple sequence repeat (SSR) anchored primers. **American Journal for Horticultural Science**, v.122, n.1, p.74-78, Jan. 1997.

LEWERS, K.S. et al. Strawberry GenBank-derived and genomic simple sequence repeat (SSR) markers and their utility with strawberry, blackberry, and red and black raspberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.130, n.1, p.102-115, Jan. 2005.

MONFORT, A. et al. A new set of polymorphic simple sequence repeat (SSR) markers

from a wild strawberry (*Fragaria vesca*) are transferable to other diploid *Fragaria* species and to *Fragaria x ananassa*. **Molecular Ecology Notes**, v.6, n.1, p.197-200, Mar. 2006.

MORALES, R.G.F. **Divergência genética entre cultivares de morangueiro por meio de marcadores moleculares e caracteres morfoagronômicos**. 2010. 69p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.

NJUGUNA, W. **Development and use of molecular tools in *Fragaria***. 2010. 389f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Oregon State University, Oregon.

RADMANN, E.B. et al. Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.84-87, jan./mar. 2006.

SANTOS, A.M. dos. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**. Morango: tecnologia inovadora, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.24-29, maio/jun. 1999.

SARGENT, D.J.; HADONOU, A.M.; SIMPSON, D.W. Development and characterization of polymorphic microsatellite markers from *Fragaria viridis*, a wild diploid strawberry. **Molecular Ecology Notes**, v.3, n.4, p.550-552, Oct. 2003.

SARGENT, D.J. et al. A genetic linkage map of microsatellite, gene-specific and morphological markers in diploid *Fragaria*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.109, n.7, p.1385-1391, Nov. 2004.

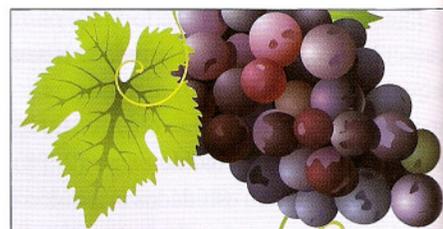
SHULAEV, V. et al. The genome of woodland strawberry (*Fragaria vesca*). **Nature Genetics**, v.43, n.2, p.109-116, Feb. 2011.

WEEBADDE, C.K. et al. Using a linkage mapping approach to identify QTL for day-neutrality in the octoploid strawberry. **Plant Breeding**, v.127, n.1, p.94-101, Feb. 2008.

WEG, W.E. van de. Resistance to *Phytophthora fragariae* var. *fragariae* in strawberry: the Rpf2 gene. **Theoretical and Applied Genetics**, v.94, n.8, p.1092-1096, June 1997.

WHITAKER, V.M. Applications of molecular markers in strawberry. **Journal of Berry Research**, v.1, n.3, p.115-127, Apr. 2011a.

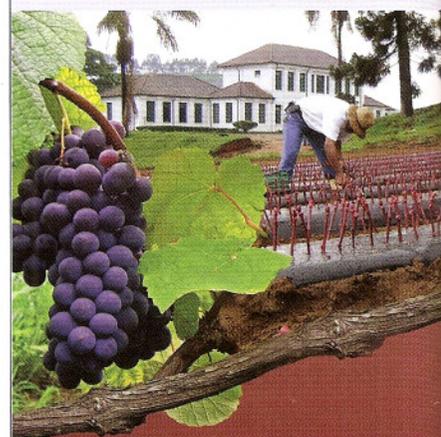
WHITAKER, V.M. et al. Historical trends in strawberry fruit quality revealed by a trial of University of Florida cultivars and advanced selections. **Hortscience**, v.46, n.4, p.553-557, Apr. 2011b.



Mudas de Videira

- Mudanças selecionadas
- Produzidas pela moderna técnica de enxertia de mesa
- Isentas de viroses

Consulte as variedades disponíveis e informe-se sobre cursos em viticultura.



Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho
Av. Santa Cruz, 500 • Caldas • MG

(3 5) 3 7 3 5 1 1 0 1

epamig@epamigcaldas.gov.br

