

WELLINGSON ASSUNÇÃO ARAÚJO

**CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE CULTIVARES E PROGÊNIES DE  
MARACUJAZEIRO AZEDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós - Graduação em Genética e Melhoramento, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A663c  
2018  
Araújo, Wellingson Assunção, 1991-  
Caracterização molecular de cultivares e progênies de  
maracujazeiro azedo / Wellingson Assunção Araújo. – Viçosa,  
MG, 2018.  
viii, 34 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 26-34.

1. Maracujá - Melhoramento genético. 2. Diversidade  
genética. 3. Genética molecular. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Biologia Geral. Programa de  
Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. II. Título.

CDD 22. ed. 634.4252

WELLINGSON ASSUNÇÃO ARAÚJO

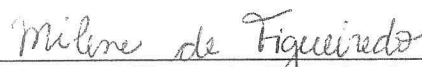
**CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE CULTIVARES E PROGÊNIES DE  
MARACUJAZEIRO AZEDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

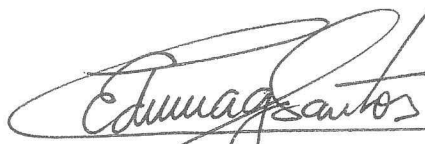
APROVADA: 28 de fevereiro de 2018.



Eveline Teixeira Caixeta  
(Coorientadora)



Milene de Figueiredo



Carlos Eduardo Magalhães dos Santos  
(Orientador)

A Deus, minha família e a todos os  
amigos que tornaram essa trajetória mais  
leve...  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter sido a fortaleza e a luz durante essa trajetória.

A minha família, em especial aos meus avós Maria das Dores e Domingos, meus pais, Wellington e Celia, a meus irmãos, pelo carinho e por todas as palavras de incentivo.

Ao Mauricio, ter sido, antes de qualquer coisa, o meu melhor amigo durante os dias mais difíceis dessa fase da minha vida.

Aos meus muitos amigos de Viçosa, por estarem comigo em todos os momentos, sejam eles felizes ou tristes.

Aos amigos de república por terem sido mais que irmãos.

A Universidade Federal de Viçosa, ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento e ao Departamento de Fitotecnia pela formação de excelência e disponibilização de toda a estrutura necessária para a realização desse trabalho.

Ao Dr. Carlos Eduardo Magalhães dos Santos pelas orientações, conselhos e por sempre acreditar que podemos melhorar.

A Dra. Eveline Teixeira Caixeta e ao Dr. Claudio Bruckner pelas orientações e pela disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos.

A Dra. Milene de Figueiredo por todo auxílio, disponibilidade e, principalmente, pela amizade.

Aos amigos do Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal, em especial a Silvia, Andressa, Marcele, Geísa, Uilian, Renata e Tia Ivanete, por terem sido a minha família durante todo esse tempo.

A Aleksandra, Erika e Tiago pela ajuda, por compartilharem gentilmente seus conhecimentos sobre Biologia Molecular e pela amizade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa.

Ao Dr. Márcio Henrique Pereira Barbosa, Dr. Sérgio Motoike e Dr. Marcelo Soriano pelo empréstimo de reagentes para o desenvolvimento da pesquisa.

A Rachel e Sérgio por compartilharem comigo as suas experiências de vida e por todos os conselhos.

Aos amigos da Agronomia e do PPGGM-UFV por todos os momentos vividos juntos.

Por fim agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.

“O sucesso é a soma de pequenos  
esforços repetidos dia após dia.”  
(Robert Collier)

## RESUMO

ARAÚJO, Wellingson Assunção, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Caracterização molecular de cultivares e progênies de maracujazeiro azedo.** Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Coorientadores: Eveline Teixeira Caixeta e Claudio Horst Bruckner.

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims.) pertence à família Passifloraceae e ao gênero *Passiflora*, sendo a América tropical seu centro de origem. O Brasil destaca-se no cenário mundial como maior produtor, propiciando o interesse de cultivo da espécie, porém se faz necessário o desenvolvimento de cultivares que possuam desempenho superior às já existentes. O programa de melhoramento de maracujazeiro da Universidade Federal de Viçosa desenvolve continuamente genótipos superiores por meio de cruzamentos entre indivíduos contrastantes como premissa de obter cultivares comerciais que atendam aos interesses do mercado. Nesse estudo, objetivou-se caracterizar molecularmente as cultivares comerciais de maracujazeiro azedo utilizadas no Brasil e progênies elite advindas do programa de melhoramento da Universidade Federal de Viçosa - UFV, além de obter informações sobre indivíduos contrastantes e verificar a possível ocorrência de variabilidade genética entre e dentro das cultivares/progênies avaliadas. Foram utilizadas 14 cultivares comerciais advindas de nove programas de melhoramento e 14 progênies elite do programa de melhoramento da UFV. Para cada cultivar/progênie coletou-se dados de sete plantas. Foram testados 12 *primers* microssatélites, dos quais 10 amplificaram e apresentaram polimorfismo. Foram identificados 26 alelos, com média de 2,6 alelo/loco. As análises de diversidade mostraram que a heterozigosidade observada é menor que a esperada e que o conjunto das cultivares/progênies possui coeficiente de endogamia positivo. Observou-se a formação de três grupos a partir da construção do dendrograma, onde foi possível discriminar quase todos os indivíduos das cultivares/progênies.

## ABSTRACT

ARAÚJO, Wellingson Assunção, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Molecular characterization of cultivars and progenies of passion fruit sour**. Adviser: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Co-advisers: Eveline Teixeira Caixeta and Claudio Horst Bruckner.

The passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) belongs to the family Passifloraceae and to the genus Passiflora, being tropical America its center of origin. Brazil stands out in the world scenario as a major producer, favoring the interest of cultivating the species, but it is necessary to develop cultivars that perform better than those already existing. The passion fruit breeding program of the Federal University of Viçosa continually develops superior genotypes through crosses between contrasting individuals as a premise to obtain commercial cultivars that meet market interests. The objective of this study was to characterize the commercial cultivars of passion fruit cultivars used in Brazil and elite progenies from the breeding program of the Federal University of Viçosa - UFV, as well as obtaining information on contrasting individuals and verifying the possible occurrence of genetic variability between within the evaluated cultivars / progenies. Fourteen commercial cultivars from nine breeding programs and 14 elite progenies from the UFV breeding program were used. For each cultivar / progeny data were collected from seven plants. Twelve microsatellite primers were tested, 10 of which amplified and showed polymorphism. 26 alleles were identified, with a mean of 2.6 allele / locus. The diversity analyzes showed that the observed heterozygosity is lower than expected and that the set of cultivars / progenies has a positive inbreeding coefficient. It was observed the formation of three groups from the construction of the dendrogram, where it was possible to discriminate almost all the individuals of the cultivars / progenies.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	1
2. Objetivos .....	2
2.1. Objetivo Geral.....	2
2.2. Objetivos Específicos: .....	2
3. Revisão de literatura .....	3
3.1. A cultura do maracujazeiro .....	3
3.2. Melhoramento de maracujazeiro e principais cultivares .....	4
3.3. Programa de melhoramento de maracujazeiro da Universidade Federal de Viçosa.....	7
4. Material e métodos .....	10
4.1. Material vegetal .....	10
4.2. Extração do DNA genômico .....	12
4.4. Reação de Polimerase em Cadeia (PCR) .....	12
4.4. Análises Estatísticas.....	15
5. Resultados e discussão.....	15
6. Conclusões .....	25
7. Referências.....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) pertence à família passifloraceae e encontra-se dentro do maior gênero desta, o passiflora (FEUILLET & MACDOUGAL, 2007). No Brasil, reporta-se a ocorrência de 142 espécies desse gênero, sendo 83 espécies endêmicas (BERNACCI et al., 2015), tornando, assim, o país uma importante fonte de diversidade genética que pode ser amplamente utilizada pelos programas de melhoramento da cultura.

A espécie *P. edulis* é a mais cultivada devido à sua importância econômica, que está relacionada à produção de polpa, destinada a agroindústrias e ao consumo *in natura*. Por ser responsável por quase a totalidade da produção de maracujá do Brasil (MELETTI & BRUCKNER, 2001; FERRAZ & LOT, 2006), justificam-se todos os esforços no entendimento e melhoramento desta espécie.

O cultivo de maracujazeiro azedo tem se tornado atrativo devido ao rápido retorno econômico quando comparada a outras fruteiras que possuem um maior período vegetativo (MELETTI et al., 2010) e comporta-se como boa alternativa para agricultores familiares que são hoje os grandes responsáveis pela produção no país.

Em 2016, foram produzidas aproximadamente 704 mil toneladas de fruto em uma área cultivada de cerca de 50 mil hectares (IBGE, 2017). Houve uma grande contribuição no que diz respeito ao aumento da produtividade dessa fruteira desde o início do seu cultivo comercial no país, contribuição esta que pode ser apoiada em dois pilares: a integração de bons produtores que levaram melhores técnicas de cultivo à cultura (MELETTI, 2000) e o melhoramento genético feito por várias equipes multidisciplinares que ofereceram ao mercado cultivares de melhor produtividade (MELETTI, 2011).

Devido aos avanços anteriormente citados e principalmente à ampliação de programas de melhoramento da cultura, já são disponibilizadas no Brasil diversas cultivares de maracujazeiro advindas destes programas de melhoramento e de empresas privadas (MAPA, 2018). No entanto, ainda se faz necessário que sejam produzidas novas cultivares que atendam as novas demandas encontradas no campo e apresentem adaptabilidade a regiões produtoras.

O uso de marcadores moleculares é uma ferramenta importante para a determinação de novos cruzamentos que possam vir a gerar genótipos superiores que atendam essas novas demandas, pois estes apresentam estabilidade e confiança por serem baseados nas sequências de DNA advindos de tecidos de diferentes partes da planta, além de possuírem boa cobertura do genoma e possuírem a capacidade de detectar alto grau de polimorfismo (BORÉM & CAIXETA, 2016).

Trabalhos para o desenvolvimento de marcadores moleculares microssatélites específicos para maracujazeiro azedo foram realizados por Oliveira (2006) e Cerqueira-Silva (2014), tornando possível o uso dessa ferramenta molecular em diferentes estudos. Os principais usos têm sido no estudo de diversidade dentro do gênero passiflora (ORTIZ et al., 2012; REIS et al., 2012; SANTOS et al., 2014; ARAYA et al., 2017), confirmação de híbridos (SANTOS, 2012), caracterização de germoplasma e seleção de genótipos (DOS REIS et al., 2011; CERQUEIRA-SILVA et al., 2015).

A associação de marcadores moleculares aos marcadores morfológicos, podem proporcionar uma caracterização mais completa e eficiente de cultivares e progênies elite de maracujazeiro azedo, podendo assim denominar grupos contrastantes para que estes possam ser cruzados resultando na obtenção de materiais superiores.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Verificar a variabilidade genética entre e dentro das progênies de Maracujazeiro pertencentes ao programa de melhoramento da Universidade Federal de Viçosa, assim como entre as cultivares comerciais pertencentes a diversos programas de melhoramento do país.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Estimar parâmetros de diversidade genética das cultivares/progênies avaliadas;

- Indicar indivíduos contrastantes para que estes possam ser utilizados em cruzamentos futuros.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. A CULTURA DO MARACUJAZEIRO**

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) é botanicamente classificado como da família *Passifloriaceae* e do gênero *Passiflora*. Esse gênero possui o maior número de espécies descritas dentro desta família (BERNACCI, 2015). Com elevada diversidade e grande número de espécies, as *Passifloras* têm melhor desenvolvimento em regiões tropicais e subtropicais, podendo ser encontradas na América tropical, Ásia, Austrália e Madagascar (NUNES & QUEIROZ, 2007).

*P. edulis* tem hábito de vida liana, volúvel, trepadeira e pode ser encontrada em praticamente todos os estados brasileiros (BERNACCI, 2015). Essa espécie é a mais cultivada em pomares comerciais (MELETTI, 2011), decorrente da boa adaptabilidade aos fatores edafoclimáticos do país e pela qualidade e produção de suco, atendendo, assim, às necessidades dos consumidores.

As características nutricionais do fruto, como quantitativo de minerais e vitaminas A e C, assim como sabor e odor agradáveis, tornaram o maracujá popular na vida dos brasileiros. Substâncias calmantes, como a passiflorina, calmafilase e maracujina, extraídas das folhas, são amplamente utilizadas na indústria farmacêutica (LIMA et al., 2006).

O Brasil aparece no ranking mundial como o maior produtor de maracujá, seguido pelo Equador e Indonésia (FAO, 2011), mas até o alcance desses resultados foram necessários muitos esforços.

O início do cultivo comercial da espécie no Brasil é datado de meados da década de 1970. A partir daí, evoluiu-se em crescimento logarítmico nos anos seguintes devido à demanda de consumo do fruto (SÃO JOSE & PIRES, 2011), tanto na industrialização de sucos, como no apreço pelos consumidores de fruta fresca. Inicialmente o maracujazeiro não era cultivado por fruticultores, mas sim por cafeicultores que cultivava-o em momento de oscilação do retorno financeiro obtido pela cafeicultura (MELETTI, 2011).

A produção brasileira de maracujá sofreu vários ciclos de aumento e retração de área e produtividade dentro destes quase 50 anos de produção comercial. Essas reduções, muitas vezes, foram ocasionadas pelo aumento da incidência de pragas e doenças que afetam a cultura, inviabilizando algumas áreas de cultivo (MELETTI, 2010).

No mercado brasileiro, apesar da colheita ser em diferentes épocas e variar entre os estados produtores, ainda ocorre grande oscilação de preços do produto *in natura* durante o ano. No que diz respeito à exportação, o país ainda tem índices baixos de crescimento, pois quase toda a produção é absorvida pelo mercado interno e ainda necessita-se melhorias nas metodologias de pós-colheita, reduzindo custos para, assim, diminuir as despesas de transporte (PIRES et al., 2011).

### **3.2. MELHORAMENTO DE MARACUJAZEIRO E PRINCIPAIS CULTIVARES**

Como mencionado, o cultivo de maracujazeiro no Brasil teve origem dentro de antigos cafezais e desde o início se caracterizou por ser uma atividade agrícola ligada a agricultores familiares e em pequenas propriedades, que durante muito tempo usaram sementes advindas do próprio pomar ou encontradas no mercado varejista para continuar produzindo.

Segundo Meletti (2011), até meados dos anos 2000, o produtor de maracujá encontrava poucas opções de sementes no mercado, pois os trabalhos de melhoramento genético e lançamento de cultivares se tornaram expressivos a partir da década de 1990, focando-se em cultivares mais produtivas. Também nos anos 2000 observou-se a aliança de técnicas bem estruturadas, como a biotecnologia, ao melhoramento da cultura, dando origem a equipes com profissionais de formação variada para obtenção de cultivares melhoradas de maracujazeiro.

Além da produtividade, com o passar dos anos exigiu-se uma melhor qualidade, boa aparência e uniformidade dos frutos. Essas exigências partiram, principalmente, dos grandes centros consumidores. Como método de melhoramento, o primeiro a mostrar resultados positivos foi o de seleção massal, que proporcionou ganhos genéticos para características de fácil mensuração como porte da planta, tamanho e cor dos frutos (MELETTI et al., 2005).

Grandes contribuições para o melhoramento da cultura foram dadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pois foram disponibilizadas por estes programas de melhoramento importantes cultivares que são utilizadas até o momento.

O programa de melhoramento genético de Maracujazeiro do Instituto Agrônomo de Campinas foi criado no ano de 1991, decorrente da necessidade de produção de cultivares que atendessem as exigências do mercado da época.

O primeiro genótipo advindo do programa de melhoramento de maracujazeiro do IAC foi a variedade de polinização aberta IAC-27, obtida por meio de dois ciclos de seleção massal. A partir da  $F_2$  recombinante do IAC-27 foram obtidos os híbridos controlados IAC-273, IAC-275 e IAC-277, que foram selecionados com base na produtividade e na homogeneidade dos frutos. Todos os genótipos possuem peso entre 170 a 220 g; 8,8 cm de comprimento por 7,3 cm de largura; mais de 370 sementes por fruto; mínimo de 50% de polpa; coloração interna alaranjada e teor de sólidos solúveis totais superior a 15° Brix (IAC, 1999).

O IAC (1999) recomendou o uso conjunto das três cultivares, pois propiciaram benefícios à polinização e, assim, acréscimo de produção. A cultivar IAC-273 apresentava maior produtividade quando comparada às demais, caracterizada como detentora de maior proporção de frutos, polpa alaranjada forte e muito aromática. A cultivar IAC-275 foi também uma grande aposta para o mercado, assim como a IAC-277, que possui frutos maiores e mais alongados.

Outras cultivares foram desenvolvidas pelo programa de melhoramento de Maracujazeiro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Essa Empresa lançou três cultivares, sendo duas com 100% dos frutos de casca amarela nomeados de Gigante Amarelo (BRS GA1) e Sol do Cerrado (BRS SC1) registrados em 2008 e uma cultivar que produz 50% com casca vermelha arroxeadada, conhecida como Rubi do Cerrado (BRS RC) registrada em 2012 (MAPA, 2018).

As cultivares apresentam boa produtividade, chegando a 50 toneladas por hectare, resistência a diversos fungos, bactérias e vírus, e possuem baixa alteração nos valores nutricionais do fruto (MELETTI, 2011; EMBRAPA, 2016).

A cultivar BRS Gigante Amarelo possui frutos com formato oblongo, com base e ápice ligeiramente achatados, pesando de 120 a 350 g e rendimento de polpa em torno de 40%, com boa resistência a antracnose. A cultivar BRS Sol do Cerrado possui frutos grandes, com formato oblongo, pesando de 150 a 350g, apresenta 38% de rendimento de polpa e tem boa tolerância a bacteriose, antracnose e virose. A BRS Rubi do Cerrado, possui peso médio de 170 g, com teor de sólidos solúveis médio de 14° Brix, 35% de rendimento de suco e detém níveis mais altos de resistência a virose, bacteriose, antracnose e verrugose. As duas primeiras cultivares apresentam, respectivamente, uma produção de 40 e 42 t/ha e a terceira de, aproximadamente, 50 t/ha no primeiro ano de cultivo, quando utilizado sistema irrigado nas condições do Distrito Federal (EMBRAPA, 2017).

Recentemente, outros programas de melhoramento como o da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Empresa Agropecuária do Estado de Santa Catarina (EPAGRI) lançaram cultivares competitivos no mercado. A Cultivar Rio Dourado foi desenvolvida pela UENF e lançada em 2015; possui frutos grandes e amarelos, com média de 13,5° Brix e com produtividade de 25 t/ha sob condições ótimas, mantendo média de 12,5 t/ha nas condições do estado do Rio de Janeiro (VIANA et al., 2016).

Resultado de 20 anos de pesquisa, a cultivar SCS 437 Catarina foi desenvolvida na Estação Experimental de Urussanga pela EPAGRI e registrada em 2015. Apresenta-se como opção para a produção de maracujazeiro no Sul do Brasil, possuindo boa adaptabilidade às condições do litoral de Santa Catarina (EPAGRI, 2017).

A empresa privada Viveiros Flora Brasil, localizada no município de Araguari em Minas Gerais, desenvolve pesquisas de melhoramento genético desde o ano de 1985 e como resultado desses trabalhos oferece aos produtores duas cultivares comerciais de maracujazeiro, a FB 200 – Yellow Master e FB 300 – Araguari, que foram registradas no ano de 2008. A primeira cultivar destina-se principalmente ao consumo in natura, possui casca mais grossa, possibilitando, assim, uma melhor capacidade de transporte, fruto com boa uniformidade de tamanho, peso de 240 g em média, 14° BRIX e uma produtividade média de 50 toneladas/ha. A segunda cultivar tem como foco a indústria, é considerada rústica e de boa produtividade,

porém seus frutos são desuniformes em tamanho, forma e cor; com peso médio de 120 g, 15° BRIX, alto rendimento de suco e também possui uma produtividade de 50 toneladas/ha (FLORA BRASIL, 2018; MAPA, 2018).

Outra empresa que disponibiliza cultivares é a Feltrin Sementes. A cultivar Feltrin Maracujá Amarelo tem registro datado de 1999, possuindo seus frutos coloração de casca amarela ouro, formato redondo e alongado; peso variando de 100 a 140g. A segunda cultivar denominada de Feltrin Maracujá Sol possui frutos grandes e com peso variando entre 300 a 350g, formato oval e, assim como a outra cultivar desta empresa, o fruto tem coloração amarelo ouro. Esta variedade tem registro no órgão competente desde o ano de 2009 (FELTRIN, 2018; MAPA, 2018).

Além das duas empresas privadas citadas anteriormente, a Agristar do Brasil, empresa de grande atuação no mercado de sementes de hortaliças, flores e ervas, dispõe de uma cultivar de maracujazeiro registrada desde 2000. A variedade Agristar Redondo Amarelo produz frutos de coloração da casca amarelo intenso, lisa e com média de 160 g (AGRISTAR, 2018; MAPA, 2018).

A grande maioria das cultivares anteriormente citadas levaram em consideração pelos desenvolvedores a qualidade e demais características do fruto como alvo principal nas suas seleções, mas o melhoramento genético de maracujazeiro atualmente busca também agregar a estes padrões de qualidade a resistência e tolerância a diversas doenças e pragas que afetam a cultura, buscando através de cruzamentos com genótipos não comerciais a obtenção de cultivares resistentes e superiores. A transformação genética e o conhecimento gênico também são novos métodos utilizados atualmente pelos melhoristas de maracujazeiro (MELETTI, 2005; MELETTI, 2011).

### **3.3. PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE MARACUJAZEIRO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

O programa de melhoramento de maracujazeiro da Universidade Federal de Viçosa foi criado no ano de 1995 onde os primeiros estudos buscaram entender os sistemas de incompatibilidade do maracujazeiro e os genes que controlam essa característica (BRUCKNER et al. 1995) e, desde então, realiza estudos voltados a características morfo-agronômicas como qualidade de fruto, rendimento de polpa,

espessura da casca, número de sementes, cor e formato do fruto, resistência a pragas e a doenças.

Neste programa estão sendo desenvolvidos métodos de seleção de materiais genéticos por meio de cruzamentos entre espécies pertencentes ao germoplasma do programa e também através do uso de materiais comerciais como genitores. A partir dos cruzamentos são avaliados parâmetros genéticos e as características agronômicas para posterior seleção dos melhores genótipos. (NEVES, 2006; SANTOS, 2008; FLORES; 2008; SANTOS, 2015),

O programa também realiza estudos de caracterização de germoplasma, onde busca-se entender os ganhos dos cruzamentos feitos a partir de espécies distintas do gênero *passiflora* (SOARES, 2016). Outros trabalhos tiveram como foco o estudo de diversidade do gênero (FARIAS, 2016) e a avaliação de porta enxertos interespecíficos para o controle de doenças na cultura do maracujazeiro (SALAZAR, 2013).

O programa ainda não possui nenhuma cultivar registrada, porém, já possui muitos genótipos em fase de teste de campo onde estão sendo mensuradas as características agronômicas e o desempenho a nível de campo destes genótipos.

#### **3.4. Uso de marcadores moleculares microssatélites no melhoramento de maracujazeiro.**

Os marcadores moleculares são costumeiramente empregados por alguns programas de melhoramento devido ao advento da biologia molecular e do avanço e refinamento das ferramentas de bioinformática, agregando vantagens aos métodos convencionais de melhoramento. A inclusão prática de marcadores moleculares dentro do melhoramento do Maracujazeiro pode ser vista na caracterização e avaliação de germoplasma, construções de mapas de ligação, análises e estimativa de diversidade genética, direcionamento de cruzamentos e acompanhamento de introdução de genes (PEREIRA et al., 2005).

Diferentes tipos de marcadores moleculares, principalmente os de DNA, já foram utilizados nos trabalhos com maracujazeiro azedo. Um exemplo desse uso são os mapas de ligação da cultura que foram construídos com base em marcadores moleculares do tipo RAPD e AFLP, os quais foram aplicados em uma

população segregante a partir do cruzamento entre os acessos IAPAR - 123 e IAPAR 06. Neste trabalho foram estabelecidos nove grupos de ligação obtendo a cobertura de 61% do genoma de Maracujazeiro (VIEIRA et al., 2005).

Os marcadores moleculares microssatélites ou SSR (Simple Sequence Repeat) são sequências curtas repetidas em tandem amplamente distribuídas no genoma, encontrados com maior abundância em regiões não gênicas. Estes marcadores são considerados muito informativos, polimórficos, multi-alelicos e possuem transferibilidade entre espécies geneticamente próximas (VIEIRA, 2016).

Para a utilização de marcadores do tipo microssatélites, faz-se necessário o desenvolvimento de *primers* específicos para espécie em estudo. Oliveira et al. (2005) desenvolveram e caracterizaram 107 *primers* específicos para *P. edulis* que, desde então, são utilizados em diversos trabalhos. Outros 69 *primers* foram desenvolvidos por Cerqueira-Silva et al. (2014), proporcionando um aumento significativo no número de *primers* disponíveis.

Quanto à utilização de marcadores moleculares SSR, encontra-se vários trabalhos aplicando esse tipo de marcador com diferentes pesquisas. Amorin et al. (2014) utilizou 12 *primers* microssatélites na caracterização molecular de *Passiflora capsularis* e *Passiflora rubra*, aliados à caracterização morfológica e citogenética dessas espécies.

Silva et al. (2016) utilizaram 10 marcadores moleculares com o objetivo de fornecer informações genéticas sobre população de testes do programa de melhoramento da UENF e também estimar parâmetros genéticos para importantes progênies de maracujazeiro pertencentes ao programa. Cerqueira-Silva et al. (2015) caracterizaram molecularmente acessos de *P. edulis* de casca amarela e roxa com base em marcadores moleculares com o objetivo de selecionar materiais genéticos úteis para estabelecer coleções básicas e populações de trabalho para programas de melhoramento. O foco deste programa era aumentar a resistência das cultivares às principais doenças.

Inferências sobre diversidade genética, confirmação de híbridos e possíveis genitores; e trabalhos de transferibilidade de *primers* também são exemplos da utilização de marcadores microssatélites no gênero *Passiflora*.

Esses trabalhos desenvolvidos demonstram que os marcadores moleculares são ferramentas atuais, precisas e confiáveis e que seu uso é prático, empregável, complementar e promissor nos trabalhos de estudos genéticos e de melhoramento de cultivares de Maracujazeiro.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.1. MATERIAL VEGETAL

Foram utilizadas 14 cultivares comerciais advindas de programas de melhoramento de instituições públicas e empresas privadas, conforme indicado na Tabela 1, e 14 progênies elite advindas do programa de melhoramento de maracujazeiro da Universidade Federal de Viçosa, as quais estão indicadas na Tabela 2.

**Tabela 1** – Relação de cultivares advindas de programas de melhoramento de maracujazeiro de instituições públicas e empresas privadas.

Origem do material	Instituição/ Empresa	Nome da Cultivar
Instituições públicas	Instituto Agrônômico de Campinas (IAC)	IAC 273 IAC 275 IAC 277
	Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA)	BRS GA1 BRS RC BRS SC1
	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (EPAGRI)	Catarina
	Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)	Rio Dourado
Empresas privadas	AGRISTAR	Amarelo
	FELTRIN	Amarelo Sol
	FLORA BRASIL	FB200 FB 300
	ISLA PAK	Amarelo

Tabela 2 – Progênes elite do programa de melhoramento de maracujazeiro da Universidade Federal de Viçosa e cruzamentos que as deram origem

Código das Progênes	Genealogia	
UFVM 0114	FB 200	BRS GA1
UFVM 0214	FB 200	FB 200
UFVM 1114	UFV 5906	FB 200
UFVM 1214	FB 200	BRS GA1
UFVM 1315	UFV 2903	FB 200
UFVM 1515	BRS GA1	FB 200
UFVM 1615	UFV 2903	UFV 5906
UFVM 2715	UFV 2903	UFV 5806
UFVM 20014	UFV 2012	OP
UFVM 20114	UFV 1312	OP
UFV 12	Autofecundação UFV M7	
UFV 70	Autofecundação UFV M7	
UFV 47	UFV 12	BRS SC1
UFV 49	UFV 70	BRS SC1

UFV - Procedente do programa de melhoramento genético de maracujazeiro azedo da UFV. BRS GA1 - Procedente da Embrapa, FB 200 - Procedente da Flora Brasil, OP - Genealogia não conhecida.

Todas as plantas advindas de cultivares comerciais foram obtidas através de sementes doadas ou adquiridas comercialmente, posteriormente germinadas em casa de vegetação do programa de melhoramento de maracujazeiro da UFV. As sementes foram germinadas em sacos plásticos e em seguida foram transferidas para vasos de 3L contendo substrato comercial Plantmax® e areia lavada na proporção 3:1.

As progênes elite já estavam estabelecidas no campo experimental da Unidade Experimental Pomar do Fundão, localizado no campus da Universidade Federal de Viçosa e na Fazenda Experimental de Araponga, no município de Araponga/MG, ambos pertencentes a Universidade Federal de Viçosa.

Foram selecionados sete indivíduos de cada cultivar/progênie, exceto as linhagens endogâmicas UFV 12 e UFV 70 que foram representadas no estudo por uma planta por linhagem.

## **4.2. EXTRAÇÃO DO DNA GENÔMICO**

Para cada genótipo, foram coletadas folhas saudáveis, com coloração verde claro, jovens, mas totalmente expandidas. As folhas foram destacadas da planta pelo pecíolo com auxílio de tesouras de poda, de forma a permanecerem com limbo foliar intacto. O material foi acondicionado em sacos de papel identificados, os quais foram transportados em caixa de isopor, contendo gelo, para o Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal, localizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE)/Pomar Campus pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

No laboratório, as folhas foram lavadas em água corrente, secas com auxílio de papel toalha, acondicionadas em tubos Falcon previamente identificados e, em seguida, armazenadas em freezer à temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$  por, pelo menos, 12 horas. Posteriormente, as folhas foram liofilizadas, maceradas usando cadinhos e armazenadas em microtubos eppendorf de 2 mL.

O DNA genômico das folhas maceradas foi extraído por meio do método proposto por Diniz et al. (2005), com adaptações.

## **4.3. Teste de qualidade e quantificação do DNA genômico**

A qualidade foi avaliada em gel de agarose 0,8% e a quantidade do DNA mensurada em Espectrofotômetro de microplacas Multiskan™ GO Termofisher. Foram usados os comprimentos de onda de 230 nm para a quantificação de sal, 260 nm de DNA genômico, 280 nm para quantificar a contaminação por proteínas e 320 nm para quantificar outros contaminantes.

Após a verificação da qualidade e quantificação, o DNA foi diluído para a concentração de 15 ng/ $\mu\text{L}$  e armazenado a  $-20^{\circ}\text{C}$  até o uso.

## **4.4. REAÇÃO DE POLIMERASE EM CADEIA (PCR)**

As reações de amplificação de DNA foram realizadas utilizando MIX otimizado, composto por 20 ng de DNA, 0,3  $\mu\text{M}$  de cada *primer* (*Forward* e *Reverse*), 0,6 U de *Taq* DNA Polimerase, 150  $\mu\text{M}$  de dNTP, 1,0 mM de cloreto de magnésio e

tampão de PCR 1X, sendo adicionado água ultrapura autoclavada para completar o volume final da reação para 20 µL por amostra.

As reações de PCR foram conduzidas em Termociclador PTC-100 Peltier Thermal Cycle – MJ Research. O programa utilizado para todos os *primers* continha uma fase de desnaturação inicial, *Touchdown* de dez ciclos, trinta ciclos com temperatura de anelamento constante e uma extensão final. As temperaturas e o tempo de cada fase podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 – Programa de PCR para Iniciadores Microssatélites desenvolvidos para Maracujazeiro Azedo.

Fase	Número de Ciclos	Temperatura e tempo
Desnaturação inicial	1	94° C por 4 min
<i>Touchdown</i>	10	a) 94° C por 40 s; b) 61 a 56° C (redução de 0,5° C a cada ciclo) por 40 s; 72° C 40 s.
Temperatura de anelamento constante	30	a) 94° C por 40 s; b) 56° C por 40 s; c) 72° C por 40 s.
Extensão Final	1	72° C por 8 min.
a) Desnaturação, b) Anelamento e c) Extensão.		

Foram utilizados 12 *primers*, sendo que 11 foram desenvolvidos por Oliveira (2006) e um por Cerqueira-Silva et al. (2014). (Tabela 4).

Tabela 4 - Locos microssatélites (SSR), sequência de *primers Forward e Reverse*, sequência SSR (motivo) e tamanho esperado do alelo em pares de bases (pb) dos marcadores utilizados.

Loco	Primer forward	Primer reverse	Motivo	Alelo (pb)
PE01 UNICAM	CCTGTCGGAAAGACTTCTGC	GGATCGTTGTGGAGTGTGGT		230- 232
PE06	AGCGGGGAGGAGAGTAGC	GCCTGATGTCAAAAACACAG	(CA) <sub>7</sub>	187
PE08	CCGATACCCACGCATTA	TCTAATGAGCGGAGGAAAGC	(GTTGTG) <sub>4</sub>	282
PE11	GCATAAGTTGTCGGTCTTGG	CCTCGAACCTCTATCATCCA	(GT) <sub>11</sub>	178
PE12	CGTAATATTGTTTGGGCACT	ATCATGGGCGAACTCATTT	(TG) <sub>8</sub>	150
PE27	TTGCTCATTGCACTCATCCT	GCAGACATTTCTGGAGCA	(GT) <sub>7</sub>	139
PE37	CAAAAGGATAGGCCTGATGTC	TGCTTGGTCATCCACTGAAG	(TG) <sub>8</sub>	232
PE41	ATCGGGGTTTCGCTTATTTG	CGTTCATCCTTTAGTGGGCTA	(TTAA) <sub>5</sub>	220
PE42	GTCACTTCATTCTTCCTTTCC	TTAGCCCACTCAAACACAA	(GT) <sub>8</sub>	216
PE54	TGGTGTGTGTGGGTGATTAG	CATTCTCCTGCCACCTGAGT	(TG) <sub>7</sub>	176
PE58	GCAATTTACCATCTTCTGCT	CCACGGTCATGGATGTTC	(AC) <sub>11</sub>	243
PE66	CCATAGTCCCAACAAGCATC	GCTGTGGACCCTAACTCAGTC	(AC) <sub>9</sub>	165

Para a separação e visualização dos produtos de PCR, foi utilizada eletroforese em gel de acrilamida 6%, seguida de coloração com nitrato de prata, utilizando o protocolo estabelecido por Brito et al. (2010).

#### 4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram codificados como codominantes. Dessa forma, quando o loco contem três alelos, recebe os códigos 11, 22, 33 para as formas homozigotas e 12, 13, 23 para as heterozigotas. Todos os marcadores utilizados foram avaliados nas 184 plantas estudadas, ou seja, nas sete plantas de cada cultivar/progênie avaliada. Na construção do dendrograma e análise do perfil molecular foram usados os dados de cada cultivar/progênie.

Os valores da matriz de distância foram gerados pelo complemento aritmético do índice ponderado utilizando o *software* GENES (CRUZ, 2013) o mesmo *software* foi utilizado para a o cálculo dos coeficientes de diversidade genética. O dendrograma foi construído no *software* MEGA (KUMAR et al., 2016), por meio da técnica de agrupamento UPGMA. Para o cálculo da distância, apenas os locos polimórficos foram considerados na análise.

#### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Dos 12 *primers* testados, dois não amplificaram produtos de PCR, sendo então, descartados, os 10 *primers* que amplificaram apresentaram polimorfismo.

Quanto ao comportamento das variedades/progênies observou-se segregação entre e dentro de todos genótipos utilizados (Tabela 5). Essa variabilidade pode ser explicada devido o maracujazeiro azedo ser uma planta alógama e apresentar sistema de autoincompatibilidade esporofítica (BRUCKNER et al. 1995; SANTOS et al. 2008).

Tabela 5 – Número e frequência dos alelos A1, A2, A3, A4 e A5 dos dez locos polimórficos obtidos com marcadores microssatélites e utilizados na avaliação de variabilidade genética entre e dentro das 28 cultivares/progênes de Maracujazeiro Azedo.

<b>Primer</b>	<b>Alelos/Loco</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>
mPe 01	2	0,8234	0,1766			
Pe 06	5	0,0197	0,5028	0,1067	0,0169	0,3539
Pe 08	3	0,4274	0,5084	0,0642		
Pe 12	3	0,7722	0,0538	0,1741		
Pe 27	3	0,6609	0,3075	0,0316		
Pe 37	2	0,6194	0,3806			
Pe 41	2	0,1038	0,8962			
Pe 42	2	0,8049	0,1951			
Pe 54	2	0,8971	0,1029			
Pe 58	2	0,269	0,731			
Media	2,6					

Foram observados 26 alelos, o número de alelos por *primer* variou de 2 a 5 incluindo o alelo nulo, quando este ocorreu, tendo uma média de 2,6 alelos por loco. As frequências observadas variaram entre 0,0168 (Pe 06) a 0,8971 (Pe 54). O Marcador Pe 06 apresentou a maior detecção de polimorfismo, pois revelou cinco alelos com diferentes frequências.

A média de alelos por loco mostrou-se superior a encontrada por Reis et al. (2011) que obtiveram médias de 2,46 a 2,34 alelos por loco, variando de 2 a 4 alelos nas duas populações por eles estudadas. No entanto, Oliveira et al. (2006), Cerqueira-Silva et al. (2014) e Araya et al. (2017) encontraram média de alelos superiores (7,6, 3,1 e 3,26 alelos por loco, respectivamente) ao encontrado no presente trabalho. Essa diferença de alelos encontrada pode estar relacionada ao número de marcadores usados e, principalmente, a população analisada.

Reis et al. (2011), que obtiveram a menor média alélica, atribuíram esse resultado à procedência dos genitores dos genótipos estudados. Os genótipos analisados eram descendentes dos materiais comerciais utilizados na região norte fluminense. Nessas lavouras era comum o uso de sementes advindas do próprio pomar na formação de novos campos de produção, selecionando apenas genótipos

com boas características de fruto como tamanho e cor, o que pode levar a seleção de genótipos próximos geneticamente.

Oliveira et al. (2006) analisaram uma população  $F_2$  resultante do cruzamento entre os genótipos IAPAR 123 e IAPAR 06. Esses parentais são muito divergentes tanto fenotipicamente quanto molecularmente, sendo o IAPAR 123 resistente à bacteriose do maracujazeiro e de origem brasileira e o IAPAR 06 susceptível a bacteriose e proveniente do Marrocos. O uso de parentais divergentes e população  $F_2$  explica o alto número de alelos por loco encontrado por eles. Todavia os genótipos aqui utilizados não possuem a natureza tão divergente, pois todas são cultivares comerciais ou progênies de origem brasileira e que possuem características comuns devido as exigências de mercado como casca de fruto amarelo e formato redondo ou oval.

Em estudos realizados com as espécies *Passiflora cincinnata* (PADUA et al., 2005), *Passiflora alata* (CARZE et al., 2012) e *Passiflora contracta* (CERQUEIRA-SILVA et al., 2012) as médias alélicas se mantiveram entre 3,1 e 4,9. A análise de maracujazeiros de espécie diferentes justifica a obtenção de médias alélicas maiores que no presente trabalho. O número de alelos menor é justificado pelo uso de apenas cultivares que passaram por melhoramento genético, as quais foram selecionadas buscando alta produtividade, resistência as mesmas doenças (viroses e bacterioses) e almejando qualidade de fruto (Brix e cor). As progênies utilizadas estão em fase de testes de campo e assim como as variedades comerciais passaram por ciclos de melhoramento e seleção para as mesmas características acima citadas. Essas progênies foram obtidas por meio de cruzamentos controlados, porém os seus genitores não são linhas puras e sim variedades de polinização aberta, exceto as progênies que possuem as linhagens endogâmicas UFV 12 e UFV 70 como genitores. Além disso, foram utilizados parentais comuns em diferentes cruzamentos (Tabela 2).

Cerqueira-Silva et al. (2012), baseando-se no número de alelos obtidos em seu estudo, sugeriu que a base genética dentro das espécies do gênero *passiflora* é estreita. No presente trabalho, apesar de apresentar também baixa média de alelos por loco, comparado com os demais trabalhos com maracujazeiro, os alelos obtidos foram capazes de caracterizar e discriminar os genótipos utilizados (Figura 1)

mesmo estes sendo provenientes de uma única espécie. Dessa forma, esses marcadores são úteis para auxiliar o melhoramento genético da espécie. O uso de marcadores moleculares é especialmente importante quando os genitores e populações tem base genética estreita. No melhoramento, a diferenciação das cultivares/progênes é essencial para selecionar genitores contrastantes e assim obter ganhos a partir dos cruzamentos.

A heterozigosidade observada ( $H_o$ ) variou de 0,117 (Pe 58) a 0,7613 (Pe 37), com média de 0,3216, enquanto a heterozigosidade esperada variou entre 0,1847 (Pe 54) e 0,6099 (Pe 06) tendo media de 0,3843. Os índices de  $H_o$  e  $H_e$  são importantes para identificar a ocorrência de equilíbrio de Hardy-Weinberg dentro da população e também indicam tendências à endogamia ou se a população tem natureza heterozigótica. Tomando como base todas as cultivares/progênes, a heterozigosidade observada foi menor que a esperada mostrando que o conjunto das cultivares/progênes apresentam comportamento endogâmico.

O comportamento endogâmico foi confirmado pela media do coeficiente de endogamia ( $f$ ) que apresentou o valor de 0,1632. Os valores de  $f$  foram negativos para os locos mPe 01, Pe 37, Pe 41, Pe 42 e Pe 54 demonstrando heterosigosidade nesses locos, entretanto os demais locos mostraram coeficiente de endogamia positivos, indicando cruzamento entre genótipos aparentados.

Heterozigosidade observada menor que a esperada e coeficientes de endogamia positivos já foi relatado em populações de maracujazeiro (Oliveira et al, 2005 e Reis et al, 2011). Nesses trabalhos foram estudadas populações pertencentes a bancos de germoplasma, o que indica que as cultivares comerciais são reflexos dos bancos de germoplasma dos programas de melhoramento de maracujazeiro.

O conteúdo de informação de polimorfismo (PIC) variou de 0,1676 (Pe 54) a 0,5374 (Pe 06), com média de 0,3235, indicando moderada informatividade dos *primers*. Este indicador também possui grande importância nas análises de diversidade, pois leva em consideração o número de alelos/loco e a frequência de cada alelo.

**Tabela 6.** Estimativas genéticas populacionais para 28 cultivares/progênes de Maracujazeiro Azedo obtidas por marcadores microssatélites

Primer	Ho	He	<i>f</i>	PIC	PICmax
mPe 01	0,3533	0,2909	-0,2145	0,2486	0,375
Pe 06	0,2472	0,6099	0,5947	0,5374	0,768
Pe 08	0,3575	0,5548	0,3555	0,4567	0,5926
Pe 12	0,3354	0,3706	0,0948	0,3308	0,5926
Pe 27	0,2529	0,4676	0,4593	0,384	0,5926
Pe 37	0,7613	0,4715	-0,6146	0,3603	0,375
Pe 41	0,2075	0,186	-0,1158	0,1687	0,375
Pe 42	0,378	0,3141	-0,2036	0,2648	0,375
Pe 54	0,2059	0,1847	-0,1148	0,1676	0,375
Pe 58	0,117	0,3933	0,7026	0,3159	0,375
Media	<b>0,3216</b>	<b>0,3843</b>	<b>0,1632</b>	<b>0,3235</b>	

Ho: heterozigosidade observada; He: heterozigosidade esperada; *f*: Coeficiente de endogamia, PIC: conteúdo de informação de polimorfismo e PICmax conteúdo de informação de polimorfismo.

Com base nos dados moleculares foi gerada, pelo complemento aritmético do índice ponderado, matriz de distância genética e construído um dendrograma utilizando o método de agrupamento UPGMA (Figura 1). Ocorreu a formação de três grupos: Ia, Ib e II.

Diante dos agrupamentos é possível perceber a proximidade genética entre as cultivares/progênes advindas de um mesmo programa de melhoramento, todos os genótipos desenvolvidos pelo programa de melhoramento do Instituto Agrônomo de Campinas ficaram alocados no mesmo grupo assim como os desenvolvidos pela Embrapa, Flora Brasil, Feltrin Sementes e Universidade Federal de Viçosa, mostrando que os genótipos selecionados no mesmo programa mantem estrutura genética semelhante, porém não igual, entre os seus indivíduos.

No grupo Ia estão presentes todas as progênes UFV e uma planta BRS GA1. A progênie UFV 47 possui em sua genealogia as Linhagens UFV 12 e BRS SC1. Por meio do agrupamento, observa-se maior proximidade genética dessa progênie com a linhagem UFV. A progênie UFV 49 também apresentou maior proximidade com linhagem UFV 70 do que da BRS SC1.

As progênies UFV 1214 e UFV 1515 também apresentaram similaridade genética. A proximidade dessas progênies é devido à presença de genitores em comum, pois nos cruzamentos que as originaram estavam presentes as cultivares BRS GA1 e FB 200. Muito próximas a esses genótipos estão às progênies UFV 1114 e 0214 que também possuem FB 200 na sua genealogia.

Duas plantas da progênie UFV 2715 (3 e 5) e UFV 1615 (3 e 7) tiveram agrupamento diferente das demais, mantendo-se próximas. A similaridade genética pode ser explicada por essas duas progênies possuírem a UFV 2903 em seus cruzamentos.

No grupo I, ficaram agrupadas as cultivares BRS GA1, BRS SC1, BRS RC, todas cultivares pertencentes a Embrapa, as cultivares Amarelo e Sol pertencentes à empresa Feltrin e duas progênies pertencentes ao programa da UFV (0114 e UFV 1114). O agrupamento mostrou maior similaridade entre as cultivares da Embrapa e Feltrin, por isso não é indicado a combinação desses genótipos como genitores para cruzamentos.

No terceiro grupo (Grupo II), ficaram alocadas as cultivares comerciais Agristar Redondo Amarelo, IAC 277, IAC 275, IAC 273, FB 200, Rio Dourado, Catarina, Isla Redondo Amarelo e FB 300. Nesse grupo, a cultivar IAC 277 se mostrou mais distantes das demais cultivares desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC 273 e IAC 275). Esta cultivar possui frutos maiores e mais alongados, sendo diferente das demais que possuem frutos mais arredondados (IAC, 1999), essa diferença fenotípica corrobora com os dados moleculares. Indivíduos de algumas cultivares/progênies podem ser observados em outros grupos ou distantes da maioria dos indivíduos que compõem a cultivar/progênie, isso se deve ao modo como as sementes são produzidas. As cultivares comerciais de maracujazeiro são cultivares de polinização aberta, formadas a partir de genótipos heterozigotos, que obrigatoriamente devem possuir alelos do gene S (gene correspondente a autoincompatibilidade) diferentes para garantir a fecundação. O que esses genótipos possuem em comum são as características de fruto, principalmente a cor.



Os dados moleculares também foram utilizados para a obtenção dos perfis moleculares das cultivares/progênes (Tabela 7), para isso considerou-se todas as formas alélicas observadas dentro das cultivares/progênes em cada marcador.

Foram observados de um a quatro alelos diferentes por marcador, considerando os alelos nulos, demonstrando a segregação dentro das cultivares/progênes. A presença de diferentes alelos em uma mesma cultivar/progênie é esperada para uma espécie alógama, com autoincompatibilidade esporofítica.

Mensurando as possibilidades de ocorrência de diferentes alelos em cada loco é possível caracterizar uma cultivar/progênie, mesmo que esta apresente duas ou mais formas alélicas por marcador, pois as possíveis formas alélicas que essa cultivar pode apresentar estarão representadas no perfil da cultivar.

Essa análise individual é mais aplicada na caracterização das cultivares/progênes por eliminar a chance de uniformização dos perfis causada pelo uso do *bulk* de dados (SOUSA, 2013). O *bulk* não é indicado para a construção de perfil molecular em espécies alógamas como o Maracujazeiro, sendo melhor aproveitável em espécies autógamias, pois a segregação dos marcadores pode apresentar perfil poliploide.

Tabela 7. Perfil molecular das cultivares/progênes de maracujazeiro azedo obtidos através dos dados individuais dos genótipos

N°	Variedades/progênes	Marcadores Moleculares Microsatélites									
		mPe 01	Pe 06	Pe 08	Pe 12	Pe 27	Pe 37	Pe 14	Pe 42	Pe 54	Pe 58
1	UFV 0114	11	22	12; 22	11; 12	11; 12;	11; 12	12; 22	11	11	12; 22
2	UFV 0214	11	22	22	11; 12	11; 12	11	22	11	11	22
3	UFV 1114	11	22	12; 22	11; 12	11; 12	N	12; 22	11	11	22
4	UFV 1214	12	11; 22	22	11; 13; 33	11; 12	12	22	11	11	22
5	UFV 1315	12	11; 23	12; 22	11; 22; 13	11; 12	12	12; 22	11	11	11; 22
6	UFV 1515	12	22; 23	22	11	11; 12	12	12; 22	11; 12	11	11; 22
7	UFV 1615	12	23	12; 22	11	11; 12	12	22	11; 12	11	22
8	UFV 2715	12	22; 24	12; 22	11; 13	11; 12	12	22	11	11	22
9	UFV 200 14	12	22; 24	12; 22	11; 33	11; 12	12	12; 22	11	11	22
10	UFV 201 14	12	23	22	11	11; 12	12	12; 22	11	11	11; 12; 22
11	UFV 12	12	23	22	11	11	12	12	11	11	22
12	UFV 70	12	23	22	11	11	12	12	11	11	22
13	UFV 47	12	23	12; 22	11	11; 12	12	12; 22	11	11	22
14	UFV 49	12	23	12; 22	11; 12; 22	11	11; 12	12	11	11	N
15	GA1	11	22	11; 12; 13	11; 12	11; 13	11; 12	12; 22	12	12	11; 22

n° Variedades/progênes		Marcadores Moleculares Microssatélites									
		mPe 01	Pe 06	Pe 08	Pe 12	Pe 27	Pe 37	Pe 14	Pe 42	Pe 54	Pe 58
16	BRS RC	11	22	11; 13	13; 33	11; 22	11; 12	22	12	12	11; 22
17	BRS SC1	11	22	11; 12	13	11; 22	11; 12	22	12	12	22
18	Feltrin Amarelo	11	22	11	11; 13; 23; 33	11; 22	12	22	12	12	11; 22
19	Feltrin Sol	11	22	11; 12; 13	11; 13	11; 22	12	22	12	12	11; 22
20	Rio Dourado	11	N	11; 12; 13	11; 13	11; 22	11; 12	22	12; 22	11	11; 12; 22
21	Agristar Redondo Amarelo	11	N	11; 12; 13	11	11; 22	N	22	12	11	11; 12; 22
22	Isla Redondo Amarelo	11	N	11; 12	11; 22; 13	11; 22	12	22	11	11	11; 12; 22
23	FB 200	11	N	11; 13	11	11; 22; 13	11; 12	22	11	11	11; 12; 22
24	FB 300	11	N	11; 13	11; 13	11; 22	11; 12	22	11	11	12; 22
25	Catarina	11	N	11; 12; 13; 33	11; 13	11; 22	11; 12	22	11; 12	11	11; 22
26	IAC 273	11	N	11; 13	11; 13	11; 22	12	22	11; 12	N	11; 12; 22
27	IAC 275	11	N	11; 13	11; 13	11; 22	11; 12	22	11	N	11; 22
28	IAC 277	11	N	22; 12	N	11; 12	N	12; 22	11; 12	11	11; 12; 22

## 6. CONCLUSÕES

Os dados moleculares demonstraram base genética estreita das principais cultivares de maracujazeiro usadas no Brasil e, também, das progênies elite do programa de Melhoramento da UFV. Apesar de obtido número relativamente pequeno de alelos por loco e coeficiente de endogamia positivo, foi possível discriminar a nível molecular quase todas as cultivares/progênies avaliadas por meio dos dez *primers* utilizados. Dessa forma, esses marcadores moleculares são de grande importância na seleção dos genitores que irão compor novas populações e poderão ser utilizados na seleção dos híbridos e condução do melhoramento.

Na análise de agrupamento, os genótipos pertencentes ao mesmo programa de melhoramento se mantiveram próximos, mostrando a similaridade genética entre eles. Assim sendo, para a formação de novos cruzamentos são indicados genótipos de programas de melhoramento distintos.

## 7. REFERÊNCIAS

AGRISTAR. **Semente maracujá redondo amarelo**. Disponível em: <http://agristar.com.br/topseed/maracuja/redondo-amarelo/942>. Acesso em: 17 fevereiro 2018.

AMORIM, J.S.; SOUZA, M.M.; VIANA, A.J.C.; CORRÊA, R.X.; ARAÚJO, I.S.; AHMERT, D. Cytogenetic, molecular and morphological characterization of *Passiflora capsularis* L. and *Passiflora rubra* L. **Plant Systematics and Evolution**, vol. 300, p.1147-1162, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00606-013-0952-1>. Acesso em: 07 julho 2017.

ARAYA, S.; MARTINS, A.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; FERREIRA, M.E. Microsatellite marker development by partial sequencing of the sour passion fruit genome (*Passiflora edulis* Sims). **BMC Genomics**, vol. 18, p. 549-567, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5520361/>. Acesso em: 19 fevereiro 2018.

BERNACCI, L.C.; CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; NUNES, T.S.; IMIG, D.C.; MEZZONATO, A.C. *Passifloraceae*. In **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>. Acesso em: 11 julho 2017.

BORÉM, A.; CAIXETA, E.T. **Marcadores Moleculares**. 2 ed. Viçosa/MG: UFV, 2010.

BRITO, G. G.; CAIXETA, E. T.; GALLINA, A. P.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZAMBOLIM, L.; DIOLA, V.; LOUREIRO, M. E. Inheritance of coffee leaf rust resistance and identification of AFLP markers linked to the resistance gene. **Euphytica**, v. 173, p. 255-264, 2010.

BRONDANI R.P.V.; BRONDANI, C. Aplicação de tecnologias genômicas baseadas em marcadores microssatélites para discriminação de variedades e análise de pureza genética em feijoeiro comum. **Comunicado técnico EMBRAPA Arroz e feijão**, Santo Antônio de Goiás, n.132, 4 p, 2006. Embrapa Arroz e Feijão.

BRUCKNER, C.H.; CASALI, V.W.D.; MORAES, C.F.; REGAZZI A.J.; SILVA, E.A.M. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*, v.370, n.1, p.45-57, 1995

CAZÉ, A.L.R.; KRIEDT, R.A.; BEHEREGARAY, L.B.; BONATTO, S.L.; FREITAS, L.B. Isolation and characterization of microsatellite markers for *Passiflora contracta*. **International Journal of Molecular Sciences**, vol. 13, p. 11343–11348, 2012.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.M.; JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; SANTOS, E.S.L.; SOUZA, A.P. Characterization and selection of passion fruit (yellow and purple) accessions based on molecular markers and disease reactions for use in breeding programs. **Euphytica**, vol. 202, p.345-359, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-014-1235-9>. Acesso em: 07 julho 2017.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.M.; JESUS, O.N.; SANTOS, E.S.L.; CORRÊA, R.X.; SOUZA, A.P. Genetic Breeding and Diversity of the Genus *Passiflora*: Progress and Perspectives in Molecular and Genetic Studies. **International Journal of Molecular Sciences**, vol. 15, p. 14122-14152, 2014.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.M.; SANTOS, E.S.L.; JESUS, O.N.; VIEIRA, J.G.P.; MORI, G.M.; CORRÊA, R.X.; SOUZA, A.P. Molecular Genetic Variability of Commercial and Wild Accessions of Passion Fruit (*Passiflora* spp.) Targeting ex Situ Conservation and Breeding. **International Journal of Molecular Sciences**, vol. 15, p. 22933-22959, 2014.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.; SANTOS, E.S.; SOUZA, A.M.; MORI, G.M.; OLIVEIRA, E.J.; CORRÊA, R.X.; SOUZA, A.P. Development and characterization of

microsatellite markers for the wild South American *Passiflora cincinnata* (Passifloraceae). **American Journal of Botany**, vol. 99, p. 170-172, 2012.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.M.; SANTOS, E.S.L.; VIEIRA, J.G.P.; MORI, G.M.; JESUS, O.N.; CORREA, R.X.; SOUZA, A.P. New microsatellite markers for wild and commercial species of *Passiflora* (Passifloraceae) and cross-amplification. **Applications in Plant Sciences**, vol. 2, p. 1–5, 2014.

COSTA, Z.P.; MUNHOZ, C.F.; VIEIRA, M.L.C. Report on the development of putative functional SSR and SNP markers in passion fruits. **BMC Research Notes**, vol. 10, p. 455-454, 2017.

CRUZ, C.D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285 p.

EMBRAPA. **Maracujás BRS avançam no mercado**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14330422/maracujas-brs-avancam-no-mercado>. Acesso em: 13 julho 2017.

EMBRAPA. **Memória do Lançamento dos Híbridos de Maracujazeiro Azedo**. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoazedo/>. Acesso em: 13 julho 2017.

EPAGRI. **Epagri desenvolve o melhor maracujá do Brasil**. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/?p=14607#comments>. Acesso em: 13 julho 2017

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Tropical Fruits Compendium. Fifth session by Committee on Commodity Problems Intergovernmental Group on Bananas and Tropical Fruits: Yaoundé/Cameroon, 3 – 5 may, 2011**. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/meeting/022/am481t.pdf>. Acesso em: 16 julho 2017.

FARIAS, D.H. **Caracterização da diversidade genética e resposta ao Cowpea aphid-borne mosaic virus em acessos e híbridos RC1 de maracujazeiro**. 2016. 167 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.

FELTRIN. **Maracujá Sol**. Disponível em:  
<https://sementesfeltrin.com.br/Produto/maracuja-sol-amarelo-azedo-graudo-brilhante>.

Acesso em: 17 fevereiro 2018.

FERRAZ, J.V.; LOT, L. **Fruta para consumo *in natura* tem boa perspectiva de renda**. In: AGRIANUAL 2007: anuário da agricultura brasileira. Maracujá. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2006. p. 387-388.

FERREIRA, F.R. Recursos genéticos de Passiflora. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. Cap. 2, p.41-54.

FEUILLET, C.; MACDOUGAL, J.M. Passifloraceae. In: KUBIZKI, K. **The families and genera of vascular plants**. Berlin: Springer, 2007. v.9. p.270-281.

FLORA BRASIL. **Maracujá**. Disponível em:  
<http://www.viveiflorabrasil.com.br/site/produtos/maracuja/>. Acesso em: 17 fevereiro 2018.

FLORES, P.S. **Filtrado de culturas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* e ácido fusárico na seleção *in vitro* de maracujazeiro amarelo**. 2008. 89 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

FLORES, P.S.; SILVA, D.F.P.; BRUCKNER, C.H.; OLIVEIRA, S.P.; SALOMÃO, L.C.C. Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro amarelo provenientes da irradiação com raios gama. **Ciência Rural**, vol. 41, p. 1903-1906,

2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n11/a16911cr5163.pdf>>. Acesso em: 20 fevereiro 2018.

IAC. **MARACUJÁ AMARELO: NOVOS CULTIVARES IAC PODEM DUPLICAR A PRODUTIVIDADE DA CULTURA.** O Agrônomo, 51(1), 1999 Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/maracuja\\_amarelo.php](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/maracuja_amarelo.php). Acesso em: 13 julho 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal: Culturas Temporárias e Permanentes.** Disponível em: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam\\_2015\\_v42\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2015_v42_br.pdf). Acesso em: 16 julho 2017.

LIMA, A.L.; NORONHA, A.C.S.; BORGES, A.L.; CARDOSO, C.E.L.; RITZINGER, C.H.S.P.; BARBOSA, C.J.; COSTA, D.C.; SANTOS FILHO, H.P.; FANCELLI, M.; CUNHA, M.A.P.; SANCHES, N.F. **A Cultura do Maracujá.** 3.ed. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. 124p.

MAPA. **Registro Nacional De Cultivares – RNC.** Disponível em: [http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 16 fevereiro 2018.

MELETTI, L.M.M. Maracujá 'Joa' (IAC-277), 'Maracujá-Maçã', 'Maracujá-Maravilha' (IAC-275), 'Maracujá-Monte-Alegre' (IAC-273). In: DONADIO, L.C. (Ed.) **Novas variedades brasileiras de frutas.** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. p. 152-159.

MELETTI, L.M.M.; BRÜCKNER, C.H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385.

MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; PASSOS, I.R.S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F.G.;

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. Cap. 3, p.55-75.

MELETTI, L.M.M.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. **Maracujá**. Jaboticabal: FUNEP, 2010. (Série Frutas Nativas, 6).

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p.83-91, 2011.

NEVES, L.G. **Alternativas de seleção, predição de ganho genético, estimativas de correlação e coeficiente de repetibilidade em maracujazeiro amarelo**. 2006. 117 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

NUNES, T.C.; QUEIROZ, L.P. Uma nova espécie de *Passiflora* L. (Passifloraceae) para o Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.2, p.409-502, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v21n2/22.pdf>. Acesso em: 11 julho 2017.

OLIVEIRA, E.J. **Desenvolvimento e uso de marcadores microssatélites para construção e integração de mapas genéticos de maracuja-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f.*flavicarpa* Deg.)**. 2006. 153p. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, G.A.F.; PÁDUA, J.G.; COSTA, J.L.; JESUS, O.N.; CARVALHO, F.M.; OLIVEIRA, E.J. Cross-species amplification of microsatellite loci developed for *Passiflora edulis* Sims. in related *Passiflora* Species. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, vol. 56, p. 785–792, 2013.

OLIVEIRA, E.J.; PÁDUA, J.G.; ZUCCHI, M.I.; CAMARGO, L.E.A.; FUNGARO, M.H.P.; VIEIRA, M.L.C. Development and characterization of microsatellite markers from the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Molecular Ecology Notes**, vol. 5, p. 331–333, 2005.

OLIVEIRA, E.J.; VIEIRA, M.L.C.; GARCIA, A.A.F.; MUNHOZ, C.E.F.; MARGARIDO, G.R.A.; CONSOLI, L.; MATTA, F.P.; MORAES, M.C. An integrated molecular map of yellow passion fruit based on simultaneous maximum-likelihood estimation of linkage and linkage phases. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, vol. 133, p. 35–41, 2008.

ORTIZ, D.C.; BOHÓRQUEZ, A.; DUQUE, M.C.; TOHME, J.; CUÉLLAR, D.; VÁSQUEZ, T.M. Evaluating purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) genetic variability in individuals from commercial plantations in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**, vol. 59, p. 1089-1099, 2012.

PÁDUA, J.G.; OLIVEIRA, E.J.; ZUCCHI, M.I.; OLIVEIRA, G.C.X.; CAMARGO, L.E.A.; VIEIRA, M.L.C. Isolation and characterization of microsatellite markers from the sweet passion fruit (*Passiflora alata* Curtis: Passifloraceae). **Molecular Ecology Notes**, vol. 5, p. 863–865, 2005.

PENHA, H.A.; PEREIRA, G.S.; ZUCCHI, M.I.; DINIZ, A.L.; VIEIRA, M.L.C.; FLACHOWSKY, H. Development of microsatellite markers in sweet passion fruit, and identification of length and conformation polymorphisms within repeat sequences. **Plant breeding**, vol. 132, p. 731–735, 2013.

PEREIRA, M.G.; PEREIRA, T.N.S.; VIANA, A.P. Marcadores moleculares aplicados ao melhoramento genético do maracujazeiro. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. Cap. 11, p.55-75.

PIRES, M.M.; GOMES, A.S.; MIDDLEJ, M.M.B.C.; SÃO JOSÉ, A.R.; ROSADO, P.L.; PASSOS, D.B. Caracterização do Mercado de Maracujá. In: PIRES, M.M.; SÃO JOSÉ, A.R.; CONCEIÇÃO, A.O. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilheus: Editus, 2011. Cap. 2, p. 21-68.

PRIOLLI, R.H.G.; MENDES-JUNIOR, C.T.; ARANTES, C.E.; CONTEL, E.P.B. Characterization of Brazilian soybean cultivars using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.25, n.2, p.185-193, 2002.

REIS, R.V.; OLIVEIRA, E.J.; VIANA, A.P.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SILVA, M.G.M. Diversidade genética em seleção recorrente de maracujazeiro-amarelo detectada por marcadores microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 46, p. 51–57, 2011.

REIS, R.V.; VIANA, A.P.; OLIVEIRA, E.J.; SILVA, M.G.M. Phenotypic and molecular selection of passion fruit progenies in the second cycle of recurrent selection. **Crop Breeding and applied Biotechnology**, vol. 12, p. 17–24, 2012.

SALAZAR, A.H. **Avaliação de diferentes porta-enxertos na produção de maracujazeiro (*Passiflora edulis Sims*)**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

SÃO JOSÉ, A.R.; PIRES, M.M. Aspectos Gerais da Cultura do Maracujá no Brasil. In: \_\_\_\_\_; CONCEIÇÃO, A.O. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilheus: Editus, 2011. Cap. 1, p. 13-20.

SANTOS, C.E.M. **Controle genético de caracteres e estratégias de seleção no maracujazeiro-azedo**. 2008. 99 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

SANTOS, T.M. **Germinação e dormência de sementes de passifloráceas e seleção de genótipos resistentes à *Fusarium spp.*** 2015. 162 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

SANTOS, E.A.; SOUZA, M.M.; ABREU, P.P.; CONCEIÇÃO, L.D.H.C.S.; ARAUJO, I.S.; VIANA, A.P.; ALMEIDA, A.F.; FREITAS, J.C.O. Confirmation and

characterization of interspecific hybrids of *Passiflora* L. (Passifloraceae) for ornamental use. **Euphytica**, vol. 184, p. 389-399, 2012.

SILVA, F.H.L.; MUÑOZ, P.R.; VICENT, C.I.; VIANA, A.P. Generating relevant information for breeding *Passiflora edulis*: genetic parameters and population structure. **Euphytica**, vol. 208, p.609-619, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-015-1616-8>. Acesso em: 7 julho 2017.

SOARES, W.S. **Caracterização do germoplasma e estudo da compatibilidade interespecífica em *Passiflora* spp.** 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.

SOUSA, T.V. **Caracterização molecular de cultivares de café resistentes à ferrugem.** 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

VIANA, A.P.; SILVA, F.H.L.; GONÇALVES, G.M.; SILVA, M.G.M.; FERREIRA, R.T.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; CARVALHO, G.F. UENF Rio Dourado: a new passion fruit cultivar with high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, vol.16, n.3, p.250-253, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cbab/v16n3/1984-7033-cbab-16-03-00250.pdf>. Acesso em: 13 julho 2017.

VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, E.J.; MATTA, F.P.; PÁDUA, J.G.; MONTEIRO, M. Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. Cap. 17, p.55-75.

VIEIRA, M.L.C.; SANTINI, L.; DINIZ, A.L.; MUNHOZ, C.F. M. Microsatellite markers: what they mean and why they are so useful. **Genetics and Molecular Biology**. Vol. 39, n. 3. p. 312-328, 2016.