



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FENOLOGIA DE ESPÉCIES SILVESTRES DE MARACUJAZEIRO
E CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR
DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE MARACUJÁ-MAÇÃ
(Passiflora maliformis L.)

CLOTILDES NEVES DA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
Fevereiro/2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**FENOLOGIA DE ESPÉCIES SILVESTRES DE MARACUJAZEIRO
E CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR
DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE MARACUJÁ-MAÇÃ**

(Passiflora maliformis L.)

CLOTILDES NEVES DA SILVA

ORIENTADOR: FÁBIO GELAPE FALEIRO

CO-ORIENTADOR: NILTON TADEU VILELA JUNQUEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 136/2017

BRASÍLIA/DF
Fevereiro/2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**FENOLOGIA DE ESPÉCIES SILVESTRES DE MARACUJAZEIRO
E CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR
DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE MARACUJÁ-MAÇÃ
(*Passiflora maliformis* L.)**

CLOTILDES NEVES DA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDO AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

**Eng. Agrônomo: Fábio Gelape Faleiro, Doutor (Embrapa Cerrados)
(Orientador) CPF: 739.634.706-82. E-mail: Fabio.faleiro@embrapa.br**

**Eng. Agrônoma: Michelle Souza Vilela, Doutora (Universidade de Brasília – FAV)
(Examinadora Interno) CPF: 919.623.401-63. E-mail: michellevilelaunb@gmail.com**

**Eng. Agrônomo: Márcio de Carvalho Pires, Doutor (Universidade de Brasília – FAV)
(Examinador Interno) CPF: 844.256.601-53. E-mail: mcpires@unb.br**

**BRASÍLIA/DF
24 de Fevereiro de 2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Clotildes Neves.

Fenologia de espécies silvestres de maracujazeiro e caracterização morfoagronômica e molecular de progênies de meio-irmãos de maracujá-maçã (*Passiflora maliformis* L.) \ Clotildes Neves da Silva. Brasília, 2017.

99 p.: il.

Orientação de Fábio Gelape Faleiro; co-orientação de Nilton Tadeu Vilela Junqueira.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. *Passiflora* silvestre 2. Fenologia 3. Produção 4. Melhoramento genético 5. Marcador molecular.

CDD ou CDU

Agris / FAO

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, C. N. **Fenologia de espécies silvestres de maracujazeiro e caracterização morfoagronômica e molecular de progênies de meio-irmãos de maracujá-maçã (*Passiflora maliformis* L.)** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 99 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Clotildes Neves da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Fenologia de espécies silvestres de maracujazeiro e caracterização morfoagronômica e molecular de progênies de meio-irmãos de maracujá-maçã (*Passiflora maliformis* L.)

GRAU: MESTRE

ANO: 2017

É concedida à Unidade de Brasília permissão para reproduzir cópias dessa dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si outros direitos de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Clotildes Neves da Silva

CPF: 013.812.141-93

73751-107 Planaltina – GO

Telefone: (61) 9 9200-5955

E-mail: clohneveessilva@hotmail.com

A Deus, meu Guia,
AGRADEÇO

Aos meus pais, Ediná e Elpídio e a minha irmã Ana Julia,
pelo incentivo, apoio, paciência e pelo amor eterno,
DEDICO

Aos meus familiares e a todos os meus
amigos que sempre me apoiaram,
OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser tão fiel, por me guiar, me proteger e me abençoar. Por me estender a mão quando eu caio, por me carregar no colo quando o cansaço insiste em me vencer, por me livrar de todo mal e me conceder a benção de viver um dia após o outro. Obrigada Senhor por permitir a realização de mais u ma etapa importante da minha vida.

À minha linda e querida mãe que sempre me incentiva , encoraja e por ser meu porto seguro. Agradeço a Deus por esse anjo em minha vida .

À minha linda irmã Ana Julia, minha companheira que sempre esteve comigo e me motivou em todos os momentos e meu amado sobrinho Luis Augusto.

À Universidade de Brasília e a Faculdade de Agronom ia e Medicina Veterinária pela oportunidade de realização do mestrado.

À CAPES, pelo fornecimento da bolsa no decorrer do curso de mestrado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados – CPAC), pela disponibilização de infraestrutura para o desenvolv imento científico deste trabalho.

Ao meu querido Orientador Prof. Dr. Fábio Gelape Faleiro, por ter acreditado em mim e por estar sempre disponível em todos os momentos, pelo exemplo de competência, simplicidade, pela grandiosa orientação e valiosos ensinamentos.

Ao meu co-orientador Dr. Nilton Junqueira pelos preciosos ensinamentos, pelas ótimas conversas e pelo o carinho.

A todos os amigos que fiz no decorrer desses 5 anos de Embrapa Cerrados, desde a graduação até o mestrado, pesquisadores, técnicos, pessoal da limpeza e do campo, motoristas do transporte que inúmeras vezes me ajudaram no campo, Pena e Ceíça da biblioteca, galera do ônibus de Planaltina Goiás e o motorista “Tio” Alcides “In

memoriam” meu muitíssimo obrigado pelo o carinho, a tenção e divertimento de sempre.

Às minhas queridas amigas e companheiras: Tamara qu e foi uma irmã que encontrei nessa etapa da minha vida. Kênia pelos os ensinamentos e paciência no laboratório na parte de marcadores moleculares e Jamile por tantas e tantas vezes ter me socorrido, me ensinado e orientado nas dúvidas que não foram poucas. Amigas! Muito obrigada por proporcionarem tantos momentos maravilhosos que ficaram para sempre guardados em meu coração.

À minha família que sempre me incentiva, encoraja e valoriza o que sou.

E todos os outros inestimáveis amigos e familiares que de alguma forma ajudaram, incentivaram e apoiaram nessa dissertação.

Meu amado Deus, eu sou muito grata por mais uma etapa concluída em minha vida! Agradeço também pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho. Algumas delas me inspiram, me ajudam, me desafiam e me encorajam a ser cada dia melhor.

ÍNDICE

RESUMO	13
ABSTRACT	15
INTRODUÇÃO GERAL	x
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
1. Maracujá no Brasil	19
2. Biodiversidade do maracujá.....	20
2.1 <i>Passiflora maliformis</i> L.	21
2.2 <i>Passiflora setacea</i> D.C.	21
2.3 <i>Passiflora cincinnata</i> Mast.....	22
3. Fenologia	23
4. Melhoramento genético do maracujazeiro (<i>Passiflora</i> spp.).....	25
5. Marcadores Moleculares RAPD e ISSR.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 1	37
FENOLOGIA DE CULTIVARES DE MARACUJÁ SILVESTRE: MARACUJÁ-MAÇÃ, BRS PÉROLA DO CERRADO E BRS SERTÃO FORTE	37
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. MATERIAL E MÉTODOS	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4. CONCLUSÕES.....	50
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
CAPÍTULO 2	54
PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE FRUTOS DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE MARACUJÁ-MAÇÃ (<i>Passiflora maliformis</i> L.)	54
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
1. INTRODUÇÃO.....	57

2. MATERIAL E MÉTODOS	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4. CONCLUSÃO	65
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
CAPÍTULO 3	68
PARÂMETROS GENÉTICOS E ESTIMATIVAS DE GANHOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE <i>Passiflora maliformis</i> L.	68
RESUMO	69
ABSTRACT	70
1. INTRODUÇÃO	71
2. MATERIAL E MÉTODOS	72
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	73
4. CONCLUSÃO	78
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
CAPÍTULO 4	81
VARIABILIDADE GENÉTICA DE PROGÊNIES DE MARACUJÁ-MAÇÃ (<i>Passiflora maliformis</i> L.) USANDO MARCADORES RAPD E ISSR	81
RESUMO	82
ABSTRACT:	83
1. INTRODUÇÃO	84
2. MATERIAL E MÉTODOS	85
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4. CONCLUSÃO	94
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Quantidade de dias requerida por espécies de maracujazeiros silvestres desde a antese até a completa maturação e abscisão dos frutos. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.....	43
--	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Análises de variância e parâmetros genéticos do diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal do fruto (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT), massa da polpa com semente (MPcS), suco, sementes e casca em percentual, sólidos solúveis totais (SST) em brix°, massa média de cada fruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPI) em (Kg) de oito progênies de meio-irmãos de <i>Passiflora maliformis</i> L. avaliadas em Planaltina, DF. Safra – Maio/2016.....	60
---	----

Tabela 2. Análises de variância e parâmetros genéticos do diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT), massa da polpa com semente (MPcS), suco e sementes em porcentual, sólidos solúveis totais (SST) em brix°, massa média de cada fruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPI) em (Kg), de oito progênies de meio-irmãos de <i>Passiflora maliformis</i> L. avaliadas na Entressafra. Setembro/2016.....	60
---	----

Tabela 3. Relação dos valores máximos de produtividade, massa média de cada fruto e porcentagem de suco e produção por planta em Kg, obtidos pelas progênies de <i>P. maliformis</i> L. a nível de parcela na safra e a entressafra.....	61
---	----

Tabela 4. As médias do diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal do fruto (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT) em milímetros, massa da polpa com semente (MPcS), suco, sementes e casca em percentual, sólidos solúveis totais (SST) em brix°, massa média de cada fruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPI) em (Kg), de <i>Passiflora maliformis</i> L. Safra – Maio/ 2016.....	62
--	----

Tabela 5. Médias do diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e relação DL/DT em milímetros, massa da polpa com sementes (MPcS), suco e sementes em porcentagem, sólidos solúveis totais (SST) em brix°, massa média de cada fruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPI) em kg, de <i>P. maliformis</i> L. Entressafra - Setembro/2016.....	63
--	----

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis: diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e relação DL/DT em milímetros, massa da polpa com sementes (MPcS), suco e sementes em porcentagem, sólidos solúveis totais (SST) em brix°, massa média de cadafruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPI) em kg, de <i>P. maliformis</i> L. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016	64
---	----

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Resumo da análise de variância e valores de F relativos aos efeitos de progênie referentes às características: número de frutos por repetição (NFR), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), relação de diâmetro longitudinal com transversal (DL/DT), textura da casca (TC), espessura da casca (EC), massa de polpa com sementes (MPS), volume de polpa com sementes (VPS), massa de cascas úmidas (PCU), massa de cascas secas (PCS)	74
--	----

Tabela 2. Número de frutos por repetição (NFR), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), relação de diâmetro longitudinal com transversal (DL/DT), textura da casca (TC), espessura da casca (EC), massa de polpa com sementes (MPS), volume de polpa com sementes (VPS), massa de cascas úmidas (PCU), massa de cascas secas (PCS).....	75
--	----

Tabela 3. Intensidade de seleção, número de progênies selecionadas e médias do número de frutos por progênie, número de frutos por planta e características físicas dos frutos, considerando as progênies selecionadas.....	75
--	----

Tabela 4. Intensidade de seleção, número de covas selecionadas e médias do número de frutos por cova, número de frutos por planta e características físicas dos frutos, considerando as covas selecionadas	76
---	----

Tabela 5. Plantas selecionadas de <i>Passiflora maliformis</i> L. (Top 10) e respectivas progênies, produtividade média de frutos por planta, diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) no pico de produção de Abril/Maio de 2015	78
---	----

CAPÍTULO 4

Tabela 1. Descrição das 22 plantas selecionadas de <i>P. maliformis</i> analisadas, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.....	85
--	----

Tabela 2. Primers testados e utilizados para obtenção dos marcadores RAPD e ISSR de 22 plantas selecionadas de <i>Passiflora maliformis</i> , e respectivos números de bandas utilizadas nas análises (BP). Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016	87
---	----

Tabela 3. Matriz de dissimilaridade genética entre 22 acesso de *Passiflora maliformis*, calculadas com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei & Li, utilizando 103 marcadores RAPD. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016..... 90

Tabela 4. Matriz de dissimilaridade genética entre 22 acesso de *Passiflora maliformis*, calculadas com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei & Li, utilizando 82 marcadores ISSR. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016..... 91

**FENOLOGIA DE ESPÉCIES SILVESTRES DE MARACUJAZEIRO E
CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR DE
PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE MARACUJÁ-MAÇÃ
(*Passiflora maliformis* L.)**

RESUMO

O gênero *Passiflora* tem como principal centro de diversidade genética a América Tropical, e o território brasileiro é privilegiado com uma variedade imensa de espécies silvestres nativas. O conhecimento das características fenológicas e morfoagronômicas destas espécies é importante para o desenvolvimento do seu potencial comercial. Neste trabalho, objetivou-se analisar aspectos fenológicos de três espécies silvestres de maracujá e as características morfoagronômicas e moleculares de progênies de meio-irmãos de *Passiflora maliformis* L.. Os aspectos fenológicos foram avaliados em três espécies de maracujá silvestre no período de setembro de 2015 a agosto de 2016. Foram analisados os períodos de floração e frutificação e em condições naturais para uma progênie selecionada de Maracujá-maçã *Passiflora maliformis* L.) e as cultivares BRS Pérola do Cerrado (*P. setacea* DC.) e BRS Sertão Forte (*P. cincinnata* Mast.) para verificar o início, a duração e o término dessas fases. Foi observado que o período de floração em condições naturais para essas três espécies em estudo é do tipo contínuo, no qual há a produção de flores ao longo de todo o ano, ao contrário do que se observa para a espécie comercial de maracujazeiro azedo *Passiflora edulis* Sims que apresenta uma entressafra devido à redução do comprimento do dia e redução da temperatura e da umidade relativa do ar. Progênies de meio-irmãos da espécie (*Passiflora maliformis* L.) foram obtidas a partir de matrizes selecionadas no programa de melhoramento genético por seleção recorrente realizado na Embrapa Cerrados. O experimento foi conduzido no período de março de 2015 a dezembro de 2016. Para a avaliação da produtividade, foram contabilizados os frutos produzidos durante o pico de produção no mês maio de 2016 e durante o período que corresponde à entressafra do maracujazeiro azedo no mês de setembro do mesmo ano. Foram também avaliadas as características físicas dos frutos. Não houve efeito significativo das progênies para produtividade em ambas as avaliações, mas houve para algumas características de frutos como diâmetro longitudinal, massa, porcentagens de suco e sementes. O pequeno efeito das progênies

sobre as características avaliadas, tanto na safra como na entressafra, possivelmente ocorreu devido à variabilidade genética das plantas dentro das progênes, evidenciando a necessidade de seleção entre e dentro de progênes para obter ganhos genéticos para produtividade e características físicas de frutos. Os parâmetros genéticos, obtidos com a caracterização morfoagronômica, evidenciaram ganhos genéticos baixos obtidos por meio de seleção de progênes, e altos por meio da seleção de plantas individuais, sinalizando que a seleção entre e dentro de progênes é a melhor estratégia de seleção para maximizar os ganhos genéticos nos ciclos de seleção e recombinação dessa população de melhoramento. Plantas individuais selecionadas foram caracterizadas com base em marcadores moleculares RAPD e ISSR. Além da caracterização molecular, a variabilidade genética de 22 plantas selecionadas foi realizada. Para este estudo, foram obtidos 100 marcadores RAPD e 81 marcadores ISSR a partir dos quais foram estimadas as dissimilaridades genéticas entre as plantas selecionadas que variaram entre 0,15 e 0,78. Análises de agrupamento foram realizadas a partir da matriz de dissimilaridade e evidenciaram uma tendência de agrupamento das plantas oriundas da mesma progênie. Os marcadores RAPD e ISSR foram eficientes na caracterização das plantas selecionadas de *P. maliformis* e na quantificação da variabilidade genética entre elas.

Palavras-chave: *Passiflora* silvestre, sazonalidade, fenologia, produção, diferencial de seleção, marcador molecular.

**PHENOLOGY OF PASSIFLORA WILD SPECIES AND
MORPHOAGRONOMIC AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF
HALF-SIB PROGENIES OF APPLE PASSION FRUIT**

(Passiflora maliformis L.)

ABSTRACT

The *Passiflora* genus has its main genetic diversity center in the Tropical America. Brazilian territory is privileged with an immense variety of *Passiflora* native wild species. Knowledge of the phenological and morphoagronomic characteristics of these species is important for the development of their commercial potential. The objective of this work was to analyze the phenological aspects of three *Passiflora* wild species and the morphoagronomic and molecular characteristics of half-sib progenies of *Passiflora maliformis* L. Phenological aspects were evaluated in three cultivars of wild passion fruit from September 2015 to August 2016. Flowering and fruiting periods under natural conditions were analyzed for a selected progeny of Maracujá-maçã (*Passiflora maliformis* L.), and the cultivars BRS Pérola do Cerrado (*P. setacea* DC.) and BRS Sertão Forte (*P. cincinnata* Mast.). The beginning, duration and the end of the different phenophases were analyzed. It was observed that the flowering period of these three *Passiflora* species is of the continuous type. Flowers and fruits production occurs throughout the year, unlike what is observed for the commercial species of sour passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). This species present an out-of-season yield with reduced day length, temperature and relative air humidity. Half-sib progenies of the *Passiflora maliformis* L. were obtained from matrices selected in the genetic breeding program by recurrent selection performed at Embrapa Cerrados. The experiment was conducted from March 2015 to December 2016. For the productivity evaluation, the fruits were counted during the production peak (May 2016) and during the period corresponding to the out-of-season yield of passion fruit in the month of September of the same year. The physical fruit characteristics were also evaluated. There was no significant effect of the progenies on the fruit productivity in both evaluations, but there were for some fruit characteristics such as longitudinal diameter, mass, juice and seeds percentages. The small progenies effect on the evaluated characteristics, probability occurred due to the genetic variability of the plants within the progenies. This result highlights the need of

selection among and within progenies to obtain genetic gains for productivity and physical fruit characteristics. The genetic parameters obtained with a morphoagronomic characterization evidenced lower genetic gains obtained through progenies selection than through individual plant selection, signaling that a selection among and within progenies is a better selection strategy to maximize the genetic gains in the cycles of selection and recombination of this breeding population. Individual plants selected were characterized based on RAPD and ISSR molecular markers. The genetic variability of the 22 selected plants was carried out. For this study, 100 RAPD and 81 ISSR markers were obtained. The genetic dissimilarity among the selected plants varies between 0,15 and 0,78. Grouping analyzes were conducted from the dissimilarity matrix and evidenced a tendency of grouping of the plants from the same progeny. The RAPD and ISSR markers were efficient in the characterization of the selected plants of *P. maliformis* and in the genetic variability quantification.

Keywords: Wild *Passiflora*, seasonality, phenology, production, selection differential, molecular marker.

INTRODUÇÃO GERAL

De dominação indígena e de origem tupi, a palavra maracujá quer dizer “alimento em forma de cuia”. O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, tem uma vasta distribuição pelos trópicos e regiões temperadas e é composta por 18 gêneros e mais de 630 espécies. O gênero *Passiflora* é o mais importante economicamente e possui 129 espécies conhecidas, nativas do Brasil, das quais 83 são endêmicas (CERVI et al., 2010). De acordo com Faleiro et al. (2005a), a produção de maracujá vem ganhando grande importância no Brasil, notadamente a partir das últimas três décadas. Além da espécie *P. edulis*, outras espécies de *Passiflora* são cultivadas pelas propriedades alimentícias, ornamentais e medicinais, mas principalmente pela qualidade de seus frutos (SOUZA & MELLETTI, 1997; TOCCHINI et al., 1994).

O Brasil é um grande produtor mundial de frutas e uma das culturas que está se destacando é o maracujá, o que faz dele, atualmente, o maior produtor e consumidor mundial do maracujá, com uma área de 57.183 hectares e produção de 823.284 toneladas em 2014 (ABF, 2016).

De origem da América Tropical, o maracujá *Passiflora* (spp.) apresenta várias espécies economicamente importantes em diferentes países. No Brasil, apenas a espécie (*Passiflora edulis* Sims) possui cadeia produtiva devidamente estruturada e estabelecida. Esta espécie ocupa aproximadamente 95% da área cultivada de maracujá no Brasil, principalmente porque apresenta uma boa qualidade e vigor, maior produtividade e rendimento de suco para a indústria (SOUZA & MELLETTI, 1997; MELLETTI et al., 2003).

Segundo Meletti et al.(2010), o maracujá é uma cultura que vem despertando interesse de pequenos produtores, pois é uma alternativa agrícola que pode proporcionar um bom e rápido retorno econômico, representa uma boa opção entre as frutas, além de oferecer a oportunidade de uma receita distribuída ao longo do ano. A maioria das outras frutas leva alguns anos para entrar em produção, o que é incompatível com a necessidade imediata de renda dos produtores, descapitalizados com os prejuízos resultantes de outras atividades agrícolas.

Com a expansão das áreas de cultivo do maracujazeiro azedo (*P. edulis*), está ocorrendo uma redução de vida útil dos pomares, devido ao surgimento de inúmeros problemas fitossanitários (RUGGIERO, 1996). No princípio do cultivo no Brasil, a vida

útil do pomar era de cinco a seis anos, entretanto atualmente os pomares são renovados a cada dois anos ou anualmente. Além da cultura do maracujazeiro ter problemas com várias doenças, tem os veranicos e o excesso de chuva que podem comprometer o rendimento da cultura (KRAUSE et al., 2010).

Dentro deste contexto, espécies silvestres de maracujá com maior resistência a doenças têm surgido como alternativas para os produtores de maracujá. Um exemplo é a cultivar BRS Pérola do Cerrado, da espécie *Passiflora setacea* D.C., recentemente lançada pela Embrapa e parceiros (EMBRAPA, 2017a). Outro exemplo é a cultivar BRS Sertão Forte, da espécie *Passiflora cincinnata* Mast, lançada pela Embrapa e parceiros em 2016 (Embrapa, 2017b). Além das espécies silvestres com potencial comercial, existem aquelas que são importantes fontes de resistência a doenças para programas de melhoramento genético e também para uso como porta-enxertos visando resistência a estresses bióticos e abióticos (JUNQUEIRA et al., 2005; MANICA et al., 2005).

Outro exemplo de espécie silvestre com potencial de produção e comercialização no Brasil é a *Passiflora maliformis* L., a qual já é cultivada comercialmente na Colômbia e exportada para diferentes países. Um importante passo para o desenvolvimento de um sistema de produção dessa espécie no Brasil é o desenvolvimento de cultivares adaptadas, que permitam boa produtividade e apresentem adequadas características físicas e químicas de frutos. Nesse sentido, a Embrapa Cerrados e parceiros tem realizado trabalhos de caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético dessa espécie para as condições de cultivo no Cerrado Brasileiro.

Diante do potencial das espécies silvestres do gênero *Passiflora*, objetivou-se nesse trabalho, avançar no conhecimento, avaliando aspectos fenológicos de cultivares de *P. setacea*, *P. cincinnata* e *P. maliformis*. Outro objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e as características dos frutos de progênies de meio-irmãos da espécie *P. maliformis*, bem como estimar parâmetros genéticos e analisar a variabilidade genética de plantas selecionadas com uso de marcadores RAPD e ISSR.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Maracujá no Brasil

O Brasil abriga o centro de diversidade genética do gênero *Passiflora* e a principal espécie cultivada é a *Passiflora edulis* Sims, conhecida como maracujá-azedo, uma fruteira de clima tropical com ampla distribuição geográfica (MATTA, 2005).

Segundo Meletti (2000), a palavra maracujá é de origem indígena, que em Tupi significa “alimento em forma de cuia”. O gênero *Passiflora* é originário da América tropical e subtropical, e o Brasil se destaca por possuir a maior diversidade de espécies nativas desse gênero (MANICA, 2005). Mais de 500 espécies do gênero *Passiflora* já foram descritas, e dentre elas, mais de 120 são nativas do Brasil (BERNACCI, 2003a). Mesmo apresentando tantas espécies, os cultivos comerciais do Brasil são predominantemente da *Passiflora edulis* Sims, que é conhecida como maracujá-amarelo ou azedo, a qual apresenta frutos de boa qualidade, vigor, produtividade e rendimento de suco (MELETTI; BRÜCKNER, 2001).

De acordo com Costa e Tupinambá (2005), as *Passifloras* possuem utilidades diversificadas, sendo cultivadas para comercialização na forma de fruta *in natura* ou industrializadas para obtenção de suco e similares, extração de princípios ativos presentes nas suas folhas, ramos e sementes que são utilizados pelas indústrias farmacêuticas e de cosméticos e uso como porta - enxertos. Segundo Faleiro et al. (2005b), além do uso na alimentação, o maracujazeiro tem grande importância como planta ornamental pelo valor decorativo de suas flores.

Apesar de ser uma fruta tropical, o maracujá é difundido pelo mundo inteiro, devido ao aroma que o torna um popular e importante aditivo na composição de “blends” de sucos tropicais, sorvetes e doces. Diferentes espécies de maracujá apresentam fitoconstituintes de grande importância como flavonóides, compostos fenólicos e compostos voláteis na polpa dos frutos e em outras partes da planta como sementes e folhas (PRADO, 2009 apud DHAWAN; SHARMA et al., 2004)

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá. De acordo com os dados da ABF (2016), a produção em 2014, foi de 823.284 toneladas numa área de aproximadamente 57.183 hectares.

Segundo Junqueira et al. (1999), a produtividade média do maracujá no Brasil de aproximadamente $14 \text{ ton. ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ é muito baixa. Entre os fatores responsáveis pela baixa produtividade estão os problemas ambientais e fitossanitários, a baixa utilização de tecnologias no sistema de produção e o não uso de cultivares geneticamente melhoradas (LIMA & BORGES, 2002).

2. Biodiversidade do maracujá

A família Passifloraceae tem como principal centro de diversidade genética a América Tropical, e o território brasileiro é privilegiado com uma variedade imensa de espécies selvagens de *Passifloras* nativas, especialmente o Centro-Norte do País. Essa família de plantas apresenta cerca de 630 espécies descritas das quais mais de 120 espécies são nativas no Brasil (VASCONCELOS & DUARTE FILHO, 2000). Cunha et al. (2002) relatam que cerca de 70 espécies produzem frutos comestíveis e de acordo com Vieira & Carneiro (2004), mais de 50 apresentam potencial comercial.

Segundo Junqueira et al. (2005), nessa enorme variedade de espécies de *Passiflora* silvestres encontradas no País, existem aquelas que possuem características interessantes que poderiam ser introduzidas no maracujazeiro azedo comercial via melhoramento genético. Para que toda esta variabilidade genética seja aproveitada em programas de melhoramento, torna-se necessário a realização de hibridações intra-específicas ou o uso da biotecnologia moderna na obtenção de híbridos somáticos ou na utilização da tecnologia do DNA recombinante e na engenharia genética (VIEIRA et al., 2005).

Faleiro et al. (2005c) relatam que além do uso das espécies silvestres em programas de melhoramento, algumas delas apresentam grande potencial comercial como a *P. maliformis*, *P. setacea*, *P. cincinnata*, *P. alata*, *P. nitida*, *P. quadrangularis*, entre outras, por possuírem características de interesse como adaptação as variações climáticas, longevidade, maior período de florescimento, resistência a pragas e doenças, frutos com alta qualidade física e química, entre outras.

2.1 *Passiflora maliformis* L.

Passiflora maliformis L., também conhecida como maracujá cabaça doce, maracujá-maçã e maracujá osso, é uma espécie que ocorre desde a América Central até o norte da América do Sul, incluindo a Amazônia Brasileira (SOUZA & MELETTI, 1997). Esta espécie é conhecida por sua resistência a pragas e doenças que comumente afetam outras espécies de maracujá, além de produzir frutos com casca rígida e polpa de excelente qualidade, além de uma belíssima flor variegada com potencial ornamental, o que torna a espécie promissora e com alto potencial para ser cultivada no Brasil.

Não há registros em literatura, sobre as características físicas e químicas de *P. maliformis* cultivada no Brasil, mas Souza & Meletti (1997) descrevem que os frutos de *P. maliformis* são amarelos, às vezes com tom esverdeado, globoso e lisos, tamanho com cerca de três a quatro cm de diâmetro, polpa amarelada, aromática, ácida e saborosa. Segundo esses autores, o fruto possui o epicarpo muito resistente e duro sendo frequentemente necessário um martelo para parti-lo, por esta razão, recebe também o nome de maracujá de osso e granadilla de piedra. Porém, no início da década de 2000, a Embrapa Cerrados recebeu sementes de *P. maliformis* provenientes de áreas antropizadas dos Estados de Roraima, Rondônia e do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). A partir dessa data, iniciou-se um processo de seleção no sentido de se obter matrizes mais produtivas, de frutos maiores e mais doces, mais resistentes à antracnose e melhor adaptadas às condições climáticas do Cerrado. Esse programa de melhoramento já passou por várias etapas e os frutos da espécie aumentaram três vezes o seu tamanho do nativo original (TELES et al., 2012).

2.2 *Passiflora setacea* D.C.

A *P. setacea* é uma das 200 espécies brasileiras de maracujá silvestres. Ela foi descrita por De Candolle em 1828 e o nome da espécie *setacea* tem origem do latim e significa “em forma de setas” devido ao formato das estipulas. Essas plantas são encontradas em ambientes com alta incidência de luz solar, comum em florestas primárias como capoeiras e restinga litorânea, a qual floresce e frutifica de setembro a maio (CERVI, 1997). É encontrada em várias regiões do Brasil, principalmente na região do Cerrado, onde é popularmente conhecida como maracujazeiro-sururuca,

maracujazeiro-do-sono, maracujazeiro-de-veado e outros nomes menos populares, sendo uma espécie silvestre com grande potencial para uso comercial (FALEIRO et al., 2005b; BRAGA et al., 2010).

Os frutos possuem casca verde-claro com listras verde-escuro em sentido longitudinal e a polpa, cor amarelo-claro ou creme (WONDRACEK et al., 2007). As sementes obovadas são de tamanho reduzido em relação a outras passifloráceas (OLIVEIRA & RUGGIERO, 2005).

Entre as várias espécies de passifloras silvestres do Brasil, o maracujá-do-sono tem características que indicam o seu potencial para uso em programas de melhoramento genético, assim como porta-enxerto (MENEZES et al., 1994). Esse maracujá possui uma excelente fonte de resistência a doenças, dentre elas, tolerância à murcha causada por fusarium (*Fusarium oxysporum* Schl. f. *passiflorae* Purss), podridão causada por fusarium (*Fusarium solani* (Mart.) Sacc.), podridão do colo (*Phytophthora* sp.), vírus do endurecimento do fruto e tem resistência a morte precoce e antracnose (MENEZES et al., 1994; OLIVEIRA et al., 1994; MELETTI e BRUCKNER, 2001; JUNQUEIRA et al., 2005; BRAGA et al., 2006). Híbridos interespecíficos entre *P. setacea* e *P. edulis* “flavicarpa” apresentaram bons graus de resistência à bacteriose e a antracnose no fruto (FUHRMANN et al., 2015)

De acordo com Ataíde et al., (2012) essa espécie apresenta um grande potencial para a incorporação no mercado consumidor, seja pelas suas propriedades medicinais, ou em função do seu potencial como fruta fresca, devido ao sabor exótico, doce e saboroso ou, ainda, na forma de doces e sorvetes. Diante desse grande potencial, a Embrapa Cerrados e parceiros iniciou um programa de melhoramento genético da espécie na década de 1990, que culminou com o lançamento da cultivar BRS Pérola do Cerrado a qual está conquistando tanto os produtores quanto os consumidores (FALEIRO et al., 2011; EMBRAPA, 2017a).

2.3 *Passiflora cincinnata* Mast.

A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. é popularmente conhecida como maracujá-mochila, maracujá-do-mato ou maracujá-arãotub (BERNACCI et al., 2003b). Trata-se de uma espécie silvestre incluída na série *Incarnata* (APONTE & JÁUREGUI, 2004), que possui ampla distribuição, principalmente na América tropical, ocorrendo desde o sul da América do Norte até a América do Sul, ao longo da costa brasileira

(AGRA et al., 1996) e de acordo com Durigan et al. (2004), a espécie é bem distribuída no Estado de São Paulo onde ocorre, principalmente no cerrado.

Segundo Araújo et al. (2008), essa espécie vem setornando uma alternativa de cultivo para agricultura familiar das áreas de sequeiro do Semiárido e do Cerrado. No Brasil é encontrada em Pernambuco, São Paulo, Paraíba, Santa Catarina, Alagoas e Bahia, dentre outros estados (OLIVEIRA & RUGGIERO, 2005a). O maracujá-do-mato tem sido utilizado por populações tradicionais para fins nutricionais, ornamental e medicinal (ZUCARELLI, 2007). Na Caatinga paraibana, a *P. cincinnata* Mast. apresenta características etnomedicinais, suas folhas são utilizadas para o tratamento da hipotensão e como anti-inflamatório. Os frutos são usados como calmante e antitussígeno (AGRA et al., 1996). *Passiflora cincinnata* é uma das espécies que constam na lista relatada por MELETTI et al. (2005a), das espécies não cultivadas, mas que podem oferecer contribuições importantes ao melhoramento genético, por apresentarem resistência a certas doenças e pragas, longevidade, período de florescimento ampliado e maior concentração de componentes químicos destinados à indústria farmacêutica. Essa espécie tem sido explorada basicamente para subsistência e de forma extrativista, sendo utilizada na alimentação dos animais silvestres e no suprimento de vitamina C do sertanejo (ARAÚJO et al., 2002), entretanto com o lançamento da cultivar BRS Sertão Forte (EMBRAPA, 2017b), há perspectivas de fortalecimento da cadeia produtiva.

A Embrapa vem realizando estudos na tentativa de obter plantas frutíferas adaptadas às condições do semi-árido, a espécie *Passiflora cincinnata* tem demonstrado resultados promissores (ARAÚJO et al., 2004). A *Passiflora cincinnata* Mast., por ser silvestre, tolerante a estresses hídricos e resistentes a algumas doenças e é potencialmente importante para uso como porta - enxerto do maracujazeiro azedo comercial (*Passiflora edulis* Sims).

3. Fenologia

O termo “fenologia” de acordo com Lieth (1974), citado por Arrigoni (1993), está relacionado aos eventos biológicos que ocorrem frequentemente e das causas de sua ocorrência em relação às forças bióticas e abióticas e da inter-relação entre as fases caracterizadas em diferentes espécies ou em uma única espécie. A fenologia está

correlacionada diretamente aos fatores ambientais, pois são eles que normalmente determinam os fenômenos biológicos.

O estudo da fenologia é uma área da ciência que objetiva avaliar as fases de desenvolvimento das plantas e permite compreender a relação entre as características morfológicas e fisiológicas e os fatores do ambiente e, especialmente os de ordem climática (VENTURA et al., 2009). Fournier (1976) elatar que o conhecimento fenológico permite explicar muitas reações das plantas em seu meio ambiente e também prever a época de reprodução, deciduidade e ciclo de crescimento vegetativo. A fenologia do florescimento pode ser influenciada por diversos fatores ambientais, como umidade, temperatura ou radiação (MICHALSKI & DURKA, 2007). A temperatura, por exemplo, pois afeta os índices de desenvolvimento da flor e pode levar a variação do florescimento em um determinado período (MURZA & DAVIS, 2005). A dinâmica fenológica das plantas é indispensável para a elaboração de estratégias de conservação e manejo de espécies (FALCÃO et al., 2003).

Por ser de origem tropical, o maracujá encontra condições excepcionais para o seu cultivo em diversas regiões do nosso país. Vários autores têm comprovado que a produção do maracujazeiro está confinada a certas épocas do ano com florescimento e frutificação afetados por mudanças na temperatura, fotoperíodo, radiação solar e precipitação pluviométrica (VASCONCELLOS & DUARTE FILHO, 2000). A variação sazonal e a flutuação da produção de ano para ano são um dos maiores problemas da produção comercial de maracujá (MENZEL et al., 1986). Vasconcelos & Cereda (1994) relatam que um conhecimento mais detalhado sobre a biologia floral e o florescimento, de qualquer espécie de *Passifloraceae*, é de extrema importância para se obter uma boa produtividade, por ser esse um dos principais fatores que podem reduzir significativamente a produção, se não for bem compreendido e manejado.

Segundo Gaspari-Pezzopane et al. (2009), o conhecimento do comportamento de espécies cultivadas em relação ao ciclo fenológico, como uniformidade de maturação, duração do ciclo e florescimento, é essencial para subsidiar pesquisas visando ao melhoramento genético. O conhecimento da fenologia de uma planta é baseado nas observações do início e fim dos estádios de desenvolvimento externamente visíveis (LARCHER, 2000).

A radiação solar, a temperatura, o fotoperíodo e a precipitação são as variáveis que mais afetam o desenvolvimento do maracujá azedo, acrescentando que o primeiro é

o que mais contribui para as flutuações do florescimento e formação de frutos do maracujazeiro (SILVA, 2002).

São José (1993) relata que o maracujazeiro-amarelo se desenvolve de forma satisfatória em regiões cuja precipitação pluviométrica varia de 800 mm a 1750 mm, bem distribuída durante o ano. Para o bom desenvolvimento, a cultura exige em torno de 60 a 120 mm de água por mês, que pode ser fornecida por meio de chuvas e, ou, complementada por meio de irrigação. O cultivo necessita de umidade relativa maior que 30%, clima quente, temperaturas médias mensais entre 21 °C e 32 °C e fotoperíodo maior que 11 horas e ventos moderados para seu florescimento (RUGGIERO; OLIVEIRA, 1998). Em regiões de alta latitude, há uma entressafra do maracujazeiro azedo de julho a outubro. Espécies silvestres que apresentam diferentes exigências climáticas são opções para produção de maracujá na entressafra.

Conhecer a resposta da planta aos efeitos das mudanças da temperatura ao longo do seu ciclo e em todos os estágios do seu desenvolvimento é fundamental para a identificação das melhores condições de plantio, podendo assim, estabelecer tratamentos culturais mais adequados desde o plantio até o final da vida útil da planta.

4. Melhoramento genético do maracujazeiro *Passiflora*(spp.)

A espécie *Passiflora edulis* Sims é a mais cultivada e a que apresenta maior importância econômica no Brasil. A intensa expansão e o sistema de cultivo do maracujazeiro azedo elegem esta atividade como rentável, impulsionado tanto pelo aumento do consumo de frutas frescas quanto pela agroindústria de sucos (GONDIM, 2000). Por esse motivo, os trabalhos de melhoramento genético desta espécie apresentam maior número de resultados tecnológicos com o registro de várias cultivares no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O melhoramento genético do maracujazeiro azedo tem o objetivo de atender as exigências do mercado consumidor, principalmente quanto à questão da qualidade do fruto. Uma variedade desenvolvida para o mercado *in natura* tem que ter frutos grandes e ovais, cavidade interna completamente preenchida, com o propósito de conseguir boa classificação comercial, além de ser resistente ao transporte e à perda de qualidade durante o armazenamento e a comercialização. Caso seja desenvolvida para a industrialização, precisa ter casca fina, possuir também cavidade interna totalmente

preenchida, conferindo alto rendimento de suco, possuir coloração amarelo-dourada estável e teores de sólidos solúveis superiores a 13° Brix (BRUCKNER et al., 2002). O melhoramento genético visa também obter cultivares com melhor produtividade de frutos com qualidade padrão em relação à resistência a doenças, vigor, sabor, acidez, tamanho e rendimento de suco (MELETTI; BRÜCKNER, 2001). Nesse sentido, procura-se selecionar e desenvolver materiais superiores, principalmente com relação a caracteres de interesse agrônomico e tendem a utilizar a hibridação intra-específica para a transferência de genes de interesse (BRUCKNER, 197).

A base de qualquer programa de melhoramento genético está na variabilidade genética da espécie, sendo ela espontânea ou gerada. Através de seu manejo com as estratégias adequadas de seleção, pode-se garantir a obtenção de genótipos superiores com relação às características agrônomicas de interesse (PEREIRA et al., 1988). Segundo Faleiro et al. (2005a), caracterizar e explorar a diversidade genética de *Passifloras* podem nos mostrar fontes de tolerância ou resistência de imensa importância para o manejo de doenças no campo ou beneficiar programas de melhoramento genético, além de serem alternativas à diversificação dos sistemas de produção de frutas no Brasil.

Apesar do número significativo de espécies do gênero *Passiflora*, são poucas as utilizadas pela população, e menor ainda o número quando consideramos as que possuem interesse econômico e comercial.

Segundo Cavalcante (1991), no Brasil, todas as espécies do gênero *Passiflora* são conhecidas como maracujá, mas cada uma possui o qualitativo próprio. Com relação ao número de espécies, poucas são verdadeiramente comestíveis, enquanto outras são apreciadas como plantas ornamentais pelo colorido e forma de suas flores. Estima-se que aproximadamente 150 espécies de maracujá apresentam finalidade comestível e ornamental, e por suas folhas e suco conterem passiflorina, um sedativo natural, o maracujazeiro tem ainda propriedades medicinais que são empregados largamente na indústria farmacêutica. No entanto, o principal objetivo do cultivo da planta é a comercialização do fruto *in natura* e processado na forma de sucos, doces, geléias entre outros (IAC, 2005).

Para Faleiro et al. (2005c), o maracujazeiro é uma planta com ampla variabilidade genética a ser conhecida, caracterizada, protegida, conservada e convenientemente utilizada comercialmente ou em programas de melhoramento genético. Algumas espécies apresentam grande potencial comercial, tais como *P.*

setacea, *P. cincinnata*, *P. caerulea*, *P. incarnata*, *P. maliformis*, *P. foetida*, *P. nitida* e *P. quadrangularis*. Para estas espécies, são importantes trabalhos de melhoramento genético visando ao lançamento de cultivares com melhor desempenho agrônomico. Meletti et al. (2005) relatam que essas espécies apresentam resistência a algumas doenças ou a pragas, longevidade, maior adaptação a condições climáticas adversas, período de florescimento ampliado, maior concentração de componentes químicos interessantes para a indústria farmacêutica e outras potencialidades, quase todas ainda inexploradas.

Apesar da existência da variabilidade genética natural do maracujá, o material mantido em coleções é pequeno, tanto em âmbito nacional como mundial (FERREIRA, 2005). Recursos genéticos valiosos poderão ser revelados através de pesquisas acuradas e detalhadas da variabilidade genética do maracujazeiro, sejam novas espécies nos sistemas de produção como opções adicionais ao maracujazeiro azedo, sejam genes de espécies silvestres úteis ao melhoramento das atuais espécies cultivadas (CUNHA, 1998; FALEIRO et al., 2015).

Espécies silvestres de maracujá têm surgido como alternativas para diversificar os sistemas de produção. Um exemplo é a cultivar BRS Pérola do Cerrado, da espécie *Passiflora setacea* D.C., recentemente lançada pela Embrapa e parceiros (EMBRAPA, 2017a) após duas décadas de trabalhos de seleção e melhoramento genético. Outro exemplo é a cultivar BRS Sertão Forte, da espécie *Passiflora cincinnata* Mast, lançada pela Embrapa e parceiros em 2016 (Embrapa, 2017b). Várias outras espécies e híbridos interespecíficos apresentam grande potencial comercial, a exemplo da *Passiflora maliformis* L., a qual é encontrada nativa no Brasil e é cultivada comercialmente na Colômbia e exportada para diferentes países.

Um importante passo para o desenvolvimento de um sistema de produção de espécies silvestres de maracujá é o trabalho de melhoramento genético para obtenção de cultivares adaptadas, que permitam boa produtividade e apresentem adequadas características físicas e químicas de frutos. Nesse sentido, a Embrapa Cerrados e parceiros tem realizado trabalhos de caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético de diferentes espécies silvestres para as condições de cultivo no Cerrado Brasileiro.

5. Marcadores Moleculares RAPD e ISSR

Marcadores moleculares têm sido usados com sucesso na análise genética de plantas e na caracterização da variabilidade genética contida em bancos de germoplasma. Eles são definidos como qualquer fenótipo molecular proveniente de um polimorfismo de sequência de DNA, relacionado ao sítio conhecido ou não no genoma, se tornando ferramentas imprescindíveis para a constatação da variabilidade genética ao nível de sequência de DNA (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1996).

Ao longo dos últimos dez anos, essas técnicas vêm permitindo fazer distinção diretamente em nível de DNA e tem propiciado acessar a variabilidade genética dentro do pool gênico de espécies cultivadas, assim como quantificar a diversidade existente em bancos de germoplasma. Borém et al. (1998), relatam que os marcadores de DNA apresentam vantagens em relação aos outros marcadores genéticos, uma vez que podem ser obtidos em grande número e não sofrem influência de fatores ambientais.

Existem diferentes tipos de marcadores moleculares os quais apresentam diferentes aplicações práticas em programas de caracterização e uso de recursos genéticos e em programas de melhoramento (FALEIRO, 2007; FALEIRO, 2011). Entre os diferentes tipos de marcadores moleculares, o RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA* - DNA polimórfico amplificado ao acaso) é uma técnica molecular rápida, de baixo custo e informativa (WILLIAMS et al., 1990), pois dispensa o conhecimento prévio da sequência de DNA alvo e amplifica as sequências de DNA a partir de um par de iniciadores de sequência arbitrária. Este método fundamenta-se na amplificação do fragmento de DNA, que é flanqueado por um par de oligonucleotídeos que hibridizam em direções opostas à sequência-alvo, por meio de ciclos de desnaturação, anelamento do primer e extensão pela enzima *Taq* polimerase (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1996).

Outro tipo de marcador muito utilizado em análises genéticas é o ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) que é mais recente que o RAPD, tendo sido desenvolvido a partir da necessidade de explorar repetições de micros satélites sem a utilização de sequenciamento do DNA (ZIETKIEWICZ et al., 1994; CAIXETA et al., 2006).

Segundo Wolfe (2005), o ISSR é uma técnica simples, rápida e de custo acessível e eficiente, apresentando alta reprodutibilidade devido ao uso de *primers* longos mediante a aplicação de alta temperatura. Nessa técnica, um único *primer* é

utilizado na amplificação do DNA, gerando múltiplos fragmentos que dispõem de comprimentos variados (SLOTTA; PORTER, 2006). Para separação e visualização dos produtos da amplificação, a partir da técnica de ISSR, pode-se empregar tanto a eletroforese em gel de agarose e detecção com brometo de etídeo ou eletroforese em gel de poliacrilamida e coloração com nitrato de prata (SHARMA et al., 2012). É um marcador molecular com grande potencial para a aplicação em programas de melhoramento genético, pois se destaca devido ao elevado grau de polimorfismo, reprodutibilidade e baixo custo (SALIMATH et al., 1995).

A maior vantagem dos ISSRs é o fato de que esses marcadores não exigem a construção prévia de uma biblioteca genômica para o desenvolvimento de primers específicos, economizando tempo e dinheiro, e apesar de ser um marcador dominante e randômico, estudos confirmaram que são eficientes e em estudos filogenéticos, avaliação de diversidade genética e identificação de linhagens e espécies (RAKOCZY-TROJANOWSKA et al., 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABF, **Anuário Brasileiro de Fruticultura**, Michelle Treichel ... [et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.: il.
- AGRA, M. F.; LOCATELLI, E.; ROCHA, E. A.; BARACHO, G. S.; FORMIGA, S. C. Plantas medicinais nos Cariris Velhos, Paraíba, Parte II: subclasses *Magnoliidae*, *Caryophyllidae*, *Dilleniidae* e *Rosidae*. **Revista Brasileira de Farmácia**, Paraíba, v.77, p. 97-102, 1996.
- APONTE, Y.; JÁUREGUI, D. Algunos aspectos de labiol ogía floral de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista de La Facultad de Agronomía**, Universidad Del Zulia, v. 21, n. 3, 2004, p. 211- 219. 2004.
- ARAÚJO, F. P.; SANTOS, C. A. F.; SILVA, G. C.; ASSIS, J. S. de. Caracterização de frutos de maracujá do mato *Passiflora(cincinnata* Mast.) cultivado em condições de sequeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53. R EUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 25, 2002, Recife. **Resumos...** Recife: SBB - Seção Regional Pernambuco/UFRPE/UFPE, 2002. p. 10. Resumo 6.
- ARAÚJO, F. P.; SANTOS, C. A. F.; LELO, F. M. **Propagação vegetativa do maracujá do mato**: espécies resistentes à seca, de potencial econômico para agricultura de sequeiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, (Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, 61). 2004.
- ARAÚJO, F. P.; SILVA, N.; QUEIROZ, M. A. Divergência genética entre acessos de *Passiflora cincinnata* Mast. com base em descritores morfoagronômicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 723-730, 2008.
- ARRIGONI, M. F. 1993. Fenologia e germinação da casaqueira (*Camponesia rufa* (Berg) Nied): uma fruteira dos cerrados. **Dissertação** – Mestrado em Fisiologia Vegetal. Lavras: ESAL, p.58, 1993.
- ATAÍDE, E. M.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* D. C. cultivado em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 377-381. 2012.
- BERNACCI, L. C. Passifloraceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. (Ed.). **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa, FAPESP, v. 3, p. 247-248, 2003a.
- BERNACCI, L. C.; VITTA, F. A.; BAKKER, Y. V. *Passiflora* L.; In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. (Eds). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa/FAPESP, v.3, p.248-274, 2003b.
- BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. 2. Editora. Universidade Federal de Viçosa, p. 453, 1998.

- BRAGA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; BERNACCI, L. C. Maracujá-do-cerrado. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F.R. (Eds.) **Frutas nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa, (Edição Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010), p. 247-264, 2010.
- BRAGA, S. P. M. et al. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal *apud* ABREU, S. P. M. 2006. Desempenho Agrônômico, características físico-químicas e reação a doenças em genótipos de maracujazeiros azedo cultivados no Distrito Federal. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de Brasília, Brasília. 129p. 2006.
- BRUCKNER, C. H. Perspectivas do melhoramento genético do maracujazeiro. **Maracujá: temas selecionados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 25-46, 1997.
- BRUCKNER, C. H.; MELETTI, L. M. M.; OTONI, W. C.; ZERBINI JÚNIOR, F. M. Maracujazeiro. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, cap. 13, p.373-410, 2002.
- CAIXETA, E. T.; OLIVEIRA, A. C. B.; BRITO, G. G.; SAKIYAMA, N. S. Tipos de marcadores moleculares. In: BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. (Editora). **Marcadores moleculares**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 2006, p. 9-78.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: CEJUP, p.279, 1991.
- CERVI, A. C. Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Madrid: **Fontqueria XLV**, p. 92, 1997.
- CERVI, A. C.; AZEVEDO, M. A. M. de; BERNACCI, L. C. Passifloraceae. In FORZZA, R.F. et al (Ed). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. V. 2, p.1432-1436, 2010.
- COSTA, A. M.; TUPINAMBÁ, D. D. O maracujá e suas propriedades medicinais – estado da arte. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 474-501, 2005.
- CUNHA, M. A. P. **Prioridades de pesquisa por subárea e objetivo**. Cruz das Almas: Embrapa/ CNPMF, (Documentos, 77), 1998, p.11-14
- CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. V.; JUNQUEIRA, N. T. V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A. A. (Ed.). **Maracujá Produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, (Embrapa Informação Tecnológica. Frutas do Brasil; 15), p.104, 2002.
- DURIGAN, G.; BAITELLO, J. B.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. **Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, p. 475. 2004.
- EMBRAPA. **Lançamento da cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado** Disponível em: <<<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoperola/>>>. Acesso em: 27 nov. 2017a.

EMBRAPA. **Lançamento Oficial da Cultivar de Maracujazeiro Sil vestre BRS Sertão Forte (BRS SF)** . Disponível em:

<<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentosertaoforte/>>. Acesso em: 20 jan. 2017b.

FALCÃO, M. A.; CLEMENT, C. R.; GOMES, J. B. M. Fenologia e produtividade da sorva (*Coumautilis* (mart.) MUELL. ARG.) na Amazônia central. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, p. 541-547, 2003.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético** .Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 677, 2005a.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**.Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 647, 2005b.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do germoplasma – desafio da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético** .Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 187-210, 2005c.

FALEIRO, F. G. **Marcadores genético-moleculares aplicados aos programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 102p. il.

FALEIRO, F. G. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M.; REIS JÚNIOR, F. B. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agrop ecuária**.Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 55-118.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; OLIVEIRA, E. J.; PEIXOTO, J. R.; COSTA, A. M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: histórico e perspectivas** . Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, (Documento, N° 307), p. 36, 2011.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. **Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécie comerciais e silvestres de maracujá** *Passiflora*(spp.). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, (Documentos, N° 329), 2015, p. 26.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**.Brasília: Embrapa Cernagem, 1996, p. 220.

FERREIRA, F. R. Recursos genéticos de Passiflora. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.) **Maracujá germoplasma e melhoramento genético** .Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2005, p. 41- 51.

FOURNIER, L. A. Observaciones fenológicas enel bosque húmedo de pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **Turrialba**, San José, v.26, n.1, p.54-59, 1976.

FUHRMANN, E.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BLUM, L. E. B.; BRAGA, M. W.; BELLON.; JUNQUEIRA, P. K. Reação de híbridos intere específicos de *Passiflora* spp.

à *Xanthomonas axonopodis* pv. *Passiflorae*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, p. 104-1410, 2014.

GASPARI - PEZZOPANE, C.; FAVARIN, J. L.; MALUF, M. P.; PEZZOPANE, J. R. M.; FILHO, O. G. Atributos fenológicos e agrônômicos em cultivares de cafeeiro arábica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.711-717, 2009.

GONDIM, P. J. S. Aplicação de cloreto de cálcio na conservação de maracujazeiro-amarelo sob refrigeração. 2000, 44 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2000.

IAC - **Instituto Agrônomo**. Boletim Técnico IAC, 1998. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 23 set. 2005.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; SHARMA, R. D.; SANZONWICZ, C.; ANDRADE, L. R. M. Doenças do Maracujazeiro. In: Enciclopedia de Fitopatologia, 3, 1999, Viçosa, MG. **Doenças de fruteiras tropicais: palestras**. Viçosa: UFV, p. 83-115, 1999.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, cap. 4, p. 81-107, 2005.

KRAUSE, W.; NASCIMENTO, T. A. F.; SANTI, A.; MACHADO, J. R. de A.; AZEVEDO, V. H. de. Rendimento do maracujazeiro amarelo sob diferentes espaçamentos de plantio. Cruz das Almas: **Magistra**, v. 22, n. 2, p. 122-127, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução C. H. B. A. Prado. São Carlos: Rima Artes e Textos, p. 531, 2000.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: Lieth, H. Phenology and seasonality modeling. Berlin: **Springer - Verlag**, 1974, p. 3-19.

LIMA, A. A.; BORGES, A. L.; Clima e solo. In: LIMA, A. A. (Ed.) **Frutas do Brasil: – Maracujá – produção e aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA – Informação Tecnológica, p. 104, 2002.

MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICZ, C.; ICUMA, I. M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá-doce: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005, p. 198.

MANICA, I. Taxonomia, anatomia e morfologia. In: MANICA, I. **Maracujá – Doce: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes 2005, p. 27-34.

MATTA, F. P. **Mapeamento de QRL para *Xanthomonas axonopodis* pv. em maracujá-azedo *Passiflora (edulis Sims F. flavicarpa Deg.)***. 2005. 230 f. **Tese de doutorado**. Escola Piracicaba: ESALQ/USP, p. 230.

- MELETTI, L. M. M.; BRUCKNER, C. H. Melhoramento genético. In: BRUCKNER, C. H.; PIKANÇO, M. C. (Ed.) **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 345-385. 2001.
- MELETTI, L. M. M.; FURLANI, P. R.; ÁLVARES, V.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO FILHO, J. A. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá. **O Agrônomo**, Campinas, v.54, n.1, p.30-33, 2002.
- MELETTI, L. M. M.; BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; AZEVEDO FILHO, J. A.; MARTINS, A. L. M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, 2, p. 275-278. 2003.
- 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: Embrapa Cerrados. cap. 3, p. 55-78, 2005.
- MELETTI, L. M. M.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. **Maracujá**. FUNEP, Série Frutas Nativas, 6, Jaboticabal, 2010.
- MENEZES, J. M. T.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; BANZATTO, D. A. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá- amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. São Paulo: **Científica**, v. 22, p. 95- 104, 1994.
- MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; DOWLING, A. J. Water relations in passion fruit: effect of moisture stress on growth, flowering and nutrient uptake. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.29, n.2, p.239-249, 1986.
- MICHALSKI, S. G.; DURKA, W. Synchronous Pulsed Flowering: Analysis of the Flowering Phenology in *Juncus* (Juncaceae). London: **Annals of Botany**, v. 100, p. 1271-1285, 2007.
- MURZA, G. L.; DAVIS, A. R. Flowering phenology and reproductive biology of *Drosera anglica* (Droseraceae). London: **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 147, p. 417-426, 2005.
- OLIVEIRA, J. C.; NAKAMURA, K.; MAURO, A. O.; CENTURION, M. A. P. C. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, p. 27-37. 1994.
- OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônomo. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 142-158, 2005.
- PEREIRA, M. G.; CARLLETO, G. A.; CASTRO, G. C. T. A variabilidade das características de frutos e sementes em *Theobromacacao* L. Clones Sic e Sial. In: Conferencia Internacional de Investigacion em Cacao, 10, 1987, Santo Domingo. **Actas...** Lagos: Coco a Producer's Alliance, 1988.

PRADO, A. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. 2009. 106 f. **Dissertação de mestrado**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, 2009.

RAKOCZY-TROJANOWSKA, M.; BOLIBOK, H. Characteristics and a comparison of three classes of microsatellite-based markers and their application in plants. **Cellular and Molecular Biology Letters**, Poland, v.9, p. 221-238, 2004.

RUGGIERO, C. (Coord.). **Maracujá para exportação: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 11-29, 1996.

RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C. Enxertia do maracujazeiro. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5.1998, Jaboticabal. **Resumos...** Jaboticabal: FUNEP, p. 70-92, 1998.

SÃO JOSÉ, A. R. **A cultura do maracujazeiro: práticas de cultivo e mercado**. Vitória da Conquista: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1993.

SHARMA, S.K.S.; KUMARIA, P.; TANDON S.R. Analysis of genetic variation and identification of species-diagnostic ISSR markers in five species of *Cymbidium* (Orchidaceae). **Plant Biochemical Biotechnology**, Nova Delhi, v.22, p 250-255, 2012.

SILVA, A. A. G. Maracujá amarelo *Passiflora (edulis Sims f. flavicarpa Deg.)*: aspectos relativos à demanda hídrica e conservação pós-colheita. 2002, 98 f. **Tese** (Tese em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2002.

SLOTTA, T. A. B.; PORTER, D. M. Genetic variation within and between *Iliamna corei* and *I. remota* (Malvaceae): implications for species delimitation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, USA, v. 151, p. 345-354, 2006.

SALIMATH, S. S., OLIVEIRA, A. C., GODWIN, I. D., BENNETZEN, J. L. Assessment of genome origins and genetic diversity in the genus *Eleusine* with DNA markers. **Genome**, v. 38, p. 757-763. 1995.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades, cultivo**. Piracicaba: FEALQ, p. 179, 1997.

TELES, D. A. do A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; GOLÇALVEZ, M. G. de S.; BRAGA, M. F.; ABRANTES, P. H. R. de. Características físicas e químicas de oito genótipos de *Passiflora maliformis* Linn. cultivados no Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012.

TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J. C.; TURATTI, J. M. Processamento: produtos, caracterização e utilização. In: **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ª ed. rev. e ampl. Campinas: ITAL, 1994. p. 161-195. (Série Frutas Tropicais, 9).

VASCONCELLOS, M. A. S.; DUARTE FILHO, J. **Ecofisiologia do maracujazeiro**. Belo Horizonte: Informe Agropecuário. v. 21, n. 206, p. 18-24. 2000.

VASCONCELOS, M. A. S.; CEREDA, E. O cultivo de maracujá doce. In: SÃO JOSÉ, A. R. (ed.). **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, p. 71-83, 1994.

VENTURA, F.; MARLETTO, V.; TRAINI, S.; TOMEI, F.; BOTARELLI, L.; PISA, P. R. Validation of development models for winter cereals and maize with independent agrophenological observations in the BBCH scale. **Italian Journal of Agrometeorology**. v. 3, p. 17-26, 2009.

VIEIRA, M. L. C.; CARNEIRO, M. C. *Passiflora* spp. Passionfruit. In: LITZ, R. (Ed) **Biotechnology of Fruit and Nut Crops**. Oxford: CABI Publishing, p. 436-453. 2004

VIEIRA, M. L. C.; OLIVEIRA, E. J.; MATTA, F. P.; PÁ DUA, J. G.; MONTEIRO, M. Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá. In: Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 411-453, 2005.

WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A.; TINGEY, S. A. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v.18, p.6531-6535, 1990.

WOLFE, A. D. ISSR techniques for evolutionary biology. **Molecular Evolution: Producing the Biochemical Data**, Part B, v. 395, p. 134-144, 2005.

WONDRACEK, D. C.; SEVILHA, A.; VIEIRA, ROBERTO FONTES ; FALEIRO, F. G. ; AGOSTINI-COSTA, T. S. Identificação De Carotenóides Em Maracujá-Do-Cerrado (*Passiflora setacea*). In: **7º Simpósio Latino Americano De Ciência de Alimentos**. Campinas, SP. 2007.

ZIETKIEWICZ, E.; RAFALSKI, A.; LABUDA, D. Genome fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR) - anchored polymerase chain reaction amplification. **Genomics**. v. 20, p. 173-183, 1994.

ZUCARELLI, V. Germinação de sementes de *passiflora cincinnata* Mast: Fases, Luz, Temperatura e Reguladores Vegetais. 2007. 111 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas – Botânica). Universidade Estadual Paulista, 2007.

CAPÍTULO 1

**FENOLOGIA DE CULTIVARES DE MARACUJÁ SILVESTRE:
MARACUJÁ-MAÇÃ, BRS PÉROLA DO CERRADO E
BRS SERTÃO FORTE**

**PHENOLOGY OF PASSIFLORA WILD CULTIVARS:
MARACUJÁ-MAÇÃ, BRS PÉROLA DO CERRADO AND
BRS SERTÃO FORTE**

**FENOLOGIA DE CULTIVARES DE MARACUJÁ SILVESTRE:
MARACUJÁ-MAÇÃ, BRS PÉROLA DO CERRADO E
BRS SERTÃO FORTE**

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento fenológico de três cultivares de espécies de maracujá silvestre no período de setembro de 2015 a agosto de 2016, nas condições do Cerrado do Planalto Central, em Planaltina - DF. Foram analisados os períodos de floração e frutificação em condições naturais da progênie selecionada Maracujá-maçã (MM) e das cultivares BRS Pérola do Cerrado (BRS PC) e BRS Sertão Forte (BRS SF) para verificar o início, a duração e o término das diferentes fenofases. As avaliações ocorreram semanalmente em campo, sendo realizados registros fotográficos digitais, em flores e frutos de plantas de cada cultivar aleatoriamente marcadas em cada área, com a finalidade de identificar os estádios reprodutivos e alterações morfológicas durante a fenologia reprodutiva da espécie. Foram marcados dezenas de botões florais, os quais foram acompanhados semanalmente desde antese até a maturação de pelo menos cinco frutos de cada cultivar, considerando-se como ponto final a abscisão dos frutos. A cada início de mês, também foi realizada uma contagem de botões, flores e frutos para a análise da produção ao longo do ano. Para tanto, foram delimitados três espaços de um metro de espaladeira de forma aleatória em cada área de cada cultivar onde foram contabilizados o número total de botões, flores e frutos. Foram verificadas variações na duração das fenofases. Para as três cultivares, foram contabilizados botões, flores e frutos em todos os meses do ano. O maior número de botões florais e flores por metro de espaladeira obtidos pelas cultivares MM, BRS PC e BRS SF foram de 180 (março), 284 (fevereiro) e 188 (abril), respectivamente. Já o maior número de frutos contabilizados para as cultivares MM, BRS PC e BRS SF foram de 91 (abril), 77 (agosto) e 75 (março), respectivamente. O período de floração e frutificação nas condições do Cerrado do Planalto Central para essas três cultivares em estudo é do tipo contínuo, no qual há a produção de flores e frutos ao longo de todo o ano.

Palavras-chave: Fenologia, sazonalidade, floração, produção, entressafra.

**PHENOLOGY OF PASSIFLORA WILD CULTIVARS:
MARACUJÁ-MAÇÃ, BRS PÉROLA DO CERRADO AND
BRS SERTÃO FORTE**

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the phenological behavior of three wild passion fruit cultivars in the period from September 2015 to August 2016, under the Savanna conditions in the Central Brazilian High Plains, in Planaltina, DF. Flowering and fruiting periods of a selected progeny of Maracujá-maçã (MM) and BRS Pérola do Cerrado (BRS PC) and BRS Sertão Forte (BRS SF) cultivars were analyzed in natural conditions to verify the beginning, duration and the end of the different phenophases. The evaluations occurred weekly in the field. Digital photographic records of flowers and fruits of each cultivar were taken in plants randomly marked reproductive stages and morphological changes during the reproductive phenology of the cultivars were identified and analyzed. There were dozens of floral buds, which were monitored weekly from anthesis to maturation of at least five fruits of each species, considering the abscission of the fruits as the end point. Floral buds, flowers and fruits were counted monthly for yield analysis throughout the year. The scores were performed in three spaces of one meter of vertical cordon. These spaces were chosen randomly in the experimental area of each cultivar. Variations in the duration of the phenophases were verified. The highest number of floral buds and flowers per meter of vertical cordon obtained by cultivars MM, BRS PC and BRS SF were 180 (March), 284 (February) and 188 (April), respectively. The highest number of fruits accounted for cultivars MM, BRS PC and BRS SF were 91 (April), 77 (August) and 75 (March), respectively. The period of flowering and fruiting in the Savanna conditions in the Central Brazilian High Plains, in Planaltina, DF for these three cultivars is of the continuous type, in which there is the production of flowers and fruits throughout the all year.

Keywords: Phenology, seasonality, flowering, yield, out-of-season.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, com uma produção de 823.284 toneladas em uma área de aproximadamente 57 mil hectares em 2014 (ABF, 2016). As espécies de maior expressão comercial são a *Passiflora edulis* Sims (maracujazeiro-azedo) e a *Passiflora alata* Curtis (maracujazeiro-doce), sendo que maracujá-azedo é o mais conhecido, cultivado e comercializado em decorrência da qualidade de seus frutos e do maior rendimento industrial (MELETTI, 2011). Além do maracujazeiro-azedo e doce, outras espécies como *P. setacea* DC., *P. cincinnata* Mast. e *P. maliformis* têm grande potencial comercial no País e tem sido alvo de trabalhos de melhoramento genético (FALEIRO et al., 2016).

Menzel & Simpson (1994) e Ramos (2002) citam também que a produção do maracujazeiro está concentrada em certas épocas do ano, com florescimento e frutificação afetada por mudanças na temperatura, fotoperíodo, radiação solar e precipitação. Tais variações nas épocas de florescimento e frutificação e também na duração das diferentes fases são diferenciadas também considerando as diferentes espécies do gênero *Passiflora*. Diante desse quadro, trabalhos relacionados à fenologia das diferentes espécies e cultivares são de grande importância para um adequado manejo do pomar e planejamento da produção com relação a aspectos fitotécnicos e comerciais que vão impactar na produtividade e também na rentabilidade do produtor.

O estudo dos eventos biológicos e das causas de sua ocorrência em função de fatores bióticos e abióticos, bem como da sua relação entre as fases caracterizadas por esses eventos, dentro de uma ou mais espécies, é conhecido como fenologia (SILVA et al., 2007). A caracterização fenológica por meio de estádios das fases (vegetativa e reprodutiva) permite maior detalhamento da descrição do ciclo da planta, auxiliando na previsão de coleta de sementes para produção de mudas e nos programas de conservação e melhoramento de espécies (REGO et al., 2006). O conhecimento do comportamento de espécies cultivadas em relação ao ciclo fenológico, como uniformidade de maturação, duração do ciclo e florescimento, é também essencial para subsidiar pesquisas visando ao melhoramento genético (GASPARI-PEZZOPANE et al., 2009).

Mesmo com a grande importância econômica do maracujazeiro, a maioria dos estudos relacionados à geração de informações básicas para os programas de

melhoramento são recentes (VIANA et al., 2006), e estudos relacionados à fenologia da cultura ainda são incipientes e concentrados na espécie *P. edulis* que apresenta maior expressão comercial. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento fenológico de três maracujazeiros silvestres das espécies *P. maliformis*, *P. setacea* e *P. cincinnata* no período de setembro de 2015 a agosto de 2016, em sistema irrigado nas condições do Cerrado do Planalto Central.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas três cultivares de maracujazeiro silvestre Maracujá-maçã (MM), BRS Pérola do Cerrado (BRS PC) e BRS Sertão Forte (BRS SF) das espécies *P. maliformis*, *P. setacea* e *P. cincinnata*, respectivamente. O presente estudo foi desenvolvido em áreas experimentais da Embrapa Cerrados – CPAC, Planaltina - DF, localizada a 15°39'84" de latitude S e 47°44'41" de longitude W e altitude de 1.000 m, durante o período de setembro de 2015 a outubro de 2016.

Segundo a classificação de Köppen, a qual se baseia em dados pluviométricos e termométricos, a região em questão possui clima tropical com chuvas no verão e seca no inverno, sendo a estação seca de maio a setembro e a estação chuvosa de outubro a abril. Para a caracterização das condições meteorológicas ocorridas durante o período experimental, foram obtidos os dados climatológicos (temperatura, pluviosidade e umidade relativa) a partir da Estação Meteorológica da Embrapa Cerrados.

As informações fenológicas das três espécies foram obtidas em áreas experimentais utilizadas para a avaliação do desempenho agrônomo de cada maracujazeiro, onde as práticas culturais foram ascomumente utilizadas para o cultivo do maracujá azedo. O sistema de condução utilizado foi o de espaldeira vertical e o sistema de irrigação por gotejamento nas três áreas. As observações ocorreram semanalmente em campo, sendo realizados registros fotográficos digitais, em flores e frutos de plantas de cada cultivar aleatoriamente marcadas em cada área, com a finalidade de identificar os estádios reprodutivos e alterações morfológicas durante a fenologia reprodutiva da espécie. Foram marcados dezenas de botões florais (Anexo 1), os quais foram acompanhados semanalmente até a maturação de pelo menos cinco frutos de cada maracujazeiro, considerando-se como ponto final a abscisão dos frutos. A cada início de mês também foi realizada uma contagem de botões, flores e frutos para a

estimativa da produção ao longo do ano. Para tanto, foram delimitados três espaços de um metro de espaladeira de forma aleatória em cada área de cada espécie onde foram contabilizados o número total de botões, flores e frutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar BRS SF (*P. cincinnata*) foi a que apresentou a maior quantidade de dias entre a antese até a maturação do fruto (abscisão), tanto no período seco quanto no chuvoso (Tabela 1). Devido a este longo período, muitos produtores e extrativistas não esperam a abscisão dos frutos para realizar a colheita. Já o Maracujá-maçã *P. maliformis*) e a cultivar BRS PC (*P. setacea*) apresentaram um tempo entre a antese à abscisão do fruto próximo de 60 dias, o qual é semelhante ao apresentado pela espécie *P. edulis* Sims de maracujazeiro azedo comercial (SILVA et al., 2005). A cultivar BRS Pérola do Cerrado foi a que apresentou um menor período entre a antese e a abscisão do fruto que foi de 58 dias no período seco (inverno) e de 51 dias no período chuvoso (verão).

Para as três espécies, o período entre a antese e abscisão do fruto foi maior no período seco (inverno) em comparação ao período chuvoso (verão). No período seco, há uma redução da temperatura e umidade relativa do ar, o que explica a menor taxa de crescimento e maturação dos frutos. Estas influências das condições climáticas nas fases têm sido verificadas para diferentes espécies de plantas, incluindo espécies do gênero *Passiflora* (FORSTHOFFER et al., 2004; CASTRO et al., 2012).

Forsthofer et al. (2004) relatam que o ciclo fenológico pode variar em diferentes períodos dentro de um mesmo ano, pois a luminosidade, temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar são fatores limitantes no desenvolvimento fenológico de uma determinada espécie. Em *P. edulis* Sims, as fases de floração e frutificação sofrem grande influência do ambiente (CAMILO, 2003), sendo, de suma importância, realizar pesquisas em períodos e locais a fim de caracterizar os estádios fenológicos dessa espécie.

O maracujazeiro por ser uma planta tropical típica, exige grande intensidade luminosa, um comprimento do dia acima de 11 horas diárias de luz proporciona melhores condições de florescimento, maior vigoramento de frutos, frutificação abundante e consequentemente frutos de alta qualidade (COSTA et al., 2008)

Menzel et al. (1986), Menzel et al. (1987), e Menzel & Simpson (1988) observaram outros fatores que modificam as características fenológicas de crescimento e frutificação do maracujazeiro como o estresse hídrico, excesso de água, bem como as temperaturas extremas do ar e o sombreamento. Destes fatores, apenas a umidade do solo pode ser controlada por meio de práticas de manejo.

Tabela 1. Quantidade de dias requerida por espécies de maracujazeiros silvestres desde a antese até a completa maturação e abscisão dos frutos. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.

Cultivares (Espécies)	Período Seco (inverno)	Período chuvoso (verão)
Maracujá-Maçã (<i>P. maliformis</i>)	67 dias	63 dias
BRS PC (<i>P. setacea</i>)	58 dias	51 dias
BRS SF (<i>P. cincinnata</i>)	182 dias	129 dias

Ao longo do período entre a marcação dos botões (primeiro dia) até a abscisão dos frutos (último dia), foram verificadas variações morfológicas das diferentes estruturas (botões florais, flores e frutos) das plantas de cada maracujazeiro (Figura 1, 2 e 3). Tais variações ocorridas ao longo de cada fase estão relacionadas à forma e coloração das estruturas de cada espécie.

As brácteas e as sépalas dos botões florais da seleção de Maracujá-maçã (*P. maliformis*) - apresenta uma pigmentação média de antocianina; as brácteas são muito largas (> 2 cm). As flores são belas e do tipo camp anuladas, de tamanho médio; com coloração predominante do perianto vermelho-arroxeadas. Possui período de antese matutino; apresenta uma flor por nó. O diâmetro da corona de filamentos é médio (5 – 10 cm); os filamentos mais longos da corona apresentam coloração arroxeada, estes são lisos e com a extremidade ondulados. Os filamentos da corona possuem muitos anéis coloridos. Apresenta poucos pontos de antocianina no androginóforo, no filete e estilete; não têm pigmentação com antocianina no dorso da antera. O androginóforo é de tamanho médio (1 - 2 cm). Os frutos de coloração da casca (epicarpo) verde, com formato de fruto oval. Possuem diâmetro transversal e longitudinal médio (5 - 10 – mm), a espessura da casca é considerada média (0,6 – 1,0 cm), com coloração de polpa amarela. E o teor de sólidos solúveis dos frutos variando de 10 – 17° Brix, sendo considerado de médio a alto de acordo com o Manual Prático de Jesus et al. (2015) (Figura 1).

Já a BRS Pérola do Cerrado (*P. setacea*) apresenta flores de tamanho médio, de coloração predominante do perianto branca, de antes e noturna das flores. A cultivar-espécie não apresenta antocianina nas brácteas e sépalas dos botões florais. Possui um número elevado de nectários (>4) nas brácteas dos botões florais, localizados marginalmente. As sépalas são de comprimento e largura média (3 – 6 cm; 1 -2 cm), respectivamente. As pétalas são de comprimento médio (3 – 6 cm). O diâmetro da flor é médio (3 – 6 cm), enquanto o diâmetro das fimbrias (corona) é de tamanho pequeno (3 – cm). Com coloração predominante da corona branca, com os filamentos mais longos lisos, e, não têm anéis coloridos na corona. O androginóforo é longo (>2 – 3 cm), e não apresenta pigmentação com antocianina no androginóforo, no filete, no estilete nem no dorso da antera. O formato do hipanto é do tipo cilíndrico. De acordo com Manica (1997), os frutos desse maracujazeiro são bagas de forma globosa e carnosa. Possuem coloração da casca verde-claro com listras verde-escuras em sentido longitudinal e a polpa, cor amarelo-claro ou creme (WONDRACEK et al., 2007), possuem diâmetro transversal e longitudinal médio (4 - 5 – m). Os valores de sólidos solúveis totais são elevados, na faixa de 16 a 18° Brix o que o classifica na categoria dos Maracujás Doce (Faleiro et. al., 2005; CAMPOS, 2007 e 2010; LESSA, 2011) (Figura 2).

A cultivar-espécie BRS Sertão Forte (*P. cincinnata*) possui belas flores de tamanho médio e de coloração roxa intensa. A espécie não apresenta antocianina nas brácteas e sépalas dos botões florais. Possui o formato do hipanto do tipo campanulado, com uma flor por nó. Apresenta brácteas de comprimento médio com poucos nectários (1). Possui sépalas de comprimento e largura média, não apresentam nectários. As pétalas são de comprimento médio e androginóforo de tamanho curto (0,5 – 1,0). A BRS SF possui diâmetro da extremidade da corona médio (5 – 10 cm), contém bandeamento nos filamentos mais longos da corona, com coloração predominante dos anéis da corona de cor roxa. Possuem mais de um anel colorido nos filamentos da corona. Os anéis do filamento da corona são largos (>1,5 cm) e do tipo ondulados. A BRS SF apresenta coloração roxa dos filamentos do o pérculo. Sua antese acontece no período matutino e suas flores possuem coloração predominante do perianto, roxa. Apresentam muitos pontos de antocianina no filete, no estilete, no dorso da antera e no androginóforo. Os frutos com a coloração da casca verde e são arredondados, com diâmetros longitudinal e transversal médio (5 – 10 cm). A espessura casca é considerada fina (0,3 – 0,6 cm), com polpa amarela-esverdeada e com o teor de sólidos solúveis

variando de (7 – 10° Brix), sendo considerado baixo de acordo com o Manual Prático de Jesus et al. (2015) (Figura 3).



Figura 1. Fenofases da progênie Maracujá-maçã (MM), espécie *Passiflora maliformis*, registradas em condições de campo, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.



Figura 2. Fenofases da cultivar BRS Pérola do Cerrado (BRS PC) da espécie *Passiflora setacea* registradas em condições de campo, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.



Figura 3. Fenofases da cultivar BRS Sertão Forte (BRS SF) da espécie *Passiflora cincinnata* registradas em condições de campo, Embrapa Cerrados , Planaltina, DF, 2016.

A análise do número de botões florais-flores e frutos de cada espécie em cada mês ao longo do ano são apresentados na Figura 5. Para as três espécies, foram contabilizados botões, flores e frutos em todos os meses do ano. O maior número de botões florais e flores por metro de espaldeira obtidos pelo MM e pelas cultivares BRS PC e BRS SF foram de 180 (março), 284 (fevereiro) e 188 (abril), respectivamente. Já o maior número de frutos contabilizados para o MM, BRS PC e BRS SF foram de 91 (abril), 77 (agosto) e 75 (março), respectivamente.

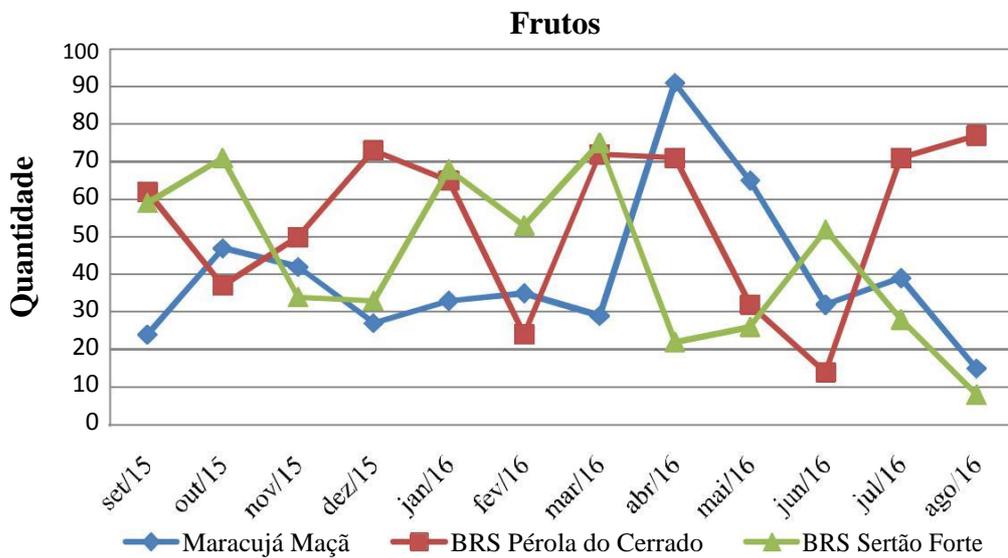
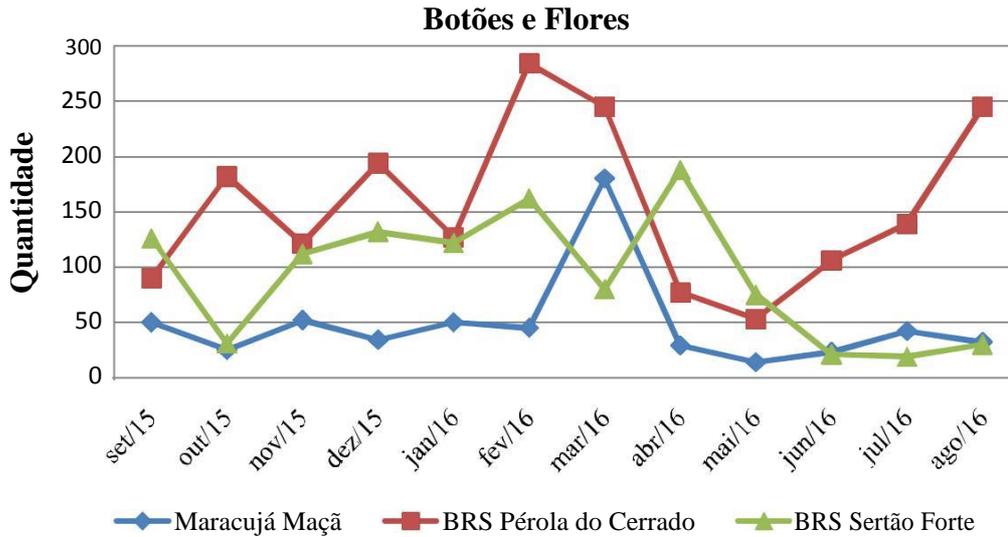


Figura 5. Análise de produção de botões mais flores e frutos ao longo do ano da espécie Maracujá-maçã (MM) e das cultivares BRS Pérola do Cerrado (BRS PC) e BRS Sertão Forte (BRS SF), Embrapa Cerrados, Planaltina - DF, 2016.

O período de floração nas condições do Cerrado do Planalto Central para as três espécies estudadas é do tipo contínuo, no qual há produção de flores ao longo de todo o ano, ao contrário do que se observa para a espécie de maracujazeiro azedo que apresenta uma entressafra devido à redução do comprimento do dia e redução da temperatura e umidade relativa do ar o que reduz muito o florescimento nos meses de junho, julho e agosto e consequente frutificação nos meses de setembro, outubro e novembro.

Pode-se observar que há vários picos de florescimento e frutificação das três espécies ao longo do ano e uma tendência de redução do florescimento e frutificação no período seco (inverno), principalmente para MM (*P. maliformis*) e a cultivar BRS SF (*P. cincinnata*). No caso da cultivar BRS PC (*P. setacea*), há uma redução do florescimento e frutificação no início do período seco (maio-junho), mas há uma retomada do florescimento e frutificação em julho-a gosto.

As três espécies apresentaram maiores quantidades de botões, flores e frutos no período chuvoso (outubro a abril). Durante este período foram verificadas maiores temperaturas, maior precipitação e maior umidade relativa (Figura 6). A temperatura média mensal máxima foi de 34°C (outubro) e temperatura média mensal mínima foi de 17°C (setembro), com pluviosidade média diária variando de 1 a 11 mm e umidade relativa média de 68% (Figura 6). No período seco (maio a setembro) há uma redução das quantidades de botões, flores e frutos em razão da diminuição da temperatura, umidade relativa do ar e possivelmente pela diminuição do comprimento do dia.

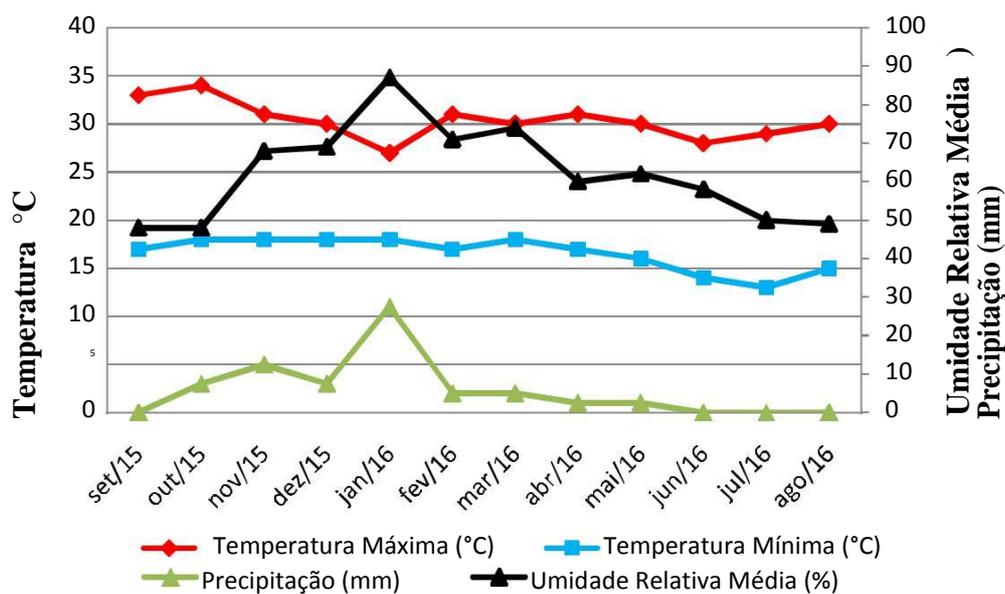


Figura 6. Curva da média da Temperatura Máxima e Temperatura Mínima (°C), Precipitação (mm) e Umidade Relativa (%) para o período de Setembro de 2015 a Agosto de 2016. Estação Meteorológica da Embrapa Cerrados – 2016.

Pode-se observar que a cultivar BRS Sertão Forte apresentou diferentes picos de florescimento e frutificação ao longo do ano, com uma redução do florescimento nos meses junho-julho e consequente redução da frutificação em julho-agosto. Feitoza et al.

(2006), trabalhando com fenologia de *P. cincinnata* (BRS Sertão Forte) em Petrolina-PE, observaram que as fenofases de floração e frutificação foram contínuas ao longo do ano, possivelmente por não haver grandes variações na temperatura e comprimento do dia naquela região. Estes autores verificaram uma associação da floração com a maior precipitação no período. Segundo Castro et al. (2012), analisando a fenologia de passifloracea em Monte Alegre do Sul – SP, as espécies *P. cincinnata* (BRS Sertão Forte) e *P. setacea* (BRS Pérola do Cerrado) apresentaram maior ocorrência de eventos reprodutivos nas estações de primavera e verão, em que a temperatura e a pluviosidade de Monte Alegre do Sul são maiores.

A seleção do Maracujá-maçã (*P. maliformis*) também apresentou flores e frutos ao longo do ano, mas em março teve um pico de florescimento e em consequência, um pico de frutificação em abril-maio (Figura 5). Como aconteceu com as cultivares BRS SF e BRS PC houve uma redução da quantidade de flores e frutos no período seco (inverno). As variações no ciclo fenológico e nos picos de florescimento e frutificação das três espécies estudadas neste trabalho ocorreram em função das condições climáticas nos diferentes períodos ao longo do ano. Tais variações entre as espécies estudadas e também em relação à espécie do maracujazeiro azedo comercial (*P. edulis*), evidenciam uma potencialidade do cultivo de diferentes espécies do gênero *Passiflora* para que o produtor tenha uma regularidade de produção ao longo do ano, mesmo em regiões onde existe a entressafra do maracujazeiro azedo.

4. CONCLUSÕES

Houve variação nas fenofases e no tempo da antese à abscisão do fruto (carpogênese) entre a seleção de Maracujá-maçã (*P. maliformis*) e as cultivares BRS PC (*P. setacea*) e BRS SF (*P. cincinnata*), sendo que a BRS SF foi a que apresentou maior tempo tanto no período chuvoso (verão) quanto no período seco (inverno).

O período de floração e frutificação da seleção MM (*P. maliformis*) e as cultivares BRS PC (*P. setacea*) e BRS SF (*P. cincinnata*) nas condições do Cerrado do Planalto Central sob irrigação é do tipo contínuo, havendo produção de flores e frutos ao longo de todo o ano, incluindo os períodos de entressafra do maracujazeiro azedo comercial (*P. edulis*).

Foram observados diferentes picos de florescimento e frutificação para as três espécies ao longo do ano, com uma tendência da redução da quantidade de flores e frutos no período seco (inverno) do ano.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABF, **Anuário Brasileiro de Fruticultura**, Michelle Treichel ... [et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.: il.

CAMILO, E. **Polinização do maracujá**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 44p.

CAMPOS, A. V. S.; COSTA, A. M.; TUPINAMBÁ, D. D.; COHEN, K. O.; PAES, N. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PALUDO, A. Avaliação das características físicas, físico-químicas e químicas de *P. setacea* para fins funcionais. In: **Simpósio Latino Americano de ciências de alimentos**, 7, 2007, Campinas: Ciência e tecnologia de alimentos em benefício da sociedade: ligando a agricultura à saúde. Campinas: UNICAMP, 2007.

CAMPOS, A. V. S. Características físico-químicas e composição mineral da polpa de *Passiflora setacea*. 2010. 76 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Produção sustentável) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade Nacional de Brasília, 2010.

CASTRO, M.; BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; FILHO, J. A. A. Análise da fenologia de passifloraceae em Monte Alegre do Sul – SP (Brasil). In: **Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC**, 6, 2012, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro – Desafios da Pesquisa. In: FALEIRO F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 187-209, 2005.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, E. J.; JESUS, O. N. Biotecnologia e melhoramento genético. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, p. 55-61, 2016.

FEITOZA, E. A.; MONTEIRO, S. P.; LEMOS, I. B.; KIILL, L. H. P.; MELO, N. F.; ARAUJO, F. P. Fenologia de *passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) na região do Vale do São Francisco, Petrolina-PE. In: **Reunião Nordestina de Botânica**, 29, 2006, Mossoró. Diversidade, conservação e uso sustentável da flora nordestina: **Anais...** Mossoró: UERN. Embrapa Semiárido, 2006.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L. SUHRE, E.; RAMBO, L. Desenvolvimento fenológico e agrônomico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p. 1341-1348, 2004.

GASPARI-PEZZOPANE, C.; FAVARIN, J. L.; MAULF, M. P.; PEZZOPANE, J. R. M.; FILHO, O. G. Atributos fenológicos e agrônomicos em cultivares de cafeeiro arábica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.711-717, 2009.

JESUS, O. N.; MARTINS, C. A. D.; MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; FALEIRO, F. G.; FONSECA, K. G.; GIRARDI, E. A.; JUNGHANS, T. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M.; BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.

Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de maracujazeiro-doce, ornamental, medicinal, incluindo espécies silvestres e híbridos interespecíficos (*Passiflora* spp.). Manual prático. Ed. I, Brasília-DF: Embrapa, 45 p. 2015.

LESSA, A. O. Determinação do teor de compostos fitoquímicos e estudo do potencial para processamento da polpa de frutos de maracujá das espécies silvestres (*Passiflora setacea* DC, *Passiflora cincinnata* MAST). 2011. 83 f. (**Dissertação** – Mestrado em Engenharia de Alimentos – Engenharia de Processos de Alimentos). Itapetinga: UESB, 2011.

MANICA, I. Maracujazeiro: taxionomia – anatomia – morfologia. In: MANICA, I. (Ed.). Maracujá: temas selecionados (1): melhoramento, morte prematura, polinização, taxionomia. **Cinco Continentes**, Porto Alegre, p. 7-24, 1997.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 083-091, 2011.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; PRINCE, G. H. Effect of foliar applied nitrogen during winter on growth, nitrogen content and production of passion fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.28, n.4, p.339-346, 1986.

MENZEL, C. M., SIMPSON, D. R., WINKS, C. W. Effect of temperature on growth, flowering and nutrient uptake of three passionfruit cultivars under low irradiance. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam. v. 31, n. 3-4, p.259-268, 1987.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; Effect of continuous shade on growth, flowering and nutrient uptake of passionfruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.35, n. 1-2, p.77-78. 1988.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R. Passion-fruit. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Boca Raton: CRC, v.2, p. 225-241, 1994.

RAMOS, J. D. **Boletim de extensão: cultura do maracujazeiro-azedo**. Lavras: UFLA, p. 36, 2002.

REGO, G. M.; LAVORANTI, O. J.; ASSUMPTÃO NETO, A. **Monitoramento dos estádios fenológicos reprodutivos da cerejeira do mato**. Comunicado Técnico 177. Colombo: Embrapa Florestas, 4 p. 2006.

VIANA, A. P.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G.; SOUZA, M. M.; MALDONADO, J. F. M.; JÚNIOR, A. T. A. Diversidade genética entre genótipos comerciais de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e entre espécies de passifloras nativas determinada por marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n. 3, p.489-493, 2003.

SILVA, T. V.; RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; ROSA, R. C. C.; PEREIRA, S. M. F.; CARLOS, L. A.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, 2005.

SILVA, F. J. T., SCHWADE, M. R. M., WEBBER, A, C. Fenologia, biologia floral e polinização de *Erythroxylum cf macrophyllum* (Erythroxylaceae), na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 186-188. 2007.

WONDRACEK, D. C.; SEVILHA, A.; VIEIRA, ROBERTO FONTES ; FALEIRO, F. G. ; AGOSTINI-COSTA, T. S. Identificação De Carotenóides em Maracujá-Do-Cerrado (*Passiflora setacea*). In: **Simpósio Latino Americano de ciências de alimentos**, 7, 2007, Campinas: Ciência e tecnologia de alimentos em benefício da sociedade: ligando a agricultura à saúde. Campinas: UNICAMP, 2007.

CAPÍTULO 2

**PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE FRUTOS
DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE MARACUJÁ-
MAÇÃ (*Passiflora maliformis* L.)**

**PRODUCTIVITY AND PHYSICAL FRUIT CHARACTERISTICS
OF HALF-SIB PROGENIES OF APPLE PASSION FRUIT
(*Passiflora maliformis* L.)**

**PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE FRUTOS
DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE MARACUJÁ-MAÇÃ
(*Passiflora maliformis* L.)**

RESUMO

Passiflora maliformis L., também conhecida como maracujá-maçã e cabaça doce, é cultivada comercialmente na Colômbia e Equador. Tem grande potencial para ser comercializada no Brasil, mas para isso é necessária a obtenção de plantas adaptadas e mais produtivas. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a produtividade e as características físicas de frutos de oito progênies de meio-irmãos de *P. maliformis*. Essas progênies foram obtidas a partir de matrizes selecionadas no programa de melhoramento genético por seleção recorrente realizado na Embrapa Cerrado s. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo cada repetição a média de seis plantas. Para avaliação da produtividade, foram contabilizados os frutos produzidos durante o pico de produção no mês maio de 2016 e durante o período que corresponde à entressafra do maracujazeiro azedo no mês de setembro do mesmo ano. Foram também avaliadas as características físicas dos frutos: massa média, diâmetro transversal e longitudinal, espessura da casca, massa da polpa com e sem sementes, Sólidos Solúveis Totais, percentagem de suco, casca e sementes. Foi realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Não houve efeito significativo das progênies para produtividade em ambas as avaliações, mas houve para algumas características de frutos como diâmetro longitudinal, massa, porcentagens de suco e sementes. A massa média do fruto variou entre as progênies de 42,35g a 79,55g na safra e de 29,55g a 78,37g na entressafra. Verificou-se um pequeno efeito das progênies sobre a produtividade e características físicas dos frutos tanto na safra como na entressafra, possivelmente devido a uma grande variabilidade genética das plantas dentro das progênies. A nível de parcelas experimentais, as melhores progênies apresentaram produtividade de 15.816 Kg/ha na safra e 4.058 Kg/ha na entressafra com massa média de frutos próximo de 80 g.

Palavras-chave: *Passiflora* silvestre, caracterização, rendimento.

**PRODUCTIVITY AND PHYSICAL FRUIT CHARACTERISTICS
OF HALF-SIB PROGENIES OF APPLE PASSION FRUIT**

(Passiflora maliformis L.)

ABSTRACT

Passiflora maliformis L., also known as apple passion fruit and sweet gourd, is cultivated commercially in Colombia and Ecuador. It has great potential to be commercialized in Brazil, but for this it is necessary to obtain adapted and more productive plants. In this work, the objective was to evaluate the productivity and the physical characteristics of fruits of eight progenies of half-sib of *P. maliformis*. These progenies were obtained from matrices selected in the breeding program at Embrapa Cerrados. A completely randomized experimental design with five replications was used, each replicate with six plants. For the productivity evaluation, the fruits were counted during the production peak (May 2016) and during the period corresponding to the out-of-season yield of passion fruit in the month of September of the same year. The physical fruit characteristics were also evaluated: mean mass, transversal and longitudinal diameter, bark thickness, pulp mass with and without seeds, total soluble solids, percentage of juice, bark and seeds. The variance analysis was performed and the means compared by the Tukey test at 5% of probability. There was no significant effect of the progenies on the fruit productivity in both evaluations, but there were for some fruit characteristics such as longitudinal diameter, mass, juice and seeds percentages. The average fruit mass varied between progenies from 42.35g to 79.55g in the peak of production and from 29.55g to 78.37g in the out-of-season. There was a small progenies effect on the productivity and physical fruits characteristics, probably due to a high genetic variability of the plants within the progenies. The level of experimental plots, the best progenies showed productivity showed of 15.816 kg / ha in the peak of production and 4.058 kg / ha in the out-of-season with average fruit mass close to 80 g.

Keywords: *Passiflora* wild, characterization, yield.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Passiflora* é originário da América do Sul e tem no Centro-Norte do Brasil o maior centro de distribuição geográfica (LOPES, 1991). Dentre as frutíferas de expressão econômica no Brasil, a cultura do maracujá possui posição de destaque, uma vez que o país é o maior produtor e consumidor mundial, com produção de mais de 823 mil toneladas por ano em uma área de 57.183 hectares, em 2014 (ABF, 2016).

Estima-se que mais de 90% dos pomares de maracujá no Brasil são da espécie *Passiflora edulis* Sims, conhecida como maracujazeiro azedo. Outras espécies cultivadas no Brasil são *P. alata* Curtis (maracujá-doce, maracujá-açu, maracujá-mamão), *P. setacea* DC. (maracujá do sono, maracujá do cerrado, maracujá pérola, maracujá sururuca, maracujá de cobra) e *P. cincinnata* Mast. (maracujá do mato, maracujá da caatinga) que também atingem escala comercial como frutífera, além de outras espécies que são cultivadas localmente ou em escala doméstica (FALEIRO et al., 2013). Todas estas espécies apresentam potencial para comercialização da fruta fresca e também de produtos processados como polpa, sucos, doces, geléias, sorvetes, etc.

Embora as pesquisas com maracujazeiros estejam amplamente dirigidas às espécies cultivadas e, principalmente, à *P. edulis*, existem várias espécies silvestres de maracujazeiros com grande potencial agrônomo, que não têm recebido devida atenção da pesquisa. Entre estas espécies, está *Passiflora maliformis* L., também conhecida como maracujá cabaça doce, maracujá-maçã e maracujá de osso. Esta espécie é cultivada comercialmente na Colômbia, onde é conhecida como cholupa ou granadilla de piedra (OCAMPO et al., 2015). Ocorre em populações naturais na América Central, norte da América do Sul, incluindo Equador, Colômbia, Venezuela, além da Amazônia Brasileira (SOUZA; MELETTI, 1997). No início da década de 2000, acessos de *P. maliformis* oriundos de áreas antropizadas de Roraima, Rondônia e um acesso cedido pelo IAC, foram introduzidos na Embrapa Cerrados, onde os quais estão sendo utilizados no programa de melhoramento genético de espécies silvestres de maracujazeiro da Embrapa (SILVA et al., 2015).

Os acessos de *Passiflora maliformis* L. coletados no Brasil apresentam algumas variações na produtividade, tamanho e coloração dos frutos que pode ser verde, verde-amarelado, amarelo e rosado. Também há variações na cor dos sólidos solúveis da polpa que se caracteriza por um aroma atrativo e persistente e um sabor ácido ou doce,

dependendo do grau de maturação. Por meio de alguns ciclos de recombinação e seleção está sendo possível a seleção de matrizes com maior produtividade e maior tamanho do fruto e adaptadas ao cultivo na região do Cerrado (TELES et al., 2012; FALEIRO et al. 2015).

Para explorar todo potencial da espécie silvestre de maracujá *P. maliformis*, além do ajuste no sistema de produção, o desenvolvimento de cultivares de alto desempenho agrônomico e adaptadas às nossas condições é fundamental. Para isso, trabalhos de caracterização de recursos genéticos e sua utilização em programas de melhoramento por meio de sucessivos ciclos de seleção e recombinação devem ser realizados. Neste trabalho, objetivou-se analisar a produtividade e as características físicas de frutos na safra e entressafra de oito progênies de meio-irmãos de *P. maliformis*, selecionadas no programa de melhoramento genético realizado na Embrapa Cerrados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas oito progênies de meio-irmãos de matrizes pré-selecionadas anteriormente pelo programa de melhoramento genético por seleção recorrente, realizado na Embrapa Cerrados em Planaltina, DF, onde o experimento foi montado em 2011 e conduzido em sua Unidade de Apoio da Fruticultura, utilizando o Delineamento Inteiramente Casualizado com cinco repetições, sendo cada parcela representada por seis plantas. O espaçamento utilizado foi de 2,5 m entre linhas e 2,5 m entre plantas. O sistema de condução utilizado foi espaldeira vertical, com fio de arame liso N° 12, a 1,8m de altura do solo. Os tratamentos culturais utilizados foram os mesmos recomendados para o cultivo do maracujazeiro azedo, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento.

Para avaliação da produtividade, foram contabilizados os frutos produzidos durante o pico de produção (Maio de 2016) e também no período da entressafra (Setembro de 2016) (Anexo 2). Os frutos foram colhidos maduros, ou seja, os caídos no chão, realizando-se a caracterização física, por meio das seguintes características: massa média, diâmetro transversal e longitudinal, espessura da casca, massa da polpa com e sem sementes, Sólidos Solúveis Totais, percentagem de suco, casca e sementes,

conforme preconizado por JESUS et al. (2015) (Anexo 3). Para a caracterização de cada parcela, foram avaliados 12 frutos.

Os dados de cada característica foram submetidos à análise de variância e as médias das progênies foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Estatísticas descritivas (valores máximos, mínimos e médios) e parâmetros genéticos (coeficiente de variação e herdabilidade em sentido amplo) também foram estimados com o auxílio do Programa Genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância mostraram que no período da safra, houve um efeito significativo das progênies para a porcentagem de ucos no fruto e altamente significativo para a porcentagem de sementes e a massa média do fruto (Tabela 1). Na entressafra foram realizadas quase todas as avaliações que foram feitas na safra e os resultados obtidos mostraram que houve efeito significativo para Diâmetro Longitudinal e altamente significativo para porcentagem de suco e sementes (Tabela 2).

A característica produtividade, em ambas as avaliações houve grande variação entre as parcelas, embora o efeito das progênies não tenha sido significativo.

Em relação à constituição física dos frutos as características, cascas, sucos e sementes apresentaram média de 51,2%, 35,4% e 13,4% respectivamente nas oito progênies avaliadas na safra e entressafra (Tabela 1 e 2), ressaltando que a característica casca não foi avaliada na entressafra. Com os resultados obtidos no presente estudo pode-se observar que os dados encontrados corroboram com os citados a seguir, no qual relatam que à constituição física dos frutos de mar acujá-azedo, as cascas podem representar um conteúdo de 26,9% a 79,3% do fruto, sendo o suco, de 15,1% a 44,6%, e as sementes, de 2,0% a 24,0% (PRUTHI 1963; VARAJÃO et al., 1973; SJOSTROM & ROSA, 1977; apud NASCIMENTO, 2003). Araújo et al. (2016), avaliando frutos de *P. maliformis*, encontrou valores com média para cascas de 56,78% Suco de 33,86%, e sementes de 9,35%.

As características que apresentaram estimativas de herdabilidade relativamente altas nas duas avaliações foram: Safra - DL/DT (50,9), % de suco (63,3), % de sementes (84,1) e McF (70,0) (Tabela 1) e na Entressafra - DL (66,1), DL/DT (49,4), % de suco

(99,0), sementes (92,2) e McF (57,1) (Tabela 2). Altos valores de herdabilidade implicam em maior acurácia das avaliações fenotípicas, o que pode aumentar o sucesso da seleção e a obtenção de ganhos genéticos. Em ambas as épocas de avaliação (safra e entressafra), os caracteres DL/DT, % de suco, % de sementes e McF, apresentaram alta acurácia. As demais características, DL, DT, MPcS safra), apresentaram baixos coeficientes de herdabilidade.

Tabela 1. Análises de variância e parâmetros genéticos do diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal do fruto (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT), massa da polpa com semente (MPcS), suco, sementes em percentual, sólidos solúveis totais (SST) em Brix°, massa média de cadafruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por plant a (PPI) em (Kg) de oito progênes de meio-irmãos de *Passiflora maliformis* L. avaliadas em Planaltina, DF. Safra – Maio/2016.

Características	DL	DT	DL/DT	MPcS	Suco	Sementes	Casca	SST	McF	Prod.	PPI
	(mm)	(mm)	-	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	Kg/ha	Kg
Teste F	1,62	1,26	2,03	0,71	2,72*	6,28**	0,71	0,67	3,33**	0,81	0,81
CV(%)	6,1	5,45	4,67	15,24	13,55	33,47	14,5	4,89	12	22,37	22,32
Herdab.(%)	38,4	21,0	50,9	0	63,3	84,1	0	0	70,0	0	0
Máximo	84,2	62,5	1,5	73,9	46,1	35,8	63,0	17,3	79,5	15.816,8	4,18
Mínimo	61,4	49,5	1,1	36,9	23,7	4,0	26,0	14,4	42,3	4.956,2	1,31
Média	71,4	56,9	1,3	48,8	35,4	13,4	51,2	16,0	60,6	8.195,1	2,16

Tabela 2. Análises de variância e parâmetros genéticos do diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT), massa da polpa com semente (MPcS), suco e sementes em porcentual, sólidos solúveis totais (SST) em Brix°, massa média de cadafruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por plant a (PPI) em (Kg), de oito progênes de meio-irmãos de *Passiflora maliformis* L. avaliadas na Entressafra. Setembro/2016.

Características	DL	DT	DL/DT	MPcS	Suco	Sementes	SST	McF	Prod.	PPI
	(mm)	(mm)	-	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	Kg/ha	Kg
Teste F	2,94*	1,69	1,97	0,68	92,30**	12,83**	0,64	2,33	0,81	0,81
CV(%)	5,94	5,37	6,18	14,47	4,05	39,41	9,54	18,54	46,15	46,18
Herdab. (%)	66,1	40,9	49,4	0	99,0	92,2	0	57,1	0	0
Máximo	86,0	64,3	1,5	53,2	49,7	17,5	18,3	78,4	4.058,4	1,07
Mínimo	61,0	49,5	1,1	24,2	22,9	0,9	11,6	29,5	371,1	0,10
Média	72,0	57,5	1,3	43,6	36,8	6,7	15,2	29,5	1.985,7	0,52

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Ao analisar a produtividade a nível de parcelas, verificou-se que uma das progênes produziu 15.816,8 kg/ha na safra e 4.058,4 kg/ha na entressafra. Esta produtividade está próximo da média nacional do maracujazeiro azedo de, aproximadamente 14.000 Kg/ha e de valores obtidos para o maracujazeiro-azedo em diferentes condições experimentais (JÚNIOR et al., 2003). Com relação à produção por planta, Araújo et al. (2016) encontrou média de produção de *P. maliformis* de 1,04 kg/parcela, valor inferior ao obtido por algumas progênes a nível de parcelas nas duas avaliações do presente estudo, na safra de 4,18 kg e na entressafra de 1,07 kg (Tabela 3).

Apesar de produzir praticamente o ano todo, talvez o menor desempenho na entressafra seja devido às baixas temperaturas, baixa umidade relativa e poucas precipitações ocorridas nos meses de junho e julho, fazendo com que ocorra uma diminuição no desenvolvimento geral das plantas, na diferenciação floral (antese) e vingamento dos frutos, afetando a produção. Considera-se planta de “dias longos”, necessita entre 11 horas (Watson & Bowers, 1965 e Meletti, 1996) a 12 horas de luz (Piza Junior, 1993) para florescer. Foi verificado um decréscimo na produção do maracujazeiro com a redução dos níveis de radiação solar, não observando flores sob intenso sombreamento (MENZEL & SIMPSON, 1988).

Tabela 3. Relação dos valores máximos de Produtividade, Massa Média de Cada Fruto e porcentagem de suco e Produção por Planta em Kg, obtidos pelas progênes de *P. maliformis* L. a nível de parcela na safra e a entressafra.

VARIÁVEIS	Safra Maio/2016	Entressafra Setembro/2016
Produtividade Kg/ha	15.816,8	4.058,4
Massa Média de Cada Fruto/g	79,55	78,37
Produção por Planta/Kg	4,18	1,07

Para o mercado *in natura*, o tamanho dos frutos é uma característica muito apreciada pelos consumidores. Quase todas as progênes do presente estudo, exceto a P7 (safra) e P3 (entressafra), produziram frutos com diâmetro menor que 55 mm (Tabelas 4 e 5), o qual é, de acordo com Maia et al. (2009), o tamanho mínimo adequado para se enquadrar na classificação comercial do maracujazeiro azedo. Teles et al. (2012), trabalhando com genótipos que deram origem as progênes pré-selecionadas de *Passiflora maliformis* cultivados no Distrito Federal, obteve valores de diâmetro

longitudinal que variaram de 64,94 a 82,39 mm e diâmetro transversal com variação de 50,70 a 67,99 mm.

A relação entre o comprimento e a largura é normalmente utilizada para avaliar o formato dos frutos, considerando-se o valor igual a 1 (um) para frutos redondos e valores maiores que um para frutos ovalados (FORTALEZA et al., 2005). Os formatos dos frutos das progênies avaliadas apresentaram uma tendência ao formato ovalado, cujos valores variaram entre 1,19 e 1,29. Segundo Fortaleza et al. (2005), para a indústria, essa característica é importante, pois os frutos alongados de maracujá geralmente apresentam cerca de 10% a mais de suco que os redondos.

A maioria das progênies na safra e entressafra apresentou porcentagem de suco, com valores de 36,9 a 42,4% (Tabela 4 e 5), o que é interessante do ponto de vista do rendimento das indústrias de suco (BRUCKNER et al., 2002).

Todas as progênies em ambas as avaliações, apresentaram teores de SST dos frutos acima da faixa esperada para frutos de maracujazeiro-amarelo que varia de 12,5 a 14,9 °Brix (DURIGAN et al., 2004) sendo assim, atendem ao padrão mínimo de 13 °Brix exigido pelas agroindústrias de sucos (MELETTI et al., 2000). Segundo Souza & Sandi (2001) o elevado teor de SST, permite o uso de uma menor quantidade de frutos para a concentração do suco.

Tabela 4. As médias do diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal do fruto (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT) em milímetros, massa da polpa com semente (MPcS), suco, sementes e casca em percentual, sólidos solúveis totais (SST) em Brix°, massa média de cada fruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPI) em (Kg), de *Passiflora maliformis* L. Safra – Maio/2016.

Progênies	DL (mm)	DT (mm)	DL/DT -----	MPcS (%)	Suco (%)	Sementes (%)	Casca (%)	SST (%)	McF (g)	Prod. Kg/ha	PPI Kg
P1	74,6a	59,2a	1,26a	45,1a	37,5ab	7,6c	54,9a	16,3a	71,3a	8307,8a	2,19a
P2	70,5a	56,2a	1,26a	47,2a	36,9ab	10,3c	52,8a	16,2a	61,2ab	9345,0a	2,47a
P3	71,6a	56,9a	1,26a	54,4a	32,3ab	22,1a	45,6a	16,0a	52,8b	7332,1a	1,94a
P4	68,2a	57,3a	1,19a	50,4a	39,3a	11,0bc	49,6a	15,8a	54,2b	8077,4a	2,13a
P5	73,8a	57,6a	1,29a	46,6a	33,2ab	13,4abc	53,4a	16,2a	57,2ab	8769,5a	2,32a
P6	70,5a	55,7a	1,27a	48,9a	28,9b	19,9ab	51,0a	16,2a	62,5ab	7298,0a	1,93a
P7	68,4a	54,2a	1,26a	49,0a	37,9ab	11,1bc	50,9a	15,5a	61,1ab	8745,8a	2,31a
P8	73,9a	58,3a	1,28a	48,7a	37,2ab	11,5bc	51,3a	15,7a	64,7ab	7685,0a	2,03a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Tanto na safra quanto na entressafra, a comparação entre as médias, mostram uma pequena variação entre as progênies (Tabelas 4 e 5), as quais já foram previamente selecionadas para tamanho do fruto e produtividade. Entretanto, observou-se uma grande variação entre as parcelas, possivelmente devido à variabilidade genética das plantas que ocorrem dentro das progênies. A seleção de plantas individuais seria uma opção para aumentar o diferencial de seleção e aumentar as possibilidades de ganhos de seleção.

Tabela 5. Médias do diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e relação DL/DT em milímetros, massa da polpa com sementes (MPcS), suco e sementes em porcentagem, sólidos solúveis totais (SST) em Brix°, massa média de cada fruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPI) em kg, de *P. maliformis* L. Entressafra - Setembro/2016.

Progênies	DL	DT	DL/DT	MPcS	Suco	Sementes	SST	McF	Prod.	PPI
	(mm)	(mm)	-----	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	Kg/ha	Kg
P1	77,8a	58,0a	1,35a	42,5a	38,5a	4,0b	15,3a	56,5a	2102,1a	0,57a
P2	69,6ab	57,9a	1,22a	39,6a	32,7ab	6,9b	14,5a	45,6a	1407,2a	0,37a
P3	68,7b	54,9a	1,25a	43,6a	39,3a	4,3b	15,5a	42,8a	2213,1a	0,58a
P4	71,9ab	60,4a	1,19a	42,4a	28,5b	13,9a	15,6a	44,2a	1683,2a	0,44a
P5	73,7ab	56,9a	1,30a	46,3a	42,4a	3,9b	14,9a	60,5a	1702,0a	0,45a
P6	74,8ab	57,7a	1,30a	46,4a	33,5ab	12,9a	15,7a	56,2a	2586,1a	0,68a
P7	69,9ab	56,1a	1,25a	45,4a	41,9a	3,5b	15,7a	50,3a	2063,9a	0,55a
P8	76,2ab	59,7a	1,28a	42,4a	38,2a	4,2b	14,4a	51,1a	2127,6a	0,56a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Os valores das estimativas de correlações obtidas com base nas 10 variáveis mensuradas no Maracujá-maçã na safra e na entressafra estão na Tabela 6. Na safra, algumas variáveis apresentaram correlação significativa e altamente significativa entre si. As variáveis diâmetro longitudinal e a relação DL/DT (diâmetro longitudinal/diâmetro transversal), foram as variáveis que apresentaram uma correlação acima de 0,72; sendo um valor de correlação positiva e altamente significativa, reforçando a estreita ligação que há entre essas variáveis e indicando que quanto maior o diâmetro longitudinal dos frutos maior será a relação DL/DT.

Houve uma correlação fraca, negativa e significativa entre o diâmetro transversal e o índice DL/DT. A correlação negativa era esperada entre essas variáveis, pois, a

variável diâmetro transversal é o denominador do índice DL/DT, ou seja, quanto menor o DT, maior o DL/DT.

Na entressafra a variável porcentagem de suco apresentou estimativa de correlação alta, positiva e altamente significativa com a variável massa da polpa com semente. A produção total e a produção de frutos por planta apresentaram correlação positiva e altamente significativa com a massa da polpa com sementes.

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis: diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e relação (DL/DT) em milímetros, massa da polpa com sementes (MPcS), suco e sementes em porcentagem, sólidos solúveis totais (SST) em Brix°, massa média de cada fruto (McF) em gramas, produtividade (Prod.) em Kg/ha e produção por planta (PPL) em kg de *P. maliformis* L. avaliados no pico de produção (Maio de 2016) (acima da diagonal) e na entressafra (Setembro de 2016) (abaixo da diagonal), Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.

Entre/Safra	DL	DT	DL/DT	MPcS	Suco	Sementes	SST	McF	Prod	PPL
DL	-	0,37*	0,72**	0,19	0,02	0,20	-0,04	0,16	-0,29	-0,29
DT	0,41**	-	-0,38*	-0,03	-0,02	-0,01	-0,25	0,24	0,09	0,09
DL/DT	0,64**	-0,43**	-	0,21	0,05	0,19	0,14	-0,02	-0,35*	-0,35*
MPcS	0,09	0,21	-0,08	-	0,52**	0,67**	-0,04	-0,52**	-0,11	-0,11
Suco	0,10	0,18	-0,04	0,92**	-	-0,28	-0,09	-0,12	0,04	0,03
Sementes	0,03	0,32*	-0,24	0,37*	0,18	-	0,04	-0,48**	-0,16	-0,16
SST	-0,04	-0,17	0,11	-0,15	-0,17	0,03	-	-0,08	0,08	0,08
McF	0,33*	0,22	0,15	0,37*	0,41**	-0,01	-0,02	-	0,15	0,15
Prod	0,22	0,37*	-0,10	0,58**	0,48**	0,30	-0,02	0,33*	-	0,1**
PPL	0,22	0,37*	-0,09	0,58**	0,48**	0,30	-0,02	0,33*	0,10**	-

* Significativo

** Altamente Significativo

De acordo os resultados obtidos na estimativa de correlação, pode-se inferir que não se deve fazer uma seleção precoce nas progênies de Maracujá-maçã, pois as plantas podem apresentar uma maior produção na safra, e ter uma queda de produção na entressafra. Isso ocorre, provavelmente, em consequência do esgotamento que há na safra, e na entressafra essas plantas que produziram muito estão se recuperando. Enquanto uma planta que apresentou uma menor produção na safra pode apresentar uma produção maior na entressafra. Sendo a entressafra um período importante para o Maracujá-maçã, já que essa consegue manter a produção o ano inteiro, com alguns picos de produção.

A classificação das parcelas mais produtivas em relação à safra (Figura 3) mostra que não houve uma progênie que tenha se destacado, mas evidencia as diferenças entre as parcelas.

A nível de parcelas experimentais, as melhores progênies apresentaram produtividade de 15.816 Kg/ha na safra e 4.058 Kg/ha na entressafra com massa média de frutos próximo de 80 g.

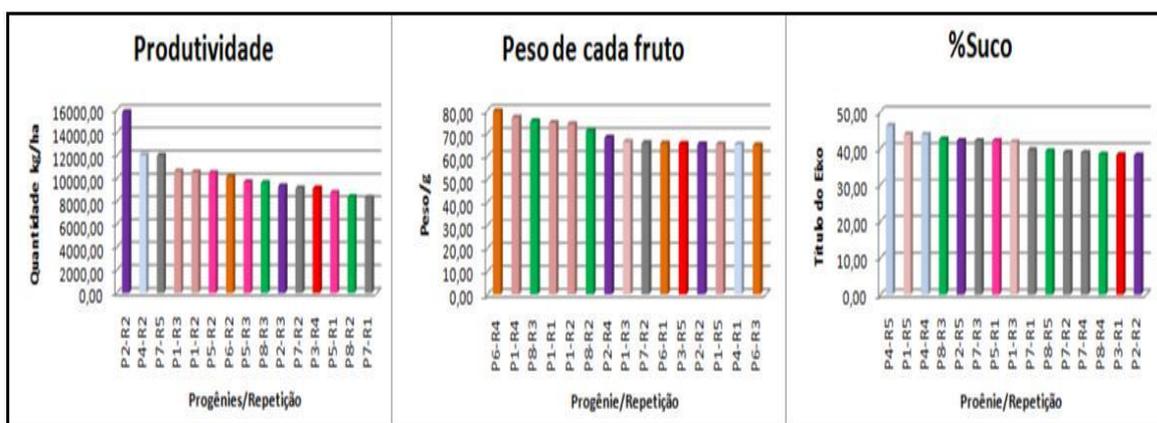


Figura 3. Classificação das 15 parcelas mais produtivas, com frutos mais pesados e com maior percentual de suco na Safra – Maio/2016.

4. CONCLUSÃO

Verificou-se um pequeno efeito das progênies sobre a produtividade e características físicas dos frutos tanto na safra como na entressafra, possivelmente devido a uma grande variabilidade genética das plantas dentro das progênies.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABF, **Anuário Brasileiro de Fruticultura**, Michelle Treichel ... [et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.: il.

ARAÚJO, E. C. Características físicas e estimativas de produtividade de uma população heterogênea de maracujá-maçã *Passiflora (maliformis)* Linn.) cultivada no Distrito Federal. 2016. 28 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Curso de Agronomia). União Pioneira de Integração Social – UPIS. Planaltina, DF, 2016.

BRUCKNER, C. H.; MELETTI, L. M. M.; OTONI, W. C.; ZERBINI JÚNIOR, F. M. Maracujazeiro. In. BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. (Ed.). Viçosa: UFV, 2002, p. 373-410.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro. Vitória, ES: Incaper, 2008. (Documentos N° 162), p. 9-10.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Ed. 1. Viçosa: UFV, 2006, v. 1, p. 382.

DURIGAN, J. F.; SIGRIST, J. M. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: LIMA, A. DE A.; CUNHA, M. A. **Produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p.396: il.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N.; COSTA, A. M. Avanços e perspectivas do melhoramento genético de *Passifloras* no Brasil. In: CARRANZA, C. J.; OCAMPO, D.; MIRANDA, D.; PARRA, M.; CASTILLO, J.; RODRÍGUES, A. (Ed.) **Libro de memorias – Congresso Latino Americano de Passifloras**. Colômbia: CEPASS, 2013, v. 1, p.12-23.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A.M. **Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá *Passiflora (spp.)***. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. (Documentos, N° 329), p. 26.

FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, A. T.; RANGEL, L. E. P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.124-127, 2005.

JESUS, O. N.; MARTINS, C. A. D.; MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; FALEIRO, F. G. et al. **Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de maracujazeiro-doce, ornamental, medicinal, incluindo espécies silvestres e híbridos interespecíficos (*Passiflora spp.*)**. Manual prático. Ed. I. Brasília: Embrapa Brasília, p.45, 2015.

JUNIOR, V. C. A.; NETO, S. E. A.; RUFINI, J. C. M.; RAMOS, J. D. Produção de maracujazeiro-amarelo sob diferentes densidades de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1381-1386. 2003.

- LOPES, S. C. Citogenética do maracujá, *Passiflora* spp. In: SÃO JOSÉ, A. R. . **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP. 1991, p. 201-209, 1991.
- MAIA, T. E. G.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUSA, M. A. F. Desempenho agrônomo de genótipos de maracujazeiro -azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 500-506, 2009.
- MELETTI, L. M. M. **Maracujá: produção e comercialização em São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo. (Boletim Técnico, 158), 1996. 26 p.
- MELETTI, L. M. M.; SANTOS, R. R. dos; MINAMI, K. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do cultivar 'compos to IAC-27'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 491-498, 2000.
- MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R. Effect of continous shading on growth, flowering and nutrient uptake of passion fruit. **Scientia Horticulturae**. Amsterdan, v.35, p.77-88, 1988.
- NASCIMENTO, A. C. Produtividade, incidência e severidade de doenças em nove genótipos de maracujazeiro-amarelo sob três níveis de adubação potássica no Distrito Federal. 2003. 133 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- OCAMPO, J. A.; RODRIGUEZ, A.; PUENTES, A.; MOLANO, Z.; PARRA, M. **El cultivo de La cholupa (*Passiflora maliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana**. Colombia: Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las *Passifloras* de Colombia – CEPASS, 2015, p.52.
- PIZA JUNIOR, C. de T. **Cultura do maracujá**. Campinas: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1993. 71p.
- SILVA, C. N.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M.; LOPES, F. M. Diferencial de seleção em progênies de *Passiflora maliformis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8, 2015, Goiânia. O melhoramento de plantas, o futuro da agricultura e a soberania nacional: [anais]. Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, **Resumos...** 2015.
- SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. Maracujá: espécies, variedades e cultivo. Piracicaba: FEALQ, 1997, p.179,: il.
- SOUZA, A. C. G.; SANDI, D. Industrialização. In: BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001, p.472.
- TELES, D. A. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; GOLÇALVEZ, M. G. S.; BRAGA, M. F.; ABRANTES, P. H. R. Características físicas e químicas de oito genótipos de *Passiflora maliformis* Linn. cultivados no Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves: SBF, **Anais...** 2012.
- WATSON, D. P.; BOWERS, F. A. I. Long days produce flowers on passion fruit. **Hawaii Farm Science**, Honolulu, v.14, n.2, p.3-5, 1965.

CAPÍTULO 3

PARÂMETROS GENÉTICOS E ESTIMATIVAS DE GANHOS DE SELEÇÃO
ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE *Passiflora maliformis* L.

GENETIC PARAMETERS AND ESTIMATES OF SELECTION GAINS
AMONG AND WITHIN OF HALF-SIB PROGENIES
OF *Passiflora maliformis* L.

**PARÂMETROS GENÉTICOS E ESTIMATIVAS DE GANHOS DE SELEÇÃO
ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS
DE *Passiflora maliformis* L.**

RESUMO

Passiflora maliformis L., também denominado como maracujá-maçã, maracujá de osso e maracujá cabaça, é conhecido por sua resistência pragas e doenças que comumente afetam outras espécies de maracujá, além de produzifrutos globosos com casca rígida e polpa de sabor adocicado, apresentando grande potencial para ser cultivado e comercializado no Brasil. Neste trabalho, objetivou-se caracterizar progênies de *P. maliformis* com base em características morfoagronômicas, bem como estimar parâmetros genéticos visando à estimativa de ganhos genéticos para características físicas e químicas de frutos e produtividade. Foram avaliadas oito progênies elite de meio-irmãos desta espécie na Unidade de Apoio da Fruticultura, na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado com cinco repetições e seis plantas por parcela. Estimativas de produtividade foram realizadas pela contagem dos frutos durante o primeiro pico de produção finalizada no mês de abril de 2015. Foram também realizadas medições de diâmetro transversal e longitudinal, cor, textura, espessura, peso e volume de polpa com sementes, peso de cascas úmidas e secas. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas, utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade. Estimativas de ganhos genéticos foram calculadas com base no diferencial de seleção, considerando as médias de progênies selecionadas e também a média de plantas selecionadas dentro das progênies. Com base nos dados iniciais, há evidências de ganhos genéticos baixos obtidos por meio de seleção de progênies, possivelmente porque dentro de cada progênie ocorre uma alta variabilidade genética. As estimativas de ganhos genéticos com base na seleção de plantas individuais dentro das progênies são maiores, o que sinaliza a melhor estratégia de seleção para maximizar os ganhos genéticos nos ciclos de seleção e recombinação dessa população de melhoramento.

Palavras-chave: Maracujá silvestre, parâmetro genético, melhoramento genético, seleção.

**GENETIC PARAMETERS AND ESTIMATES OF SELECTION GAINS
AMONG AND WITHIN OF HALF-SIB PROGENIES
OF *Passiflora maliformis* L.**

ABSTRACT

Passiflora maliformis L., also known as apple passion, passion fruit and passion fruit gourd is known for its resistance to pests and diseases that commonly affect other species of passion fruit, besides producing globous fruits with hard shell and pulp with a sweet taste featuring great potential to be cultivated and commercialized in Brazil. The objective of this work was to characterize *P. maliformis* progenies using morphoagronomic characteristics, as well as to estimate genetic parameters for the genetic gains estimation for physical and chemical characteristics of fruits and productivity. Eight half-sib elite progenies were evaluated at the Fruit Support Unit at Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. A completely randomized design with five replications and six plants per plot was used. Productivity estimates were made by counting the fruits during the first production peak finalized in April 2015. Measurements of transverse and longitudinal diameter, color, texture, thickness, weight and volume of pulp with seeds, bark weight moist and dry. The data were submitted to variance analysis and the means compared using the Tukey test at 5% probability. Genetic gain estimates were calculated with the base on selection differential, considering the average of selected progenies and also the average of selected plants within the progenies. Based on the initial data, there is evidence of low genetic gains obtained through progeny selection, probably because of the high genetic variability within each progeny. The genetic parameters obtained with a morphoagronomic characterization evidenced lower genetic gains obtained through progenies selection than through individual plant selection, signaling that a selection among and within progenies is a better selection strategy to maximize the genetic gains in the cycles of selection and recombination of this breeding population

Keywords: Wild passion fruit, genetic parameters, genetic improvement, selection.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Passiflora* tem como principal origem a América Tropical, sendo que o Brasil é um dos principais centros de diversidade genética (CERVI et al., 2010). Esse gênero apresenta mais de 500 espécies descritas das quais, aproximadamente, 150 são nativas no Brasil (BERNACCI et al., 2005).

Devido ao aumento significativo tanto em área cultivada quanto em produção, o cultivo de maracujá vem se destacando no Brasil, considerando sua importância econômica e social. O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial do maracujá-azedo, com uma área de 57.183 hectares e produção de 823.284 toneladas, em 2014 (ABF, 2016). As espécies com maior expressão comercial no Brasil são a *Passiflora edulis* Sims (maracujá-azedo) e a *Passiflora alata* (maracujá-doce) (SOUZA e MELLETTI, 1997). O maracujá-azedo é o mais conhecido, cultivado e comercializado devido à qualidade de seus frutos e ao seu maior rendimento industrial. Além do maracujazeiro-azedo e doce, outras espécies como a *P. setacea* e *P. cincinnata*, têm ganhado uma fatia do mercado brasileiro, principalmente devido aos avanços das ações de pesquisa com o desenvolvimento de novas cultivares (EMBRAPA, 2017a; 2017b).

Algumas espécies silvestres de *Passiflora* têm grande potencial para contribuir com o melhoramento genético do maracujazeiro comercial, por apresentarem, além da resistência a doenças e a algumas pragas, longevidade, maior adaptação a condições climáticas adversas, entre outras características interessantes (MELETTI et al., 2005; JUNQUEIRA et al., 2005). Além do uso indireto em programas de melhoramento, algumas espécies silvestres de maracujá têm potencial para uso direto na diversificação de sistemas de produção visando à comercialização de frutas frescas e produtos processados e para isso, o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa básica nas áreas de conservação e caracterização dos recursos genéticos e pesquisa aplicada voltada para o melhoramento genético são essenciais (FALEIRO et al., 2015).

Dentro deste contexto, a espécie *P. maliformis* tem sido trabalhada na Embrapa e por parceiros. Por meio de ciclos de recombinação e seleção está sendo possível o desenvolvimento de cultivares com maior produtividade e maior tamanho do fruto e adaptadas ao cultivo na região do Cerrado (TELES et al., 2012; FALEIRO et al. 2015).

Segundo Resende (2000), o melhoramento genético das espécies vegetais depende da eficiência de escolha dos melhores indivíduos (que transmitam seus genes

de interesse à próxima geração), para serem utilizados na obtenção de novas plantas que expressem melhor as características desejáveis. De acordo com Bruckner (2011), no processo de seleção de fruteiras deve-se atentar aos fatores que compõem a cadeia produtiva da espécie. No caso do melhoramento de maracujá é importante selecionar plantas que produzam frutos que expressem características físico-químicas capazes de atender às exigências do mercado a que se destinam .

No caso da espécie *P. maliformis*, os trabalhos de melhoramento genético realizados na Embrapa têm permitido a seleção de matrizes e progênies com maior produtividade, frutos maiores e com alto rendimento de polpa, além da maior adaptabilidade às condições de cultivo no Brasil. Neste trabalho, objetivou-se, caracterizar progênies elite de *P. maliformis* com base em características morfo-agronômicas, bem como estimar parâmetros genéticos visando à estimativa de ganhos genéticos para características físicas e químicas de frutos e produtividade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas oito progênies de meio-irmãos de matrizes selecionadas no programa de melhoramento genético por seleção recorrente. O experimento foi montado em 2011 e conduzido na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, utilizando o Delineamento Inteiramente Casualizado com cinco repetições e seis plantas por parcela distribuídas em 3 covas (2 plantas por cova). O espaçamento utilizado foi de 2,5 m entre linhas e 2,5 m entre covas. O sistema de condução utilizado foi espaldeira vertical, com fio de arame liso N° 12, a 1,8m de altura do solo. Os tratos culturais utilizados foram os mesmos recomendados para o cultivo do maracujazeiro azedo, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento.

Estimativas de produtividade foram realizadas pela contagem dos frutos durante o primeiro pico de produção entre abril e maio de 2015 em cada cova contendo 2 plantas. A partir de 3 frutos de cada planta, foram também realizadas medições do diâmetro transversal e longitudinal (Anexo 4), textura, espessura, massa e volume de polpa com sementes, peso de cascas úmidas e secas (Anexo 5).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas, utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do

Programa Genes (CRUZ, 2006a). Estatísticas descritivas (valores máximos, mínimos e médios) e parâmetros genéticos (coeficiente de variação e herdabilidade em sentido amplo) também foram estimados com o auxílio do Programa Genes (CRUZ, 2006b). Estimativas de ganho genético foram calculadas com base no diferencial de seleção, considerando as médias de progênies selecionadas etambém a média de plantas selecionadas dentro das progênies.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Com base nas médias das progênies, foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) apenas para a característica Espessura de Casca (EC), evidenciando que não existem diferenças significativas entre as progênies para a maioria das características avaliadas. Os dados de NFR sofreram transformação p or raiz de x . Os coeficientes de variação e de herdabilidade foram muito diferentes entre as características avaliadas evidenciando diferenças de precisão e acurácia nas avaliações das diferentes características. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade variaram entre 0 a 65,68 %, com tendência de maiores valores para os caracteres Textura da Casca (TC), Espessura da Casca (EC) e Massa de Polpa com Sementes (MPS), 65,68%, 55,6% e 50,53% respectivamente (Tabela 1). Oliveira et al. (2008a), avaliando características de maracujazeiro azedo, encontraram valores de herdabilidade com base nas médias de progênies de 11 a 57%.

Segundo Borém (2001), as estimativas de herdabilidade em uma população podem variar de acordo com a característica avaliada, o método de estimação, a diversidade na população, o tamanho da amostra avaliada, o nível de endogamia da população, o número e tipos de ambientes considerados, a precisão na condução do experimento e na coleta de dados e com a unidade experimental considerada. Por isso, acredita-se que é possível melhorar a acurácia experimental dessa população de melhoramento, possibilitando a obtenção de maiores ganhos genéticos. A grande amplitude dos valores das características avaliadas (máximo-mínimo) (Tabela 1) evidencia possível variabilidade genética na população de melhoramento, o que possibilita os ganhos genéticos ao longo dos ciclos de seleção e recombinação.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e valores de F relativos aos efeitos de progênie referentes às características: número de rutosf por repetição (NFR), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal do fruto (D T), relação de diâmetro longitudinal com transversal (DL/DT), textura da casca (TC), espessura da casca (EC), massa de polpa com sementes (MPS), volume de polpa com sementes (VPS), massa de cascas úmidas (PCU), massa de cascas secas (PCS).

Fonte de Variação	PROBABILIDADE DE ERRO									
	NFR	DL	DT	DL/DT	TC	EC	MPS	VPS	MCU	MCS
Teste F	0,59	1,71	0,82	1,41	2,91	2,25*	2,02	1,23	1,45	1,55
CV(%)	41,86	11,82	13,22	5,39	14,09	19,31	19,43	18,19	15,85	22,41
Herdab.(%)	0	41,54	0	29,39	65,68	55,6	50,53	18,64	31,11	35,38
Máximo	116	8,24	6,57	1,33	1716,9	0,28	258,1	250	291,5	61,74
Mínimo	0	2,93	2,23	1,05	802,5	0,12	95,42	124	165,2	22,64
Média	31,62	6,73	5,63	1,19	1259,1	0,18	174,04	171,8	218,5	34,43

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias das características de frutos entre as progênies, com exceção das médias da Espessura da Casca (Tabela 2). Este fato pode ser explicado pela possível existência de maior variabilidade genética dentro das progênies em relação à variabilidade genética entre as progênies. Tanto a variabilidade genética entre como dentro de progênies pode garantir ganhos genéticos, se adequadamente caracterizada e utilizada nos processos e estratégias de seleção de matrizes superiores. Oliveira et al. (2008), por exemplo, verificaram que a variação dentro das progênies é importante e pode proporcionar ganhos genéticos se considerada nos ciclos de seleção e recombinação.

Tabela 2. Número de frutos por repetição (NFR), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), relação de diâmetro longitudinal com transversal (DL/DT), textura da casca (TC), espessura da casca (EC), massa de polpa com sementes (MPS), volume de polpa com sementes (VPS), massa de cascas úmidas (PCU), massa de cascas secas (PCS).

Matrizes	NFR	DL	DT	DL/DT	TC	EC	MPS	VPS	MCU	MCS
	-----	(cm)	(cm)	-----	-----	(mm)	(g)	(ml)	(g)	(g)
Progênie1	38,6a	7,29a	6,05a	1,20a	1372,9a	0,23a	173,9a	167,5a	252,4a	43,54a
Progênie2	38,6a	6,58a	5,53a	1,19a	1436,6a	0,18ab	211,1a	206,0a	236,2a	38,85a
Progênie3	34,4a	6,65a	5,78a	1,15a	1110,3a	0,15b	183,0a	178,7a	189,7a	29,67a
Progênie4	34,8a	6,35a	5,46a	1,16a	1073,1a	0,15ab	178,1a	175,5a	195,4a	33,64a
Progênie5	20,6a	5,87a	5,06a	1,18a	1431,8a	0,18ab	133,8a	172,5a	206,7a	34,98a
Progênie6	39,4a	6,96a	5,72a	1,22a	1340,9a	0,18ab	187,5a	157,2a	225,5a	33,55a
Progênie7	18,8a	6,99a	5,54a	1,26a	1170,7a	0,19ab	146,5a	146,5a	224,2a	29,01a
Progênie8	27,8a	7,16a	5,89a	1,21a	1136,6a	0,17ab	178,4a	171,0a	218,4a	32,20a

Dados seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

O diferencial de seleção com base nos dados de progênies para a produtividade e tamanhos dos frutos foi relativamente pequeno, mesmo considerando altas intensidades de seleção. Para uma intensidade de seleção de 12,5 %, o número de frutos por planta aumentou de 5,4 (população original) para apenas 6,6 (população melhorada) (Tabela 3).

Tabela 3. Intensidade de seleção, número de progênies selecionadas e médias do número de frutos por progênie, número de frutos por planta e características físicas dos frutos, considerando as progênies selecionadas.

Intensidade de Seleção(%)	Nº de Progênies selecionadas	Nº Frutos por Progênie	Nº Frutos por Planta*	Diâm. Long	Diâm. Trans	Long/Trans
0	8	160,1	5,4	7,08	5,91	1,20
50	4	192,0	6,4	7,14	5,96	1,20
37,5	3	194,3	6,5	7,21	5,97	1,21
25	2	195,0	6,5	7,09	5,85	1,21
12,5	1	197,0	6,6	6,06	5,85	1,04

*Cada progênie é representada por 30 plantas.

Ao estreitarmos a avaliação do diferencial de seleção com os resultados da avaliação dentro das progênies (avaliação da média de duas plantas cultivadas na

mesma cova) para os mesmos caracteres - produtividade e características físicas dos frutos, o ganho obtido foi superior ao obtido com base na análise das progênes. Por exemplo, para uma intensidade de seleção de 10% que é representado por 12 covas, o número de frutos por planta aumentou de 5,4 (população original) para 18,2 (população melhorada) (Tabela4).

Tabela 2. Intensidade de seleção, número de covas selecionadas e médias do número de frutos por cova, número de frutos por planta e características físicas dos frutos, considerando as covas selecionadas.

Intensidade de Seleção (%)	Nº de Covas Selecionadas	Nº Frutos Por Cova	Nº Frutos Por Planta*	Diâm. Long	Diâm. Trans	Long/Trans
0	120	10,68	5,4	7,08	5,91	1,20
50	60	19,10	9,5	7,09	5,93	1,20
40	48	21,69	10,8	7,14	5,94	1,20
30	36	24,92	12,5	7,13	5,92	1,20
20	24	29,21	14,6	7,19	5,98	1,20
10	12	36,42	18,2	6,93	5,99	1,16
5	6	45,67	22,8	7,00	6,00	1,17

*Cada cova é representada por 2 plantas.

Esta maior estimativa de ganho de seleção é explicada porque a avaliação da produtividade das plantas dentro de cada progênie permitiu estratificar melhor a variabilidade genética disponível. Uma análise de distribuição de frequência mostra, de um lado, um maior número de covas com baixa produtividade de frutos por planta. Por outro lado, é possível identificar covas com altas produtividades de frutos por planta (Figura 1).

Os métodos de seleção, a partir de critérios previamente escolhidos têm por objetivo identificar as melhores famílias ou indivíduos, para que permaneçam no programa de melhoramento, assim, gerando populações mais produtivas de acordo com os interesses do melhorista. A seleção não cria variabilidade e sim atua na variabilidade existente (ALLARD, 1971). Dessa forma, os maiores ganhos genéticos serão funções das estruturas genéticas das populações em estudo.

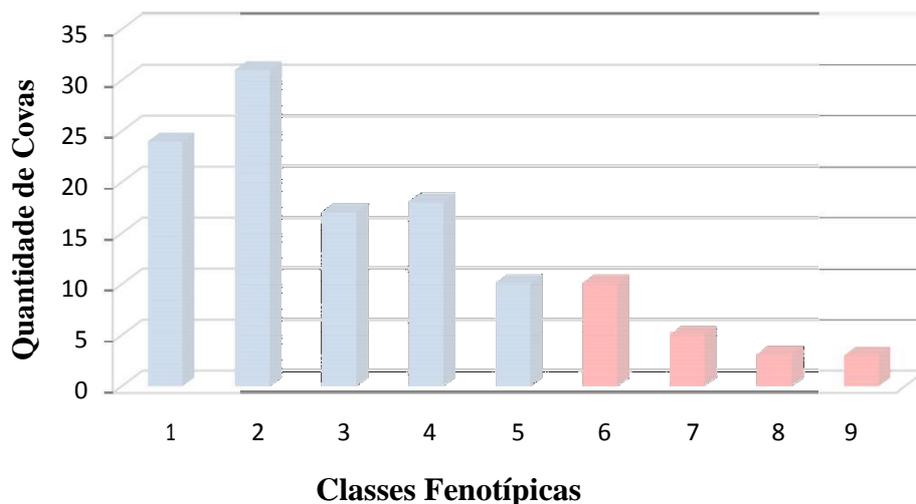


Figura 1. Distribuição de frequência de classes fenotípicas relacionada da quantidade de frutos por cova de uma população de melhoramento de *Passiflora maliformis*, Embrapa Cerrados, 2015. Classes fenotípicas: 1 (0 frutos por cova); 2 (1 a 5 frutos por cova); 3 (6 a 10 frutos por cova); 4 (11 a 15 frutos por cova); 5 (16 a 20 frutos por cova); 6 (21 a 25 frutos por cova); 7 (26 a 30 frutos por cova); 8 (30 a 40 frutos por cova); 9 (mais de 40 frutos por cova).

Com base nesses resultados, foi feito um ranking das covas de acordo com a produtividade de frutos por planta. A partir desse ranking, selecionaram-se as plantas das 10 covas mais produtivas (Top 10), identificando a progênie correspondente a cada cova (Tabela 5). Como dentro de cada progênie ocorre uma variabilidade muito grande, não houve uma progênie que se destacasse, ou seja, as plantas das covas mais produtivas pertenciam a diferentes progênies. As progênies 7 e 8 não foram representadas entre as covas mais produtivas. A cova com as plantas mais produtivas, com média de 41 frutos por planta, pertence à progênie 4.

O diâmetro longitudinal (DL) das plantas selecionadas variou de 6,21 cm a 7,59 cm e o diâmetro transversal (DT) de 5,07 cm a 6,53 cm. Com base nos valores desses diâmetros, verificou-se que as plantas da progênie 5 da 10ª colocação do ranking, produziram os maiores frutos, seguidas das plantas da progênie 2 e 1 das respectivas 3ª e 2ª colocação do ranking (Tabela 5).

Tabela 5. Plantas selecionadas de *Passiflora maliformis* L. (Top 10) e respectivas progênie, produtividade média de frutos por planta, diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) no pico de produção de Abril/Maio de 2015.

Plantas Top 10	Progênie	Nº de Frutos por Planta	DL (cm)	DT (cm)
1	4	41	6,70	6,22
2	1	21	7,46	6,19
3	2	21	7,53	6,44
4	5	20	6,21	5,07
5	2	18	7,20	6,21
6	4	16	6,58	5,86
7	3	15	6,58	5,59
8	6	14	6,67	5,91
9	3	14	6,70	5,98
10	5	13	7,59	6,53

4. CONCLUSÃO

Estimativas de ganhos de seleção foram baixas entre as progênie, mas altas dentro de progênie o que indica uma ampla variabilidade dentro das progênie.

Estes dados indicam que a avaliação e seleção de plantas individuais é a melhor estratégia para maximizar os ganhos genéticos nos ciclos de seleção e recombinação dessa população de melhoramento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABF, **Anuário Brasileiro de Fruticultura**, Michelle Treichel ... [et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.: il.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Tradução por A. BLUMENSCHHEIM, E. PATERNIANI, J. T. A. GURGEL, São Paulo: Edgard Blucher, 1971, p.381.

BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; PASSOS, I. R. S. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: FALEIRO, F. G.; Junqueira, N. T. V. & Braga, M. F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, p. 559-586.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Ed. 3, Viçosa: UFV, 2001, p.500.

BRUCKNER, C. H. **Fundamentos do melhoramento de fruteiras**. Viçosa: UFV, 2011, p.72.: il.

CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; BERNACCI, L. C. 2010. Passifloraceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000182>> Acesso em 15 Fev. 2017.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Ed. 1, Viçosa: UFV, v. 1, 2006a, p.285.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Ed. 1, Viçosa: UFV, v.1, 2006b, p.382.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento da cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado**. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoperola/> Consultado em 10 de fevereiro de 2017a.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento Oficial da Cultivar de Maracujazeiro Silvestre BRS Sertão Forte (BRS SF)**. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/lancamentosertaoforte/> Consultado em 10 de fevereiro de 2017b.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. **Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécie comerciais e silvestres de maracujá *Passiflora*(spp.)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. (Documentos, N^o 329), p.26, 2015.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.(Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, p.81-107.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOT, 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: Embrapa Cerrados, 2005, p.55-78.

OLIVEIRA, E. J.; SANTOS, V. S.; LIMA, D. S.; MACHADO, M. D.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; CASTELLEN, M, S.; Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p. 1543-1549, 2008.

RESENDE, M. D. V. **Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUPna experimentação em melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Florestas, (Documentos, Nº 47), p.101, 2000.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades, cultivo**. Piracicaba: FEALQ, 1997, p.179.

TELES, D. A. do A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; GOLÇALVEZ, M. G. de S.; BRAGA, M. F.; ABRANTES, P. H. R. de. Características físicas e químicas de oito genótipos de *Passiflora maliformis* Linn. cultivados no Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22. **Anais...** 2012, Bento Gonçalves: SBF, 2012.

CAPÍTULO 4

VARIABILIDADE GENÉTICA DE PROGÊNIES DE MARACUJÁ-MAÇÃ (*Passiflora maliformis* L.) USANDO MARCADORES RAPD E ISSR

GENETIC VARIABILITY OF APPLE PASSION FRUIT (*Passiflora maliformis* L.) PROGENIES USING RAPD AND ISSR MARKERS

**VARIABILIDADE GENÉTICA DE PROGÊNIES DE
MARACUJÁ-MAÇÃ (*Passiflora maliformis* L.) USANDO
MARCADORES RAPD E ISSR**

RESUMO

Marcadores moleculares do DNA são ferramentas úteis na caracterização de genótipos de maracujá, em razão de apresentarem elevada quantidade de polimorfismos sem interferência ambiental. Objetivou-se neste trabalho estudar a variabilidade genética de 22 plantas selecionadas de progênies de meio-irmãos de *P. maliformis*. Essas progênies foram obtidas a partir de ciclos de seleção e recom binação do programa de melhoramento genético por seleção recorrente realizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Foi realizada a caracterização molecular das 22 plantas com base em marcadores RAPD e ISSR. Foram obtidos 100 marcadores RAPD e 81 marcadores ISSR a partir dos quais foram estimadas as dissimilaridades genéticas entre as plantas selecionadas. A matriz de dissimilaridade genética foi empregada para realizar análises de agrupamento por meio de dendrograma, utilizando o método *Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages* como critério de agrupamento e dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais, usando o método das coordenadas principais. As dissimilaridades genéticas entre as 22 plantas selecionadas variaram entre 0,15 e 0,78. Análises de agrupamento evidenciaram uma tendência de agrupamento das plantas oriundas da mesma progênie. Os marcadores RAPD e ISSR foram eficientes na caracterização das plantas selecionadas de *P. maliformis* e na quantificação da variabilidade genética entre elas.

Palavras-chave: Genética, maracujá silvestre, diversidade genética, seleção recorrente.

GENETIC VARIABILITY OF APPLE PASSION FRUIT
(*Passiflora maliformis* L.) PROGENIES USING
RAPD AND ISSR MARKERS

ABSTRACT

DNA molecular markers are useful tools in the characterization of passion fruit genotypes, due to the high number of polymorphisms without environmental interference. The objective of this work was to study the genetic variability of 22 plants selected from half-sib progenies of *P. maliformis*. These progenies were obtained from cycles of selection and recombination of the genetic breeding program by recurrent selection performed at Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Molecular characterization of the 22 selected plants was performed using RAPD and ISSR markers. 100 RAPD and 81 ISSR markers were obtained and genetic dissimilarities between the selected plants were estimated. The genetic dissimilarity matrix was used for grouping analysis using dendrogram, using the *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages* method as a grouping criterion. Graphic dispersion analysis was performed using main coordinate's method. Genetic dissimilarities among the 22 plants selected varied between 0.15 and 0.78. Grouping analyzes evidenced a grouping tendency of plants from the same progeny. The RAPD and ISSR markers were efficient in the characterization of the selected plants of *P. Maliformis* and in the genetic variability quantification.

Keywords: Genetics, wild passion fruit, genetic diversity, recurrent selection

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais centros de distribuição geográfica do gênero *Passiflora*, onde ocorrem aproximadamente 130 espécies, das quais 88 são endêmicas, (BERNACCI et al., 2005; CERVI, 2010). O Brasil é, atualmente, o maior produtor e consumidor mundial do maracujá, com uma área de 57183. hectares e produção de 823.284 toneladas, em 2014 (ABF, 2016). O desenvolvimento da cadeia produtiva do maracujá no Brasil ocorreu em virtude das ações de pesquisa e inovação realizadas pelas empresas públicas e privadas, muitas vezes em parceria (FALEIRO et al., 2008).

Embora as pesquisas com maracujazeiros estejam amplamente dirigidas às espécies cultivadas e, principalmente, à *P. edulis* Sims, existem várias espécies silvestres de maracujazeiros com grande potencial agrônômico, que não têm recebido devida atenção da pesquisa. Entre estas espécies está a *Passiflora maliformis* L., também conhecida como maracujá cabaça doce, maracujá-maçã e maracujá de osso. Esta espécie é cultivada comercialmente na Colômbia, onde é conhecida como cholupa ou granadilla de piedra (OCAMPO et al., 2015).

Diante do potencial econômico e social desta espécie de maracujazeiro silvestre, a Embrapa e parceiros desenvolvem ações de pesquisa e desenvolvimento desta espécie envolvendo programas de conservação, caracterização e uso de recursos genéticos e melhoramento (FALEIRO et al., 2013; 2015). Tais ações de pesquisa têm utilizado marcadores moleculares do DNA como ferramentas auxiliares em diferentes etapas destes programas, desde a caracterização do germoplasma até as etapas finais de seleção de plantas melhoradas (FALEIRO, 2007; 2011; 2014). Coque e Gallais (2006) na busca por métodos de seleção mais eficientes relataram que os marcadores moleculares do DNA podem conferir algumas vantagens em relação ao processo seletivo de plantas, com economia de tempo e recursos financeiros, além de garantir a existência da diversidade genética necessária para a continuidade do programa.

Segundo Caixeta et al. (2006), a técnica de RAPD (*Random Amplification of Polymorphic DNA*) tem grandes vantagens em relação aos outros métodos, por apresentar simplicidade, rapidez na obtenção de dados e custo relativamente reduzido, além da aplicabilidade imediata em qualquer tipo de organismo. De forma complementar os marcadores *Inter Simple Sequence Repeat* (ISSR) são dominantes e

valiosas ferramentas em estudos de diversidade genética interespecífica de maracujá (SANTOS et al., 2011).

A caracterização e quantificação da variabilidade genética acessada por meio dos marcadores moleculares permitem estabelecer relacionamentos genéticos entre plantas selecionadas de forma ampla e sem interferência ambiental, o que é muito útil em programas de melhoramento de diferentes espécies, incluindo-se o maracujá. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a variabilidade genética de 22 plantas selecionadas de progênies de meio-irmãos de *P. maliformis*, utilizando marcadores RAPD e ISSR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Genética e Biologia Molecular da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Foram analisadas 22 plantas selecionadas de progênies de meio-irmãos do maracujazeiro silvestre *P. maliformis* obtidas a partir de ciclos de seleção e recombinação do programa de melhoramento genético por seleção recorrente realizado na Embrapa Cerrados (Tabela 1).

Tabela 3. Descrição das 22 plantas selecionadas de *P. maliformis* analisadas, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.

Planta	Progênie	Repetição	Planta selecionada	Código
1	P4	R3	PLS	P4R3PLS
2	P1	R5	PLS	P1R5PLS
3	P2	R1	PLS	P2R1PLS
4	P5	R2	PLS	P5R2PLS
5	P2	R3	PLS	P2R3PLS
6	P4	R3	PLS	P4R3PLS
7	P3	R4	PLS	P3R4PLS
8	P6	R4	PLS	P6R4PLS
9	P3	R5	PLS	P3R5PLS
10	P5	R3	PLS	P5R3PLS
11	P2	R2	Planta1	P2R2P11
12	P2	R2	Planta2	P2R2P12
13	P2	R2	Planta3	P2R2P13
14	P2	R2	Planta4	P2R2P14
15	P2	R2	Planta5	P2R2P15
16	P2	R2	Planta6	P2R2P16
17	P1	R3	Planta1	P2R2P11
18	P1	R3	Planta2	P2R2P12
19	P1	R3	Planta3	P2R2P13
20	P1	R3	Planta4	P2R2P14
21	P1	R3	Planta5	P2R2P15
22	P1	R3	Planta6	P2R2P16

As 10 primeiras plantas selecionadas (PLS) são as T OP 10 do capítulo anterior, obtidas através da avaliação de parâmetros genéticos e estimativas de ganhos de seleção, da nº 11 até a 22 foram plantas selecionadas de avaliações anteriores para produtividade.

A metodologia de extração de DNA foi a do CTAB, com algumas modificações (FALEIRO et al., 2003). O tecido vegetal fresco foi macerado com auxílio de um bastão de vidro e, em seguida, foram adicionados em cada amostra, 450 µL de tampão contendo Tris-HCl 100 µM (pH 8,3), CTAB 7%, EDTA 20 mM, NaCl 1,4 M. As amostras seguiram para banho-maria a 65 °C, por 30 minutos. A desproteíntização foi realizada adicionando-se 400 µL de solução clorofórmio: álcool isoamílico (24:1); em seguida, as amostras foram agitadas para a formação de uma emulsão e, na sequência, centrifugadas a 5.000 rpm por cinco minutos, retirando-se, aproximadamente, 200 µL do sobrenadante que foi colocando em microtubos de 2 mL.

Foram adicionados ao sobrenadante 200 µL de isopropanol gelado (5°C), invertendo-se os microtubos para promover a precipitação do DNA. Em sucessão, os tubos foram colocados a -20 °C, permanecendo por 30 minutos e, em continuidade, foram centrifugados a 7.000 rpm, por dez minutos, descartando-se o sobrenadante. O *pellet* formado foi lavado, por duas vezes, com 200 µL de etanol 70% e seco à temperatura ambiente e ressuspensionado em 100 µL de água MilliQ, contendo RNase na concentração de 40 µL/mL.

A quantidade de DNA foi estimada por espectrofotometria a 260 nm (A_{260}), e a relação A_{260}/A_{280} foi utilizada para avaliar a pureza e a qualidade das amostras (SAMBROOCK et al., 1989). As amostras de DNA de cada acesso foram diluídas para 5ng/µL. Inicialmente, foram testados 19 *primers* decâmeros RAPD e 7 *primers* ISSR, dos quais foram selecionados os que geraram maior quantidade de bandas mais informativas e com maior qualidade de amplificação (Tabela 2).

Tabela 4. Primers testados e utilizados para obtenção dos marcadores RAPD e ISSR de 22 plantas selecionadas de *Passiflora maliformis*, e respectivos números de bandas utilizadas nas análises (BP). Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.

Primer RAPD	Sequência 5' →3'	Bandas	Primer ISSR	Sequência 5' →3'	Bandas
1 - OPD-04	TCTGGTGAGG		*5 -TriAGC3'RC	AGCAGCAGCAGCAGC	21
*2 - OPD-07	TTGGCACGGG	11	*6 -TriAGG3'RC	AGGAGGAGGAGGAGG	13
*3 -OPD-08	GTGTGCCCCA	20	*7 -TriCAG3'RC	CAGCAGCAGCAGCAG	12
4 - OPD-10	GGTCTACACC		*8 -DiGA5'C	CGAGAGAGAGAGAGA	14
5 - OPD-16	AGGGCGTAAG		13-DiGA3'C	GAGAGAGAGAGAGAG	
6 - OPE-16	GGTGACTGTG		14-DiGA5'CY	AGAGAGAGAGAGAGA	
*7 - OPE-18	GGACTGCAGA	06	*15-DiGT5'CY	GTGTGTGTGTGTGTGT	21
*8 - OPE-20	AACGGTGACC	13			
9 - OPF-01	ACGGATCCTG				
10 - OPF-14	TGCTGCAGGT				
11 - OPF-17	AACCCGGGAA				
12 - OPG-01	CTACGGAGGA				
*13 -OPG-05	CTGAGACGGA	03			
*14- OPG-08	TCACGTCCAC	05			
15-OPG-17	ACGACCGACA				
*16-OPH-04	GGAAGTCGCC	29			
*17-OPH-12	ACGCGCATGT	13			
18-OPH-16	TCTCAGCTGG				
19-OPH-17	CACTCTCCTC				
Total		100	Total		81

*Primers selecionados.

As reações de amplificação para a obtenção de marcadores RAPD foram efetuadas em um volume total de 13 µL, sendo: 6,29 µL de água Milli Q, 1,3µL de tampão 1x (Invitrogen), 0,78 µL de MgCl₂50mM; 0,13 µL dos desoxiribonucleotídios (dATP, dTTP, dGTP e dCTP) 10 µM; 1,3 µL de um iniciador-primer 2 µM; 0,2 µL da enzima *Taq* DNA polimerase (1 unidade) e 3 µL de DNA (15 ηg).

As reações de amplificação para o ISSR foram efetuadas em um volume total de 13 µL, sendo: 4,9 µL de água Milli Q, 1,3µL de tampão, 0,39 µL de MgCl₂50mM; 0,26µL dos desoxiribonucleotídios (dATP, dTTP, dGTP e dCTP) 10 µM; 1,95µL de um iniciador 2µM; 0,2 µL da enzima *Taq* DNA polimerase (1 unidade) e 3 µL de DNA (15 ng).

As amplificações para obtenção de marcadores RAPD foram efetuadas em termociclador programado para 40 ciclos, cada um composto pela seguinte sequência: 15 s a 94 °C, 30 s a 35 °C e 90 s a 72 °C. Concluídos os 40 ciclos, foi feita uma etapa de extensão final de seis minutos a 72 °C, e finalmente, a temperatura foi reduzida para 4 °C. Para ISSR foram realizadas em termociclador, no qual as amostras foram inicialmente, desnaturadas a 94 °C por 2 min, seguidos de 37 ciclos, iniciando-se com 15 segundos a 94 °C; em seguida 30 segundos a 47 °C e posteriormente 72 °C por 1

minuto; ao final de todos os ciclos o processo foi finalizado por 7 minutos a 72 °C e resfriado a 4 °C.

Após a amplificação, foram adicionados, a cada amostra, 3 µl de uma mistura de azul de bromofenol (0,25%) e glicerol (60%) em água. Essas amostras foram aplicadas em gel de agarose (1,2%), corado com brometo de etídio, submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1 mM). A separação eletroforética foi de, aproximadamente, quatro horas, a 90 volts. Ao término da corrida, os géis foram fotografados sob luz ultravioleta.

Os marcadores RAPD e ISSR gerados foram convertidos em uma matriz de dados binários, a partir da qual foi estimada a dissimilaridade genética entre os diferentes genótipos, com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei e Li (NEI e LI, 1979), utilizando o Programa Genes (CRUZ, 2007). A similaridade genética (SG) foi dada por: $S_{gij} = 2N_{ij}/(N_i + N_j)$, onde: N_{ij} é o número de bandas presentes em ambos os genótipos i e j ; N_i e N_j é o número de bandas presentes no genótipo i e j , respectivamente; e, subtraído o valor de SG da unidade (1 - SG), foi obtida a dissimilaridade genética.

A matriz de dissimilaridade genética foi empregada para realizar análises de agrupamento por meio de dendrograma, utilizando o método do UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average*) (SNEATH e SOKAL, 1973), como critério de agrupamento, e a dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais, usando o método das coordenadas principais, com auxílio do Programa SAS (SAS Institute Inc., 2008) e Statistica (STATSOFT Inc., 2007). Foi realizada a análise descritiva das estimativas de distâncias genéticas obtidas com base nos marcadores RAPD e ISSR (valores mínimo e máximo, média e o coeficiente de variação), com o auxílio do programa Genes (CRUZ, 2007). Correlações de Pearson entre as estimativas de distâncias genéticas obtidas com base nos marcadores RAPD e ISSR foram também calculadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das 22 plantas de *Passiflora maliformis*, por meio do uso dos oito primers decâmeros, gerou um total de 100 marcadores RAPD, totalizando uma média

de 12,5 marcadores por *primer*. As distâncias genéticas entre as 22 plantas avaliadas variaram entre 0,11 e 0,74 (Tabela 3). A menor distância (0,11) foi observada entre as plantas 18 (Progênie 1 Repetição 3 Planta 2) e 20 (Progênie 1 Repetição 3 Planta 4), ou seja, plantas da mesma progênie e repetição. A maior distância (0,74) foi observada entre as plantas 09 (Progênie 3 Repetição 5 Planta selecionada) e 22 (Progênie 1 Repetição 3 Planta 6). A maior proximidade genética entre as plantas 18 e 20 já era esperada, considerando que tem origem comum na mesma Progênie e repetição. A maior distância obtida entre as plantas 09 e 22 de diferentes progênies, evidenciam a relação dos marcadores moleculares com a genealogia dos genótipos analisados.

Com base na análise da técnica molecular ISSR foram obtidos 82 marcadores com os cinco *primers* decâmeros, perfazendo uma média de 16,4 marcadores por *primer*. As distâncias genéticas entre os 22 acessos avaliados variaram entre 0,15 e 0,78 (Tabela 4). As menores distâncias, de 0,15, foram observadas entre plantas de diferentes progênies como a 08 (Progênie 6 Repetição 4 Planta selecionada) e 09 (Progênie 3 Repetição 5 Planta selecionada), 10 (Progênie 5 Repetição 3 Planta selecionada) e 14 (Progênie 2 Repetição 4 Planta 4). A maior distância (0,78) foi observada entre os acessos 12 (Progênie 2 Repetição 2 Planta 2) e 18 (Progênie 1 Repetição 3 Planta 2).

Bellon et al. (2009), estudando a variabilidade genética de acessos obtidos de população silvestres de maracujazeiro-doce com base em marcadores RAPD, encontraram distâncias entre os acessos que variaram entre 0,096 e 0,324. Esta amplitude de distâncias foi menor que a verificada no presente trabalho, evidenciando a ampla base genética das plantas analisadas, que segundo o pesquisador Nilton Junqueira (comunicação pessoal) tiveram na base de cruzamento s, acessos de *P. maliformis* originados de Roraima, Rondônia e São Paulo.

Tabela 5. Matriz de dissimilaridade genética entre 22 acesso de *Passiflora maliformis*, calculadas com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei & Li, utilizando 103 marcadores RAPD. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,26	0,25	0,29	0,40	0,23	0,21	0,29	0,28	0,34	0,31	0,34	0,30	0,36	0,44	0,19	0,33	0,38	0,46	0,49	0,45	0,56
2		0,26	0,26	0,35	0,31	0,17	0,25	0,30	0,34	0,22	0,28	0,25	0,35	0,49	0,26	0,30	0,33	0,47	0,45	0,51	0,58
3			0,31	0,25	0,28	0,34	0,17	0,32	0,31	0,29	0,26	0,26	0,38	0,39	0,35	0,33	0,26	0,37	0,32	0,38	0,68
4				0,36	0,29	0,26	0,37	0,35	0,33	0,30	0,37	0,30	0,38	0,42	0,25	0,37	0,40	0,35	0,42	0,48	0,65
5					0,17	0,25	0,33	0,33	0,34	0,17	0,21	0,26	0,28	0,34	0,32	0,30	0,27	0,35	0,21	0,45	0,53
6						0,27	0,41	0,31	0,38	0,33	0,34	0,35	0,37	0,41	0,30	0,38	0,36	0,43	0,38	0,51	0,57
7							0,38	0,31	0,39	0,31	0,37	0,37	0,36	0,53	0,27	0,43	0,45	0,47	0,49	0,49	0,64
8								0,21	0,25	0,30	0,25	0,21	0,47	0,43	0,38	0,34	0,38	0,39	0,45	0,49	0,73
9									0,30	0,37	0,39	0,34	0,50	0,40	0,37	0,43	0,48	0,42	0,48	0,53	0,74
10										0,34	0,27	0,35	0,44	0,39	0,27	0,37	0,42	0,41	0,49	0,39	0,59
11											0,23	0,24	0,28	0,50	0,22	0,33	0,37	0,43	0,38	0,51	0,50
12												0,24	0,35	0,39	0,24	0,27	0,29	0,39	0,31	0,39	0,50
13													0,31	0,32	0,29	0,33	0,33	0,33	0,36	0,45	0,70
14														0,33	0,32	0,28	0,31	0,34	0,29	0,55	0,45
15															0,31	0,24	0,33	0,29	0,30	0,48	0,64
16																0,32	0,40	0,43	0,50	0,36	0,53
17																	0,27	0,32	0,33	0,39	0,57
18																		0,23	0,11	0,37	0,57
19																			0,35	0,49	0,68
20																				0,54	0,60
21																					0,57

Legenda: 1. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 2. Progênie 1 Repetição 5 Planta selecionada, 3. Progênie 2 Repetição 1 Planta selecionada, 4. Progênie 5 Repetição 2 Planta selecionada, 5. Progênie 2 Repetição 3 Planta selecionada, 6. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 7. Progênie 3 Repetição 4 Planta selecionada, 8. Progênie 6 Repetição 4 Planta selecionada, 9. Progênie 3 Repetição 5 Planta selecionada, 10. Progênie 5 Repetição 3 Planta selecionada, 11. Progênie 2 Repetição 2 Planta 1, 12. Progênie 2 Repetição 2 Planta 2, 13. Progênie 2 Repetição 2 Planta 3, 14. Progênie 2 Repetição 2 Planta 4, 15. Progênie 2 Repetição 2 Planta 5, 16. Progênie 2 Repetição 2 Planta 6, 17. Progênie 1 Repetição 3 Planta 1, 18. Progênie 1 Repetição 3 Planta 2, 19. Progênie 1 Repetição 3 Planta 3, 20. Progênie 1 Repetição 3 Planta 4, 21. Progênie 1 Repetição 3 Planta 5, 22. Progênie 1 Repetição 3 Planta 6.

Tabela 46. Matriz de dissimilaridade genética entre 22 acesso de *Passiflora maliformis*, calculadas com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei & Li, utilizando 82 marcadores ISSR. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,28	0,38	0,25	0,34	0,38	0,36	0,33	0,35	0,30	0,34	0,43	0,23	0,23	0,30	0,34	0,29	0,48	0,20	0,27	0,52	0,45
2		0,19	0,32	0,34	0,38	0,26	0,17	0,28	0,39	0,28	0,58	0,22	0,30	0,36	0,44	0,40	0,48	0,31	0,40	0,67	0,50
3			0,41	0,38	0,48	0,21	0,24	0,26	0,51	0,24	0,64	0,28	0,40	0,43	0,46	0,49	0,45	0,41	0,51	0,69	0,57
4				0,19	0,37	0,33	0,28	0,34	0,29	0,23	0,51	0,28	0,23	0,31	0,21	0,26	0,49	0,26	0,27	0,52	0,47
5					0,39	0,31	0,28	0,31	0,36	0,17	0,56	0,27	0,32	0,31	0,27	0,43	0,55	0,31	0,39	0,61	0,45
6						0,17	0,28	0,37	0,48	0,33	0,40	0,25	0,31	0,47	0,43	0,38	0,63	0,28	0,40	0,58	0,61
7							0,21	0,31	0,51	0,22	0,61	0,23	0,33	0,48	0,50	0,47	0,45	0,38	0,44	0,64	0,55
8								0,15	0,39	0,22	0,57	0,18	0,31	0,34	0,39	0,37	0,49	0,34	0,37	0,67	0,48
9									0,38	0,27	0,62	0,22	0,32	0,35	0,39	0,38	0,49	0,36	0,38	0,63	0,48
10										0,35	0,39	0,29	0,15	0,20	0,21	0,21	0,52	0,32	0,20	0,49	0,32
11											0,59	0,28	0,28	0,37	0,32	0,44	0,41	0,33	0,40	0,52	0,52
12												0,26	0,17	0,29	0,31	0,31	0,78	0,38	0,28	0,52	0,70
13													0,28	0,37	0,40	0,31	0,46	0,27	0,36	0,66	0,51
14														0,26	0,26	0,28	0,43	0,26	0,19	0,47	0,42
15															0,23	0,38	0,58	0,23	0,29	0,61	0,44
16																0,29	0,43	0,28	0,21	0,47	0,37
17																	0,52	0,31	0,20	0,58	0,37
18																		0,28	0,35	0,51	0,43
19																			0,23	0,52	0,47
20																				0,41	0,40
21																					0,42

Legenda: 1. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 2. Progênie 1 Repetição 5 Planta selecionada, 3. Progênie 2 Repetição 1 Planta selecionada, 4. Progênie 5 Repetição 2 Planta selecionada, 5. Progênie 2 Repetição 3 Planta selecionada, 6. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 7. Progênie 3 Repetição 4 Planta selecionada, 8. Progênie 6 Repetição 4 Planta selecionada, 9. Progênie 3 Repetição 5 Planta selecionada, 10. Progênie 5 Repetição 3 Planta selecionada, 11. Progênie 2 Repetição 2 Planta 1, 12. Progênie 2 Repetição 2 Planta 2, 13. Progênie 2 Repetição 2 Planta 3, 14. Progênie 2 Repetição 2 Planta 4, 15. Progênie 2 Repetição 2 Planta 5, 16. Progênie 2 Repetição 2 Planta 6, 17. Progênie 1 Repetição 3 Planta 1, 18. Progênie 1 Repetição 3 Planta 2, 19. Progênie 1 Repetição 3 Planta 3, 20. Progênie 1 Repetição 3 Planta 4, 21. Progênie 1 Repetição 3 Planta 5, 22. Progênie 1 Repetição 3 Planta 6.

Pela análise de agrupamento e dispersão gráfica obtida com base nos marcadores RAPD (Figuras 1) observou-se a formação de grupos de similaridade contendo plantas de diferentes progêneses. Este fato evidencia que existe um inter-relacionamento genético entre as progêneses analisadas. Considerando que as progêneses analisadas foram obtidas a partir de matrizes selecionadas ao longo de ciclos de seleção e recombinação, é de se esperar esse inter-relacionamento.

Bellon et al. (2007), estudando a variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims com base em marcadores RAPD, encontraram 7 grupos de similaridade genética com uma tendência de agrupamento entre aqueles acessos que eram procedentes da mesma região geográfica. No caso das progêneses de *P. maliformis* analisadas no presente trabalho, não há vínculo de origem geográfica, uma vez que os acessos de diferentes regiões foram inter cruzados no início do programa de melhoramento em 2002.

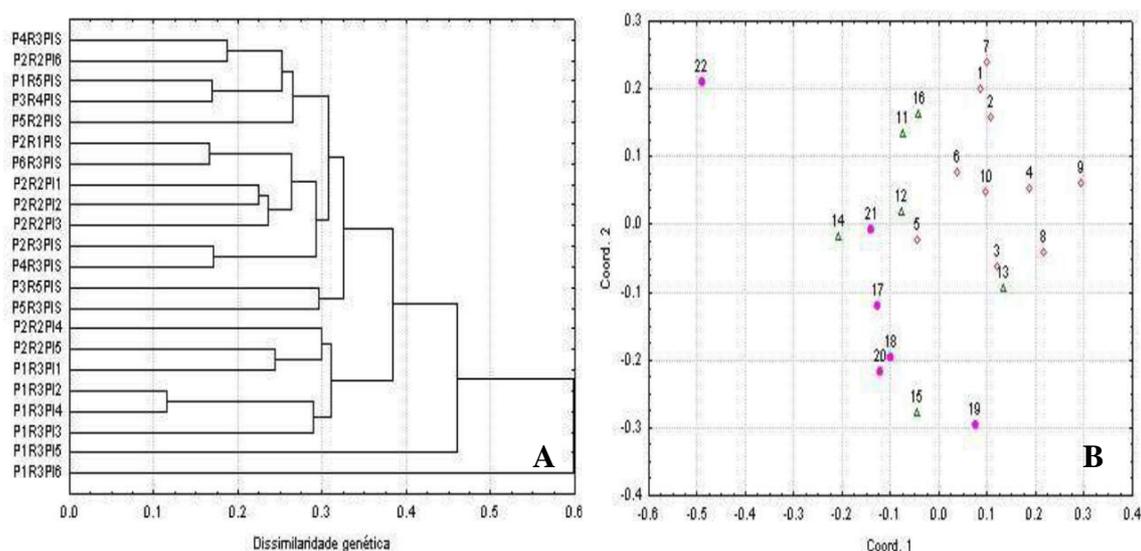


Figura 1. Análise de agrupamento (A) e dispersão gráfica (B) de 22 acessos de *P. maliformis* com base na matriz de dissimilaridade genética calculada utilizando-se 103 marcadores RAPD. O método do UPGMA foi utilizado como critério de agrupamento. O método das coordenadas principais foi utilizado na análise de dispersão gráfica. O valor do coeficiente de correlação cofenética (r) é de 0,85. Os números correspondem aos acessos. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2016.

Legenda: \triangle 1. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 2. Progênie 1 Repetição 5 Planta selecionada, 3. Progênie 2 Repetição 1 Planta selecionada, 4. Progênie 5 Repetição 2 Planta selecionada, 5. Progênie 2 Repetição 3 Planta selecionada, 6. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 7. Progênie 3 Repetição 4 Planta selecionada, 8. Progênie 6 Repetição 4 Planta selecionada, 9. Progênie 3 Repetição 5 Planta selecionada, \blacktriangle 10. Progênie 5 Repetição 3 Planta selecionada, 11. Progênie 2 Repetição 2 Planta 1, 12. Progênie 2 Repetição 2 Planta 2, 13. Progênie 2 Repetição 2 Planta 3, 14. Progênie 2 Repetição 2 Planta 4, 15. Progênie 2 Repetição 2 Planta 5, 16. Progênie 2 Repetição 2 Planta 6, 17. Progênie 1 Repetição 3 Planta 1, 18. Progênie 1 Repetição 3 Planta 2, 19. Progênie 1 Repetição 3 Planta 3, 20. Progênie 1 Repetição 3 Planta 4, 21. Progênie 1 Repetição 3 Planta 5, 22. Progênie 1 Repetição 3 Planta 6.

No caso das análises de agrupamento e dispersão gráfica com base nos marcadores ISSR (Figuras 2), também houve a formação de grupos de similaridade com plantas de diferentes progênes.

Um fato importante evidenciado nas análises de agrupamentos com base nos marcadores RAPD e ISSR é uma tendência das plantas selecionadas ficarem mais próximas entre si. Este fato ilustra que o processo de seleção pode levar a uma redução da variabilidade genética das plantas selecionadas, possivelmente porque há uma seleção de genótipos com maior concentração de genes favoráveis, sendo, portanto mais próximos entre si. Considerando que a espécie *P. maliformis* é alógama e autoincompatível, é importante que a redução da variabilidade genética das plantas selecionadas não impacte negativamente no processo de vingamento dos frutos e consequentemente na produtividade do pomar. A validação das populações em condições comerciais é de suma importância para o processo de desenvolvimento e recomendação de cultivares geneticamente melhorada.

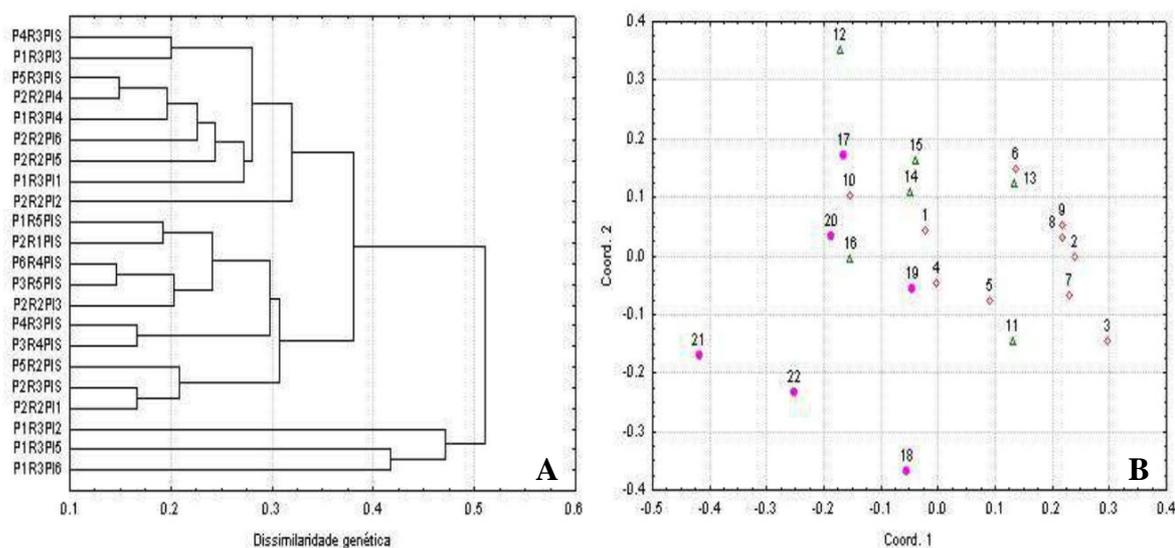


Figura 2. Análise de agrupamento (A) e dispersão gráfica (B) de 22 acessos de *Passiflora maliformis*, com base na matriz de dissimilaridade genética calculada utilizando-se 82 marcadores ISSR. O método do UPGMA foi utilizado como critério de agrupamento. O método das coordenadas principais foi utilizado na análise de dispersão gráfica. O valor do coeficiente de correlação cofenética (r) foi de 0,86. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2015.

Legenda: \diamond 1. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 2. Progênie 1 Repetição 5 Planta selecionada, 3. Progênie 2 Repetição 1 Planta selecionada, 4. Progênie 5 Repetição 2 Planta selecionada, 5. Progênie 2 Repetição 3 Planta selecionada, 6. Progênie 4 Repetição 3 Planta selecionada, 7. Progênie 3 Repetição 4 Planta selecionada, 8. Progênie 6 Repetição 4 Planta selecionada, 9. Progênie 3 Repetição 5 Planta selecionada, \blacktriangle 10. Progênie 5 Repetição 3 Planta selecionada, 11. Progênie 2 Repetição 2 Planta 1, 12. Progênie 2 Repetição 2 Planta 2, 13. Progênie 2 Repetição 2 Planta 3, 14. Progênie 2 Repetição 2 Planta 4, \circ 15. Progênie 2 Repetição 2 Planta 5, 16. Progênie 2 Repetição 2 Planta 6, 17. Progênie 1 Repetição 3 Planta 1, 18. Progênie 1 Repetição 3 Planta 2, 19. Progênie 1 Repetição 3 Planta 3, 20. Progênie 1 Repetição 3 Planta 4, 21. Progênie 1 Repetição 3 Planta 5, 22. Progênie 1 Repetição 3 Planta 6.

4. CONCLUSÃO

Marcadores moleculares RAPD e ISSR evidenciam a variabilidade genética das plantas e progênies de *P. maliformis* analisadas e uma tendência de agrupamento ou uma tendência de estreitamento da base genética das plantas selecionadas ao longo do programa de melhoramento genético. Esta tendência deve ser considerada pelos melhoristas no desenvolvimento de novas cultivares dessa espécie, considerando o seu modo de reprodução envolvendo a alogamia e autoincompatibilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABF, **Anuário Brasileiro de Fruticultura**, Michelle Treichel ... [et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.: il.

BELLON, G.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, T. V. V.; FONSECA, K. G.; BRAGA, M. F. Variabilidade genética de acessos obtidos de populações cultivadas e silvestres de maracujazeiro-doce com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, 2009.

BELLON, G.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, T. V. V.; FONSECA, K. G.; BRAGA, M. F. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, 2007.

BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; PASSOS, I. R. S. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.559-586, 2005.

CAIXETA, E. T. et al. Tipos de Marcadores Moleculares. In BOREM, A.; CAIXETA, E. T. **Marcadores Moleculares, Viçosa, UFV**, 2006, p.374.

CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; BERNACCI, L. C. Passifloraceae. In: Forzza, R. F. et al. (eds.) **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 2, p.1432-1436, 2010.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, v. 1, p.382, 2007.

COQUE, M.; GALLAIS, A. Genomic regions involved in response to grain yield selection at high and low nitrogen fertilization in maize. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin: Springer Verlag, 2006, v.112, p.1205-1220.

FALEIRO, F. G.; FALEIRO, A. S. G.; CORDEIRO, M. C. R.; KARIA, C. T. **Metodologia para operacionalizar a extração de DNA de espécies nativas do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. (Comunicado Técnico, n.92).

FALEIRO, F. G. **Marcadores moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.102, 2007.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 184, 2008, il.

FALEIRO, F. G. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M.; REIS JÚNIOR, F. B. **Biociência: estado da arte e aplicações na agricultura**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011, p. 55-118.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N.; COSTA, A. M. Avanços e perspectivas do melhoramento genético de *Passiflora* no Brasil. In: **II Congresso**

Latino americano de Pasifloras, 2013, Neiva, Huila, Colômbia. Carranza, C. J.; Ocampo, D.; Miranda, D.; Parra, M.; Castillo, J.; Rodríguez, A. (Eds.) Libro de memorias – Congreso Latino americano de Pasifloras. Neiva: Corporación Cepass Colombia, 2013, p. 12-23.

FALEIRO, F. G.; FONSECA, K. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; VIANA, M. L.; DUTRA, P. V. B. Obtenção e validação de descritores das cultivares de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado, BRS Céu do Cerrado e BRS Rosea Púrpura. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 23. 2014, Cuiabá, 2014, p. 4.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. **Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécie comerciais e silvestres de maracujá *Passiflora* (spp.)**. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, (Documentos, N^o 329), p.26, 2015.

OCAMPO, J. A.; RODRIGUEZ, A.; PUENTES, A.; MOLANO, Z.; PARRA, M. **El cultivo de lacholupa (*Passiflora maliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana**. Neiva (Huila) Colombia: Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia – CEPASS, p. 52, 2015 .

SAMBROOCK, J.; FRITSCH, E. F.; MANIATS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 2nd. ed. New York: Cold Spring Harbor, 1989, p.653.

SANTOS, L. F.; OLIVEIRA, E. J.; SILVA, A. S.; CARVALHO, F. M.; COSTA, J. L.; PÁDUA, J. G. ISSR Markers as a tool for the assessment of genetic diversity in *Passiflora*. **Biochemical Genetics**, New York: Plenum Publishing Corp. 2011, v. 49, p.540-54.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT ® 9.2 user's guide** . Cary, p. 7857, 2008.

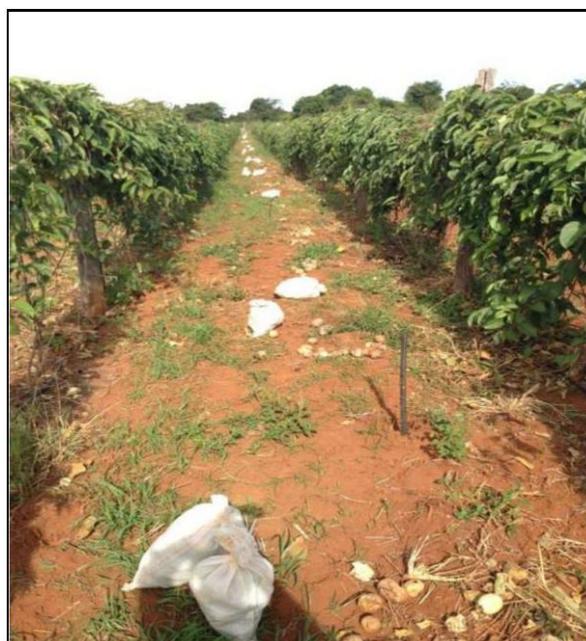
SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W. H. Freeman, p.573, 1973.

STATSOFT, Inc. **Statistica for Windows** (data analysis software system), version 7.1. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA), 2007.

ANEXOS



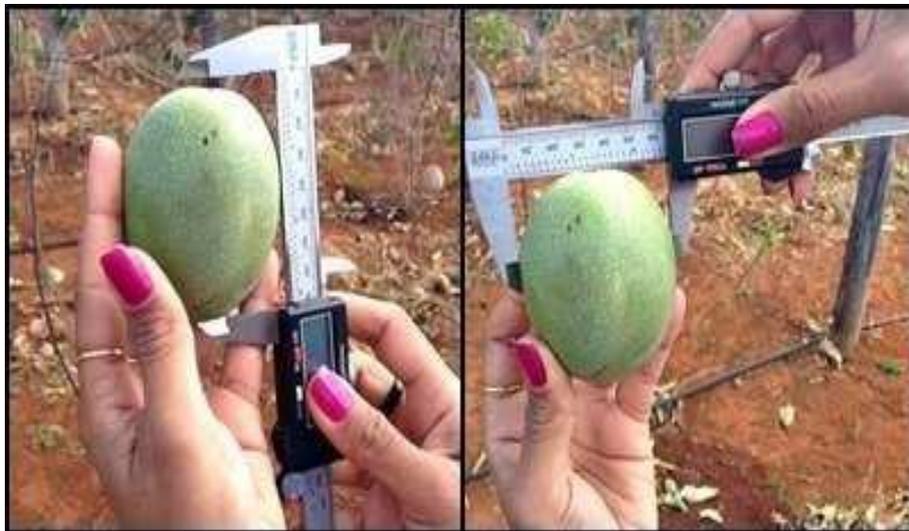
Anexo 1. Botões marcados (A) e frutos ensacados (B) da cultivar BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*). Embrapa Cerrados, Planaltina - DF, 2016.



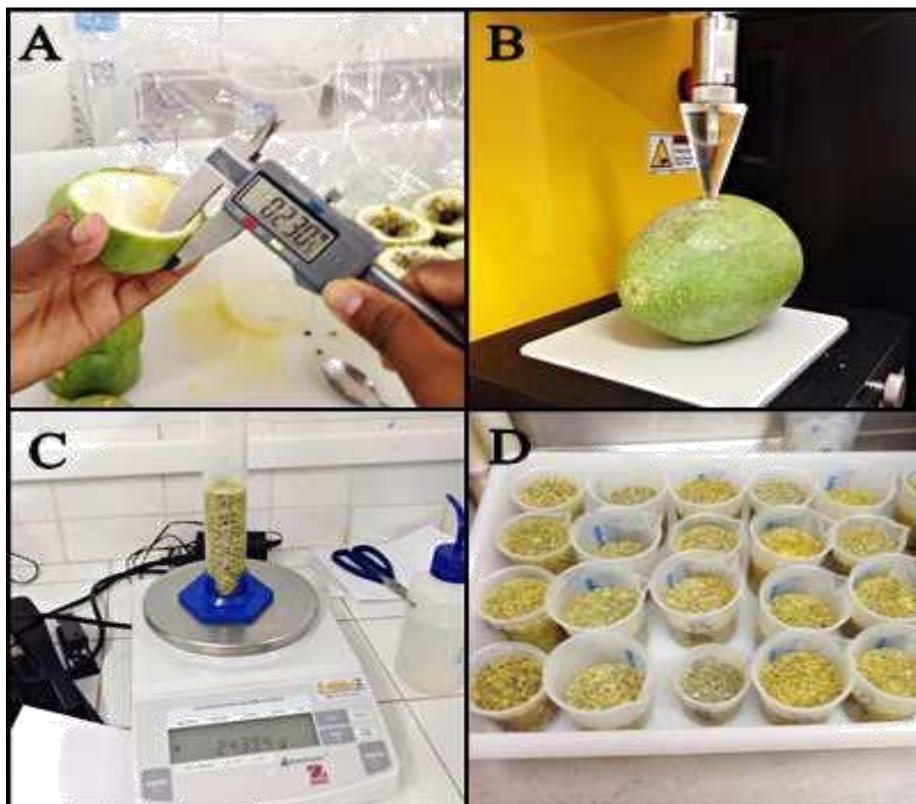
Anexo 2. Contagem e coleta de frutos.



Anexo 3. Avaliação de frutos de *Passiflora maliformis* em laboratório.



Anexo 4. Diâmetro longitudinal e transversal.



Anexo 5. Avaliações da espessura (A), textura (B), Massa de polpa com sementes (C) e volume de polpa com semente (D) em frutos de *Passiflora maliformis*.