

SILVIA PAULA DE OLIVEIRA

**IDENTIFICAÇÃO DE *Passiflora edulis* TRIPLO-HOMOZIGOTO
DOMINANTE INSENSÍVEL A FOTOPERÍODO PARA FLORESCIMENTO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

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

T

O48i
2014
Oliveira, Silvia Paula de, 1989-
Identificação de *Passiflora edulis* triplo-homozigoto
dominante insensível a fotoperíodo para florescimento / Silvia
Paula de Oliveira. – Viçosa, MG, 2014.
ix, 42f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Cláudio Horst Bruckner.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 31-42.

1. Maracujá - Cultivo. 2. Maracujá - Melhoramento
genético. 3. *Passiflora edulis*. 4. Plantas - Efeitos da luz.
5. Genética vegetal . I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia. II. Título.

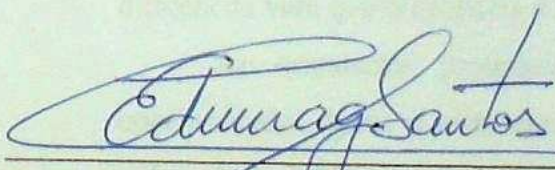
CDD 22. ed. 634.425

SILVIA PAULA DE OLIVEIRA

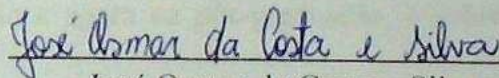
**IDENTIFICAÇÃO DE *Passiflora edulis* TRIPLO-HOMOZIGOTO DOMINANTE
INSENSÍVEL A FOTOPERÍODO PARA FLORESCIMENTO**

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

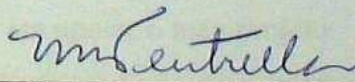
APROVADA: 17 de julho de 2014



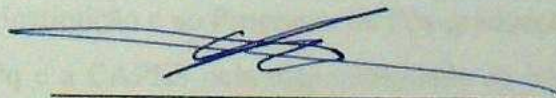
Carlos Eduardo Magalhães dos Santos



José Osmar da Costa e Silva



Marília Contin Ventrella
(Coorientadora)



Claudio Horst Bruckner
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por seu imenso amor e misericórdia, sem o qual eu não seria capaz de completar essa jornada. E nossa Senhora por abrir os caminhos por onde passei me acolhendo em seu colo.

À minha mãe Maria por sempre estar ao meu lado dando todo apoio e força nos momentos em que me sentia fraca para continuar, minha companheira e conselheira.

À minha avó Elzébia (in memoriam), a quem dedico essa dissertação, mesmo não estando ao meu lado se fez presente a cada momento.

Aos meus irmãos Liliane, Lilian e Claudio, pela amizade e carinho. Aos meus sobrinhos pela alegria constante Elaine, Wallacy e Isabella.

Ao meu pai José (in memoriam) por me ensinar que é nos momentos mais difíceis da vida que crescemos e aprendemos a ser forte e lutar pelos nossos sonhos.

Ao orientador, professor Claudio Horst Bruckner, pelos ensinamentos e oportunidades dadas a mim desde a graduação e agora na pós-graduação, e sobretudo pela amizade e confiança.

As professoras e coorientadoras Marília Contin Ventrella e Milene Faria Vieira, pela disponibilidade em apoiar o meu projeto.

Os componentes da banca examinadora, professor Carlos Eduardo Magalhães dos Santos e José Osmar da Costa e Silva.

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de cursar a graduação e o Mestrado nesta instituição e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia.

Ao CNPq e a CAPES pela disponibilidade da bolsa para concessão do meu projeto.

Aos estagiários e colegas de trabalho Mariana Ribeiro, João Paulo, Vitor, Mariana Maitan, Lucas e aos alunos de pós-graduação José Osmar, Maria Helena, Kelly, Wellington, Danielle, Rosana e Telma, pelo trabalho em equipe e a união que sempre existiu entre todos, e também pelos momentos de descontração, e pela amizade construída durante os anos de convivência.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura por colaborar com meus trabalhos Sabino, Romário, Vicente, Hugo, Sobreira e todos que ajudaram de forma direta ou indireta na condução deste.

À Carla secretária da Fruticultura pela colaboração e conselhos.

À Tatiani e Rafaela secretárias do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia pelas orientações e amizade.

As meninas da república “Coração de mãe” pelo apoio, paciência e compreensão, durante esses anos de convívio.

As minhas amigas-irmãs Valéria, Juliana, Natália Michele, Natália Macedo, Giovanna e Jaqueline que mesmo distantes me deram força e apoio.

A “Galera do forró” e os “Meninos da Física” pela ajuda na coleta de flores e pelos momentos de descontração e amizade.

Um agradecimento especial a minha família, que sempre foi e será à base de tudo, onde refaço minhas forças, recebo incentivo e amor incondicional e estímulos para correr em busca de todos os meus sonhos.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente estiveram presentes nessa etapa e contribuíram para que ela fosse concluída.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Família Passifloraceae	4
2.2. Gênero Passiflora	4
2.3. Maracujazeiros no Brasil.....	5
2.4. Melhoramento genético de maracujá	6
2.5. Aspectos botânicos das passifloras.....	7
2.6. Polinização e dispersão	9
2.7. Autoincompatibilidade	11
2.8. Fotoperíodo	12
3. OBJETIVO	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Material vegetal	16
4.2. Sensibilidade ao fotoperíodo	17
4.3. Avaliação dos frutos	18
4.4. Teste de emergência das sementes S_3	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1. Sensibilidade ao fotoperíodo	20

5.2.	Avaliação dos frutos	23
5.3.	Teste de emergência das sementes S_3	26
6.	CONCLUSÕES	30
7.	REFERÊNCIAS	31

RESUMO

OLIVEIRA, Sílvia Paula de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2014.
Identificação de *Passiflora edulis* triplo-homozigoto dominante insensível a fotoperíodo para florescimento Orientador: Claudio Horst Bruckner.
Coorientadoras: Marília Contin Ventrella e Milene Faria Vieira

Estudos desenvolvidos com maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) na Universidade Federal de Viçosa foram capazes de identificar plantas mutantes UFV-M7 insensíveis a fotoperíodo. O fenótipo de insensibilidade é controlado por, no mínimo, três locos PI (Photoperiodic insensibility) e a interação entre eles é do tipo triplodominante. O fato de a mutação ocorrida ser herdável e ter capacidade de ser transferida para os cultivares de maracujazeiro, torna importante o estudo da herança genética dessa característica para o melhoramento da espécie. O objetivo deste trabalho foi identificar entre as plantas insensíveis a fotoperíodo obtidas por autofecundação de UFV-M7 à planta homozigota dominante para os três locos (AABBCC), avaliar os frutos da geração S_2 , em relação as características físicas e químicas, e germinação das sementes, após três gerações de autofecundação, em relação ao tempo de armazenamento das mesmas. Os trabalhos foram conduzidos em casa de vegetação no Setor de Fruticultura, do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa, Minas Gerais. As plantas UFV-M7 foram classificadas como: plantas insensíveis ao fotoperíodo, que floresceram durante o fotoperíodo menor que 11 horas de luz.dia⁻¹ (mês de julho); plantas normais, que floresceram apenas durante fotoperíodo acima de 11 horas de luz.dia⁻¹. Utilizando o teste qui-quadrado, as proporções fenotípicas (insensível:normal) observadas e esperadas foram comparadas sob diferentes hipóteses genéticas ou relações fenotípicas esperadas (1:1, 3:1, 9:7 e 27:37). Durante o florescimento, as plantas foram autofecundadas às 13 horas

com a excisão do estigma. Os frutos obtidos foram avaliados quanto massa dos frutos, número de sementes, diâmetro do fruto, comprimento do fruto, espessura da casca, massa da casca e o teor de sólidos solúveis (°Brix) e as sementes submetidas à teste de germinação. Entre as plantas estudadas considerou-se a planta 70 com maior probabilidade de ser AABBCC (1:1), uma vez que as outras hipóteses (3:1, 9:7 e 27:37) foram rejeitadas pelo teste χ^2 a 5% de probabilidade. Dentre os frutos avaliados, houve perda de tamanho que pode ter ocorrido devido ao aumento da endogamia, bem como o menor número de sementes quando o fruto for resultante de autofecundação. O tempo de armazenamento e o genótipo tiveram influência na emergência das sementes S_3 , o genótipo 53 teve melhor germinação e maior uniformidade quando plantado 3,5 meses após a extração das sementes e o genótipo 12 teve melhor germinação e maior uniformidade quando armazenado por quatro meses após a extração das sementes.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Sílvia Paula de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2014. **Identification of *Passiflora edulis* dominant triple-homozygous insensitive to photoperiod for flowering** Adviser: Claudio Horst Bruckner. Co-Advisers: Marília Contin Ventrella and Milene Faria Vieira

The passion fruit vine (*Passiflora edulis*) needs high temperature and large photoperiod to develop flowers. A mutant insensitive to photoperiod (UFV-M7) were discovered at the Federal University of Viçosa. The insensitivity phenotype was found to be controlled by at least three PI (Photoperiodic insensitivity) dominant. The mutation is inheritable and can be transferred to the offspring's. It important to study the genetic inheritance of this trait for breeding purposes aiming to eliminate the seasonal production in high latitudes. The aim of this study was to identify photoperiod insensitive plants homozygous for the tree loci (AABBCC) among the offspring's of the UFV-M7 obtained by self-pollinations; evaluate the fruits traits of the S₂ generation, and the seed germination after three generations of self-pollination. The work was conducted in a greenhouse at the Department of Plant Science at UFV, Viçosa, Minas Gerais. Offspring's of UFV-M7 were classified as insensitive to photoperiod, which flourished under photoperiod less than 11 hours of light.day⁻¹ (July), normal plants, which flourished only under photoperiod over 11 hours of light.day⁻¹. The chi-square test was performed to compare the observed and expected phenotypic proportions (insensitive:normal) under different expected phenotypic ratios (1:1, 3:1, 9:7 and 27:37) in the S₂ generation. The plants of the S₂ progenies were self-pollinated at 13 hours after the excision of the stigma. The follow traits of obtained fruits were evaluated: fruit weight, number of seeds, fruit diameter, fruit length, thickness, weight of the skin and soluble solid contents. The germination of

the seeds were evaluated after 3.5 and 4.5 month storage. The plant 70 (of the first generation self-pollination of UFV-M7) was considered the most likely to be AABBCC (1:1), since the other hypotheses (3:1, 9:7, 27:37) were rejected by the χ^2 test at 5% probability. Among the second self-pollination generation the fruits evaluated had small size and lower seed number probably due inbreeding depression. The storage time and genotype influenced the S₃ seed emergence. The selfed progeny of the genotype 53 had better and uniform germination when sowed 3.5 months after seed extraction and the progeny of the genotype 12 had better germination and greater uniformity when stored for 4.5 months after seed extraction.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, responsável por mais de 80% da produção mundial, tendo a produção em torno de 923 mil toneladas por ano, com produtividade média, porém, de somente 15 t/ha (AGRIANUAL, 2014). Existem no Brasil cerca de 200 espécies de maracujá e a mais cultivada é o maracujá azedo (*Passiflora edulis*), por conta do rendimento industrial e qualidade dos frutos. A grande diversidade aliada ao melhoramento do maracujá torna o país à base para pesquisas sobre o tema.

O fruto tem se tornado cada dia mais cultivado pela grande fonte de renda para pequenos e médios agricultores e na agricultura familiar, devido à demanda na agroindústria para produção de alimentos, cosméticos, sucos prontos para consumo. Além disso, é um fruto com grande teor de Vitamina C e rico em Sais Minerais (CONEXÃO CIÊNCIA, 2013).

Nos últimos 16 anos, a produtividade de maracujá no país aumentou de seis para 15 toneladas por hectare (AGRIANUAL, 2014). Apesar dessa posição de destaque, a produtividade média nacional é baixa, comparada ao potencial de produção da cultura, estimado em 40 a 50 t.ha⁻¹ (MELETTI et al., 2000, FREITAS et al., 2011). Um dos fatores que pode ser citado para a melhoria dos pomares são os programas de melhoramento genético da cultura, que podem ser considerados recentes no Brasil.

Os objetivos do melhoramento podem ser agrupados em três linhas gerais: melhoramento visando atender as exigências de mercado; melhoramento visando o aumento da produtividade e, conseqüentemente, a redução de custo de produção; melhoramento visando à resistência a doenças.

O melhoramento visando atender as exigências de mercado tem a ver principalmente com a qualidade do fruto, mas também com a época de produção. No melhoramento visando à alta produtividade, devem ser selecionadas plantas com elevada taxa de vingamento de frutos, o que juntamente com o alto peso,

proporcionará altas produtividades por planta e, conseqüentemente, por área (BRUCKNER et al., 2002).

No melhoramento visando resistência a doenças, devem ser consideradas as doenças de parte aérea e do sistema radicular. As espécies nativas têm potencial para contribuir para se aumentar o grau de resistência das cultivares por hibridações interespecíficas, já que as nativas apresentam grande diversidade genética (FALEIRO et al., 2011) e também podem ser utilizadas para obtenção de porta-enxertos resistentes. Entretanto, se faz necessário conhecer melhor o germoplasma do maracujazeiro, quanto a sua diversidade e compatibilidade genética, além dos tipos e graus de resistência a pragas e doenças, bem como, a variabilidade dos patógenos entre as espécies cultivadas e nativas (JUNQUEIRA et al., 2005).

Em trabalhos de melhoramento visando resistência a doença, realizados na Universidade Federal de Viçosa, Flores et al. (2011) submeteram o maracujazeiro a radiações para obtenção de mutantes e selecionar mutantes insensíveis ao filtrado da cultura de *Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae*. Das 37 plantas selecionadas por Flores et al. (2011) que foram avaliadas a campo, numa área com histórico de fusariose, no Setor de Fruticultura da UFV, a maioria das plantas sobreviveram e, dentre essas, alguns mutantes apresentaram a capacidade de florescerem precocemente e continuarem a emitir botões florais sob fotoperíodos abaixo de 11 h de luz.dia⁻¹. Entre esses mutantes insensíveis ao fotoperíodo para florescer, foi selecionado o UFV-M7 (LIRA JUNIOR et al., 2014).

O maracujá cresce em condições tropicais, praticamente, durante todo o ano. Porém em regiões com comprimento do dia acima de 11 horas diárias de luz durante a maior parte do ano apresentam as melhores condições para o florescimento. Em latitudes mais elevadas, a escassez de florescimento ocorre nos meses de inverno, quando os dias são mais curtos do que 11 horas, proporcionando a sazonalidade na produção do maracujá. Além do fotoperíodo, a temperatura também influencia no desenvolvimento do maracujá. A temperatura entre 21 e 30°C é considerada como a mais favorável ao crescimento da planta, situando-se o ótimo entre 23 e 25°C.

Umidade relativa do ar em torno de 60% é a mais favorável ao cultivo do maracujazeiro. Locais com umidade relativa do ar acima de 60% quando associados

às chuvas favorecem o aparecimento de doenças da parte aérea do maracujazeiro, ou seja, verrugose, antracnose e bacteriose (EMBRAPA, 2013).

Os produtores de maracujá das regiões localizadas em latitudes acima de 15° enfrentam problemas com a sazonalidade da produção. A safra é afetada pelo fotoperíodo menor que 11 h de luz.dia⁻¹ e pela temperatura média inferior a 15 °C, que ocorre em alguns meses do ano. Durante o inverno, essas condições inibem a brotação foliar e o florescimento, conseqüentemente, a produção concentra-se no primeiro semestre (FERREIRA et al., 2002; LIMA & BORGES, 2002). Com menos de 11 horas e 18 minutos de brilho solar não há indução floral e, por sua vez, temperaturas inferiores a 15°C retardam a abertura. A safra de maracujá ocorre praticamente o ano inteiro nas regiões mais próximas à Linha do Equador, pois não há variação acentuada de fotoperíodo e temperatura ao longo do ano (JUNQUEIRA et al., 1999).

Estudos com o mutante UFV-M7 foram de grande importância para a cultura do maracujazeiro, uma vez que a mutação que deu origem ao genótipo UFV-M7, a partir da irradiação de segmentos nodais, é herdável e pode ser transferida para cultivares de maracujazeiro (*Passiflora edulis*). O fenótipo insensível é controlado por, no mínimo, três locos PI (Photoperiodic insensibility) com interação do tipo triplo-dominante (LIRA JUNIOR, 2012). Pode-se buscar a planta triplo-dominante para esses três locos de insensibilidade.

Outra característica do maracujazeiro é a autoincompatibilidade, responsável por tornar o maracujá uma planta alógama, (BRUCKNER et al. 1995). A autoincompatibilidade torna essencial a diversidade dos pomares para viabilizar a produção. O maracujazeiro apresenta limitações para a obtenção de linhagens endogâmicas, que ainda não são usadas nos estudos de herança e produção de híbridos comerciais.

Tendo em vista as considerações iniciais desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de identificar possíveis plantas S₁ triplo homozigotas para os locos de insensibilidade ao fotoperíodo com base na análise do florescimento na geração S₂, avaliar as características dos frutos da geração endogâmica S₂ e avaliar a germinação de sementes após três gerações de autofecundação em relação ao tempo de armazenamento das sementes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Família Passifloraceae

A família Passifloraceae está dividida em duas tribos, Paropsieae e Passiflorieae. As espécies da tribo Paropsieae são arbustos e árvores sem gavinhas, são consideradas por Judd et al. (1999) como representantes de um complexo basal parafilético na família, contando com 6 gêneros distribuídos no Velho Mundo, África e Madagascar. A tribo Passiflorieae é monofilética, com hábito trepador, gavinhas axilares e flores especializadas. É representada por 17 gêneros distribuídos no Novo Mundo e, entre estas, os gêneros *Ancistrothysus* Harms, *Dilkea* Mast., *Mitostemma* Mast., *Passiflora* L. estão presentes no Brasil (CERVI, 1997).

A família Passifloraceae está incluída na Ordem Malpighiales. É nativa das regiões tropicais e subtropicais, podendo encontrar-se plantas silvestres na Índia Ocidental, Galápagos, Austrália, Sudeste Asiático, Malásia, Filipinas, Polinésia e em algumas ilhas do Oceano Pacífico e, ainda, algumas espécies de clima temperado nas Américas, sul da China e Nova Zelândia. A América Tropical é considerada como o principal centro de diversidade genética, incluindo desde a região Amazônica até o Paraguai e o Nordeste da Argentina (SILVA et al., 2004).

2.2. Gênero Passiflora

O gênero *Passiflora* foi estabelecido por Linnaeu em 1735. A primeira espécie descrita foi *Passiflora incarnata* L., em cujas flores identificaram semelhanças com os símbolos da crucificação de Cristo, essa comparação foi feita em 1610 por Jacomo Boscio (VANDERPLANK, 1996). Essa é a origem das denominações, no popular “flor-da-paixão” e no científico *Passiflora* (CERVI, 1997).

A flor descrita por Jacomo Boscio (Vanderplank, 1996) mostra os filamentos caracterizando a coroa de espinhos, os estigmas são os cravos, o androginóforo a coluna da flagelação, os estames representam as cinco feridas de Jesus Cristo. A forma trifoliada das folhas tem o formato da cabeça das lanças que feriram o Senhor, e os pontos escuros existentes na parte dorsal da folha representam as moedas recebidas por Judas (LIMA & CUNHA, 2004).

Composto por aproximadamente 530 espécies, *Passiflora* é numérica e economicamente o gênero mais importante da família, tendo frutos comestíveis ou apenas sendo cultivadas como plantas ornamentais, apresentando ampla variabilidade genética.

Esse gênero é originário da América Tropical e, pelo menos, um terço de suas espécies tem os respectivos centros de origem no Brasil (Meletti et al., 2007), que agregam cerca de 100 a 200 espécies (NUNES & QUEIROZ, 2006). Além do Brasil, a Colômbia também concentra riqueza de espécies do gênero.

2.3. Maracujazeiros no Brasil

No Brasil, são encontradas mais de 150 espécies de maracujazeiros com propriedades alimentícias, medicinais ou ornamentais (FALEIRO et al., 2005).

A espécie de maracujazeiro mais utilizada comercialmente é *Passiflora edulis* Sims e *Passiflora alata* Dryander (maracujá-doce). A espécie *Passiflora edulis* Sims possui duas formas: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (maracujá-amarelo) e *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* (maracujá-roxo). O cultivo do maracujazeiro amarelo é predominante no território nacional em detrimento ao cultivo do maracujazeiro roxo, por aquele produzir frutos maiores e de polpa mais ácida e com maior rendimento de suco e ser mais vigorosa e produtiva (FALEIRO et al., 2005).

Os principais países produtores de maracujá são Brasil, Colômbia, Equador, Peru, Austrália e África do Sul. O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de maracujazeiro azedo, com produção em torno de 923 mil toneladas por ano, com produtividade média de 15 t/ha (AGRIANUAL, 2014). As regiões brasileiras com maior produção de maracujá situam-se principalmente no Nordeste, destacando-se os

estados da Bahia, Piauí, Maranhão e Ceará, e no Sudeste, nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais.

A área colhida no país tem aumentando, chegando a 61,6 mil ha colhidos em 2011 (AGRIANUAL, 2014). O fruto tem se tornado cada dia mais cultivado pela grande fonte de renda para pequenos e médios agricultores e na agricultura familiar, devido à demanda na agroindústria para produção de alimentos, cosméticos, sucos prontos para consumo e rápido retorno econômico. Além disso, é um fruto com grande teor de vitamina C e rico em sais minerais (CONEXÃO CIÊNCIA, 2013).

Nos últimos 16 anos, a produtividade de maracujá no país aumentou de 6 para 15 toneladas por hectare. Apesar dessa posição de destaque, a produtividade média nacional é baixa, comparada ao potencial de produção da cultura, estimado em 40 a 50 t/ha (MELETTI et al., 2000, FREITAS et al., 2011). Um dos fatores que pode ser citado para a melhoria dos pomares são os programas de melhoramento genético da cultura, que podem ser considerados recentes no Brasil.

2.4. Melhoramento genético de maracujá

O melhoramento genético do maracujazeiro pode ser agrupado em três linhas gerais, de acordo com os objetivos: melhoramento visando atender as exigências de mercado consumidor; melhoramento visando o aumento da produtividade e, conseqüentemente, a redução de custo de produção e melhoramento visando à resistência a doenças.

O melhoramento visando atender às exigências de mercado visa principalmente à qualidade do fruto (tamanho, qualidade de suco, cor do fruto, resistência ao transporte), mas também com a época de produção. No melhoramento visando à produtividade, devem ser selecionadas plantas com elevada taxa de vingamento de frutos, o que juntamente com a alta massa do fruto, proporcionará alta produção por planta e, conseqüentemente, por área (BRUCKNER et al., 2002).

No melhoramento visando resistência a doenças, devem ser consideradas as doenças de parte aérea e do sistema radicular. As espécies nativas têm potencial para

contribuir para se aumentar o grau de resistência das cultivares por hibridações interespecíficas, já que as nativas apresentam grande diversidade genética (Faleiro et al., 2011) e também podem ser utilizadas para obtenção de porta-enxertos resistentes. Entretanto, se faz necessário conhecer melhor o germoplasma do maracujazeiro, quanto a sua diversidade e compatibilidade genética, além dos tipos e graus de resistência a pragas e doenças, bem como, a variabilidade dos patógenos entre as espécies cultivadas e nativas (JUNQUEIRA et al., 2005).

2.5. Aspectos botânicos das passifloras

As passifloras apresentam hábito arbóreo, arbustivo ou trepador. As flores possuem características morfológicas bem marcantes, simetria radial, disco nectarífero e corona de filamentos distribuídos em fileiras (NUNES & QUEIROZ, 2006). As folhas são sempre alternas e de morfologia variável. As flores de *Passiflora* atraem uma ampla gama de polinizadores, variando conforme a espécie a ser estudada: desde abelhas e vespas, borboletas e mariposas, até vertebrados como morcegos e pássaros, apresentando diversas síndromes florais dentro do gênero *Passiflora*.

A raiz das passifloras é do tipo axial ou pivotante, porém quando propagadas por estacas desenvolvem raízes adventícias. O caule das espécies possui o hábito trepador, sendo delgado, pouco lenhoso, podendo ser cilíndrico, angular, subangular e raramente quadrangular e estriado longitudinalmente (ULMER & MACDOUGAL, 2004).

Na maioria das espécies, as folhas são simples e alternas (Nunes & Queiroz, 2006) poucas espécies possuem folhas compostas, sendo muito variáveis quanto à forma até mesmo dentro da mesma espécie (Cervi, 1997), podendo ser inteiras, orbiculares, elípticas ou amplamente ovadas; bi, tri-pentalobadas ou palmadas. Em algumas espécies encontram-se glândulas oclares na face abaxial da folha.

As gavinhas são estruturas que se desenvolvem nas axilas das folhas, geralmente são solitárias, bem desenvolvidas, robustas ou tênues e não estão presentes nas espécies lenhosas (CUNHA & BARBOSA, 2002).

O pedúnculo floral, na maioria das espécies, é único, nasce nas axilas das folhas, mas podem, ocasionalmente, nascer aos pares sobre ramos axilares curtos. As brácteas normalmente estão presentes em número de três, algumas vezes decíduas, podem ser lineares ou setáceas e dispersas ao longo do pedúnculo, ou bem foliáceas de forma ovada, ovado-lanceoladas e situadas perto da base da flor, sésseis e livres.

As flores são geralmente muito vistosas, grandes, cíclicas, diclamídeas, de simetria radial e apresentam-se isoladas ou aos pares, podendo, em algumas espécies, estarem reunidas em inflorescência. As flores são hermafroditas, com presença de androginóforo (Nunes & Queiroz, 2006), cujo androceu é formado por cinco estames e o gineceu formado por três estiletes e três estigmas.

Todas as espécies possuem cálice e corola. A corola tem cinco pétalas brancas ou coloridas, membranáceas, alternas às sépalas, livres ou levemente condescidas na base, insertas nas bordas do tubo calicinal; com muita frequência as sépalas são carnosas, membranáceas ou subcoriáceas e apresentam quase sempre uma arista foliácea ou corno dorsal próximo do ápice (CERVI, 1997).

A corona é considerada a estrutura mais marcante do gênero. Esta é formada por um a cinco verticilos, inserta na base do tubo calicinal e composta por filamentos diversos, de cores vivas e atraentes. Os filamentos por sua vez são bandeados com diversas cores no sentido horizontal (NUNES; QUEIROZ, 2006).

O ovário é súpero, localizado no ápice do androginóforo, tricarpelar e unilocular. Com muitos óvulos de placentação parietal. Seus frutos são caracterizados como bagas, geralmente indeiscentes, globosos ou ovóides, raramente fusiformes, possuindo, no geral, coloração amarela, existindo, frutos de coloração vermelha e roxa (ULMER & MACDOUGAL, 2004). O pericarpo é coriáceo, quebradiço e liso, protegendo o mesocarpo, no interior do qual estão às sementes. As sementes, em sua maioria, comprimidas, reticuladas, pontuadas ou transversalmente alveoladas, envolvidas por um arilo mucilaginoso. As sementes são classificadas como ortodoxas ou ortodoxas intermediárias, tolerantes à perda de umidade (NUNES & QUEIROZ, 2001).

2.6. Polinização e dispersão

Um fator muito importante que afeta a frutificação é a polinização. Akamine e Girolami (1959), verificaram que a percentagem de frutificação, tamanho do fruto, número de sementes e teor de suco estão correlacionados, positivamente, com o número de grãos de pólen depositados no estigma durante a polinização.

Sendo o maracujá uma planta que apresenta autoincompatibilidade, esta requer o interplântio de diferentes genótipos (Suassuna et al., 2003) e a presença de insetos polinizadores ou a realização de polinização manual, o que demanda muita mão-de-obra e acréscimo no custo do cultivo.

A polinização é o processo de transferência dos grãos de pólen das anteras para o estigma, é importante não somente para a reprodução das plantas com flores, mas também como fonte de alimentos e a manutenção da rede de interações entre animais e plantas.

A grande diversidade floral do gênero *Passiflora* está relacionada com as diferentes formas de polinização encontradas no grupo. A corona de filamentos é uma das estruturas florais mais variáveis, apresentando diferentes cores, formas, odores e disposições dos filamentos. As séries mais externas de filamentos estão envolvidas com a atração dos polinizadores, enquanto duas séries internas (opérculo e lúmen) geralmente se completam, fornecendo proteção mecânica à câmara nectarífera (ENDRESS, 1994).

Além das variações morfológicas, as adaptações a diferentes polinizadores podem envolver modificações temporais, como a sincronização entre os horários de maior disponibilidade de recursos; tais como pólen e néctar (principalmente néctar); e de maior atividade dos polinizadores.

Dentro do gênero *Passiflora* são encontradas síndromes de polinização. A mais comum é a polinização realizada por abelhas (melitofilia), mas além das abelhas há registro de polinização por beija-flores (ornitofilia), borboletas (psicofilia) e morcegos (quiropterofilia) (MACDOUGAL, 1994).

A melitofilia é o nome dado à síndrome de polinização por abelhas, que geralmente se caracterizam por flores grandes, brancas ou azuladas e com a corona

de filamentos bem desenvolvida. Os filamentos mais externos possuem cores intensas, produzem odores e estão numa disposição radial, que guia o polinizador até o anel nectarífero na base da flor (ENDRESS, 1994). A concentração de açúcar no néctar é maior que 40% e as flores geralmente duram menos de um dia e possuem antese diurna (MACDOUGAL, 1994). As principais espécies de ocorrência dessa síndrome são: *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *edulis*, *P. alata* e *P. cincinnata*.

A polinização por beija-flor é denominada de ornitofilia e é comum em espécies de *Passiflora* que não produzem odores, com um androginóforo alongado e uma corona pouco desenvolvida. Mas são caracterizadas por um grande apelo visual, a posição e coloração das flores (avermelhadas, purpuras ou rosas), tornando-as visíveis a distancia. As principais espécies de *Passiflora* polinizadas por beija-flor são: *P. quadriglandulosa*, *P. mixta* e *P. speciosa*.

As borboletas visitam flores que geralmente se enquadram na síndrome chamada de psicofilia, com cores vivas, principalmente o vermelho e o laranja, odor leve, geralmente eretas, comumente apresentando nectários grandes contidos em estruturas tubiformes ou esporões florais, simetria radial e a borda da corola grande (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1971).

A espécie de *Passiflora* tipicamente polinizada por morcego é *Passiflora mucronata* Lam.. A quiroptofilia caracteriza-se pela atração destes animais através do odor e ocorre normalmente à noite (SAZIMA & SAZIMA, 1978). Apesar dos filamentos de corona serem mais curtos, eles produzem odores em maior quantidade quando comparados com os filamentos das espécies melitófilas. Geralmente as flores ficam posicionadas fora da folhagem, com longos pedúnculos, e grande produção de néctar, o qual é estocado até a abertura da flor quando rapidamente é consumido (ENDRESS, 1994).

A dispersão das sementes de *Passiflora* é frequentemente feita por aves, morcegos e pequenos mamíferos (roedores e marsupiais) que são atraídos pela coloração e pelo cheiro dos frutos.

2.7. Autoincompatibilidade

A polinização cruzada no maracujazeiro é condicionada pela autoincompatibilidade, onde o pólen da flor de uma planta é incapaz de fertilizar as flores da mesma planta e as plantas podem ou não ser compatíveis entre si.

A autoincompatibilidade (AI) é um mecanismo fisiológico com base genética, que promove a alogamia e tem despertado a atenção de geneticistas e melhoristas de plantas. As pesquisas buscam identificar e entender os processos moleculares e celulares que levam ao reconhecimento e à rejeição do pólen autoincompatível, identificando, localizando e sequenciando as proteínas, enzimas e genes envolvidos neste processo (SCHIFINO-WITTMANN & DALL'AGNOL, 2002).

A autoincompatibilidade pode ser heteromórfica, quando se baseia em diferenças morfológicas entre as estruturas florais, ou homomórfica, quando essas diferenças estão ausentes.

Na autoincompatibilidade homomórfica, duas situações estão presentes. A primeira é o sistema gametofítico, que ocorre quando determinado alelo S é comum ao grão de pólen e ao estigma, determinando a inibição do crescimento do tubo polínico. Neste caso, a incompatibilidade é determinada pelo genótipo do grão de pólen. Produtos formados no gametófito jovem durante o seu desenvolvimento e estocados na intina são detectados e reconhecidos posteriormente com a condução do tubo polínico através do estilete. Essa autoincompatibilidade é encontrada em várias famílias, entre elas: Solanaceae, Rosaceae, Papaveraceae, Liliaceae, Onagraceae, Leguminosae, Commelinaceae e Amaryllidaceae (BRUCKNER et al., 1995).

O segundo sistema é o esporofítico, que se assemelha com ao gametofítico, porém é determinado pelo genótipo diplóide da planta que produz o gameta (DENETTANCOURT, 1997). A reação de incompatibilidade é estabelecida nas células das papilas estigmáticas, onde ocorre a inibição da germinação do grão de pólen através da ação de glicoproteínas (NEWBIGIN et al., 1993; SCHIFINO-WITTMANN & DALL'AGNOL, 2002). A ocorrência da autoincompatibilidade esporofítica tem sido descrita em algumas famílias, entre elas Brassicaceae, Asteraceae e Passifloraceae (BRUCKNER et al., 1995).

A autoincompatibilidade presente em *Passiflora edulis* é do tipo homomórfica esporofítica (Bruckner et al, 1995), com presença de loco gametofítico associado ao sistema esporofítico (SUASSUNA et al., 2003).

Os trabalhos publicados sobre o assunto, (Brewbaker, 1957; De Nettancourt, 1977/1997/2000), abrangem aspectos morfológicos, fisiológicos, aplicação ao melhoramento até a biologia molecular e genética da autoincompatibilidade. Porém, a maioria das publicações diz respeito a processos moleculares e celulares que levam ao reconhecimento ou rejeição dos grãos de pólen e tubos polínicos incompatíveis e a genética do processo de autoincompatibilidade de diversas espécies (NEWBIGIN et al, 1993; NASRALLAH, 1997/2000; CHARLESWORTH & AWADALLA, 1998; BRUGIERE et al., 2000).

Existem algumas maneiras para contornar as barreiras da autoincompatibilidade, dentre elas tem-se: alterações genéticas, como mutações (Sassa et al., 1997), polinização forçada em fase de botão floral, utilização de flores velhas ou pólen velho (De Nettancourt, 1977), irradiação, hormônios (Hasenstein & Zawada, 2001), altas temperaturas, soluções salinas (Carafa & Carratu, 1997), aplicação de CO₂ (Lee et al., 2001), indução de estresse (Tezuka, et al., 1997), mutilação dos pistilos (Westwood et al., 1997) e polinização direta no ovário.

Lira Junior (2012), por meio da excisão dos estigmas, obteve 75% de frutificação em autopolinizações de maracujá-azedo realizadas às 13 horas e 83,33% de frutificação quando a autopolinização era realizada em dois períodos às 13 horas e às 17 horas.

Dentro do gênero *Passiflora*, são relatadas espécies autocompatíveis como *Passiflora capsularis* e *Passiflora suberosa* (Koschnitzne & Sazima, 1997); *Passiflora eglandurosa* (McDougal, 1988) e *Passiflora rutilans* (LEWIS, 1979; ENDRESS, 1994).

2.8. Fotoperíodo

Uma vez que o maracujazeiro (*Passiflora edulis*) se encontra em condições de florescer, o florescimento ocorre continuamente durante seu crescimento, dependendo das condições ambientais. Porém, em diversas regiões de cultivo há

períodos bem caracterizados de entressafra de produção, associados à falta de desenvolvimento de gemas floríferas, ao florescimento e a problemas de fertilização da flor, fatores estes influenciados pelo ambiente (VASCONCELOS & DUARTE FILHO, 2000).

O maracujazeiro cresce em condições tropicais, praticamente, durante todo o ano. Porém, regiões com comprimento do dia acima de 11 horas diárias de luz durante a maior parte do ano apresentam as melhores condições para o florescimento. Em latitudes mais elevadas, a escassez de florescimento ocorre nos meses de inverno, quando os dias são mais curtos do que 11 horas, proporcionando a sazonalidade na produção do maracujá.

Watson e Browsers (1965) foram os primeiros a relatar sobre a influência do fotoperíodo no desenvolvimento do maracujazeiro-azedo, verificando a maior produtividade (maior número de flores) da cultura em fotoperíodo acima de 12 horas de luz e um aumento acentuado do crescimento vegetativo (comprimento de ramos, comprimento de entrenós e número de nós) abaixo deste fotoperíodo, caracterizando a planta como de “dias longos”. Além do fotoperíodo, a temperatura também influencia no desenvolvimento do maracujá. A temperatura entre 21 e 30°C é considerada como a mais favorável ao crescimento da planta, situando-se o ótimo entre 23 e 25°C.

Os produtores de maracujá das regiões localizadas em latitudes acima de 15° enfrentam problemas com a sazonalidade da produção. A safra é afetada pelo fotoperíodo menor que 11 h de luz dia⁻¹ e pela temperatura média inferior a 15 °C, que ocorre em alguns meses do ano (FERREIRA et al., 2002; MENZEL & SIMPSON, 1994; VASCONCELLOS & DUARTE FILHO, 2000). Com menos de 11 horas e 18 minutos de brilho solar não há indução floral e, por sua vez, temperaturas inferiores a 15°C retardam a abertura das flores. Durante o inverno, essas condições inibem a brotação foliar e o florescimento, conseqüentemente, a produção concentra-se no primeiro semestre (FERREIRA et al., 2002; LIMA & BORGES, 2002). A safra de maracujá ocorre praticamente o ano inteiro nas regiões mais próximas à linha do Equador, pois não há variação acentuada de fotoperíodo e temperatura ao longo do ano (JUNQUEIRA et al., 1999).

Comparando-se o comportamento do maracujazeiro-azedo nas regiões do Brasil, verifica-se que no Norte do Brasil (latitude em torno de 0°) as plantas crescem e florescem o ano todo, devido à pouca variação de temperatura e fotoperíodo. Afastando-se para o Nordeste, esse período começa a diminuir para 11 ou 10 meses, no Sudeste variam de 9 a 8 meses e no Sul os efeitos da temperatura e fotoperíodo serão fortes, reduzindo ainda mais o período produtivo das plantas. Esta sazonalidade é verificada não só na produção de frutos, mas também na qualidade e no tempo de colheita (VASCONCELOS & DUARTE FILHO, 2000)

Em estudos realizados pelo Programa de Melhoramento Genético do Maracujazeiro na Universidade Federal de Viçosa, Lira Junior et al. (2014) identificaram plantas mutantes (UFV-M7) capazes de florescer em dias curtos. Para isso, Lira Junior et al. (2014) compararam o florescimento das progênies UFV-M7 (mutante) com as plantas N9 (não irradiado), propagadas por estacas, e observaram que houve uma diferença no período de florescimento das mesmas. A floração de UFV-M7 ocorreu em julho de 2011, três meses após o transplante, em fotoperíodos de menos de 11 horas de luz.dia⁻¹ e temperatura média de 16° C, confirmando sua insensibilidade. Já o genótipo N9 iniciou a floração entre outubro e novembro/2011, seis meses depois transplante, período de temperatura média de 20° C e fotoperíodo acima de 11 horas de luz.dia⁻¹.

As características do genótipo UFV-M7, insensível ao fotoperíodo para a floração, são características herdáveis, pois foram transferidas para as próximas gerações por meio de autopolinizações. E estas podem ser usadas para desenvolver cultivares recomendáveis para regiões de latitude semelhantes às de Viçosa Minas Gérias, sob as coordenadas 20°45'14''S e 42°52'54''W, aumentando o período de colheita nessas regiões (LIRA JUNIOR et al., 2014).

3. OBJETIVO

- Identificar possíveis plantas S_1 tripla homozigota para os locos de insensibilidade ao fotoperíodo com base na análise do florescimento na geração S_2 .
- Avaliar as características dos frutos da geração endogâmica S_2 .
- Avaliação da germinação de sementes após três gerações de autofecundação em relação ao tempo de armazenamento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, entre janeiro de 2013 e junho de 2014.

4.1. Material vegetal

Foram usadas sete progênies S_2 (6, 12, 62, 70, 53, 65 e 43), oriundas da autofecundação das plantas S_1 : 6, 12, 62, 70, 53, 65 e 43, selecionadas quanto à insensibilidade ao fotoperíodo entre as plantas obtidas por autofecundação do genótipo UFV-M7 (S_0), desenvolvido pelo Programa de Melhoramento Genético do Maracujazeiro da UFV (LIRA JUNIOR et al., 2014).

O genótipo UFV-M7 (S_0) foi obtido por regeneração *in vitro* de segmentos nodais, submetidos a raios gamas na dose de 20 Gy, com o objetivo de selecionar mutantes insensíveis ao filtrado da cultura de *Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae*. Os explantes sobreviventes à radiação foram regenerados e submetidos à seleção *in vitro* com filtrado do fungo. As plantas selecionadas foram avaliadas em campo com histórico do patógeno, no Setor de Fruticultura da UFV (FLORES et al, 2012). Dentre as plantas selecionadas o genótipo UFV-M7 apresentou insensibilidade a fotoperíodo para florescimento, sob a latitude de 20°45'14"S, florescendo sob fotoperíodo abaixo de 11 h de luz dia^{-1} (LIRA JUNIOR et al., 2014).

As autofecundações de UFV-M7 (S_0) e das plantas das gerações S_1 e S_2 foram realizadas em antese após a excisão do estigma, conforme metodologia proposta por Lira Júnior (2012), sendo as sementes extraídas dos frutos para a formação de cada geração seguinte, constituindo nova população endogâmica.

As sementes S₂ foram plantadas em sacos plásticos com substrato comercial (Plantmax), sendo três sementes por saco e 28 sacos por progênie. Trinta dias após a germinação fez-se o desbaste das mudas deixando apenas a muda mais vigorosa por saco plástico. As progênies S₂: 6, 12, 62, 70, 53, 65 e 43, foram formadas por 7, 8, 15, 19, 8, 9 e 14 plantas por progênie respectivamente. Após aproximadamente três meses da semeadura, as mudas foram transplantadas para vasos de 30 L contendo terra, areia e esterco na proporção de 2:1:1, adicionado 100 g de calcário e 300 g de superfosfato simples. Os vasos foram distribuídos por progênies nas bancadas e as plantas foram conduzidas em haste única com desbrotas laterais semanais, mantendo as plantas em uma altura média de 1,8 m. Os demais tratamentos culturais como adubação e eliminação de plantas daninhas foram realizados durante o período de condução do experimento.

4.2. Sensibilidade ao fotoperíodo

Durante o período de desenvolvimento das plantas foi avaliada a data de emissão da primeira flor de cada planta e também a presença ou ausência de florescimento dentro do período de abril a agosto de 2013.

As plantas foram classificadas em dois grupos: plantas insensíveis a fotoperíodo, que floresceram durante a época de fotoperíodo menor que 11 horas de luz.dia⁻¹, e plantas normais, que floresceram apenas durante a época de fotoperíodo acima de 11 horas de luz.dia⁻¹. As proporções fenotípicas (insensível:normal) observadas e esperadas em cada progênie S₂ foram comparadas sob diferentes hipóteses genéticas ou relações fenotípicas esperadas (1:1, 3:1, 9:7 e 27:37). As relações fenotípicas esperadas foram obtidas considerando três locos em heterozigose, com relação de dominância completa para tal característica (LIRA JUNIOR, 2012). Foram rejeitadas as hipóteses em que pelo teste de qui-quadrado obteve-se o χ^2 calculado $\geq \chi^2$ tabelado. Os valores de χ^2 foram obtidos com auxílio do programa de Genética Quantitativa e Estatística Experimental GENES (Cruz, 2013), sendo calculado pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{[\mathbf{O}_i - \mathbf{E}_i]^2}{\mathbf{E}_i}$$

O_i = Número de plantas observado

E_i = Número de plantas esperado

4.3. Avaliação dos frutos

Aproximadamente 15 dias após as autopolinizações, realizadas conforme descrito acima, foi avaliado o vingamento dos frutos. Calculou-se a percentagem de frutificação (FR), em relação ao número de autopolinizações. Os frutos obtidos foram protegidos com rede e colhidos logo após a sua abscisão, durante os meses de julho a novembro de 2013.

Os frutos foram avaliados logo após a colheita, no Laboratório de Pós-Colheita do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da UFV, com relação às seguintes características: massa do fruto (g), comprimento do fruto (mm), diâmetro do fruto (mm), espessura da casca (mm), massa da casca (g), porcentagem de casca (%), rendimento de suco (%), teor de sólidos solúveis (°Brix) e número de sementes por fruto.

Os frutos e a casca do fruto foram pesados em balança eletrônica de precisão de 0,1 g. O rendimento da polpa mais semente foi calculado pela relação: (massa do fruto – massa da casca) / massa do fruto. O comprimento, diâmetro e espessura da casca dos frutos foram determinados com auxílio de paquímetro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do programa computacional em Genética Quantitativa e Estatística Experimental GENES (CRUZ, 2013).

4.4. Teste de emergência das sementes S₃

Após a avaliação dos frutos oriundos das autopolinizações dos genótipos S₂ realizou-se a retirada das sementes para armazenamento e posterior formação da geração S₃. As sementes foram separadas do arilo por fricção em peneira com cal e armazenadas em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$). O teste de emergência para avaliar o vigor e o efeito do armazenamento das sementes foi realizado na segunda quinzena de novembro de 2013.

O experimento foi instalado em esquema fatorial (4x2), com oito tratamentos composto por quatro genótipos e duas épocas de coleta das sementes, com 4 repetições e 50 sementes por parcela. Ao final do experimento foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE) e a porcentagem de emergência.

Para o teste, foram escolhidos 4 genótipos (12, 43, 53 e 70) que possuíam a extração e armazenamento das sementes em duas épocas diferentes: primeira quinzena de julho/2013 e primeira quinzena de agosto/2013.

Durante 28 dias após o plantio das sementes, foi realizada a avaliação diária do número de plântulas emergidas e posteriormente calculado o IVE (MAGUIRE, 1962). Após 33 dias do plantio foi avaliado o comprimento total da plântula (cm), comprimento da parte aérea (cm), comprimento de raiz (cm), massa da matéria fresca (g), massa de matéria seca (g) e número de plântulas normais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o programa computacional em Genética Quantitativa e Estatística Experimental GENES (CRUZ, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Sensibilidade ao fotoperíodo

Lira Junior et al. (2014) confirmaram a insensibilidade do genótipo UFV-M7 ao fotoperíodo abaixo de 11h de luz.dia⁻¹, devido ao seu florescimento no mês de julho em Viçosa, sob reduzido fotoperíodo. Segundo a hipótese apresentada por Lira Junior (2012), a insensibilidade ao fotoperíodo é causada por três locos com efeito de dominância.

Com base nessa hipótese, o genótipo UFV-M7 pode ter pelo menos um alelo dominante em cada um dos locos A, B e C. A hipótese de homizogose nos três locos foi descartada devido à presença de plantas sensíveis na geração S₁, observadas por Lira Junior (2012). Busca-se identificar na geração S₁ genótipos insensíveis homozigotos (AABBCC) com a finalidade de constituir linhagens capazes de gerar híbridos 100% insensíveis ao fotoperíodo.

As plantas dos genótipos S₂ floresceram entre os meses de maio a agosto. Para as condições de Viçosa-MG, latitude de 20°45'14''S, os meses de maio a agosto, caracterizam-se em uma época fria/seca e de baixo fotoperíodo, o que confirma que a insensibilidade ao fotoperíodo dos genótipos oriundos de UFV-M7, é uma característica herdável e pôde ser transferida aos descendentes de autopolinização (S₂).

A insensibilidade é de caráter dominante, controlado por três locos em heterozigose, com interação inter-loco eventualmente do tipo epistática com relação de dominância completa entre os locos, e, possivelmente, se expressa quando os três locos se apresentam em homozigose dominante (AABBCC) ou em heterozigose (A_B_C_), como descrito por LIRA JUNIOR (2012).

Em busca do genótipo insensível ao fotoperíodo triplo-homozigoto dominante dentre as progênies avaliou-se no mês de julho a segregação ocorrente no florescimento das plantas, pois é considerado o mês com fotoperíodo menor que 11 horas de luz.dia⁻¹ dentro dos meses de avaliação na

região de Viçosa, Minas Gerais. As progênies foram consideradas normais as que não floresceram e insensíveis as que floresceram no mês de Julho/2013.

A distribuição do florescimento foi avaliada pelo teste de χ^2 e a hipótese de triplo-homozigoto dominante não foi rejeitada para os genótipos 12, 70 e 65, com máxima probabilidade associada de 100% caso a hipótese fosse rejeitada (Tabela 1). Esse resultado indica que deve se testar outras hipóteses, considerando as interações epistáticas que podem ocorrer entre os três locos em caso de hererozigose (A_B_C_).

Testando-se a hipótese de dois locos homozigotos dominantes e um loco em heterozigose, com relação fenotípica esperada de 3:1, a hipótese foi rejeitada no teste de χ^2 para os genótipos 70 e não foi rejeitada para os genótipo 12 e 65, com máxima probabilidade associada de 10,24% e 8,33%, respectivamente, caso a hipótese fosse rejeitada. (Tabela 1).

Para avaliação da hipótese com um loco em homozigose dominante e dois locos em heterose, com relação fenotípica esperada de 9:7, a hipótese foi rejeitada no teste de χ^2 para os genótipo 12, 70 e 65. Não sendo rejeitada para os demais genótipos 6, 53, 43 e 62, com máxima probabilidade associada caso a hipótese fosse rejeitada de 47,51%; 7,48%; 9,23% e 18,23%, respectivamente (Tabela 1).

Por fim, avaliou-se a hipótese de três locos em heterozigose, com relação fenotípica esperada de 27:37., A hipótese não foi rejeitada para o genótipo 6, com máxima probabilidade caso a hipótese fosse rejeitada pelo teste χ^2 de 97,13%, sendo essa hipótese rejeitada para os demais genótipos (Tabela 1).

Dentre as hipóteses e os genótipos testados, apenas o genótipo 70 foi rejeitado para todas as relações fenotípicas testadas (3:1, 9:7 e 27:37) não sendo rejeitada apenas para a hipótese de dominância completa entre os três locos em homozigose (Tabela 1). De acordo com Cruz (2006), o teste de heterogeneidade é uma forma adequada de avaliar se existe concordância entre grupos de cruzamentos genéticos ou razão de segregação, visando rejeitar ou não a hipótese testada.

Tabela 1 – Hipóteses testadas para indivíduos insensíveis e sensíveis ao fotoperíodo para o florescimento nas progênes S_2 obtidas de seis indivíduos da progênie S_1 , por autofecundação.

Genótipo em S_1	Frequência Observada em S_2		Frequências esperadas em S_2 e valor de χ^2											
			Proporção de locos em homozigose dominante (ho) : heterozigose (he)											
			1:0 (3ho)			3:1 (2ho:1he)			9:7 (1ho:2he)			27:37 (3he)		
I	N	I	N	χ^2 P(%)	I	N	χ^2 P(%)	I	N	χ^2 P(%)	I	N	χ^2 P(%)	
6	3	4	7	0	4,57 (3,25) ¹	5,25	1,75	3,86 (4,95) ²	3,94	3,06	0,51 (47,50)	2,95	4,05	0,0012 (97,13)
12	8	0	8	0	0 (100)	6	2	2,67 (10,25)	4,5	3,5	6,22 (1,26) ³	3,38	4,62	10,96 (0,09) ⁴
62	11	4	15	0	2,13 (14,41) ¹	11,25	3,75	0,02 (88,14)	8,44	6,56	1,78 (18,22)	6,33	8,67	5,96 (11,46) ⁴
70	19	0	19	0	0 (100)	14,25	4,75	6,33 (1,18) ²	10,69	8,31	14,78 (0,012) ³	8,02	10,9	26,04 (0) ⁴
53	7	1	8	0	0,25 (61,71) ¹	6	2	0,67 (41,42)	4,5	3,5	3,17 (7,48)	3,38	4,62	6,73 (0,94) ⁴
65	9	0	9	0	0 (100)	6,75	2,25	3,00 (8,33)	5,06	3,94	7,00 (0,81) ³	3,80	5,20	12,33 (0,04) ⁴
43	11	3	14	0	1,28 (25,68) ¹	10,5	3,5	0,10 (75,76)	7,88	6,12	2,83 (9,23)	5,91	8,09	7,59 (0,58) ⁴

I = planta insensível, N = planta normal, ho = homozigoto, he = heterozigoto, χ^2 = valor de qui-quadrado calculado, P = probabilidade

Observações: ¹- Hipótese de parental triplo homozigoto rejeitada devido à ocorrência de segregação na progênie; ²-Hipótese de segregação na proporção 3:1 (parental com dois locos em homozigose dominante e um loco heterozigoto) rejeitada com base no teste χ^2 ; ³- Hipótese de segregação na proporção 9:7 (parental com um loco em homozigose dominante e dois locos heterozigotos) rejeitada com base no teste χ^2 ; ⁴- Hipótese de segregação na proporção 27:37 (parental com três locos heterozigotos) rejeitada com base no teste χ^2 .

5.2. Avaliação dos frutos

A percentagem de frutificação (FR) em relação ao número total de autopolinizações realizadas com a excisão do estigma às 13 horas foi de 31,79 %, percentagem inferior à encontrada por LIRA JUNIOR (2012) ao utilizar o mesmo método na geração S_1 , obtendo 75% de frutificação.

Em relação aos parâmetros massa do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do fruto e massa da casca observou-se diferenças significativas entre os genótipos S_2 (Tabela 2).

A massa dos frutos variou de 43,19 g a 76,69 g (Tabela 2). Lira Junior (2012) verificou que os frutos do genótipo M7 tiveram em média a massa de 173,49 g quando procedentes de cruzamento e 74,33 g quando procedentes de autofecundação, com respectivamente 339,33 e 59,33 sementes por fruto em média. A redução da massa do fruto pode ter ocorrido devido ao aumento da endogamia, bem como resultante do menor número de sementes quando o fruto for resultante de autofecundação.

A variação média de 43,19 a 76,69 encontrada neste trabalho pode indicar maior depressão endogâmica na geração S_2 , comparado numericamente com a média obtida por Lira Junior (2012) na geração S_1 , comparando-se frutos obtidos por autofecundação nos dois casos.

O número de sementes apresentou uma variação média de 53,92 a 93,2 sementes por fruto (Tabela 2), variação não significativa comparando-se os frutos da geração S_2 . Estes valores são próximos aos encontrados por Lira Junior (2012) para os frutos obtidos por autofecundação (S_1).

O comprimento dos frutos variou de 52,92 mm a 63,75 mm (Tabela 2). Esses valores estão abaixo dos valores observados por Freire et al. (2010), que variaram de 77,0 a 81,1 mm, e os valores de Araújo et al. (2008), de 75,0 a 79,0 cm. O diâmetro do fruto variou de 46,33 a 55,02 mm (Tabela 2), valores inferiores aos observados por Rodrigues et al (2008) em frutos de maracujá-azedo que variaram de 64,5 a 77,7 mm.

Tabela 2. Caracterização de frutos das progênes S₂ de maracujazeiro-azedo.

Progênes S ₂	MF (g)	NS	DF (mm)	CF (mm)	CF/DF	EC (mm)	MC (g)	% casca (g/100g)	RS (%)	Teor de sólidos solúveis total (°Briix)
6	43,19b	53,92 a	46,33b	52,92b	1,14	10,46a	22,68b	49,57 a	50,43 a	15,87a
12	66,78ab	81,31 a	52,40ab	60,39ab	1,15	9,01a	36,81ab	54,49 a	45,51 a	13,74 a
62	47,69b	55,93 a	48,25b	56,97ab	1,18	7,72 a	27,66b	56,99 a	43,01 a	15,12 a
70	56,11ab	56,91 a	49,54ab	55,80b	1,13	5,70 a	34,29ab	61,07 a	38,92 a	15,93 a
53	76,69a	93,2 a	55,02a	60,15ab	1,09	6,64 a	47,71 a	62,19 a	37,81 a	14,65 a
65	70,64ab	80,56 a	53,96ab	63,75 ^a	1,18	5,88 a	42,62ab	59,92 a	40,08 a	15,18 a
43	64,98ab	79,68 a	51,09ab	58,00ab	1,13	8,36 a	36,51ab	57,28 a	42,72 a	15,43 a
C.V(%)	27,60	41,86	9,15	8,22		72,25	33,69	24,45	33,45	12,15

MF = massa do fruto, NS = número de sementes, DF = diâmetro do fruto, CF = comprimento do fruto, EC = espessura da casca, MC = massa da casca, RS = rendimento de suco. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não são significativamente diferentes a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

A relação encontrada entre o comprimento e o diâmetro do fruto (CF/DF) é utilizada para avaliar o formato dos frutos, considerando o valor igual a 1 para frutos redondos e maior que 1 para frutos ovalados (FORTALEZA et al., 2005). A relação CF/DF encontrada foi bem próxima a 1 (Tabela 2) classificando assim que os frutos como arredondados. Flores et al. (2011), ao avaliar os frutos das plantas mutantes do genótipo M7 oriundos de polinização natural observou uma relação CF/DF superior a 1, caracterizando frutos oblongos ou ovalados. Provavelmente após sucessivas autopolinizações o formato dos frutos das progênies tenha se alterado, tornado os frutos mais arredondados. Segundo Borém & Miranda (2009), a intensidade da perda de vigor varia de acordo com a espécie, e esta perda persiste até a fixação de suas características.

Não houve diferenças significativas na espessura da casca entre as progênies, embora na massa da casca as diferenças foram significativas, com valores variando de 22,68 a 47,71 g (Tabela 2). Em termos de porcentagem de casca, não houve variação significativa entre as progênies. Lira Junior (2012) obteve menor rendimento de polpa em frutos formados após autofecundações, 38,24 a 43,67 %, característica essa que também se repetiu neste trabalho. O rendimento de polpa em híbridos deverá ter o vigor híbrido estudado em trabalhos futuros.

O rendimento de polpa mais semente não variou significativamente, 37,81 a 50,43 % (Tabela 2), mas foram próximos aos valores observados por FLORES et al (2011) de 29,17 a 41 %.

Como observado, não houve diferenças significativas para os parâmetros de espessura da casca e teor de sólidos solúveis totais (°Brix) (Tabela 2).

O teor de sólidos solúveis totais variou de 13,74 a 15,87 °Brix, variação não significativa estatisticamente (Tabela 2). Segundo Durigan et al. (2004) e Fortaleza (2002), os valores de sólidos solúveis totais para o maracujá-azedo encontram-se na faixa de 12,5 a 18,6 °Brix, verificando-se que os frutos das progênies S₂ apresentam valores dentro da faixa encontrada para maracujá-azedo. Aparentemente, não houve depressão endogâmica se manifestando no teor de sólidos solúveis, fato que necessita ser confirmado em avaliações contendo simultaneamente a avaliação de sucessivas gerações. Outro fator a ser

avaliado, é a possibilidade de maior concentração de sólidos solúveis em função de menor tamanho de fruto nas progênies endogâmicas.

Em maracujazeiro, a depressão endogâmica acentua-se após o terceiro ciclo de autofecundação, a qual é caracterizada por flores de tamanho reduzido, perda da coloração da corola e esterilidade dos órgãos reprodutivos (Rêgo, 2001), sendo necessário avaliar as características de flores e frutos nas próximas gerações de autopolinização.

5.3. Teste de emergência das sementes S₃

Diversos autores relatam que a propagação do maracujazeiro por sementes constitui sério problema, visto que a germinação é lenta e irregular, podendo este período ser de 10 dias a três meses, trazendo como consequência um crescimento heterogêneo das plantas (KUHNE, 1968; LUNA, 1984). A maioria dos problemas ocorridos no emprego de sementes de passifloráceas na produção de mudas ou porta-enxertos estão relacionados à heterogeneidade das mudas, à baixa porcentagem de germinação (Morley-Bunker, 1980; Ruggiero, 1991) e período de dormência muito longo, o que tem inviabilizado a utilização de espécies silvestres (MELETTI et al., 2002).

Os resultados da porcentagem de emergência das sementes em dois tempos de armazenamento são apresentados na Tabela 3.

A germinação das sementes foi maior para os genótipos 12 e 53, sendo 42,25 e 39,25 respectivamente. O genótipo 53 não apresentou variação significativa quanto à germinação em relação aos diferentes tempos de armazenamento, o que difere dos demais genótipos, que apresentaram acréscimo na germinação das sementes após armazenamento, ou seja, aquelas extraídas na primeira quinzena de julho germinaram melhor.

Os resultados encontrados contradizem Siqueira & Pereira (2001), ao afirmarem que o poder germinativo diminui com o tempo, lentamente até o quinto mês e mais rapidamente a partir deste período.

Tabela 3. Avaliações do teste de emergência das progênie S₂ do maracujá-azedo em dois tempos de armazenamento para as condições de Viçosa, Minas Gerais.

Progênie	Variáveis/tempo de armazenamento															
	GERM		IVE		NPN		CT		CR		CPA		MF		MS	
	4,5 meses	3,5 meses	4,5 meses	3,5 meses	4,5 meses	3,5 meses	4,5 meses	3,5 meses	4,5 meses	3,5 meses	4,5 meses	3,5 meses	4,5 meses	3,5 meses	4,5 meses	3,5 meses
53	29,25 A a	39,25 A a	1,32 B b	2,25 A a	25,5 A ab	36,0 A a	6,59 B b	10,52 A a	4,69 B c	7,42 A a	1,99 B a	2,85 A a	2,49 B a	5,19 A a	0,401 B a	0,893 A a
12	42,25 A a	4,5 B b	2,42 A ab	0,23 B b	40,75 A a	4,25 B b	10,03 A a	7,21 B b	7,79 A a	5,1 B b	2,11 A a	2,07 A a	4,45 A a	1,28 B b	0,868 A a	0,065 B b
43	37,0 A a	17,5 B b	2,66 A a	1,37 B ab	35,25 A ab	16,0 B b	9,91 A a	9,32 A ab	7,42 A ab	6,66 A ab	2,61 A a	2,56 A a	4,56 A a	3,23 A ab	0,822 A a	0,349 B ab
70	28,25 A a	11,0 B b	1,49 A b	0,68 A b	23,0 A b	9,75 B b	7,82 A ab	8,9 A ab	5,57 A bc	6,37 A ab	2,31 A a	2,47 A a	3,69 A a	2,42 A b	0,510 A a	0,491 A ab
CV(%)	28,72		38,22		34,29		15,72		16,23		19,55		40,85		51,69	

GERM = germinação, IVE= índice de velocidade de emergência, NPN = número de plântulas normais, CT = comprimento total, CR = comprimento da raiz, CPA = comprimento de parte aérea, MF = massa da matéria fresca, MS = massa da matéria seca. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Alguns autores mencionam que a manutenção do poder germinativo das sementes de maracujazeiro é relativamente curta, não sendo superior a doze meses (OSIPI & NAKAGAWA, 2004). O que foi observado neste trabalho foi um aumento na germinação após quatro meses de armazenamento, um indicativo da existência de dormência. A dormência é relatada em diversas espécies de maracujazeiro (Zucarellii, 2007) e pode estar relacionada a substâncias inibidoras de germinação (Siqueira e Pereira, 2001), sendo que o armazenamento das sementes pode contribuir para eliminação dos inibidores e na quebra da dormência (ALMEIDA et al, 1988).

No genótipo 53, embora não houve diferença significativa na germinação com o armazenamento, ocorreu um decréscimo no IVE nas sementes armazenadas por mais tempo, demonstrando redução na qualidade das sementes. As demais variáveis, CT, CR, CPA, MF e MS, sofreram redução com o tempo de armazenamento, confirmando a perda de qualidade da semente nesta progênie.

Nas progênies 12, 43 e 70 houve melhor germinação e, de maneira geral, melhora nos índices de qualidade com o tempo de armazenamento, notadamente na progênie 12, que teve a melhora mais evidente na germinação em função do armazenamento das sementes. Na progênie 70 não se verifica essa melhora. É possível que essa progênie necessite de maior tempo de armazenamento para a superação da dormência das sementes. A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência das sementes de maracujazeiro são influenciadas pelos genótipos das plantas (ALEXANDRE et al, 2004). Embora todas as progênies descendam de UFV-M7, pode haver diferentes combinações genéticas decorrentes da segregação que ocorre em gerações endogâmicas.

A determinação do IVE é importante para determinar se um genótipo apresenta emergência rápida em curto intervalo de tempo, pois é fundamental que as sementes apresentem germinação rápida e homogênea para obter uniformidade em tamanho e menor tempo de formação de mudas, proporcionando uma produção comercial contínua e uniforme (WELTER et al., 2011).

O comprimento total das plântulas variou significativamente tanto em relação aos genótipos quanto ao tempo de armazenamento. Isso ocorreu devido

à variação do comprimento das raízes das plântulas, o comprimento das raízes foi maior para as sementes armazenadas desde o mês de julho, exceto para o genótipo 53, cujas plântulas apresentavam tamanho reduzido.

As plântulas normais de *Passiflora edulis* Sims apresentam raiz principal longa, delgada, linear ou sinuosa, com ou sem raízes laterais, o hipocótilo é verde, longo e cilíndrico, ereto; raízes adventícias ocorrem no colo e na base do hipocótilo. Pecíolos cotiledonares são unidos verticalmente. Cotilédones foliáceos, oblongos com ápice obtuso e base cordada, fortemente nervados livres dos restos seminiais. (PEREIRA E ANDRADE, 1994).

Em relação à massa de matéria fresca e matéria seca, não foram observadas diferenças significativas para o tempo de armazenamento de quatro meses (1º quinzena de julho a novembro). As diferenças foram observadas apenas para a segunda quinzena de agosto, fato que pode ser explicado devido à baixa germinação dos genótipos para as sementes extraídas nesse período.

De acordo com os resultados encontrados nesse trabalho verifica-se que há interferência do genótipo e do tempo de armazenamento na emergência das sementes S3 dos maracujazeiros avaliados. O genótipo 53 possui melhor germinação e maior uniformidade quando plantado 3,5 meses após a extração das sementes e o genótipo 12 possui melhor germinação e maior uniformidade quando armazenado por quatro meses após a extração das sementes.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

- Entre os genótipos estudados considerou-se o genótipo 70 com maior probabilidade de ser AABBCC (1:1), uma vez que as outras hipóteses (3:1, 9:7 e 27:37) foram rejeitadas pelo teste χ^2 a 5% de probabilidade.
- Não houve depressão endogâmica se manifestando no teor de sólidos solúveis e rendimento de suco.
- Há interferência do genótipo e do tempo de armazenamento de sementes S_3 do maracujazeiro avaliado.
- O IVE aumenta em relação ao maior tempo de armazenamento, exceto para o genótipo 53 que apresentou maior IVE para as sementes extraídas em agosto (3,5 meses após a extração).

7. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL (2014) **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 520 p.

AKAMINE, E. K. & GIROLAMI, G. (1959). Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Hawaii **Agricultural Experiment Station Technical Bulletin**. v. 39, p. 1-44.

ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; PARIZZOTTO, A.; BRUCKNER, C. H. (2004) Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.39, n. 12, p. 1239-1245.

ALAMEIDA, A. M., NAKAGAWA, J.; ALMEIDA, R. M. (1988) Efeito do armazenamento na germinação do maracujá amarelo de diferentes estádios de maturação. Experimento I. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. 9. Campinas **Anais**. v. 2, p. 603-608.

ARAÚJO L.A.; ALVES A.S.; ANDRADE R.; SANTOS J.G.R.; COSTA C.L.L. (2008) Comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. Sims flavicarpa Deg.) sob diferentes dosagens de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 98-109.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. (2009) **Melhoramento de plantas**. 5. ed. Viçosa: UFV, 529 p.

BORGES, A. L., LIMA, A. A. (2009) Maracujazeiro. In: CRISOSTOMO, L.A., NAUMOV, A. (Ed.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Potassa, Boletim 18, p. 166-181.

BREWBAKER, J. L. (1957) Pollen cytology and self-incompatibility systems in plants. **The Journal of Heredity**, v. 48, p. 271-277.

BRUGIERE, N.; CUI, Y; ROTHSTEIN, S. J. (2000) Molecular mechanisms of self-recognition in Brassica self-incompatibility. **Trends in Plant Science**. v. 5, p. 432-438.

BRUCKNER, C. H.; CASALI, V. W. D.; MORAES, C. F.; REGAZZI, A. J. & DA SILVA, E. A. M. (1995). Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Acta Horticulturae**, v. 370, p. 47-57.

BRUCKNER, C. H.; MELETTI, L. M. M.; OTONI, W. C.; ZERBINI JÚNIOR, F. M. (2002) Maracujazeiro. In: BRUCKNER, C. H. (ed.) **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, p. 373-409.

CARAFÁ, A. M., CARRATU, G. (1997) Stigma treatment with saline solutions: a new method to overcome self-incompatibility in *Brassica oleracea* L. **Journal of Horticultural Science**, v.72, p. 531-535.

CERVI, A. C. (1997). Passifloraceae do Brasil. **Estudos do gênero Passiflora L., subgênero Passiflora**. Fontqueira v. 45, p. 1-92.

CHARLESWORTH, D.; AWADALLA, D. S. (1998) Flowering plants self-incompatibly: the molecular population genetics of Brassica S-loci. **Heredity**. v. 81, p. 1-9.

CONEXÃO CIÊNCIA. TVNBR: **Citação de base de dados**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/TVNBR/>>. Acesso em: 28 setembro 2013

CRUZ, C.D. (2013). GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 271-276.

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

CUNHA, M.A.P. da; BARBOSA, L.V.; JUNQUEIRA, N.T.V. (2002) Aspectos botânicos. In: LIMA, A.A. (Ed.) **Maracujá produção: aspectos técnicos**. Embrapa mandioca e Fruticultura Cruz das Almas. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, p. 15-24.

DE NETTANCOURT, D. (2000) **Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants**. Berlin. Springer. 320 p.

DE NETTANCOURT, D. (1997) Incompatibility in angiosperms. **Sexual Plant Reproduction**, v. 10, p. 185-199.

DE NETTANCOURT, D. (1977) **Incompatibility in angiosperms**. Berlin. Springer, 230 p.

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

EMBRAPA. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Citação de base de dados. Disponível em: < <http://www.cnpmf.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 novembro de 2013.

ENDRESS, P. K. (1994). **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press, Cambridge, 511 p.

ENTANI, T., TAKAYAMA, S., IWANO, M. (1999) Relationship between polyploidy and pollen self-incompatibility phenotype in *Petunia hybrida* Vilm **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 63, p. 1882-1888.

FAEGRI, K., VAN DER PIJL, L. (1971) **The principles of pollination ecology**. Pergamon Press, Oxford. 244p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. (2011) Pré-melhoramento do maracujá. In: LOPES, M. A.; FAVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. (Eds.) **Pré-melhoramento de plantas: estado da arte e experiências de sucesso**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, DF. p. 550-570.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. (2005) 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, DF: Embrapa Cerrados, 190 p.

FERREIRA, E. T.; EVANGELISTA, B. A.; AGUIAR, J. L. P. de; JUNQUEIRA, N. T. V. (2002) Delimitação de áreas aptas para produção de maracujá na entressafra no estado de Goiás e no Distrito Federal. **Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 24** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 24 p.

FLORES, P. S., OTONI, W. C., DHINGRA, O. D., DINIZ, S. P. S. S., SANTOS, T.M., BRUCKNER, C. H. (2012) In vitro selection of yellow passion fruit genotypes for resistance to Fusarium vascular wilt. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** v. 108, p. 37-45.

FLORES, P. S, SILVA, D. F. P, BRUCKNER, C. H, OLIVEIRA, S. P, SALOMÃO, L. C. C (2011) Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro amarelo provenientes da irradiação com raios gama. **Ciência Rural** v. 41, p. 1903-1906.

FORTALEZA, J. M. (2002) **Influência da adubação potássica e da época de colheita sobre as características físico-químicas dos frutos de nove genótipos de maracujazeiro azedo cultivados no Distrito Federal**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 59 p. Dissertação de Mestrado.

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

FREIRE J. L. DE O.; CAVALCANTE L. F.; REBEQUI A.M.; DIAS T. J.; NUNES J. C.; CAVALCANTE Í. H. L. (2010) Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 5, p. 102-110.

FREITAS, J. P. X.; OLIVEIRA, E. J.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, L. R. (2011) Avaliação dos recursos genéticos de maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1013-1020.

HASENSTEIN, K. H., ZAWADA, M. S. (2001) Auxin modification of the incompatibility response in *Theobroma cacao*. **Physiologia Plantarum**, v. 112, p. 113-118.

JUDD, W. S., CAMPBELL, C. S., KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F. (1999). **Plant Systematics: A Phylogenetic Approach**. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA, 464 p.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. (2005) **Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças**. In: Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T.V.; Braga, M. F. (Eds.) *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina, DF: Cerrados, p. 81-108.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ICUMA, I. M.; VERAS, M. C. M.; OLIVEIRA, M. A. S.; ANJOS, J. R. N. (1999) Cultura do Maracujazeiro. In: SILVA, J. M. de M. (Ed.). **Incentivo à Fruticultura no Distrito Federal: Manual de Fruticultura**. 2. ed. Brasília: OCDF/COOLABORA, v. 1, p. 42-52.

KOSCHNITZKE, C., SAZIMA, M. (1997) Biologia floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em mata semidecídua. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 119-126.

KUHNE, F. A. (1968) **Cultivation of granadillas. Farming in South Africa**, Pretoria, v. 43, n. 11, p. 29-32.

LEE, S. H., HING, M. Y., KIM, S., (2001) Controlling self-incompatibility by CO₂ gas treatment in *Brassica campestris* structural alteration of papillae cell and differential gene expression. By increased CO₂ gas. **Molecules and cells**, v. 11, p. 186-191.

LEWIS, D. (1979). **Sexual incompatibility in plants**. Edward Arnold, London. 110p.

LIMA, A. A., BORGES, A. L. (2002) Solo e clima. In: Lima A. A. (Ed.). **Maracujá. Produção: Aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, p. 25-28.

LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. (2004) **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. p. 15-35

LIRA JUNIOR, J. S de (2012) **Estratégia de superação da autoincompatibilidade e herança da sensibilidade da indução floral ao fotoperíodo em maracujazeiro**. Viçosa-MG. Universidade Federal de Viçosa, 66 p. Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento.

LIRA JUNIOR, J. S. de; FLORES, P. S.; BRUCKNER, C. H. (2014) UFV-M7: mutant yellow passionfruit genotype with photoperiod insensitivity for flowering. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, p. 128-131.

LUNA, J. V. U. (1984) Instruções para a cultura do maracujá. Salvador: EPABA, **Circular Técnica**, n. 7, 25 p.

MACDOUGAL, J. M. (1994). Revision of Passiflora, Subgenus Decaloba, Section Pseudodysosmia (Passifloraceae). **Systematic Botany Monographs**. v. 41, p. 1-146

MACDOUGAL, J. M. (1988) Passiflora eglandulosa, a new species in section Cieca (Medikus) DC. formerly included with P. trinifolia Masters. **Annals of the Missouri Botanical Garden** v. 75, p. 1658-1662.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1962.

MELETTI, L. M. M.; SANTOS, R. R.; MINAMI, K. (2000) Melhoramento do maracujazeiro amarelo: obtenção do cultivar ‘composto IAC-27’. **Scientia Agrícola**. v. 57, p. 491-498.

MELETTI, L. M., FURLANI, P.R., ALVAREZ V., SOARES-SCOTT, M.D., BERNACCI, L.C. & AZEVEDO-FILHO, J.A. (2002) Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá, **O Agrônômico** v. 54, p. 30-33.

MELETTI, L. M. M.; BARBOSA, W.; VEIGA, R. F. A.; PIO, R. (2007) Crioconservação de sementes de seis acessos de maracujazeiro. **Scientia Agrária Paranaensis**, v. 6, p. 13-20.

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

MORLEY BUNKER, M. J. S. (1980) Seed coat dormancy in *Passifora* species. **Annual Journal Royal New Zealand Institute of Horticulture**, v. 8, p. 72-84.

NASRALLAH, J. B. (2000) Cell-cell signaling in the self-incompatibility response. **Current Opinion in Plant Biology**. v. 3, p. 368-373.

NASRALLAH, J. B. (1997) Evolution of the Brassica self-incompatibility locus: a look into S-locus gene polymorphisms. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**. v. 94, p. 9516-9519.

NETTANCOURT, D. (1977) **Incompatibility in Angiosperms**. Berlin: Springer-Verlag, 230 p.

NEWBIGIN, E.; ANDERSON, M. A; CLARKE, A. E. (1993) Gametophytic self-incompatibility systems. **The Plant Cell**. v. 5, p. 1315-1324..

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. (2001) **A Família Passifloraceae na Chapada Diamantina**, Bahia, Brasil. *Sitientibus*, v. 1, n. 1, p. 33-46.

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. (2006). **Flora da Bahia: Passifloraceae. Sitientibus**, v. 6, n.3, p. 194-226.

OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. (2004) Efeito do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander). In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 18, Florianópolis.

PEREIRA, T. S.; ANDRADE, A. C. S. de (1994). Germinação de *Psidium guajava* L. e *Passiflora edulis* Sims – Efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 1, p. 58-62.

RÊGO, M. M. (2001) **Indução in vitro de haploides e de poliploides e detecção molecular de alelos da autoincompatibilidade em maracujazeiro (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg)** Viçosa-MG. Universidade Federal de Viçosa, 75 p. Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento.

RODRIGUES, A. C, CAVALCANTE, L. F., DANTAS, T. A. G., CAMPOS, V. B., DINIZ, A. A. (2008) Caracterização de frutos de maracujazeiro amarelo em solo tratado com biofertilizante supermagro e potássio. **Magistra**, v. 3, n. 20, p. 264-272.

RUGGIERO, C. (1991) Enxertia do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A.R. **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, FCAVJ, Unesp, p. 43-59.

SASSA, H., HIRANO, H., NISHIO, T. (1997) Style-specific self-compatible mutation caused by deletion of the S-Rnase gene in japanese pear (*Pyrus serotina*) **The Plant Journal**. v. 12, p. 223-227.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. (1978) Bat pollination of the passion flowers, *Passiflora mucronata*, in southeastern Brazil. **Biotropica**. v. 10, p. 100-109.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T; DALL'AGNOL, M. (2002) Autoincompatibilidade em Plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 1083-1090.

SILVA, A. C; LUCENA, C. C.; VASCONCELLOS, A. S.; BUSQUET, R. N. B. (2004). Avaliação das fenofases em espécies do gênero passiflora. **Agronomia**, v. 38, n.2, p. 69-74.

SIQUEIRA, D. L.de; PEREIRA, W. E. (2001) Propagação. In: BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá: Tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes. p. 85-137

SUASSUNA, T. M.; BRUCKNER, C. H.; CARVALHO, R.; BORÉM, A. (2003) Self-incompatibility in passionfruit: evidence of gametophytic-sporophytic control. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 106, p. 298-302.

TEZUKA, T., TSURUHARA, A., SUZUKI, H. (1997) A connection between the self-incompatibility mechanism and the stress response in lily. **Plant and Cell Physiology**, v. 38, p. 107-112.

ULMER, T. & MACDOUGAL, J. M. (2004). **Passiflora: passion flowers of the world**. Timber Press, Portland, 430 p.

VANDERPLANK, J. (1996) **Passion flowers**, 2. ed. Cambridge: The MIT Press, 224 p.

VASCONCELOS, M. A. da S., DUARTE FILHO, J. (2000) Ecofisiologia do maracujazeiro. **Informe Agropecuário** , Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 25-28.

ZUCARELLI, V. (2007) **Germinação de sementes de Passiflora cincinnata Mast: Fases, Luz, Temperatura e Reguladores Vegetais**. 111 p. Tese de Mestrado – Universidade Estadual Paulista.

WATSON, D. P.; BOWERS, F. A. (1965) Long days produce flowers on passionfruit. **Farm Science**, Hawaii v. 14, n. 2, p. 3-5.

WELTER, M. K.; SMIDERLE, O. J; UCHÔA, S. C.P; CHANG, M. T.; MENDES, E. P. (2011) Germinação de sementes de maracujá amarelo azedo em função de tratamentos térmicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 227-232.

WESTWOOD, J. H., TOMINAGA, T., WELLER, S. C. (1997) Characterization and breakdown of self-incompatibility in field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.). **The Journal of Heredity**, v. 88, p. 459-465.