



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**DETERMINAÇÃO DO SEXO NO MAMOEIRO  
TAINUNG 01 POR MEIO DE  
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E  
MORFOLÓGICAS DAS SEMENTES E MUDAS**

**RENATA APARECIDA NERES FARIA**

**2016**

**RENATA APARECIDA NERES FARIA**

**DETERMINAÇÃO DO SEXO NO MAMOEIRO TAINUNG 01 POR  
MEIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MORFOLÓGICAS DAS  
SEMENTES E MUDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

**Orientadora**  
**Prof.<sup>a</sup> D.Sc. Silvia Nietsche**

**JANAÚBA**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2016**

Faria, Renata Aparecida Neres

F224d      Determinação do sexo no mamoeiro Tainung 01 por meio de características físicas e morfológicas das sementes e mudas [manuscrito] / Renata Aparecida Neres Faria. – 2016.  
47 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2016.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Silvia Nietzsche.

1. Mamão. 2. Mudanças. 3. Sementes. I. Nietzsche, Silvia. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 634.651

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

**RENATA APARECIDA NERES FARIA**

**DETERMINAÇÃO DO SEXO NO MAMOEIRO TAINUNG 01 POR  
MEIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MORFOLÓGICAS DAS  
SEMENTES E MUDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

**APROVADA em 06 de julho de 2016.**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Silvia Nietsche  
UNIMONTES (Orientadora)

---

Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo  
Pereira  
UNIMONTES (Coorientador)

---

Prof. Dr. Wellington Silva Gomes  
UNIMONTES (Coorientador)

---

Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis  
UFS

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2016**

*Ao senhor Deus, rei da minha vida. Ao meu amado esposo  
Joseilton e aos meus filhos amados, Melyssa Julia e Pedro Samuel.*

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder a concretização desse trabalho, por nunca me deixar sozinha, me dando força e impulsionando-me a ir mais longe.

À Santa mãe de Deus por caminhar ao meu lado.

Ao meu esposo pelo apoio incondicional em todas as etapas do trabalho, aos meus filhos Melyssa Júlia e Pedro Samuel, pelo amor e carinho recebidos, pela compreensão nos momentos em que tive que me ausentar; e por terem caminhado comigo nessa trajetória.

À minha orientadora, Professora Silvia Nietzsche, por toda orientação, pelo incentivo, oportunidade, confiança, por transmitir seus conhecimentos e pelo profissionalismo e amizade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pela concessão da bolsa que contribuiu para o bom aproveitamento do curso.

À Universidade Estadual de Montes Claros – Campus Janaúba (UNIMONTES), pela oportunidade de realização do meu trabalho e, principalmente, pela enorme contribuição na minha formação acadêmica e profissional.

Aos Professores, Marlon Cristian, Wellington Silva e Sidnei Tavares, pelos conhecimentos transmitidos, sugestões apresentadas, pela disponibilidade e contribuição na realização deste trabalho.

Aos amigos do laboratório de Biotecnologia, que muito contribuíram para realização desse trabalho, Pedro Thiago e Francielle Matos, que me deram todo apoio que precisei. Queridos, estarão sempre no meu coração.

Aos colegas do laboratório de Biotecnologia, Ciene, Rayane, Izabela, Kênnia e Luana pela amizade e boa convivência.

Aos funcionários da UNIMONTES, em especial Jaqueline e Seu Admilson pela enorme colaboração no trabalho.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido.

**MUITO OBRIGADA!**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1 Importância econômica da cultura .....	3
2.2 Botânica e origem .....	4
2.3 Biologia floral .....	4
2.4 Herança do sexo .....	6
2.5 Cultivares e híbridos comerciais .....	8
2.6 Marcadores na sexagem em mamoeiro .....	9
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
3.1 Experimento 1- Descritores morfológicos associados à expressão sexual do mamoeiro .....	12
3.1.1 Local e instalação do experimento.....	12
3.1.2 Material vegetal .....	13
3.1.3 Descrição morfológica qualitativa e quantitativa das sementes.....	13
3.1.4 Plantio e adubação .....	14
3.1.5 Análise do vigor.....	14
3.1.6 Descrição morfológica qualitativa e quantitativa das mudas.....	15
3.1.7 Sexagem.....	18
3.1.8 Análises estatísticas .....	19
3.2 Experimento 2 – Seleção de plantas hermafroditas .....	19
3.2.1 Local e instalação do experimento.....	19
3.2.2 Plantio e adubação .....	20
3.2.3 Descrição do experimento .....	20
3.2.4 Avaliações.....	22
3.2.5 Análise estatística .....	22
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
4.1 Experimento 1 .....	23
4.1.1 Descrição morfológica das sementes .....	23
4.1.2 Vigor das sementes .....	24
4.1.3 Descritores qualitativos e quantitativos das mudas.....	27
4.2 Experimento 2: Seleção de plantas hermafroditas .....	34
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>41</b>

## RESUMO

FARIA, Renata Aparecida Neres. **Determinação do sexo no mamoeiro Tainung 01 por meio de características físicas e morfológicas das sementes e mudas.** 2015. 47 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-Árido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.<sup>1</sup>

Estudos vêm demonstrando que descritores morfológicos das mudas podem estar relacionados com a expressão sexual do mamoeiro. Entretanto, ainda não se definiu um protocolo de seleção precoce que apresente alta eficiência; e a confirmação do sexo só é possível em torno de quatro meses após o plantio das sementes, no momento do florescimento. O objetivo do presente estudo foi estabelecer uma relação entre caracteres morfológicos qualitativos e quantitativos de sementes e mudas e a determinação sexual na fase reprodutiva do híbrido de mamão Tainung 01. Foram avaliados descritores qualitativos e quantitativos nas sementes e mudas e o vigor das sementes (emergência e estádios de emergência) em casa de vegetação. Nas plantas avaliadas realizou-se a sexagem aos cinco meses após a semeadura. Os dados dos descritores qualitativos e quantitativos e vigor das sementes foram analisados quanto à distribuição de frequência. Os dados relativos as características quantitativas associadas às mudas foram submetidas à análise multivariada, por meio da análise de componentes principais. Além disso, realizou-se a análise de correlação entre os caracteres: comprimento, largura e massa fresca das sementes; emergência e emissão da primeira folha verdadeira das plântulas. Não foram observadas diferenças significativas para os descritores morfológicos qualitativos e quantitativos das sementes. Entretanto foi observada maior frequência de plântulas provenientes de sementes hermafroditas aos doze e treze dias bem como maior frequência de emissão da primeira folha verdadeira. Em relação aos estádios de emergência, aos 13 dias após semeadura obteve-se maior frequência de plântulas no estágio cotilédones completamente abertos - CCA (20,24%), sem nenhuma relação com o sexo da plântula. O conjunto de descritores quantitativos das plantas: altura, número de nós, diâmetro do caule, comprimento médio dos internódios e número de folhas das mudas explicaram 92,88% da variação total. A relação desses descritores com a expressão sexual

---

<sup>1</sup> **Comitê orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Nietsche - UNIMONTES (Orientadora); Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira - UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Wellington Silva Gomes - UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis - UFS.

do mamoeiro Tainung 01 foi observada aos 105 dias após a semeadura com o sexo hermafrodita. Os resultados do segundo experimento indicaram que a utilização de apenas o descritor altura de plantas, não foi eficiente na predição do sexo do Híbrido Tainung 01.

**Palavras-chave:** *Carica papaya*, sexagem, descritores, flores hermafroditas.

## ABSTRACT

FARIA, Renata Aparecida Neres. **Sex determination in papaya Tainung 01 through physical and morphological characteristics of seeds and morphological markers of seedlings**. 2015. 47 p. Dissertation (Master's Degree in Plant Production in Semi-Arid) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.<sup>2</sup>

Studies have shown that morphological traits of seedlings may be related to sexual expression papaya. However, not yet defined an early selection protocol that has high efficiency; and confirmation of sex is possible only around four months after planting the seeds, at the time of flowering. The aim of this study was to establish a relationship between qualitative and quantitative morphological characters of seeds and seedlings and sexual determination in the reproductive stage of papaya Tainung 01. We evaluated qualitative and quantitative descriptors in seeds and seedlings and seed vigor (emergency and emergency stages) in a greenhouse. The evaluated plants held sexing to five months after sowing. The data of the qualitative and quantitative descriptors and vigor were analyzed for frequency distribution. Data on quantitative traits associated with the seedlings were subjected to multivariate analysis by principal component analysis. In addition, there was a correlation analysis between the characters: length, width and fresh weight of seed; emergency and the first true leaf of seedlings. No significant differences were observed for the qualitative and quantitative morphological traits of seeds. However there was a higher frequency of seedlings from seeds hermaphrodites the twelve and thirteen days and higher frequency of the first true leaf. Regarding the emergency stages, to 13 days after sowing gave higher frequency of seedlings in the fully open cotyledon stage - CCA (20.24%), with no relation to the sex of the seedling. The set of quantitative descriptors of plant height, number of nodes, stem diameter, medium length of internodes and number of seedlings leaves explained 92.88% of the total variation. The relationship of these descriptors with sexual expression of papaya Tainung 01 was observed at 105 days after sowing with hermaphrodite sex. The results of the second experiment indicated that the use of only the descriptor plant height was not efficient in predicting sex Tainung 01.

**Key-words:** *Carica papaya*, sexing, descriptors, hermaphrodite flowers.

---

<sup>2</sup> **Guidance committee:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Nietsche - UNIMONTES (Advisor); Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira - UNIMONTES (Co - Advisor); Prof. Dr. Wellington Silva Gomes - UNIMONTES (Co - Advisor); Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis - UFS.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.) e responde por 12,6% da produção (FAOSTAT, 2015). O cultivo do mamoeiro é realizado praticamente em todos os Estados brasileiros, sendo Bahia e Espírito Santo os dois maiores produtores, seguidos por Minas Gerais, Ceará e Rio Grande do Norte (IBGE, 2014).

A produção brasileira de mamão está baseada em dois grupos: ‘Formosa’ e ‘Solo’. O ‘Formosa’ é destinado principalmente para o mercado interno; e dentre os híbridos do grupo Formosa, o mais cultivado no Brasil é o Tainung 01, que é altamente produtivo e apresenta grande aceitação (RUGGIERO, 2011).

O híbrido Tainung 01 foi desenvolvido pela Estação Experimental de Fengshan, Formosa – China, e é resultante do cruzamento entre ‘Sunrise Solo’ e um genótipo proveniente de uma seleção da Costa Rica, de polpa vermelha. As sementes deste híbrido produzem na nova geração 50% de plantas femininas e 50% de plantas hermafroditas. As plantas hermafroditas são as mais aceitas comercialmente, pois produzem frutos de formato alongado, com variações de piriforme a cilíndrica, pequena cavidade interna e maior valor comercial (COSTA *et al.*, 2000; COSTA e PACOVA, 2003; MARIN *et al.*, 2006; MENDES *et al.*, 1996).

Sendo assim, para obtenção de maior proporção de plantas hermafroditas é necessário o plantio de pelo menos três mudas por cova para futura sexagem (eliminação das plantas femininas), que se dá por ocasião do florescimento, em torno de quatro meses após o plantio das sementes. O cultivo de múltiplas mudas por cova afeta o desenvolvimento das plantas hermafroditas em razão da competição; aumenta os custos de produção no campo bem como os investimentos em sementes e produção de mudas (INCAPER, 2010).

Com intuito de selecionar precocemente plantas hermafroditas, estudos foram realizados empregando-se técnicas de diferenciação morfológica, citológica, marcadores moleculares e bioquímicos (HSU *et al.*, 2012; DEPUTY *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2007). As análises com marcadores moleculares embora sejam eficientes na distinção entre plantas femininas e hermafroditas, são sistemas de seleção caros, que dificultam a seleção em larga escala.

Alguns estudos demonstraram que descritores morfológicos como número de folhas, cor do caule, pigmentação e cor do pecíolo, estão relacionados com a expressão sexual do mamoeiro (ARANGO, 2008; SOMSRI, 1999). Entretanto, ainda não se definiu um protocolo de seleção precoce das mudas que apresente eficiência no processo de eliminação das plantas femininas visando à redução dos custos de produção e incremento da qualidade do produto final.

Considerando a grande importância da cultura a nível nacional e a ausência de um sistema eficiente e prático de seleção precoce de plantas hermafroditas, objetivou-se com o presente estudo, estabelecer relação entre marcadores morfológicos qualitativos e quantitativos das sementes e mudas com o sexo do mamoeiro híbrido Tainung 01.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância econômica da cultura

A cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) possui grande importância econômica no Brasil. Em 2013 foram produzidos 1,58 milhões de toneladas de frutos, tornando o país o segundo maior produtor mundial, ficando atrás apenas da Índia (FAOSTAT, 2015). No referido ano, o mamão se destacou representando 12,6% da produção mundial de frutas do mundo.

O Estado brasileiro com maior produção de mamão é o da Bahia com área colhida de 12 mil hectares e produção de 718,726 toneladas (45,41%). Na sequência se destacam os Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Ceará, Rio Grande do Norte com produções de 25,57%; 8,02%; 7,48% e 4,42%; respectivamente (IBGE, 2013).

A região Nordeste é responsável por 61,80% da produção nacional, com 19.388 hectares e produção de 978.140 toneladas. Em seguida destaca-se o Sudeste, com 34,36% da produção e área de 8,746 mil hectares. As regiões Sul e Centro-Oeste respondem por aproximadamente 0,19% e 0,22% da produção nacional (IBGE, 2013).

O Estado do Espírito Santo no ano de 2012 foi o maior exportador de mamão, tendo como os principais mercados externos a Europa e América do Norte (IBGE, 2014; PRATES, 2005; RUGGIERO *et al.*, 2003). Os principais municípios produtores do Estado são: Linhares, Sooretama e Pinheiros, que apresentam um elevado nível em infraestrutura comercial e qualidade do produto (SERRANO e CATTANEO, 2010).

## 2.2 Botânica e Origem

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta herbácea, pertencente à classe Dicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, subordem Caricineae, família Caricaceae e gênero *Carica* (JOLY, 1993).

A família Caricaceae compreendia 31 espécies distribuídas em três gêneros da América tropical, *Jacaratia*, *Carica* e *Jarilla*, e um gênero na África equatorial, o *Cylicomorpha* (NAKASONE e PAULL, 1998). No entanto, uma revisão taxonômica realizada mais recentemente relata que algumas espécies classificadas no gênero *Carica* devem ser inseridas no gênero *Vasconcellea* (BADILLO, 2001). Por isso, a classificação da família Caricaceae tem sido revisada para abranger o gênero *Cylicomorpha* e mais cinco gêneros das Américas do Sul e Central (*Carica*, *Jacaratia*, *Jarilla*, *Vasconcellea* e *Horovitzia*). *Carica papaya* L. é a única espécie do gênero *Carica*, é uma espécie diplóide com  $2n=2x=18$ , ou seja, possui número básico de cromossomos haplóides ou genoma  $n=9$  (BADILLO, 2001; STOREY, 1941).

O centro de origem do mamoeiro é discutido há muitos anos, mas apesar das opiniões divergentes é provável que esta espécie tenha se originado nas terras baixas da América Central Oriental, do México ao Panamá (NAKASONE e PAULL, 1998).

## 2.3 Biologia Floral

São conhecidas diversas formas florais do mamoeiro, e em função dessa diversidade as flores do mamoeiro podem ser divididas em três tipos bem diferenciados: flores masculinas, femininas e hermafroditas. As flores masculinas dão origem a plantas do sexo masculino, conhecidos pelo termo andrôica, as flores femininas, como ginóicas e a hermafrodita como androginóica (MARIN *et al.*, 1989).

Alterações nos tipos florais também podem ocorrer, causadas por fatores genéticos e ambientais, e acontecem principalmente no tipo hermafrodita (HOFMEYR, 1939; STOREY, 1941). Assim sendo, podem ser encontradas nas lavouras de plantas hermafroditas, flores do tipo pentândrica, carpelóide e flores com reversão sexual, ou seja, flores masculinas.

As flores masculinas ocorrem em pedúnculos longos, inseridos nas axilas das folhas da parte superior do mamoeiro, muito distantes da junção do pecíolo com o caule. A flor estaminada é caracterizada pela ausência de estigma e pelo tubo da corola estreito e muito longo, terminando em cinco pétalas livres em sua extremidade. No interior deste, encontram-se os órgãos masculinos e femininos.

O órgão masculino é constituído por cinco pares de estames funcionais, soldados às pétalas e dispostos em duas séries de verticilos, sendo cinco superiores e cinco inferiores. O órgão feminino possui ovário muito rudimentar e, geralmente, estéril, sem estigma, incapacitando as plantas de produzirem frutos. Os mamoeiros-machos produzem somente flores estaminadas durante todo o ano, porém, elas podem em determinadas épocas, produzir flores hermafroditas férteis, geralmente alongadas, possibilitando o desenvolvimento de frutos, denominados de “mamões de corda”, “mamões-machos” ou “mamões de cabo” (TRINDADE, 2000).

As flores femininas (flor pistilada ou unissexual feminina) são grandes, formadas por pedúnculos curtos nas axilas das folhas, com frequência individual, mas também presentes em pequenos agrupamentos cimosos, composto por duas a três flores. Internamente só apresenta o órgão feminino, que é constituído de um ovário grande e arredado, que se afunila para o ápice, onde se inserem cinco estigmas sésseis em forma de leque (TRINDADE, 2000).

As plantas femininas produzem frutos de formato arredondado ou ligeiramente ovalados, cuja cavidade interna é maior em relação à espessura da

polpa, sendo desvalorizado comercialmente (DANTAS e CASTRO NETO, 2000).

A flor hermafrodita apresenta diâmetro pequeno, sempre em racimos de pedúnculos curtos, e corola gamopétala, com tubo quase tão longo quanto às pétalas. Os estames são em número de dez, todos funcionais, dispostos em duas séries no ápice do tubo da corola, sendo cinco alternados às pétalas e cinco opostos. O pistilo em geral tem cinco carpelos e os ovários alargados na base, com diâmetro muito menor que o da flor pistilada (TRINDADE, 2000).

As plantas hermafroditas produzem frutos considerados os tipos ideais exigidos pelos mercados interno e externo, por seu formato alongado apresentando uma cavidade interna pequena em relação à polpa (DANTAS e CASTRO NETO, 2000).

#### **2.4 Herança do sexo**

Os primeiros estudos acerca da herança sexual foram realizados por Holfmeyr (1938). Em seu estudo o autor realizou o cruzamento entre os três tipos de flores do mamoeiro, dando origem aos seguintes casos:

1- Flor Masculina x Flor Feminina: as sementes produzidas originarão aproximadamente, 50% de plantas masculinas e 50% de plantas femininas;

2- Flor Hermafrodita x Flor Feminina: o cruzamento entre essas flores gerarão sementes que deverão dar origem a 50% de plantas hermafroditas e 50% de plantas femininas, que não é desejável em plantios comerciais, devido à grande população de plantas femininas;

3- Flor Masculina x Flor Hermafrodita: é um tipo de cruzamento indesejável comercialmente, uma vez que, origina plantas masculinas improdutivas e plantas femininas com baixo valor comercial. As sementes produzidas originarão uma geração de descendentes em uma proporção de

aproximadamente 33% de plantas hermafroditas, 33% de plantas masculinas e 33% de plantas femininas;

4- Flor Hermafrodita x Flor Hermafrodita: dos quatro tipos de cruzamentos possíveis, esse apresenta a grande vantagem de gerar uma maior proporção de mamoeiros produtivos e com frutos de maior valor comercial. Nesse cruzamento serão produzidas sementes que deverão originar em torno de dois mamoeiros hermafroditas para um feminino.

Estudos posteriores publicados por Holfmeyr (1938) e Storey (1953) verificaram que o controle genético desse caráter é monogênico, com três alelos, onde o alelo *m* determina o caráter feminilidade, *M1* masculinidade e *M2* hermafroditismo. As combinações entre alelos dominantes *M1M1*, *M2M2* e *M1M2* não ocorre na natureza, porque são letais zigóticos, ou seja, os alelos *M1* e *M2* representam regiões inertes ou desativadas, de tamanho variado, encontradas nos cromossomos sexuais.

As plantas masculinas e hermafroditas são heterozigotas para os alelos *M1* e *M2*, respectivamente, e as plantas femininas são geneticamente homozigotas para o alelo *m*, formando as combinações: *mm* para plantas femininas, *M1m* para plantas masculinas e *M2m* para plantas hermafroditas (STOREY, 1953).

Estudos mais recentes apontam que a determinação do sexo é controlada por dois genes determinantes localizados num par de cromossomos sexuais primitivos (MING *et al.* 2007). Os cromossomos *M1* e *M2* apresentam em média 98,9% de similaridade, diferindo principalmente em regiões intergênicas e repetitivas (YU *et al.*, 2008). A região específica do cromossomo *M1* (MSY) e *M2* (HSY) são altamente metilados e heterocromatizadas em comparação com a região correspondente do cromossomo *m* (ZHANG *et al.*, 2008).

## 2.5 Cultivares e híbridos comerciais

As cultivares de mamoeiro cultivadas no Brasil são classificadas em dois grupos: “Solo” e “Formosa”. As cultivares do grupo “Solo”, são as mais utilizadas no mundo, e apresentam frutos menores e mais leves. O grupo “Formosa”, corresponde em sua maioria híbridos F<sub>1</sub>, que apresentam frutos maiores e mais pesados. O grupo "Formosa" é constituído por híbridos e cultivares que se caracterizam pela produção de frutos de polpa avermelhada, rico em betacaroteno (SANTANA *et al.*, 2004).

As cultivares do grupo “Formosa” que se destacam são os híbridos Tainung 01, Tainung 02, UENF/Caliman 01 e a cultivar Rubi Incaper 511, a qual se destaca, por apresentar polinização aberta, permitindo que o agricultor reaproveite a semente e a utilize por até três plantios consecutivos.

O híbrido Tainung 01 foi desenvolvido pela Estação Experimental de Fengshan, em Formosa, China, e é resultante do cruzamento entre ‘Sunrise Solo’ e uma seleção da Costa Rica, de polpa vermelha. Este híbrido é altamente produtivo e apresenta grande aceitação no mercado interno brasileiro, apresenta uma produtividade média anual de 75,5 a 100,4 t ha<sup>-1</sup>(COSTA e PACOVA, 2003; MARIN *et al.*, 2006; MENDES *et al.*, 1996; PEREIRA *et al.*, 2003).

As sementes deste híbrido produzem na nova geração 50% de plantas femininas e 50% de plantas hermafroditas. Como não se conhece o sexo das plantas no início do plantio os agricultores plantam pelo menos três mudas por cova para futura sexagem, que se dá por ocasião do florescimento (3–5 meses após o plantio) quando serão deixadas apenas as plantas hermafroditas.

O plantio de três ou mais mudas por cova dificulta o desenvolvimento das plantas hermafroditas em razão da competição; para o aumento dos custos de produção em campo e na fase de produção de mudas em viveiro, visto que as

sementes do mamoeiro Tainung 1 são importadas de Taiwan a um preço elevado (GARCIA *et al.*, 2003).

O grupo “Solo” foi introduzido e melhorado no Havaí. Disseminou-se no Brasil a partir de 1977. As plantas desse grupo produzem frutos de polpa avermelhada, de tamanho pequeno (300 a 650 g). As principais cultivares são: Sunrise Solo, Improved Sunrise Solo Line 72/12, Waimanalo, Kapoho Solo, Baixinho de Santa Amália, Golden e THB (NAKASONE, 1988). A cultivar mais plantada é a Sunrise Solo, no entanto tem o seu rendimento limitado de 40 a 60 t ha<sup>-1</sup> (MARTINS e COSTA, 2003).

As cultivares de preferência para exportação são as do grupo Solo (Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo c.v. 72/12) por possuírem frutos pequenos, adequado ao consumo individual, os híbridos do grupo Formosa (Tainung 01 e Tainung 02) que possuem frutos maiores são preferidos para consumo interno (ARANGO, REZENDE e CARVALHO, 2008).

## **2.6 Marcadores na sexagem em mamoeiro**

Os marcadores utilizados em plantas podem ser morfológicos, citológicos, bioquímicos ou moleculares. Os primeiros marcadores utilizados, que contribuíram com a genética e o melhoramento de plantas, foram os marcadores morfológicos (BORÉM, 1997; FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998).

Até meados da década de 1960, os marcadores utilizados em estudos de genética e melhoramento eram controlados por genes associados a caracteres morfológicos, em geral, características fenotípicas de fácil visualização, como nanismo, deficiência de clorofila, cor de pétala ou morfologia foliar (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998). Alguns autores descrevem que o número de marcadores morfológicos é muito variável para as diferentes espécies

de plantas, e também muito limitado, sendo insuficiente para o mapeamento genético ou outras aplicações. Além disso, esses marcadores frequentemente são afetados pela ação gênica de dominância, pelo efeito ambiental, pela pleiotropia e epistasia.

No entanto, Costa *et al.* (2008) relatam que a caracterização morfoagronômica em plantas deve ser realizada com base em caracteres que sejam de fácil detecção e mensuração, tenham alta herdabilidade e que sofram pouca influência ambiental. Esses mesmos autores realizaram a caracterização de 52 acessos de *Capsicum* spp. com 15 descritores. Os resultados obtidos indicaram que os descritores foram úteis para acessar a diversidade genética nos acessos estudados.

No caso do mamoeiro, uma lista de 46 descritores morfológicos e agrônômicos tem sido utilizada para a caracterização de acessos de germoplasma e cultivares (DANTAS *et al.*, 2000). Essa listagem foi definida a partir dos “Descritores para papaya”, estabelecidos pelo ex- International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR (IBPGR, 1988). Pinto (1999) caracterizou 20 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, utilizando 15 descritores vegetativos, 36 descritores da inflorescência e fruto, seis descritores relativos à semente e cinco referentes à composição química dos frutos.

Parasnis *et al.* (2000) declararam que a identificação do sexo com base em morfologia durante a fase de muda ou estágio inicial de crescimento é praticamente impossível devido à falta de características morfológicas claramente definidas. Entretanto, Arango *et al.* (2008) ao estudarem caracteres físicos das sementes como tamanho e peso, bem como vigor das mudas nas cultivares de mamoeiro Tainung 01, conseguiram distinguir antecipadamente o sexo das plantas pelo estudo do vigor. Os autores descrevem que as plantas femininas apresentaram em média cinco folhas por planta e as hermafroditas

quatro folhas, porém com maior velocidade de emergência de plântulas. Somsri (1998) também relacionou os descritores morfológicos: cor do caule, pigmentação e cor do pecíolo, com a expressão sexual do mamoeiro.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Experimento 1- Descritores morfológicos associados à expressão sexual do mamoeiro**

##### **3.1.1 Local e instalação do experimento**

O experimento foi dividido em três etapas, conduzidas na Universidade Estadual de Montes Claros, Campus Janaúba-MG. A 1º etapa consistiu da descrição morfológica qualitativa e quantitativa das sementes. A 2º etapa, análise do vigor das sementes por meio da emergência, e descrição morfológica qualitativa e quantitativa das mudas aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após semeadura, conduzida em casa de vegetação com cobertura de telas de sombreamento pretas, fabricadas com fio de polietileno 100 % virgem, sendo 20 % o nível de sombreamento. Utilizou-se o sistema de irrigação por microaspersão com irrigações realizadas três vezes ao dia com duração de uma hora. A 3º etapa, de sexagem das plantas foi conduzida em condições de campo. Os experimentos foram conduzidos no município de Janaúba pertencente à região semiárida do Estado de Minas Gerais (Latitude =  $-15^{\circ} 48' 09''$ , Longitude =  $-43^{\circ} 18' 32''$  e Altitude = 533 m) e clima, segundo Köppen, do tipo Aw (tropical chuvoso, savana com inverno seco), com médias anuais de precipitação de 900 mm e temperatura média anual de 24 °C, sendo a média de verão 32 °C, alcançando máxima de 38 °C.

### **3.1.2 Material vegetal**

Foram utilizadas 140 sementes de mamoeiro (*Carica papaya* L.) do híbrido Tainung 01 (Grupo Formosa), fornecidas pela Empresa Fruitsi Agronegócios.

Cada semente foi previamente numerada, para posterior sexagem na fase adulta em campo, que ocorreu por ocasião do florescimento.

### **3.1.3 Descrição morfológica qualitativa e quantitativa das sementes**

Utilizou-se para descrição morfológica das sementes, descritores quantitativos e qualitativos, que fazem parte da lista de descritores propostos para o mamoeiro pelo International Board For Plant Genetic Resources Institute-IBPGR (1988).

1. Comprimento e largura: determinada pelo uso de um paquímetro digital e os resultados expressos em centímetros;
2. Massa fresca: determinada por meio de uma balança analítica de precisão, e os resultados expressos em miligramas;
3. Cor, forma e brilho da superfície: determinados de acordo com a tabela 1.

**TABELA 1** Descritores qualitativos propostos para sementes de mamoeiro pelo International Board For Plant Genetic Resources - IBPGR (1988). UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Classificação	Descritores qualitativos para sementes de mamoeiro		
	Cor	Forma	Brilho da superfície
1	Bronzeado	Redonda	Sem brilho
2	Cinza-amarelado	Ovoide	Intermediário
3	Cinza	Outros	Brilhante
4	Marrom	-	-
5	Preto	-	-
6	Outros	-	-

### 3.1.4 Plantio e adubação

As 140 sementes previamente identificadas, foram semeadas individualmente em sacos de polietileno com capacidade para 2 dm<sup>3</sup>, preenchidos com uma mistura de solo proveniente do horizonte A (Latosolo Vermelho eutroférico, textura média, predominante na região) com substrato comercial Bioplant® na proporção 1:1v/v. Cada m<sup>3</sup> da mistura continha 500 g de cloreto de potássio e 720 g de superfosfato simples. Foram realizadas três adubações nitrogenadas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (TRINDADE, 2000).

### 3.1.5 Análise do vigor

Para a determinação do vigor avaliou-se frequência de emissão da primeira folha verdadeira (obtida pela contagem em dias, da semeadura até o aparecimento da primeira folha), frequência de emergência (plântulas cujos cotilédones afloraram a superfície) e frequência de três estádios de emergência: emergência do hipocótilo (EH); emergência dos cotilédones (EC) e; cotilédones completamente abertos (CCA) das plântulas. Os estádios foram definidos a

partir da semeadura e avaliados visualmente o desenvolvimento do hipocótilo e cotilédones das sementes emergidas (Figura 1).



**FIGURA 1** Estádios de emergência das sementes: EH-Emergência do Hipocótilo; EC-Emergência dos Cotilédones; CCA-Cotilédones Completamente Abertos. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

### 3.1.6 Descrição morfológica qualitativa e quantitativa das mudas

A primeira avaliação dos descritores morfológicos (qualitativos e quantitativos) das mudas foi realizada aos 30 dias após a semeadura e as demais avaliações foram conduzidas quinzenalmente até os 105 dias após a semeadura. Em cada avaliação foram avaliados os seguintes descritores:

1. Descritores qualitativos: forma do pecíolo, cor da folha e cor do pecíolo que foram determinados de acordo com o IBPGR (1988) (Tabela 2); e forma da folha de acordo com a Figura 2.

2. Descritores quantitativos: largura e comprimento da folha, comprimento médio dos internódios, número de nós, número de folhas, comprimento do pecíolo, comprimento da planta, diâmetro do caule, e o teor de clorofila por meio do medidor portátil de clorofila modelo SPAD-502. As características avaliadas nas folhas foram realizadas na 4ª folha contada a partir do ápice.

**TABELA 2** Descritores qualitativos propostos para o mamoeiro pelo International Board For Plant Genetic Resources - IBPGR (1988). UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Classificação	Descritores qualitativos para o mamoeiro				
	Folha			Pecíolo	
	Pubescência	Cor	Cerosidade	Cor	Forma
1	-	Verde pálido	-	Verde pálido	Aberto
2	-	Verde	-	Verde	Ligeiramente aberto
3	-	Verde Escuro	-	Verde escuro	Ligeiramente fechado
4	-	-	-	Verde arroxeadado	Fechado
5	-	-	-	Arroxeadado	-
6	-	-	-	Outros	-
-	Ausente	-	Ausente	-	-
+	Presente	-	Presente	-	-



**FIGURA 2** Forma de folhas do mamoeiro Híbrido Tainung 01 em diferentes fases fenológicas. 1 - Codiforme; 2 - Lobada (cinco lóbulos); 3 - Forma de estrela (sete lóbulos). UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

### 3.1.7 Sexagem

Após a sexta avaliação, aos 105 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para o campo, mantendo-se a identidade de cada planta. Aos 45 dias após transplântio em campo, ocasião em que as plantas floresceram, foi realizada a sexagem conforme Gil e Miranda (2005), classificando as plantas em hermafroditas e femininas (Figura 3A e 3B).



**FIGURA 3** Flores do mamoeiro Híbrido Tainung 01. **A**-Flor Hermafrodita; **B**-Flor Feminina. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

### **3.1.8 Análises Estatísticas**

Os dados dos descritores qualitativos e quantitativos e vigor das sementes foram analisados quanto à distribuição de frequência, utilizando-se o teste de Fisher Exato, com auxílio do software estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2004). Os dados dos descritores (qualitativos e quantitativos) relacionados às mudas, foram submetidos à análise multivariada utilizando-se a análise de componentes principais, análise fatorial e análise de agrupamento para identificar quais casos (seis avaliações: A1, A2, A3, A4, A5 e A6 x 2 Sexos: Feminino e Hermafrodita) influenciaram sobre as plantas; com auxílio do software Statistica (STATSOFT, INC., 2011).

Realizou-se a análise de correlação entre os caracteres: comprimento, largura e massa fresca das sementes; emergência e emissão da primeira folha verdadeira das plântulas com auxílio do software estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2004).

## **3.2 Experimento 2 – Seleção de plantas Hermafroditas**

### **3.2.1 Local e instalação do experimento**

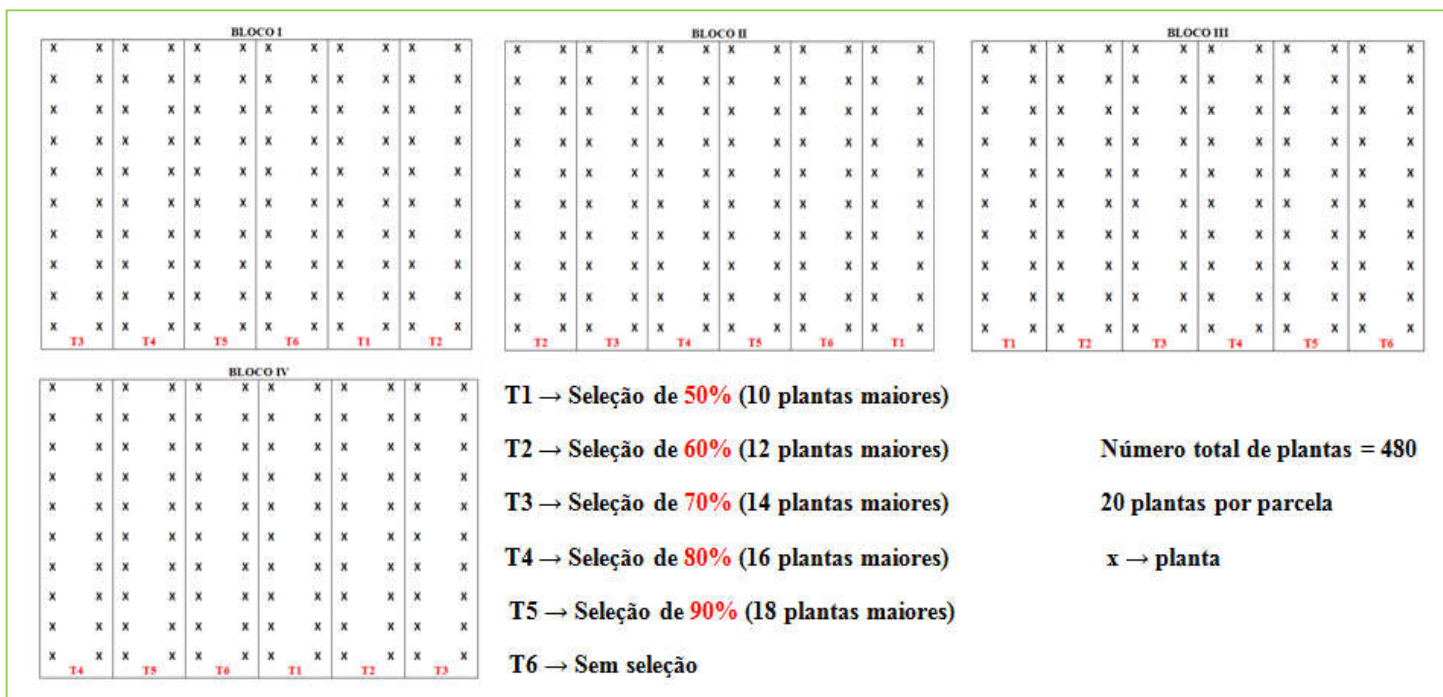
Após obtenção dos resultados do primeiro experimento, conduziu-se um segundo experimento visando à seleção de plantas hermafroditas. Foram utilizadas sementes do híbrido Tainung 01, fornecidas pela Empresa Fruitsi Agronegócios. O experimento foi dividido em duas etapas. A primeira etapa foi conduzida em casa de vegetação até aos 105 dias após semeadura enquanto que a segunda etapa foi conduzida em campo na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros-UNIMONTES, Campus Janaúba-MG .

### **3.2.2 Plantio e adubação**

Para obtenção das mudas, foram utilizados sacos de polietileno com capacidade para 2 dm<sup>3</sup>, preenchidos com uma mistura de solo proveniente do horizonte A (Latosolo Vermelho eutroférico, textura média, predominante na região) com substrato comercial Bioplant® na proporção 1: 1v/v. A semeadura foi realizada manualmente utilizando uma semente por recipiente. Cada m<sup>3</sup> da mistura continha 500 g de cloreto de potássio e 720 g de superfosfato simples. Foram realizadas três adubações nitrogenadas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (TRINDADE, 2000).

### **3.2.3 Descrição do experimento**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos constituídos por: T1- Seleção de 50 % de plantas mais altas; T2- seleção de 60 % de plantas mais altas; T3- seleção de 70% de plantas mais altas; T4- seleção de 80 % de plantas mais altas; T5- seleção de 90% de plantas mais altas e T6- sem seleção. Cada parcela experimental foi constituída por 20 plantas, totalizando 480 mudas (Figura 4).



**FIGURA 4** Esquema de distribuição das mudas em cada bloco no segundo experimento. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

### **3.2.4 Avaliações**

Foram realizadas avaliações quinzenais, iniciando-se aos 30 dias e as demais aos 45, 60, 75, 90 e 105 dias após semeadura, totalizando seis avaliações. Foi utilizado apenas um descritor quantitativo baseado nas análises estatísticas aferidas a partir do experimento 1. Determinou-se como descritor morfológico a altura de plantas, mensurada a partir da região do coleto até a gema apical por meio de uma régua milimetrada. Os resultados foram expressos em centímetros. A cada avaliação, as plantas com maior altura foram selecionadas como hermafroditas na proporção exigida para cada tratamento (50%, 60%, 70%, 80%, 90% e sem seleção). A sexagem das plantas foi realizada no momento da floração, iniciando-se aos 45 dias após transplântio em campo.

### **3.2.5 Análise Estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando o teste “F” foi significativo, as médias das seleções (50%, 60%, 70%, 80%, 90% e sem seleção) em cada avaliação, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Experimento 1

#### 4.1.1 Descrição morfológica das sementes

Todas as sementes apresentaram cor marrom, forma ovóide e sem brilho da superfície (Figura 5). Em relação aos caracteres quantitativos, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para o comprimento, largura e massa fresca das sementes; os quais apresentaram médias de dimensões e massa fresca de 0,50 cm, 0,38 cm e 14 mg, respectivamente (Tabela 3).



**FIGURA 5** Sementes do mamoeiro Híbrido Tainung 01. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

**TABELA 3** Média de comprimento, peso e largura de sementes femininas e hermafroditas do Híbrido Tainung 01 (*Carica papaya* L.). UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Descritores	Sexo		Média Geral
	Feminino	Hermafrodita	
Comp. (cm)	0,50	0,50	0,50
Massa fresca (mg)	14,0	15,0	14,5
Largura (cm)	0,37	0,38	0,37

#### 4.1.2 Vigor das sementes

Aos 150 dias após a semeadura foi observada uma frequência de 44,29% de plantas femininas para 55,71% de plantas hermafroditas. Foi observada maior frequência de plantas hermafroditas emergidas, 20% e 18,57%, aos doze e treze dias após a semeadura, respectivamente (Tabela 4). Nenhuma planta emitiu a primeira folha verdadeira aos 11 dias após a emergência. A maior frequência de emissão da primeira folha verdadeira também ocorreu nas plantas hermafroditas, 38,57%, aos 13 dias após a semeadura (Tabela 4).

**TABELA 4** Frequência de emergência de sementes do sexo feminino e hermafrodita do híbrido Tainung 01 (*Carica papaya* L.) em condições de casa de vegetação. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Dias após semeadura	Frequência (%)	
	Feminino % (n)	Hermafrodita % (n)
	<b>Emergência<sup>1</sup></b>	
11	16,43 (23)	15,71 (22)
12	11,43 (16)	20,00 (28)
13	14,29 (20)	18,57 (26)
14	0,71 (1)	0,00 (0)
15	0,71 (1)	0,00 (0)
17	0,71 (1)	0,71 (1)
22	0,71 (0)	0,71 (1)
<b>Total</b>	<b>44,29</b>	<b>55,71</b>
	<b>Emissão da 1ª folha<sup>1</sup></b>	
11	0,00 (0)	0,00 (0)
12	15,71 (22)	15,00 (21)
13	25,71 (36)	38,57 (54)
14	0,71 (1)	0,71 (1)
15	0,71 (1)	0,71 (1)
16	0,71 (1)	0,71 (1)
17	0,71 (1)	0,00 (0)
18	0,00 (0)	0,00 (0)
23	0,00 (0)	0,00 (0)
<b>Total</b>	<b>44,29</b>	<b>55,71</b>

(n) Número de sementes emergidas em cada estágio; (%) Número de sementes emergidas em porcentagem em cada estágio; \*\* Teste de Fisher Exato significativo a 1% de probabilidade.

Foi observada correlação significativa para os seguintes descritores: comprimento e largura da semente; comprimento e massa fresca da semente; massa fresca e largura da semente; e porcentagem de emergência e emissão da

primeira folha verdadeira (Tabela 5). Embora todas sejam significativas os caracteres que mostraram correlação forte foram: porcentagem de emergência e emissão da primeira folha verdadeira, por apresentarem coeficiente de correlação maior que 0,85 (SHIMAKURA, 2006).

**TABELA 5** Matriz de coeficientes de correlação entre cinco descritores de mamão Híbrido Tainung 01 (*Carica papaya* L.), obtida a partir de 140 sementes. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Descritores	Descritores			
	Largura	Massa fresca	Emergência	EPFV <sup>1</sup>
Comprimento	0,644961**	0,609671**	0,014683	0,006672
Largura		0,560864**	0,029001	0,071417
Massa fresca			0,008216	0,039995
Emergência				0,930482**

<sup>1</sup>Emissão da Primeira Folha Verdadeira; \*\*Significativo a 1 % de probabilidade.

Aos 13 dias após sementeira obteve-se maior frequência de plântulas no estágio cotilédones completamente abertos - CCA (20,24%), sem nenhuma relação com o sexo da plântula (Tabela 6).

**TABELA 6** Frequência dos Estádios de emergência em dias, de sementes do Híbrido Tainung 01 (*Carica papaya* L.). EH- emergência do hipocótilo; EC- emergência dos cotilédones; CCA- cotilédones completamente abertos. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Dias após semeadura	Estádios de emergência**			Total (%)
	EH % (n)	EC % (n)	CCA % (n)	
10	10,48 (44)	0,00 (0)	0,00 (0)	10,48
11	10,71 (45)	10,71 (45)	0,00 (0)	21,43
12	10,95 (46)	10,48 (44)	10,95 (46)	32,38
13	0,48 (2)	10,95 (46)	20,24(85)	31,67
14	0,00 (0)	0,24 (1)	0,95 (4)	1,19
15	0,00 (0)	0,24 (1)	0,24 (1)	0,48
16	0,48 (2)	0,00 (0)	0,24 (1)	0,71
17	0,00 (0)	0,48 (2)	0,24 (1)	0,71
18	0,00 (0)	0,00 (0)	0,24 (1)	0,24
21	0,24 (1)	0,00 (0)	0,00 (0)	0,24
22	0,00 (0)	0,24 (1)	0,24 (1)	0,48

(n) Número de sementes emergidas em cada estágio; (%) Número de sementes emergidas em porcentagem em cada estágio; \*\*Teste de Fisher Exato significativo a 1% de probabilidade.

#### 4.1.3 Descritores qualitativos e quantitativos das mudas

Os quatro autovalores estimados representaram cerca de 99,98% da variância total observada (Tabela 7). Observa-se que os valores que possuem uma significância igual, ou superior a 0,7 estão em destaque em cada fator (Tabela 7).

O fator 1 foi o mais significativo para o estudo, pois foi derivado do maior autovalor e explica em torno de 92,88% da variação total (Tabela 7). Os descritores que mais contribuíram foram: altura, número de nós, diâmetro do caule, comprimento médio dos internódios e número de folhas. O fator 2 foi

explicado por apenas um descritor, comprimento do pecíolo. Os demais fatores não estão relacionados a nenhum dos descritores (Tabela 7).

**TABELA 7** Autovalores, percentual da variância explicada de cada componente e composição dos fatores após rotação dos dados (Verimax Normalized). UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Número de componentes	Extração dos componentes principais			
	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	5,573026	92,88377	5,573026	92,88377
2	0,332589	5,54315	5,905615	98,42692
3	0,080543	1,34238	5,986158	99,76930
4	0,012353	0,20588	5,998511	99,97518

Descritores	Composição dos fatores			
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
ALT	<b>0,901379</b>	0,397222	0,167036	0,037918
NN	<b>0,826551</b>	0,486685	0,281695	0,009430
DC	<b>0,890783</b>	0,413620	0,178385	0,058198
CMI	<b>0,816381</b>	0,446722	0,354865	-0,088358
NF	<b>0,757843</b>	0,436938	0,484088	0,016732
CP	0,409341	<b>0,895111</b>	0,176607	-0,004357

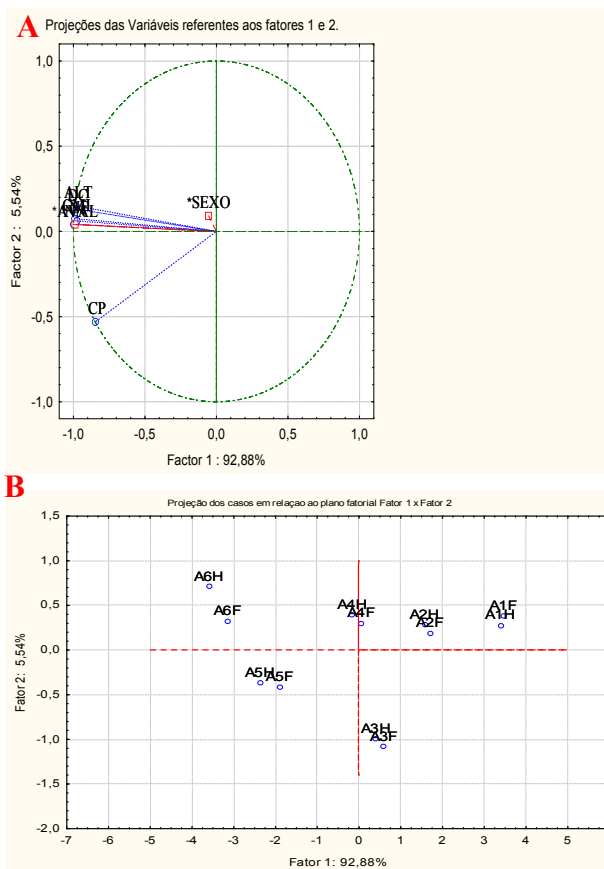
ALT = Altura; NN= Número de Nós; DC= Diâmetro do Caule; CMI= Comprimento Médio dos Internódios; NF= Número de Folhas; CP= Comprimento do Pecíolo.

Através do círculo unitário foi possível identificar visualmente, quais descritores estão relacionados com os casos em estudo (Figura 6 A). A sobreposição de alguns descritores sugere que esses possuem a mesma representatividade, bem como a proximidade dos descritores em relação à linha que forma o círculo indicam maior contribuição em relação aos que estão distanciados (Figura 6 A).

Observa-se que todos os descritores apresentam alta contribuição no estudo dos casos, porém, a época de avaliação exerce maior influência sobre os mesmos, principalmente sobre os descritores que representam o fator de maior importância para o estudo. Isto se deve ao fato de que a época de avaliação, assim como os descritores, se encontram sobre a linha do círculo unitário. Já o sexo, embora exerça influência sobre os descritores, é menor, uma vez que o mesmo manteve-se próximo ao centro do círculo (Figura 6 A).

Analisando-se o gráfico da distribuição da nuvem de descritores em relação ao gráfico da distribuição da nuvem de pontos (casos), pode-se observar que o descritor comprimento do pecíolo (CP) foi o mais representativo do fator 2. Os casos que mais contribuíram na formação da combinação linear CP foram A5F e A5H, pois estão no mesmo quadrante. Pode-se observar, ainda, que os casos que possuem uma maior contribuição, na formação da combinação linear dos descritores ALT, NN, DC, CMI e NF, foram o A6F e A6H. No entanto o A6H encontra-se mais distante da origem, indicando que este caso possui maior influência sobre as variáveis (Figuras 6 A e 6 B).

Os demais casos não apresentam representatividade significativa em relação a estes dois fatores, pois tenderam a se aproximar do centro dos quadrantes ou, estão em quadrantes opostos (Figuras 6 A e 6 B).



**FIGURA 6** Distribuição da nuvem de descritores no círculo de correlações (A) e da distribuição da nuvem de pontos - os casos (B), para os descritores relacionados às plantas. ALT = Altura; NN= Número de Nós; DC= Diâmetro do Caule; CMI= Comprimento Médio dos Internódios; NF= Número de Folhas; CP= Comprimento do Pecíolo. A1H = 1º Avaliação com sexo Hermafrodita; A1F = 1º Avaliação com sexo Feminino; A2H = 2º Avaliação com sexo Hermafrodita; A2F = 2º Avaliação com sexo Feminino; A3H = 3º Avaliação com sexo Hermafrodita; A3F = 3º Avaliação com sexo Feminino; A4H = 4º Avaliação com sexo Hermafrodita; A4F = 4º Avaliação com sexo Feminino; A5H = 5º Avaliação com sexo Hermafrodita; A5F = 5º Avaliação com sexo Feminino; A6H = 6º Avaliação com sexo Hermafrodita; A6F = 6º Avaliação com sexo Feminino. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Observou-se que os quatro autovalores relativos aos descritores das folhas representam em torno de 99,72% da variância total (Tabela 8). Os valores de proporção de variação das variáveis que possuem uma significância igual, ou superior, a 0,7 estão em destaque em cada fator (Tabela 8). Pode-se inferir que o fator 1 é o mais importante para o estudo, por possuir maior autovalor e explicou 52,41% da variação total. Os descritores, que mais contribuíram foram: comprimento, largura, SPAD, forma da folha e forma do pecíolo. Enquanto que o fator 2 foi explicado por apenas um descritor, cor do pecíolo (Tabela 8).

**TABELA 8** Autovalores, percentual da variância explicada de cada componente e composição dos fatores. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Número de componentes	Extração dos componentes principais			
	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	3,668689	52,4098	3,668689	52,4098
2	2,458231	35,1176	6,12692	87,5274
3	0,553574	7,9082	6,680494	95,4356
4	0,300354	4,2908	6,980848	99,7264

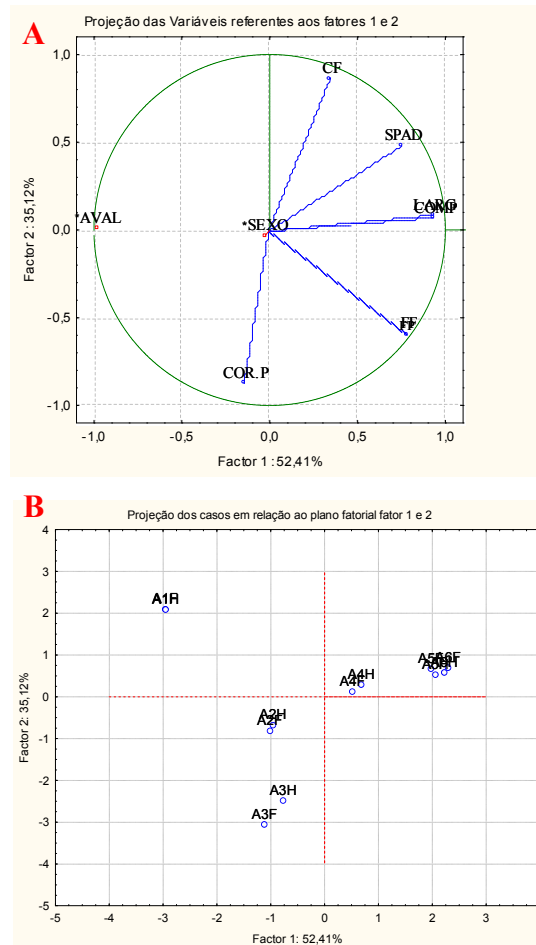
  

Descritores	Composição dos fatores			
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
COMP	<b>0,934758</b>	0,063932	-0,318717	0,118878
LARG	<b>0,929110</b>	0,081878	-0,333476	0,123535
SPAD	<b>0,751530</b>	0,482287	0,437801	-0,085785
CF	<b>0,345705</b>	-0,866572	0,236992	0,265096
FF	<b>0,783004</b>	-0,590799	0,146462	-0,124151
FP	<b>0,783004</b>	-0,590799	0,146462	-0,124151
CORP	-0,145502	<b>0,875102</b>	0,223717	0,403111

COMP= Comprimento da folha; LARG= Largura da folha; SPAD= Teor de Clorofila; CF= Cor da folha; FF= Forma da folha; FP= Forma do pecíolo; CORP= Cor do pecíolo.

Observou-se que os descritores que possuem mesma representatividade são comprimento e largura, bem como forma da folha e forma do pecíolo (Figura 7A). Todos os descritores apresentaram contribuição no estudo dos casos, pela proximidade das mesmas em relação à linha que forma o círculo. A época de avaliação exerceu maior influência sobre os mesmos, por se encontrar sobre a linha do círculo unitário. No entanto, o sexo, não exerceu nenhuma influência sobre os descritores, uma vez que se manteve próximo ao centro do círculo (Figura 7 A).

Analisando-se os dois gráficos (Figuras 7 A e 7 B), constatou-se que o descritor CORP é o mais representativo do fator 2. Os casos que mais contribuíram na formação da combinação linear CORP foram: A3F e A3H, pois estão no mesmo quadrante e distantes da origem. Os casos que possuem uma maior contribuição na formação da combinação linear dos descritores COMP, LARG e SPAD são representados por: A5F, A5H, A6F e A6H. Os demais casos não apresentaram representatividade significativa em relação a estes dois fatores, pois tenderam a se aproximar do centro dos quadrantes ou, estão em quadrantes opostos.



**FIGURA 7** Distribuição da nuvem de descritores no círculo de correlações (A); e da distribuição da nuvem de pontos - os casos (B), para os descritores relacionados às folhas. COMP= Comprimento da folha; LARG= Largura da folha; SPAD= Teor de Clorofila; CF= Cor da folha; FF= Forma da folha; FP= Forma do pecíolo; CORP= Cor do pecíolo. A1H = 1º Avaliação com sexo Hermafrodita; A1F = 1º Avaliação com sexo Feminino; A2H = 2º Avaliação com sexo Hermafrodita; A2F = 2º Avaliação com sexo Feminino; A3H = 3º Avaliação com sexo Hermafrodita; A3F = 3º Avaliação com sexo Feminino; A4H = 4º Avaliação com sexo Hermafrodita; A4F = 4º Avaliação com sexo Feminino; A5H = 5º Avaliação com sexo Hermafrodita; A5F = 5º Avaliação com sexo Feminino; A6H = 6º Avaliação com sexo Hermafrodita; A6F = 6º Avaliação com sexo Feminino. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

#### 4.2 Experimento 2: Seleção de plantas hermafroditas

Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos em nenhuma das avaliações, indicando que não houve associação entre o descritor morfológico altura de plantas e o sexo hermafrodita (Tabela 9).

Observou-se que a média de plantas hermafroditas varia entre 46,83% e 57% nas seleções realizadas, com proporção entre plantas femininas e hermafroditas de aproximadamente 1:1(Tabela 10).

**TABELA 9** Resumo da análise de variância da porcentagem de plantas do sexo hermafrodita do híbrido Tainung 01, obtidas em diferentes seleções aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após semeadura. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

FV	GL	Quadrado Médio					
		30 dias	45dias	60 dias	75 dias	90 dias	105 dias
		% de plantas Hermafroditas					
TRAT	5	122,41 <sup>ns</sup>	76,06 <sup>ns</sup>	102,1 <sup>ns</sup>	59,77 <sup>ns</sup>	102,24 <sup>ns</sup>	80,42 <sup>ns</sup>
BLOCO	3	172,30 <sup>ns</sup>	208,22 <sup>ns</sup>	298,94 <sup>ns</sup>	642,37 <sup>ns</sup>	496,81 <sup>ns</sup>	731,26
Resíduo	15	151,05	134,28	165,14	257,9	166,81	180,39
CV(%)	-	25,00	22,36	23,69	32,69	25,72	25,60

(ns) Não significativo.

**TABELA 10** Porcentagem de plantas hermafroditas do mamoeiro híbrido Tainung 01, obtidas em diferentes seleções aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após sementeira. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2016.

Dias após sementeira	Seleções					
	50%	60%	70%	80%	90%	Sem seleção
	% de plantas Hermafroditas					
30	54	40	47	47	49	56
45	58	47	48	50	52	56
60	56	49	56	49	54	62
75	47	47	47	47	52	56
90	53	44	55	45	49	56
105	58	54	50	46	50	56
Média Geral	54,33	46,83	50,50	47,33	51	57

## 5 DISCUSSÃO

A descrição morfológica das sementes realizada no presente estudo, bem como a frequência de aproximadamente 1:1 entre plantas femininas e hermafroditas corroboram com trabalhos anteriores publicados sobre o híbrido Tainung 01 (COSTA *et al.*, 2000; GIL e MIRANDA, 2005). Os resultados das avaliações qualitativas das sementes também demonstraram não haver qualquer relação com a determinação sexual das plantas.

No presente estudo as sementes do híbrido Tainung 01 apresentaram boa capacidade de emergência, independente do sexo, até aos 13 dias após o plantio 96% das sementes emergiram. Dias *et al.* (2014) relata que a germinação das sementes de mamão é lenta e irregular, podendo levar de 4 a 8 semanas. No entanto, Yamanishi *et al.* (2004) testaram diferentes substratos na germinação de sementes deste mesmo híbrido e verificaram uma alta capacidade de germinação, iniciando aos doze dias após semeadura. A boa capacidade de emergência das sementes no presente estudo pode ser atribuída às condições de temperatura e umidade do ambiente durante a condução do experimento. ( $T_{m\acute{a}x.} = 38^{\circ} C$  e  $T_{m\acute{i}n.} = 15^{\circ} C$ ), pois de acordo com Chacko e Singh (1966), altas temperaturas influenciam na germinação de sementes de mamão.

O estudo de correlação entre os quatro caracteres quantitativos indicou uma alta associação entre a emergência e a emissão da primeira folha verdadeira. A obtenção de uma correlação alta indica uma boa chance de se obter ganhos na seleção indireta de uma característica em relação à outra. Na prática é de fundamental importância, pois quando um caráter de elevado valor econômico possui baixa herdabilidade e, ou, de difícil avaliação, a seleção pode ser realizada no caráter que apresenta alta herdabilidade e, ou, de fácil avaliação (FERREIRA *et al.*, 2012).

Considerando os dados de frequência e os coeficientes de correlações podemos sugerir que sementes que emergiram aos 12 e 13 dias e que emitiram a primeira folha verdadeira aos 13 dias após a semeadura apresentam uma tendência de serem plantas hermafroditas. Desta maneira uma das estratégias de seleção indireta de plantas hermafroditas pode ser realizada por meio da avaliação da emissão da primeira folha verdadeira.

No presente estudo não foi possível observar associação entre determinação sexual e os estádios de emergência. No entanto Arango *et al.* (2008) conseguiram identificar antecipadamente o sexo do híbrido Tainung 01 por meio dos estádios de emergência, avaliados aos 20 dias após semeadura. De acordo com os autores, as sementes classificadas no estágio EC, originaram maior proporção de plantas hermafroditas. O fato de no presente estudo não ser observada associação entre a determinação sexual e os estádios de emergência deve ser atribuído ao período de emergência até aos 13 dias após semeadura.

Podemos inferir que há uma importante associação entre os caracteres quantitativos e a expressão sexual das mudas de mamoeiro Tainung 01 aos 105 dias (A6H) após semeadura. Em termos práticos, os dados estimados permitem a seleção de mudas hermafroditas baseados em caracteres quantitativos como: altura, número de nós, diâmetro do caule, comprimento médio dos internódios e número de folhas das mudas. Assim, podem-se concentrar maiores esforços na avaliação das mesmas, descartando a avaliação das outras variáveis.

Somsri (1999) utilizaram caracteres morfológicos para prever o sexo em 10 cultivares de mamoeiro e relataram que a altura das plantas e o número de nós também foram úteis para distinguir plantas fêmeas de hermafroditas. Entretanto, Arango *et al.* (2008) identificaram que plantas do sexo feminino do híbrido Tainung 01 apresentavam significativamente maior número de folhas; sem nenhuma relação da expressão sexual para o descritor altura de plantas.

Em relação aos caracteres associados às folhas de mudas de mamoeiro, o fator 1 (comprimento, largura, SPAD, forma da folha e forma do pecíolo) explicou mais de 50% da variância acumulada. Entretanto, o sexo, não exerceu nenhuma influência sobre os descritores. Desta maneira esses caracteres terão baixa utilidade nos processos de seleção e distinção do sexo entre plantas do híbrido Tainung 01.

No presente estudo não foi possível comprovar a existência de associação entre o descritor morfológico, cor do pecíolo e a expressão sexual. Entretanto, Somsri (1999) afirmou que a expressão sexual da cultivar de mamão Khaeg Dum da Tailândia está relacionada com os descritores morfológicos como a cor do caule, pigmentação e cor do pecíolo.

Embora limitados, os marcadores utilizados em estudos de seleção indireta, em geral são controlados por genes associados a caracteres morfológicos, isto é, características fenotípicas de fácil visualização e de alta herdabilidade, como nanismo, deficiência de clorofila, cor de pétala ou morfologia foliar (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998). Alguns autores descrevem que o número de marcadores morfológicos é muito variável para as diferentes espécies de plantas, além disso, esses marcadores são frequentemente afetados pela ação gênica de dominância, pelo efeito ambiental, pela pleiotropia e epistasia.

O resultado obtido no segundo experimento indicou que a utilização de somente um descritor para seleção de plantas hermafroditas não foi eficiente. Compreende-se que o estabelecimento de um protocolo de seleção de mudas hermafroditas, deve ser realizado por meio da associação de dois ou mais dos descritores relacionados à expressão sexual, como: altura, número de nós, diâmetro do caule, comprimento médio dos internódios e número de folhas das mudas; adicionalmente ao período de emergência das sementes.

Avaliando os dados obtidos no presente estudo podemos sugerir que em futuras avaliações seja considerada uma estratégia de seleção mais completa, considerando a idade da muda bem como um maior número de descritores. A seleção poderá ser efetuada aos 105 dias após semeadura em mudas com resultados a partir de: 44 centímetros de altura, 21 nós, 19,54 milímetros de diâmetro do caule, 1,99 centímetros de comprimento médio dos internódios e com 16 folhas. E a seleção com base na emergência de sementes deve ocorrer aos 13 dias após semeadura, em plântulas que possuam a primeira folha verdadeira.

Os resultados do presente estudo, bem como os relatos já descritos na literatura indicam que há uma associação entre marcadores morfológicos, quantitativos e qualitativos das mudas do mamoeiro Tainung 01 e a expressão sexual. Entretanto, o nível de associação tem se mostrado variável, provavelmente em função das condições climáticas às quais as mudas são submetidas, bem como o estágio de desenvolvimento das mesmas.

Embora os resultados iniciais sejam promissores e permitam estabelecer um protocolo inicial de seleção; a realização de novos estudos e as futuras avaliações em distintos ambientes, bem como a verificação da viabilidade econômica desta prática será fundamental para consolidar e difundir a prática entre os viveiristas e produtores de mamão.

## 6 CONCLUSÕES

Os marcadores morfológicos quantitativos e qualitativos das sementes não estabelecem nenhuma relação com o sexo do mamoeiro Híbrido Tainung 01. Os marcadores morfológicos altura de plantas, número de nós, comprimento médio dos internódios, número de folhas e vigor das sementes, possuem relação com a determinação sexual do mamoeiro Híbrido Tainung 01.

A utilização de somente o descritor altura de plantas, não possibilita a seleção de plantas hermafroditas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANGO, L. V.; REZENDE, C. R. de; CARVALHO, S. P. de. Identificação antecipada do sexo do mamoeiro pelos caracteres físicos das sementes e padrões isoenzimáticos das mudas. **Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, Bogota, v. 9, n. 1, p. 22-29, jun. 2008.

BADILLO, V. M. Nota correctiva Vasconcellea St. Hil. y no Vasconcellea (Caricaceae). **Ernstia**, Maracay, v. 11, n. 1, p. 75-76, 2001.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997.

BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. **Marcadores moleculares**. Viçosa-MG: UFV, 2009.

CHACKO, E. K.; SINGH, R. N. The effect of gibberellic acid on the germination of papaya seeds and subsequent seedling growth. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 43, n. 4, p. 341-346, 1966.

COSTA, A. de F. S. da; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. **A cultura do mamoeiro: tecnologia de produção**. Vitória: Incaper, 2003. p. 57-102.

COSTA, A. de F. S. da et al. Avaliação do sexo dos parentais do híbrido de mamoeiro Tainung nº 1 em função de seus descendentes. In: RESUMOS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000. 1 CD-ROM.

DANTAS, J. L. L.; CASTRO NETO, M. T. Aspectos botânicos e fisiológicos. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão, produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 11-14.

DEPUTY, J. C. et al. Molecular markers for sex determination in papaya (*Carica papaya*L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 106, n. 1, p. 107-111, 2002.

DIAS, M. A. et al. Morphological changes and quality of papaya seeds as correlated to their location within the fruit and ripening stages. **Idesia**, Arica, v. 32, n. 1, p. 27-34, Jan./Feb. 2014.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, J. P. et al. Correlações entre características morfo-agronômicas de acessos de mamoeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 246, jun. 2012.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOST. **Statistics division**. Disponível em:<<http://faostat3.fao.org/home/e>>. Acesso em: 16 set. 2015.

GARCIA, C. R. D.; COSTA, E. B. da.; LOSS, W. R. Custos de produção de mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003. p. 443-464.

GIL, A. I.; MIRANDA, D. Morfología de la flor y de la semilla de papaya (*Carica papaya* L.): variedad Maradol e híbrido Tainung-1. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 23, n. 2, p. 217-222, nov. 2005.

HOLFMEYR, J. D. J. Genetical studies of *Carica papaya* L. **African Department of Agriculture for Science Bulletin**, v. 187, p. 1-46, 1938.

HSU, T. H.; GWO, J. C.; LIN, K. H. Rapid sex identification of papaya (*Carica papaya*) using multiplex loop-mediated isothermal amplification (mLAMP). **Planta**, Taiwan, v. 236, n. 4, p. 1239-1246, jun. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Produção Agrícola Municipal**: 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica**: (SIDRA). 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

INSTITUTO CAPICAXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. INCAPER. **Nova variedade de mamão representa economia para os produtores rurais**. 2010. Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/?a=noticias/2010/novembro/noticias\\_11\\_11\\_2010](http://www.incaper.es.gov.br/?a=noticias/2010/novembro/noticias_11_11_2010)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. IBPGR. **Descriptors for papaya**. Rome: FAO, 1988.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 11. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1993.

MARIN, S. L. D. et al. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 6, p. 540-546, 2006.

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; ALVES, F. L. **Introdução, avaliação e seleção do mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo Line 72/12 no Estado do Espírito Santo**. Vitória: Emcapa, 1989. Documentos, 59.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: INCAPER, 2003.

MARTINS, G. N. et al. Efeito do pólen nas características físicas e fisiológicas de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 19-26, 2009.

MATOS, E. L. S. **Caracterização molecular de acessos de mamoeiro com o uso de marcadores microssatélites**. 2010. 59 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais)-Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EAUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996.

MING, R.; YU, Q.; MOORE, P. H. Sex determination in papaya. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, Paris, v. 18, n. 3, p. 401-408, 2007.

NAKASONE, H. Y.; PAULL, R. E. **Tropical fruits: crop production science in horticulture**. New York: Cab International, 1998.

OLIVEIRA, E. J. de et al. Marcadores moleculares na predição do sexo em plantas de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p. 1747-1754, dez. 2007.

PARAN, I.; MICHELMORE, R. W. Development of reliable PCR-based markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v. 85, n. 8, p. 985-993, Feb. 1993.

PARASNIS, A. S. et al. A highly reliable sex diagnostic PCR assay for mass screening of papaya seedlings. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 6, n. 3, p. 337-344, June, 2000.

PARASNIS, A. S.; RAMAKRISHNA, W.; CHOWDARI, K. V. Microsatellite (GATA) in reveals sex-specific differences in papaya. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v. 99, n. 6, p. 1047-1052, 1999.

PRATES, R. S. **Aspectos operacionais do programa de exportação do mamão brasileiro para os Estados Unidos: sete anos de sucesso.** Vitória: Incaper, 2005.

RUGGIERO, C. et al. **Panorama da cultura do mamão no Brasil e no mundo: situação atual e tendências.** Vitória: Incaper, 2003.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 76-82, out. 2011. Volume Especial.

SANTANA, L. R. R.; MATSUURA, F. C. A.; CARDOSO, R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 217-222, 2004.

SANTOS, S. C. et al. A microsatellite library for *Carica papaya* L. cv. Sunrise Solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 263-267, 2003.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical analysis system user's guide**: version 9.1. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2004.

SERRANO L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 657-959, 2010.

SHIMAKURA, S. E. **Interpretação do coeficiente de correlação**. Disponível em: <[www.est.ufpr.br](http://www.est.ufpr.br)>. Acesso em: 12 jul. 2016.

SOMSRI, S. Improvement of papaya (*Carica papaya* L.) for South-East Queensland: investigation of sex-type and fruit quality. **Australian New Crops Newsl**, v. 11, (25.2), 1999.

STATSOFT SOUTH AMERICA. **Statistica data analysis software system**. Tulsa: Stat Soft Inc., 2011.

STOREY, W. B. Genetics of the papaya. **Journal of Heredity**, Washington, v. 44, n. 2, p. 70-78, 1953.

STOREY, W. B. The botany and sex relationships of the papaya. In: \_\_\_\_\_. **Papaya production in the Hawaiian Island**. Hawaii: University of Hawaii; Hawaii Agricultural Experiment Station, 1941. Part I, p. 5-22. Technical Bulletin, 87.

TRINDADE, A. V. **Mamão produção**: aspectos técnicos. Brasília: EMBRAPA, 2000. Comunicação para Transferência de Tecnologia.

URASAKI, N. et al. A male and hermaphrodite specific RAPD marker for papaya (*Carica papaya* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 104, n. 2-3, p. 281-285, 2002.

WELSH, J.; MCCLELLAND, M. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. **Nucleic Acids Research, Oxford**, v. 18, n. 24, p. 7213-7218, 1990.

WILLIAMS, J. G. K. et al. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research, Oxford**, v. 18, n. 22, p. 6531-6535, 1990.

YAMANISHI, O. K. et al. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 276-279, ago. 2004.

YU, Q. et al. Recent origin of dioecious and gynodioecious Y chromosomes in papaya. **Tropical Plant Biology**, v. 1, n. 1, p. 49-57, 2008.

ZHANG, W. et al. DNA methylation and hetero chromatinization in the male-specific region of the primitive Y chromosome of papaya. **Genome Research**, Col Spring Harbor, v. 18, n. 12, p. 1938-1943, 2008.