

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

Laura Victoria Arango<sup>1</sup>, Carlos Ramirez de Rezende<sup>2</sup> y Samuel Pereira de Carvalho<sup>3</sup>

## ABSTRACT

### Early identification of papaya sex type from seed physical characters and seedlings isozyme patterns

Identification of papaya sex can only be done four months after transplanting. The possibility of earlier sex identification either with isoenzymatic patterns or physical seed traits were evaluated in two commercial seeds: the hybrid Tainung 1 and Improved Sunrise Solo 72/12 four experiments were carried out in the Lavras municipality, Minas Gerais (Brazil). The first two experiments evaluated the relationship of seed physical characteristics such as sizes and weight and the corresponding sex using a complete randomized block design with four replications in a 2 × 3 factorial arrangement. The third experiment evaluated the relationship between seed vigor based on four seed emergence stages and sexual expression, using a completely randomized design with 5 replications in a 2 × 4 factorial arrangement. The fourth experiment tested for the two cultivars used, three isozyme systems: peroxidase (PER), esterase (EST) and leucine-aminopeptidase (LAP) using leaf tissue from 4 or 5 leaves seedlings. There were no difference between seeds classified by size or weight and sexual expression. In Tainung 1 hybrid, seeds with higher initial vigor developed a higher proportion of hermaphrodite plants in contrast with a lower proportion of female plants from seed with less vigor. Seedlings with lower leaf number developed a higher number of hermaphrodite plants. PER, EST and LAP systems did not allow the identification of the sex of the two cultivars studied. Based on results it can be concluded for the hybrid seeds Tainung 1 that for seeds of uniform size and weight, sown on the same date and with similar agronomic conditions that seedlings of the greater vigor produced higher proportion of hermaphrodite plants. Additionally, within seedling stages I is possible to determine sex differentiation with by the number of leaves.

*Key words:* *Carica papaya*, seedling emergence, seed quality.

Radicado: abril 4 de 2008  
Aceptado: junio 6 de 2008

1. Investigadora, Centro de Investigación La Libertad (Villavicencio, Meta). CORPOICA. e-mail: [larango@corpoica.org.co](mailto:larango@corpoica.org.co)
2. Professor - pesquisador, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras –UFLA– (Lavras - MG, Brasil). e-mail: [ramirez@ufla.br](mailto:ramirez@ufla.br)
3. Professor - pesquisador, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras –UFLA– (Lavras - MG, Brasil). e-mail: [samuelpc@ufla.br](mailto:samuelpc@ufla.br)

## Identificação antecipada do sexo do mamoeiro pelos caracteres físicos das sementes e padrões isoenzimáticos das mudas

## RESUMO

A sexagem do mamoeiro só pode ser feita depois de quatro meses de transplante. Para identificar antecipadamente o sexo das plantas avaliou-se a possibilidade do uso de caracteres físicos das sementes, bem como padrões isoenzimáticos das mudas de dois mamoeiros comerciais: híbrido Tainung 1 e a variedade Improved Sunrise Solo 72/12. Foram conduzidos quatro experimentos: nos dois primeiros experimentos, avaliou-se a relação de caracteres físicos das sementes, como peso e tamanho e a expressão sexual da planta resultante, utilizando um delineamento completamente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 2 × 3. No terceiro experimento avaliou-se a relação entre o vigor das plântulas baseado em 4 estádios de emergência das sementes e a expressão sexual da planta resultante utilizando um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições e esquema fatorial 2 × 4. No quarto experimento testou-se para as duas cultivares, três sistemas isoenzimáticos: esterase (EST), peroxidase (PO) e leucine-aminopeptidase (LAP), utilizando tecidos foliares de mudas com 4 a 5 folhas. Não houve diferença entre as sementes classificadas por tamanho e peso quanto à expressão sexual da planta. A porcentagem de emergência foi significativamente inferior para as sementes classificadas na seleção 10 y con pouco peso. No híbrido Tainung 1 as plântulas que apresentaram maior vigor na emergência das sementes originaram maior proporção de plantas hermafroditas, em contraste com a menor proporção de plantas femininas oriundas de mudas com menor velocidade de emergência de suas sementes. Mudas com menor número de folhas originaram maior proporção de plantas hermafroditas. Os sistemas PO, EST e LAP não permitiram diferenciar os sexos das plantas nas duas cultivares. Com base nos resultados anteriores, pode-se afirmar que sementes do híbrido Tainung 1, de tamanho e peso uniformes, semeadas na mesma data e com condições agronômicas semelhantes, que apresentam maior vigor na emergência, produziram maior proporção de plantas hermafroditas. Adicionalmente, com a diferenciação das mudas pelo número de folhas dentro de cada estágio de emergência, é possível determinar precocemente o sexo das plantas e obter mudas com sexo definido antes do plantio.

*Palavras chave:* *Carica papaya*, emergência de plântulas, qualidade de sementes.

## Identificación anticipada del sexo de la papaya según caracteres físicos de las semillas y patrones isoenzimáticos de las plántulas

## RESUMEN

El sexaje de la papaya sólo puede llevarse a cabo cuatro meses del transplante. Para identificar con anticipación el sexo de las plantas se probaron caracteres físicos de las semillas y patrones isoenzimáticos en las plántulas de dos variedades comerciales de papaya: el híbrido Tainung 1 y la variedad Improved Sunrise Solo 72/12. A tal fin se realizaron cuatro experimentos: en los dos primeros se evaluó la relación entre peso y tamaño de las semillas con la expresión sexual de la planta resultante, utilizando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones en un esquema factorial 2 × 3. El tercer experimento evaluó la relación entre el vigor de las plántulas en cuatro estadios de emergencia de las semillas y la expresión sexual de la planta resultante utilizando un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y esquema factorial 2 × 4. En el cuarto experimento se probaron tres sistemas isoenzimáticos: esterasa (EST), peroxidasa (PO) y leucina-aminopeptidasa (LAP) en las dos variedades, utilizando tejidos foliares de plántulas con cuatro o cinco hojas. No se encontró relación entre tamaño y peso de las semillas con la expresión sexual de la planta. En el híbrido Tainung 1 las plántulas que presentaron mayor vigor en la emergencia de sus semillas originaron mayor proporción de plantas hermafroditas, así como una menor proporción de plantas femeninas provenientes de plántulas con menor velocidad de emergencia. Así mismo, se encontró que plántulas con menor número de hojas originaron mayor proporción de plantas hermafroditas. Los sistemas EST, PO y LAP no permitieron diferenciar el sexo en las plántulas de las dos variedades. Con base en los resultados anteriores, se afirma que semillas del híbrido Tainung 1, de tamaño y peso uniforme, sembradas en la misma fecha bajo condiciones agronómicas de vivero semejantes, y que presenten mayor vigor asumido como velocidad de emergencia, producirán mayor proporción de plantas hermafroditas. Además, que la selección de las plántulas según el número de hojas en cada estadio de emergencia permite determinar precozmente el sexo de las plantas y obtener plántulas con sexo definido antes del transplante.

*Palabras clave:* *Carica papaya*, emergencia de plántulas, calidad de semillas.

## INTRODUÇÃO

NA MAIORIA DOS POMARES COMERCIAIS DE MAMOEIROS da América tropical utilizam-se as cultivares do grupo Solo e Formosa. No Brasil, as variedades do grupo Solo (Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo c.v. 72/12) gozam da preferência para a exportação pelo seu pequeno tamanho adequado ao consumo individual. Os híbridos do grupo Formosa (Tainung 1 e Tainung 2) são preferidos para consumo interno. Os grandes mercados consumidores preferem frutos de forma alongada ou piriforme os quais são produzidos em plantas hermafroditas. Estes frutos têm um custo menor de embalagem e transporte porque ocupam um menor volume para um mesmo peso. As plantas femininas produzem frutos globosos com um espaço vazio de diâmetro grande e com uma cavidade interna muito grande em relação ao volume total, o que resulta em menor preferência de mercado e menor valor comercial.

As sementes do grupo Solo utilizadas são, em grande parte, obtidas de plantas hermafroditas selecionadas em lavouras comerciais, produzindo na geração seguinte, uma proporção de 67% de plantas hermafroditas e 33% de plantas femininas. No caso dos híbridos do grupo Formosa, as sementes produzem na nova geração 50% de plantas femininas e 50% de plantas hermafroditas. Como a sexagem do mamoeiro só pode ser feita depois de quatro meses de transplante, e em função da maior aceitação dos frutos provenientes de plantas hermafroditas para se obter maior quantidade destas, o produtor tem que plantar três mudas por cova para a futura sexagem, por ocasião do florescimento, quando será deixada apenas uma planta hermafrodita por cova. Esta situação contribui para o encarecimento das lavouras e dos frutos que chegam aos consumidores. De acordo com os custos de produção de mamoeiro reportados por Garcia *et al.* (2003), se o produtor plantasse somente uma muda por cova com sexo previamente determinado, teria uma economia de 67% em relação à quantidade de mudas produzidas e em serviços inerentes ao estabelecimento, como transporte, distribuição, plantio e desbaste.

Ante essa situação, diversos trabalhos têm procurado determinar o sexo dos

mamoeiros o mais precocemente possível, na busca de eliminar os improdutivos ou aqueles que produzem frutos de menor valor comercial. São vários os esforços de produtores e pesquisadores tentando determinar o sexo das plantas o mais precocemente possível. Características, como posição da semente no fruto, cor de caule e forma e orientação de folhas, entre outras, têm sido estudadas para definir precocemente o sexo das plantas, sem resultados satisfatórios. Kumar (1951) menciona a avaliação dos caracteres estruturais das sementes e das mudas em relação ao sexo das plantas sem resultados concretos. Rojas *et al.* (1985) e São Jose e Cunha (1988), trabalhando com seleções dióicas, tentaram relacionar a expressão sexual do mamoeiro com a posição das sementes no fruto, não encontraram qualquer relação com o sexo da planta originada das sementes de diferentes posições no fruto. Mais recentemente, Somsri (1998), estudando outras características morfológicas das mudas de 10 cultivares da Austrália, observou que três caracteres morfológicos, cor do caule, pigmentação e cor do pecíolo, mostraram variação para diferenciar o sexo de plantas femininas e hermafroditas, especificamente na cultivar Khaeg Dum da Tailândia.

Os marcadores moleculares são de grande utilidade na área de biotecnologia e genética, embora estejam longe de ser usados por um produtor de mamoeiro. Marcadores bioquímicos como isoenzimas, têm sido usados para caracterizar plantas femininas, hermafroditas e masculinas, utilizando tecidos de plantas adultas de cultivares não comerciais. Diversas técnicas de biotecnologia, como a eletroforese, por meio do uso de sistemas isoenzimáticos, têm sido utilizadas para a sexagem do mamoeiro e caracterização genética de cultivares (Oliveira *et al.*, 1996). Trabalhos como o de Muñoz *et al.* (1982), foram realizados na tentativa de se buscar uma relação do sexo do mamoeiro com o sistema enzimático, utilizando padrões de zimograma de peroxidase (PO) em eletroforese de gel de policrilamida, com uma corrente de 40 mA e tempo de corrida de 5 horas, através de extractos de tecidos jovens e adultos de folhas, raízes e pecíolos de plantas de 3 linhas ou formas e a variedade Maradol. Os autores verificaram que, em muitos casos, mais bandas estavam presentes nas plantas

femininas do que nas masculinas e que bandas de plantas femininas não diferiam das hermafroditas. No entanto, segundo os autores, é necessário o estabelecimento de um padrão para cada variedade, pois, devido ao alto grau de segregação das cultivares, no caso particular das linhas ou formas, este sistema não apresentou resultados satisfatórios. Sriprasertsak *et al.* (1988), utilizando perfis eletroforéticos na identificação da isoenzima peroxidase em plantas hermafroditas pistiladas e estaminadas, obtidas por micropropagação, encontraram padrões semelhantes nas plantas adultas de mamoeiro sugerindo que esta técnica pode ser utilizada para selecionar a cultivar do mamoeiro obtida por meio de cultura de tecidos.

Andreani Junior (1998) avaliou seis sistemas enzimáticos: peroxidase, enzima málica, malato-desidrogenase, glicose-6-fosfato-desidrogenase, xiquimato-desidrogenase e superóxido-dismutase utilizando extratos de folhas de plantas adultas de mamoeiro, femininos, masculinos e hermafroditas de genótipo desconhecido. Este autor testou o sistema peroxidase para as formas femininas e hermafroditas, usando extratos de mudas da variedade 'Baixinho de Santa Amália' do grupo Solo. O autor, constatou que a técnica de eletroforese de isoenzimas mostrou-se eficiente para o sistema peroxidase na caracterização da forma masculina, e nenhuma delas foi eficiente na determinação de sexo de plantas femininas e hermafroditas. Paralelamente, Somsri (1998) avaliou 21 sistemas isoenzimáticos para a caracterização do sexo em 10 cultivares da Austrália e observou que os sistemas peroxidase (PO), leucine aminopeptidase (LAP) e esterase (EST) mostraram variação permitindo distinguir plantas masculinas de femininas na cultivar dióica australiana 'Richter'; além disso, os sistemas peroxidase (PO) e glicosefosfato isomerase (GPI) permitiram distinguir plantas femininas e hermafroditas na cultivar havaiana Sunset do grupo Solo.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade do uso de caracteres físicos das sementes como tamanho e peso, bem como vigor e padrões isoenzimáticos das mudas nas cultivares de mamoeiro Tainung No.1 e Improved Sunrise Solo 72/12, para identificar antecipadamente o sexo das plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de mamoeiro utilizadas foram provenientes do híbrido Tainung nº 1 e da variedade Improved Sunrise Solo cv. 72/12 (ISS 72/12). As sementes do híbrido foram adquiridas através do representante comercial no Brasil da empresa produtora de sementes do Taiwan formando um lote. As sementes da variedade ISS72/12 foram obtidas do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) do Espírito Santo, formando outro lote.

Em 100 g de semente de cada lote, foram determinados o peso médio de 1000 sementes e o número de sementes por grama, utilizando-se oito repetições segundo o procedimento recomendado pelas Regras para Análise de Sementes, RAS (Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Brasil, 1992).

As mudas foram conduzidas no período de dezembro/2002 a fevereiro/2003, na casa de Vegetação do sector de Fruticultura na Universidade Federal de Lavras –UFLA–, município de Lavras, MG (Brasil). Para a formação das mudas foram utilizados sacos de polietileno pretos com 10 cm de diâmetro por 15 cm de altura. Quando as mudas atingiram em média 15 cm de altura foram transplantadas para o campo experimental. O sexo de cada indivíduo foi determinado no momento da floração mediante a observação das suas flores. A proporção por tipo de plantas foi definida pela fracção: número de plantas femininas e hermafroditas por número de plantas totais.

No experimento número 1, uma amostra de 50 g de semente de cada lote foi classificada por tamanho mediante a utilização de peneiras de malha circular. Os tratamentos envolveram os dois lotes (híbrido Tainung 1 e variedade ISS 72/12) e três categorias de tamanhos da semente (peneira 10, 11 e 12). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 4 repetições, totalizando 6 tratamentos e 24 parcelas. As parcelas foram constituídas por 15 mudas, totalizando 360 mudas. No experimento 2, 50 g de semente foram classificadas por densidade mediante o método Uniforme de Ventilação e os pesos médios correspondentes a cada categoria foram

determinados em balança eletrônica. Utilizou-se o mesmo delineamento, esquema e tamanho de parcela do experimento 1. Neste caso, os tratamentos envolveram os dois lotes (híbrido Tainung 1 e variedade ISS 72/12) e três categorias de pesos da semente (leve, média e pesada).

No experimento 3, foi considerado somente o híbrido Tainung 1 e utilizaram-se para todos os tratamentos, sementes da peneira 11, para evitar possível influência do tamanho nas respostas do vigor. Os tratamentos envolveram 4 estádios de emergência da semente definidos após 20 dias da semente, sendo avaliado visualmente o desenvolvimento do hipocótilo e cotilédones das sementes emergidas, como se apresenta na Figura 1; e dois tipos de plantas femininas e hermafroditas considerando um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 5 repetições, totalizando 8 tratamentos e 40 parcelas. As parcelas foram constituídas por 5 mudas, totalizando 200 mudas. Quando as mudas atingiram 4 a 5 cm de comprimento, foi avaliada a sua altura, medida desde o solo até à gema terminal, e o número de folhas verdadeiras.

No experimento 4, foram efetuadas coletas de tecido foliar fazendo-se a

amostragem nas primeiras folhas verdadeiras para conservar a integridade das mesmas, em mudas de 50 dias de idade e apresentando 4 a 5 folhas verdadeiras. As coletas foram feitas em 15 mudas de cada lote (híbrido Tainung 1 e variedade ISS 72/12), totalizando 30 amostras, fazendo 10 amostras por repetição. Posteriormente, as mudas foram transplantadas no campo experimental mantendo-se a identidade de cada uma, para determinar o sexo correspondente no momento da floração.

As análises isoenzimáticas foram realizadas no Laboratório de Melhoramento e Recursos Genéticos do Departamento de Engenharia Florestal da UFLA. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, colocadas em caixas de isopor com gelo, transportadas para o laboratório e armazenadas em freezer (-76°C). Em seguida, foram limpas e maceradas com areia lavada, 5 mg de PVP (Polivinil pirrolidona) e 1 mL de solução tampão de extração nº 1 (Alfenas, 1998). A maceração foi realizada num almofariz de porcelana previamente resfriado. Os extractos foram transferidos para eppendorfs identificados e submetidos a centrifugação a 12.000 rpm a 2°C por 15 minutos. Após a centrifugação, cerca de



**Figura 1.** Estádios de emergência de sementes de mamoeiro Tainung 1 após 20 dias da semente: a) sem emergência; b) emergência do hipocótilo; c) emergência dos cotilédones; d) cotilédones completamente abertos.

30 µL do sobrenadante foram aplicados nas canaletas dos géis para proceder à corrida eletroforética.

A eletroforese de isoenzimas utilizada foi a vertical, conduzida em meio suporte de gel de poliacrilamida em sistema descontínuo, sendo o gel de concentração a 4,0% e o gel de separação a 12,5%. Para a corrida electroforética utilizou-se uma amperagem de 10 mA por gel, com um tempo médio de corrida de 3 horas e 30 minutos, sob temperatura de 4°C. No final da corrida, as placas foram retiradas da cuba e os géis removidos das placas de vidro e submetidos à coloração para os sistemas peroxidase (PO), esterase (EST) e leucine-aminopeptidase (LAP), segundo protocolos já estabelecidos por Alfenas (1998), até o aparecimento das bandas. Após o surgimento das bandas, os géis foram retirados da solução de revelação, lavados em água corrente e fixados em solução aquosa de glicerol a 10%. A secagem dos géis foi efetuada pelo uso do conjunto Gel Dryer (modelo 583 BioRad). As análises dos géis foram feitas visualmente sob luz branca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas dos dados de peso de 1.000 sementes e número de sementes por grama para os dois lotes são apresentadas nas Tabelas 1 e 2. O híbrido Tainung 1 apresentou um valor médio de peso de 1.000 sementes maior que a variedade ISS 72/12 e, em contrapartida, apresentou menor número de sementes por grama. Estes resultados indicam a existência de correlação negativa entre tamanho e número de sementes por grama nas amostras avaliadas dos dois lotes considerados neste estudo. Observou-se que os valores do coeficiente de variação (CV %) dessas características foram estimados com alta precisão.

Na classificação das sementes para a execução dos experimentos encontrou-se diferença nas proporções de tamanho (Tabela 3) e peso (Tabela 4) para cada lote. Pelos resultados apresentados verifica-se que a maior proporção de sementes, tanto para a variedade quanto para o híbrido encontra-se na P11. Observa-se ainda que, para o híbrido, a proporção de sementes na P10 é maior que na variedade ISS, em contraste com sua menor proporção de

**Tabela 1.** Estatística descritiva dos dados relativos ao peso de 1.000 sementes de mamoeiro híbrido Tainung 1 e da variedade Improved Sunrise Solo 72/12.

Peso de 1.000 sementes	Tainung 1	ISS 72/12
Variância	0,039200	0,346657
Desvio padrão	0,197990	0,588776
Média (g)	15,24	13,82
C.V. (%)	1,3	4,3

**Tabela 2.** Estatística descritiva dos dados relativos ao número de sementes de mamoeiro por grama do híbrido Tainung 1 e da variedade Improved Sunrise Solo 72/12.

Sementes por grama	Tainung 1	ISS 72/12
Variância	2,267857	2,000000
Desvio padrão	1,505941	1,414214
Media (n°)	65,63	73,0
C.V. (%)	2,29	1,94

**Tabela 3.** Proporção e valor médio correspondente em três tamanhos de sementes de mamoeiro híbrido Tainung 1 e da variedade Improved Sunrise Solo 72/12.

Categoria	Tamanho (mm)	Proporção (%)	
		Tainung 1	ISS 72/12
P10	3,97	27,29	12,06
P11	4,37	67,54	68,77
P12	4,76	5,17	19,17

**Tabela 4.** Proporção e valor médio correspondente em três categorias de peso de sementes de mamoeiro híbrido Tainung 1 e da variedade Improved Sunrise Solo 72/12.

Lote	Categoria	Peso médio (mg)	Proporção (%)
Tainung 1	Leve	12,25	34,4
	Média	15,3	16,4
	Pesada	17,3	44,7
ISS 72/12	Leve	4,5	47,3
	Média	10,75	13,3
	Pesada	16,0	38,4

sementes na P12, o que pode estar indicando que as sementes do híbrido são menores. Mas, observando-se os pesos médios em cada categoria (Tabela 4), verifica-se que o híbrido possui sementes mais pesadas que a variedade o que é confirmado pelos dados relativos a peso de 1.000 sementes (Tabela 1).

### Tamanho das sementes

A análise de variância detectou diferenças significativas pelo teste F, a 1% de probabilidade, na porcentagem de emergência para cultivares e tamanho das sementes.

A altura das plantas após dois meses do plantio não apresentou diferenças para lotes nem houve efeito do tamanho da semente nessa variável. Por outro lado, para lote, houve diferenças significativas quanto à percentagem de plantas hermafroditas, embora essas porcentagens não tenham sido influenciadas pelos tamanhos das sementes.

Os valores médios das características avaliadas, em função dos lotes e tamanhos da semente, são apresentados na Tabela 5. Observa-se que o híbrido

**Tabela 5.** Valores médios de emergência, altura da planta e proporção de plantas hermafroditas de mamoeiro, em função da cultivar e do tamanho da semente.

Factores	Níveis	Emergência (%)	Altura planta (cm)	Hermafroditas (%)
Lotes	Tainung 1	68,89 a	58,36 a	50,34 a
	ISS 72/12	38,89 b	57,57 a	82,08 b
Peneira	10	40,83 a	58,79 a	74,55 a
	11	65,83 b	54,95 a	61,22 a
	12	55,00 b	60,15 a	62,86 a
Média geral		51,38	57,97	66,21

As médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott.

Tainung 1 apresentou porcentagem de emergência significativamente maior que a variedade ISS 72/12. Este fato pode ser devido às diferentes fontes de obtenção das sementes e, possivelmente, diferenças no processo de seleção e conservação das sementes.

As diferenças apresentadas na porcentagem de plantas hermafroditas entre os lotes (híbrido e variedade) são atribuídas à natureza dos cruzamentos que originaram as sementes. Para o híbrido, esta porcentagem encontra-se dentro da proporção normalmente esperada de 50%, tanto em trabalhos de pesquisa (Costa *et al.*, 2000), como em lavouras comerciais. No caso da variedade ISS 72/12, a porcentagem de hermafroditas de 82% foi relativamente próxima aos 67% esperados, segundo os estudos realizados por Storey (1953).

A comparação das médias nos diferentes tamanhos de peneira evidenciou que sementes da peneira 10 apresentaram valores de porcentagens de emergência significativamente mais baixas que as sementes classificadas em peneiras 11 e 12. Como já descrito, as diferenças em tamanho podem afetar a capacidade de germinação em várias espécies (Carvalho e Nakawada, 2000). Assim, sementes de maior tamanho, ou que apresentam maior densidade, são aquelas que foram melhor nutridas durante o seu desenvolvimento, resultando em germinação superior quando comparadas às menores. Pelos resultados anteriormente analisados, pode-se concluir que o tamanho da semente não apresenta nenhuma relação com a expressão sexual da planta. A sua influência se deu, neste caso, principalmente sobre a sua capacidade de germinação. O peso das sementes, outro

fator que é reportado afetando a capacidade de germinação em várias espécies é o peso da semente (Carvalho e Nakawada, 2000). Na análise de variância, percebe-se que a porcentagem de emergência foi significativamente influenciada, tanto pelo lote como pelo peso da semente. A análise não detectou efeito significativo da interação, indicando que, em relação a esta variável, o comportamento da variedade e do híbrido de mamoeiro não foi distinguido em função dos pesos das sementes.

Na comparação dos valores médios (Tabela 6), verifica-se que o híbrido Tainung 1 apresentou maior porcentagem

de emergência (54,96%) do que a variedade ISS 72/12 (20,52%). Situação semelhante foi encontrada no experimento anterior (Tabela 5). Comparando-se os valores médios dessa variável em função dos pesos observou-se que a porcentagem de emergência de sementes de peso leve foi significativamente menor que a porcentagem apresentada pelas sementes médias e pesadas, as quais não deferiram entre si.

Como a variedade ISS 72/12-sementes leves não apresentou emergência em nenhuma das parcelas, procedeu-se à análise estatística considerando os cinco tratamentos seguintes: 1) Tainung 1 – sementes leves; 2) Tainung 1 – sementes médias; 3) Tainung 1 – sementes pesadas; 4) ISS 72/12 – sementes médias; 5) ISS 72/12 – sementes pesadas. Encontraram-se efeitos significativos dos tratamentos na variável altura de planta após dois meses do plantio, não se observando efeitos sobre a porcentagem de plantas hermafroditas.

Os valores médios de altura de planta e porcentagem de plantas hermafroditas são apresentados na Tabela 7. Os tratamentos 1, 2 e 3, correspondentes ao

**Tabela 6.** Valor médio de emergência de sementes de mamoeiro em função do lote e do peso da semente.

Fator	Níveis	Emergência (%)
Lotes	Tainung 1	54,96 a
	ISS 72/12	20,52 b
Peso	Leve	20,00 a
	Média	51,66 b
	Pesada	41,56 b
Média geral		37,74

As médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott.

**Tabela 7.** Valores médios de altura de planta e proporção de hermafroditas dos lotes de mamoeiro híbrido Tainung 1 e variedade Improved Sunrise Solo 72/12 com diferentes pesos.

Tratamentos	Altura (cm)	Hermafroditas %
Tainung 1- leve	63,518 a	68,750 a
Tainung 1- média	65,500 a	60,413 a
Tainung 1- pesada	69,013 a	21,250 a
ISS 72/12 -média	47,388 b	62,500 a
ISS 72/12-pesada	49,143 b	49,998 a
Média geral	58,912	52,582

As médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott.

híbrido, apresentaram médias similares de altura de planta, independente do peso da semente, o mesmo ocorrendo para a variedade ISS 72/12. Neste caso, a altura média do híbrido foi maior que a variedade, situação lógica e esperada atribuída ao vigor do híbrido expresso por uma maior altura.

Os resultados permitem concluir que o peso da semente não apresenta nenhuma relação com a expressão sexual da planta. Da mesma forma, o peso das sementes influenciou principalmente sua capacidade de emergência. Nota-se que o efeito, tanto do tamanho como do peso da semente, na redução da emergência, foi altamente significativo nos dois experimentos. Estes resultados indicam a importância de considerar as características de tamanho e peso da semente dentro das normas para a produção de sementes fiscalizadas de mamoeiro e estabelecer as bases para determinar os seus índices de tolerância.

#### Vigor das sementes

A análise de variância detectou que tanto a proporção do sexos como a altura das mudas do híbrido Tainung 1 não apresentaram diferenças significativas entre os dois tipos de plantas (feminina e hermafrodita) e que o número de folhas variou significativamente entre eles. A análise também detectou diferenças significativas na proporção, altura e número de folhas das mudas, entre cada estágio de emergência. Por outro lado, para a variável proporção, a interação tipo  $\times$  estágio de emergência foi significativa a 1% de probabilidade pelo teste de F, indicando que a porcentagem de plantas femininas e hermafroditas variou em função do estágio de emergência.

Os valores médios das características associadas ao vigor das sementes do híbrido Tainung 1 e dos dois tipos de plantas resultantes são apresentados na Tabela 8. Nota-se que a maior proporção média de plantas (27%) foi encontrada no estágio 0 (sem emergência) e que o somatório das proporções nos estádios 1, 2 e 3 foi equivalente a esse valor. Esses resultados obedecem à metodologia usada e descrita no item correspondente, em que, no momento da determinação do estágio de emergência, aproximadamente 50% das sementes ainda não tinham emergido.

**Tabela 8.** Valores médios da proporção de plantas femininas e hermafroditas, altura e número de folhas das mudas do híbrido de mamoeiro Tainung 1, em função do tipo de planta e o estágio de emergência.

Fatores	Níveis	Proporção (%)	Altura da muda (cm)	Nº folhas de mudas
Estádios	0	27,084 a	3,313 a	4.126 a
	1	10,001 b	3,880 b	4.695 b
	2	4,582 b	4,294 b	5.625 c
	3	8,333 b	4,095 b	5.000 d
Tipo planta	Hermafrodita	10,63 a	3,8925 a	4.668 a
	Feminina	14,37 a	3,8985 a	5.055 b
Média geral		12.812	3,8955	4.8615

As médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott.

A altura apresentada pelas mudas no estágio de emergência 0 foi menor que a altura das mudas nas outras categorias. Isto é, sementes com menor velocidade de emergência apresentam, conseqüentemente, menor crescimento. Da mesma forma, o número de folhas foi maior para cada aumento no estágio de emergência. A proporção média dos tipos de planta (hermafroditas e femininas) foi igual, conservando a relação de 1: 1 reportada na literatura para o híbrido Tainung 1. A altura das mudas não foi diferente entre cada tipo, em oposição ao número de folhas que foi maior para as plantas femininas. Esta situação pode ser explicada pelo fato de mudas de plantas femininas apresentarem entrenós mais curtos que mudas de plantas hermafroditas. Deduz-se, então, que mudas com maior número de folhas, comparativamente, podem originar plantas femininas.

Com base na alta significância mostrada para a interação tipo  $\times$  estágio para a variável proporção de plantas, foi realizada a análise do desdobramento para tipo de planta dentro de cada estágio de emergência, detectou-se que a proporção de plantas variou signifi-

cativamente ( $P \leq 1$ ) para os estádios 0 e 3 e significativa para o estágio 1 ( $P \leq 5$ ). Sementes classificadas no estágio 2 não apresentaram diferenças significativas na sua proporção.

Os valores médios das proporções para cada tipo de planta em cada estágio de emergência são apresentados na Tabela 9. Sementes classificadas nos menores estádios de emergência, 0 e 1, originaram maior proporção de plantas femininas, ao contrário das classificadas no estágio 3, que originaram maior proporção de hermafroditas.

Com base nos resultados anteriores, pode-se afirmar que sementes do híbrido Tainung 1, de tamanho e peso uniformes, semeadas na mesma data e com condições agrônômicas semelhantes, que apresentam maior vigor na emergência, produziram maior proporção de plantas hermafroditas. Adicionalmente, com a diferenciação das mudas pelo número de folhas (Tabela 8) dentro de cada estágio de emergência, é possível determinar precocemente o sexo das plantas e obter mudas com sexo definido antes do plantio.

**Tabela 9.** Valores médios da proporção de plantas para cada estágio de emergência em função do tipo de planta (feminina e hermafrodita) do híbrido de mamoeiro Tainung 1.

Tipo	Proporção (%)			
	0	1	2	3
Hermafrodita	16,668 a	5,833 a	6,666 a	13,335 a
Feminina	37,50 b	14,169 b	2,50 a	3,331 b
Total	54,168	20,002	9,166	16,666

As médias seguidas por letra diferente, em cada coluna, diferem entre si a 1% de probabilidade, pelo Teste de Scott-Knott.

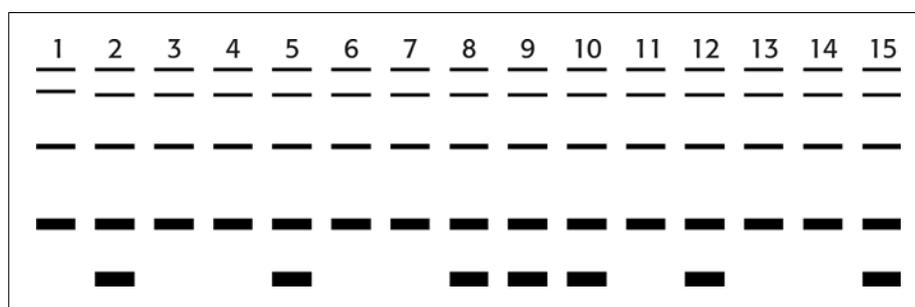
Considerando os custos adicionais de semente para o método de sexagem pelo estágio de emergência e os custos adicionais de produção de mudas, transplante, manejo de mudas e desbaste pelo método tradicional, seria então possível determinar a viabilidade econômica do método estudado neste trabalho.

#### Sistemas isoenzimáticos

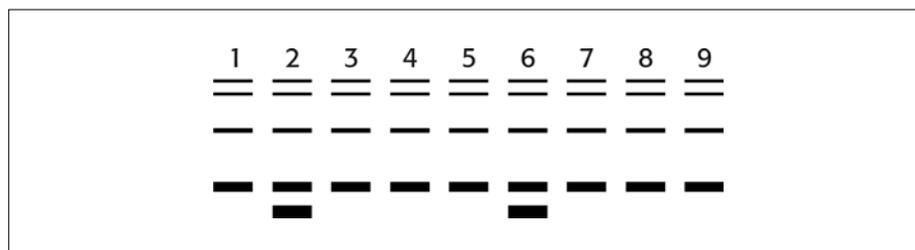
Na Figura 2, se apresenta o zimograma obtido no sistema enzimático peroxidase para o híbrido Tainung 1. As formas femininas (canaletas 1, 2, 6, 7, 11 e 12) e hermafroditas (canaletas 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 14 e 15) não apresentarem diferenças consistentes entre si.

Na variedade ISS 72/12, das 15 amostras analisadas, somente em 9 foi possível determinar o sexo e, destas somente uma planta era fêmea, o que dificultou a comparação entre os sexos desta variedade (Figura 3). Basicamente não foram encontradas diferenças consistentes entre os padrões dos dois tipos de plantas para a enzima peroxidase e nas duas cultivares. Resultados semelhantes, utilizando o mesmo sistema, foram obtidos por Andreani Júnior (1998) na cultivar Baixinho de Santa Amália, em que as bandas apresentadas pelas plantas femininas não diferiram das bandas de plantas hermafroditas. Entretanto, Somsri (1998) encontrou que os sistemas peroxidase (PO) e glucosefosfato isomerase (GPI) permitiram distinguir plantas femininas e hermafroditas no cultivar havaiano Sunset. O autor não reporta condições metodológicas, como a idade da muda, tipo de tecido utilizado nem condições de extração e eletroforese usadas para o sistema peroxidase. Possivelmente, diferenças metodológicas estão determinando as diferenças nos resultados obtidos. O sistema enzimático esterase (EST), apesar de ter mostrado bandas nítidas (Figuras 4 e 5), não permitiu diferenciar as formas sexuais nas duas cultivares avaliadas. Não foi detectada atividade da isoenzima leucine-aminopeptidase (LAP) nos géis das cultivares avaliadas nessas condições.

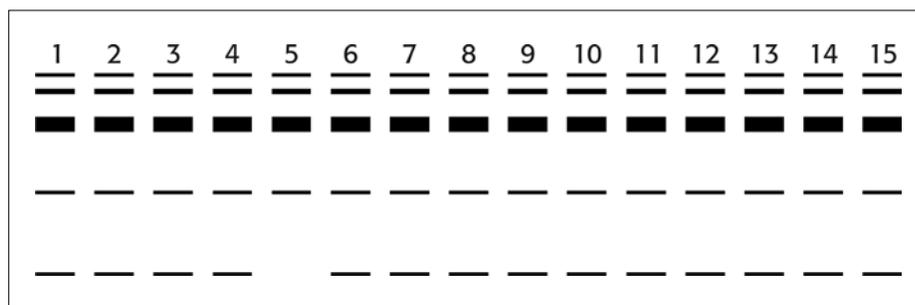
De acordo com as diferenças detectáveis nos sistemas enzimáticos analisados, deve-se considerar as alterações pós-transcrição e pós-tradução, as quais podem atingir somente uma parte da população de moléculas enzimáticas. Por



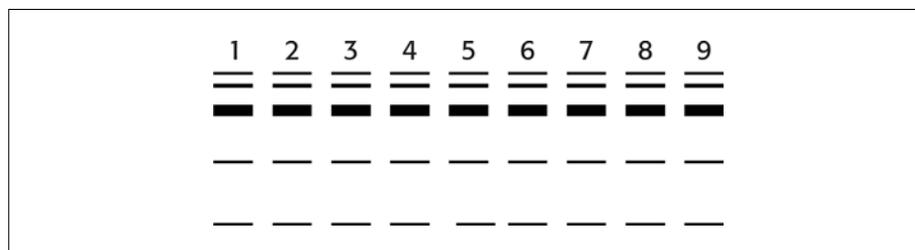
**Figura 2.** Zimograma do sistema enzimático peroxidase de tecidos foliares do híbrido de mamoeiro Tainung 1: canaletas 1, 2, 6, 7, 11 e 12 (plantas femininas); canaletas 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 14 e 15 (plantas hermafroditas).



**Figura 3.** Zimograma do sistema enzimático peroxidase de tecidos foliares da variedade de mamoeiro ISS 72/12. Canaleta 1 (planta feminina); canaletas 2-9 (plantas hermafroditas).



**Figura 4.** Zimograma do sistema enzimático  $\alpha$ -esterase de tecidos foliares do híbrido de mamoeiro Tainung 1: canaletas 1, 2, 6, 7, 11, 12 (plantas femininas); canaletas 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 14, 15 (plantas hermafroditas).



**Figura 5.** Zimograma do sistema enzimático  $\alpha$ -esterase de tecidos foliares da variedade de mamoeiro ISS 72/12. Canaleta 1 (planta feminina); canaletas 2-9 (plantas hermafroditas).

tanto, podem ocorrer bandas secundárias que não expressem a diversidade de DNA. Outro fato a ser considerado é o nível de variabilidade genética presente nos diferentes sistemas enzimáticos. As

enzimas peroxidases e esterases, são um bom exemplo para isso, pois utilizam substratos múltiplos, freqüentemente de origem externa e que respondem diretamente à diversidade ambiental (Alfenas,

1998). É assim que, para os sistemas peroxidase e esterase, poder-se-iam detectar diferenças mais claras, testando-se diferentes substratos para a reação de revelação das bandas.

#### CONCLUSÕES

Não foi possível distinguir antecipadamente o sexo das plantas do híbrido Tainung 1 e da variedade Improved Sunrise Solo cv. 72/12, pelo uso de caracteres físicos das sementes, como o tamanho e o peso.

A classificação das sementes pelo estágio de emergência e das mudas pelo número de folhas permitiu diferenciar antecipadamente o sexo das plantas no híbrido Tainung 1.

Os sistemas peroxidase (PO), esterase (EST) e leucine-amino-peptidase (LAP) não permitiram diferenciar plantas femininas de hermafroditas, tanto no híbrido Tainung 1 como na variedade Improved Sunrise Solo 72/12.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alfnas, A.C. 1998. Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos. Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, Brasil). 574 p.
- Andreani Jr, R. Caracterização do sexo do mamoeiro (*Carica papaya* L) através de marcadores moleculares e de microscopia eletrônica de varredura. 1998. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista (Jaboticabal, SP). 65 p.
- Carvalho, N.M. y J. Nakagawa. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Carvalho, N.M (ed.). 4 ed. FUNEP, Jaboticabal (SP, Brasil). 588 p.
- Da Costa, A. de F.S.; A.N. da Costa; R.C. Santana y V.J. Zuffo. 2000. Avaliação do sexo dos parentais do híbrido de mamoeiro Tainung nº 1 em função de seus descendentes. Resumos Congresso Brasileiro de Fruticultura, 16.05.2000, Fortaleza, SBF. CD-Rom.
- Garcia, C.R.D.; E.B. Da Costa y W.R. Loss. 2003. Custos de produção de mamoeiro. En: A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Martins, D. dos S. y Da Costa, A. de F.S. (eds.). INCAFER, Vitória (Es, Brasil). pp. 443-464.
- Kumar, V. Studies on *Carica papaya* L. 1951. Preliminary observations on the relation of sex to the preflowering growth of papaya seedlings and structural characters of seed. Indian Journal Horticulturae 8: 26-33

Ministério da Agricultura e Reforma Agraria. Brasil. 1992. Regras para análise de sementes. Brasília, Agiplan, 365 p.

Muñoz, S.; H. Lima; S. Perez y O.L. Rodríguez. 1982. El uso del sistema enzimático peroxidasa en la identificación del sexo en *Carica papaya*. Ciencia y Técnica en la Agricultura, Cítricos y otros Frutales 5(4): 39-48.

Oliveira, P.R; L.J.L. Dantas; P.E. Almeida; O. Nickel; A.D. Vilarinhos y G.C.F. Morales. 1996. Uso da biotecnologia no melhoramento genético e propagação do mamoeiro. En: Mendes, L.G; L.J.L Dantas y G.C.F. Morales. (eds). Mamão no Brasil. Cruz das Almas, BA: AGRUFBA/EMBRAPA-CNPME. pp. 159-172.

Rojas, T.Y.; R.R. Ramos y C.R. Salazar. 1985. Posible relación entre el sexo y algunas características morfológicas y agronómicas de papaya *Carica papaya* L. Acta Agronómica 35(2): 20-33.

São José, A.R. y R.J.P. Cunha. 1988. Influência da posição da semente no fruto do mamoeiro (*Carica papaya* L.) sobre a percentagem de germinação, expressão do sexo e vigor das mudas. Científica 16(2): 239-241.

Somsri, S. 1998. Improvement of papaya (*Carica papaya* L.) for South-east Queensland: investigations of sex-type and fruit quality. En: <http://www.newcrops.uq.edu.au/people/peo-6.htm>; consulta: diciembre 2007.

Sriprasertsak, P.; S. Burikam; S. Attathom y S. Piriyaasurawang. 1988. Determination of cultivars and sex of papaya tissues derived from tissues culture. Rosetsart Journal 22(5): 24-29. Natural Science Supplement.

Storey, W. B. 1953. Genetics of the papaya. Journal of Heredity 44(2): 70-78.