

ALINE ROCHA

**IDENTIFICAÇÃO DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS E NUCELARES DE  
SEMENTES E CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E MOLECULAR  
DE ACESSOS DE MANGUEIRA ‘UBÁ’**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

ALINE ROCHA

**IDENTIFICAÇÃO DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS E NUCELARES DE  
SEMENTES E CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E MOLECULAR  
DE ACESSOS DE MANGUEIRA ‘UBÁ’**

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

APROVADA: 18 de fevereiro de 2009.

---

Prof<sup>a</sup> Tânia Maria Fernandes Salomão  
(Coorientadora)

---

Prof. Cosme Damião Cruz  
(Coorientador)

---

Pesq. Antônio Carlos Baião de Oliveira

---

Prof. Sérgio Yoshimitsu Motoike

---

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão  
(Orientador)

Aos meus pais João e Ana,  
pela compreensão e força e pelo  
suporte e apoio para que eu chegasse  
até aqui.

Às minhas irmãs Mônica,  
Cassiana e Patrícia e demais  
familiares.

Aos meus amigos, que  
estiveram presentes nos bons e maus  
momentos ao longo desta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de concluir a graduação, o mestrado e o doutorado, em especial aos professores dessa Instituição, pelos ensinamentos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa de estudo.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, pela orientação, disponibilidade, confiança e pelos ensinamentos.

Aos Professores Coorientadores Cosme Damião Cruz, pela coorientação, pelos ensinamentos e pelas ajudas nas análises estatísticas deste trabalho; Tânia Maria Fernandes Salomão, pela coorientação, pelos ensinamentos, pela paciência e disponibilidade ao longo do desenvolvimento deste trabalho; e Dalmo Lopes de Siqueira, pela coorientação e pelas sugestões.

Ao Professor Sérgio Yoshimtsu Motike e ao Pesquisador da Embrapa Dr. Antônio Carlos Baião de Oliveira, pela disposição em participar da Banca Examinadora e pelas sugestões, que enriqueceram este trabalho.

Aos Professores Mara Garcia Tavares e Lúcio Antônio de Oliveira Campos, do Laboratório de Biologia Molecular, pelos ensinamentos e pela

disponibilidade; e à Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia Ana Maria Waldsmith, pela amizade e pelos ensinamentos.

A José Mantovani, pela disponibilidade em acompanhar a seleção e coleta do material no Município de Visconde do Rio Branco; e a Antônio (*in memoriam*) e Regina Coeli, por acompanharem a seleção e coleta do material no Município de Ubá.

Aos produtores que cederam o material para o desenvolvimento do trabalho.

Aos bolsistas de Iniciação Científica Bernardo Perserquini, André Borba e Emerson Vilela, pela ajuda no desenvolvimento dos experimentos, principalmente na caracterização de frutos; à Camila Valente, pelos ensinamentos e ajuda na parte das análises moleculares. Sem vocês, muito deste trabalho não teria sido realizado.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura, Robson, José Roberto, Ernesto, Vicente e Sabino, pela ajuda no desenvolvimento do experimento.

Às minhas irmãs Patrícia e Mônica, que, no primeiro ano do experimento, passaram dias no laboratório comigo ajudando nas análises.

Aos meus colegas e amigos da Fruticultura, em especial a Danieele, Carlos Eduardo e Américo, pela ajuda e paciência ao longo deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Biologia Molecular, em especial a Marcília, Margarete, Juliano e Maykon, pela ajuda e pelos ensinamentos, a final foram horas de bancada.

Aos meus caros amigos e colegas, por tudo, principalmente, pelo apoio e pela paciência. Sei que em muitos momentos não tive a paciência necessária e nem fui a melhor das amigas, mas, mesmo assim, ficaram do meu lado e torceram para que eu atingisse o objetivo final. Por isso, o meu MUITO OBRIGADA.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte deste processo, os meus sinceros agradecimentos.

## **BIOGRAFIA**

ALINE ROCHA, filha de João da Rocha Filho e Ana Rita Julina da Rocha, nasceu em Uibaí, Bahia, em 26 de maio de 1979.

Em março de 2003, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Em março de 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia da UFV, submetendo-se à defesa da dissertação em 18 de fevereiro de 2005.

Nesse mesmo mês e ano, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Fitotecnia da UFV, submetendo-se à defesa da tese em 18 de fevereiro de 2009.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. Mangueira ‘Ubá’.....	3
1.2. Melhoramento genético da mangueira.....	4
1.3. Programa de melhoramento genético da mangueira ‘Ubá’ .....	6
1.4. Poliembrionia.....	8
1.5. Caracterização agronômica.....	10
1.6. Marcadores Moleculares.....	11
CAPÍTULO 1.....	14
IDENTIFICAÇÃO DE PLÂNTULAS ZIGÓTICAS E NUCELARES DE SEMENTES POLIEMBRIÔNICAS DE MANGUEIRA ‘UBÁ’ UTILIZANDO MARCADORES ISSR.....	14
RESUMO.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1. Poliembrionia e germinação.....	18
2.1.1. Extração de DNA.....	19

	Página
2.1.2. Amplificação de DNA .....	20
2.2. Análise dos dados .....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4. CONCLUSÕES .....	32
CAPÍTULO 2.....	33
CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE MANGUEIRAS ‘UBÁ’ .....	33
RESUMO .....	33
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	37
2.1. Seleção de plantas.....	37
2.2. Caracterização agronômica.....	38
2.3. Caracterização dos frutos.....	39
2.3.1. Parâmetros de cor da casca e da polpa.....	40
2.3.2. Massa fresca e porcentagem de polpa, de casca e de semente .....	40
2.3.3. Análises químicas .....	41
2.3.3.1. Sólidos solúveis .....	41
2.3.3.2. Acidez titulável.....	41
2.3.3.3. Carotenoides da polpa.....	41
2.3.4. Incidência de podridões .....	42
2.3.5. Análise dos dados .....	42
2.3.5.1. Distância euclidiana média .....	43
2.3.5.2. Método de agrupamento UPGMA.....	43
2.3.5.3. Método de agrupamento de Tocher .....	44
2.3.5.4. Componentes principais.....	44
2.3.5.5. Correlação simples.....	45
2.3.5.6. Análise de trilha .....	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
3.1. Caracterização agronômica.....	46
3.2. Caracterização dos frutos.....	50

	Página
3.2.1. Distância euclidiana média .....	63
3.2.2. Método de agrupamento UPGMA.....	64
3.2.3. Método de agrupamento de Tocher .....	67
3.2.4. Componentes principais.....	73
3.2.4.1. Características dos frutos.....	73
3.2.4.2. Qualidade dos frutos.....	74
3.2.4.3. Coloração da casca e da polpa e incidência de podridões .....	76
3.2.5. Correlação simples.....	77
3.2.6. Análise de trilha.....	81
4. CONCLUSÕES .....	84
CAPÍTULO 3.....	84
CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE MANGUEIRAS ‘UBÁ’ UTILIZANDO MARCADORES ISSR.....	85
RESUMO .....	85
1. INTRODUÇÃO .....	87
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	90
2.1. Caracterização genética .....	90
2.1.1. Extração de DNA.....	91
2.1.2. Amplificação de DNA .....	91
2.1.3. Análise dos dados .....	93
2.1.3.1. Índice de Jaccard.....	94
2.1.3.2. Método de agrupamento UPGMA.....	94
2.1.3.3. Método de agrupamento de Tocher .....	94
2.1.3.4. Projeção gráfica das distâncias .....	94
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
4. CONCLUSÕES .....	104
CONCLUSÕES GERAIS.....	105
REFERÊNCIAS.....	107
APÊNDICE.....	116

## RESUMO

ROCHA, Aline, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009.  
**Identificação de embriões zigóticos e nucelares de sementes e caracterização agronômica e molecular de acessos de mangueira ‘Ubá’.** Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Coorientadores: Dalmo Lopes de Siqueira, Tânia Maria Fernandes Salomão e Cosme Damião Cruz.

Os objetivos deste trabalho foram identificar, por meio de marcadores moleculares ISSR, a origem genética de plântulas de sementes poliembriônicas, se zigótica ou nucelar, relacionando-as com o seu vigor; caracterizar física e quimicamente os frutos; e avaliar a diversidade genética entre acessos de mangueira ‘Ubá’, amostrados em Visconde do Rio Branco, Viçosa e Ubá, com base em caracteres fenotípicos e genotípicos. Na safra 2005/2006 foram amostrados 102 acessos de mangueira ‘Ubá’, sendo os acessos 1 e 101 oriundos de Viçosa e os demais, de Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102), enquanto na safra 2006/2007 foram amostrados 98 acessos no Município de Ubá (103 a 200). Sementes de 19 acessos de mangueira ‘Ubá’ da safra 2005/2006 e 20 de 2006/2007 foram colocadas para germinar em bandejas plásticas preenchidas com areia lavada. Após 50 dias, as plântulas germinadas por semente foram contadas e medidas quanto à altura (cm),

massa fresca (g) e circunferência do caule (mm). Além disso, coletaram-se as folhas dessas plântulas para posterior extração e análise do DNA. Para a sua caracterização física e química, colheram-se 40 frutos de cada acesso, dos quais foram selecionados 30 para a caracterização e 10 para a análise de podridões. Para a caracterização com base nos marcadores ISSR, folhas maduras foram colhidas, utilizando-se material de 102 plantas das 200 selecionadas. A mangueira ‘Ubá’ é poliembrionica, isto é, numa mesma semente pode germinar de 1 a 14 plântulas, podendo ter ou não plântula zigótica na semente. A plântula zigótica foi encontrada em 60% das sementes analisadas e, em 20% delas, foi a mais vigorosa, evidenciando-se a possibilidade de selecionar materiais superiores utilizando a seleção massal. A utilização da semente como meio de propagação gera variabilidade entre o material cultivado, já que normalmente se seleciona a plântula mais vigorosa de cada semente. Existe variabilidade genética entre os 200 acessos de mangueira ‘Ubá’ com base nas características físicas e químicas dos frutos. Os acessos de números 15, 17, 20, 42, 85 e 102 amostrados em Visconde do Rio Branco e os de números 110, 149 e 151 em Ubá foram os que se apresentaram com características superiores entre as características físicas e químicas avaliadas. A massa da polpa é a característica que mais influencia a massa do fruto. Entre os 102 acessos caracterizados com marcadores moleculares ISSR, encontrou-se variabilidade genética e não foram verificadas duplicatas, mesmo a mangueira ‘Ubá’ sendo poliembrionica e os acessos terem sido originados de sementes. Além disso, não houve separação por localidades amostradas, mostrando que a variabilidade está entre os acessos avaliados. Observou-se que é possível selecionar materiais superiores utilizando a seleção massal e que a variabilidade encontrada não é apenas fenotípica.

## ABSTRACT

ROCHA, Aline, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2009.  
**Identification of zygotic and nucelar seed embryos and agronomic and molecular characterization of ‘Ubá’ mango tree accesses.** Adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-advisers: Dalmo Lopes de Siqueira, Tânia Maria Fernandes Salomão and Cosme Damião Cruz.

The objectives of this work were to identify using ISSR molecular markers, the genetic origin, whether zygotic or nucelar, of seedlings relating to their vigor; to characterize the fruit physically and chemically and to evaluate the genetic diversity of ‘Ubá’ mango tree accesses sampled in Visconde do Rio Branco, Viçosa and Ubá, based on phenotypic and genotypic characters. During the 2005/2006 crop 102 ‘Ubá’ mango tree accesses were sampled with accesses 1 and 101 originating from Viçosa and the others from Visconde do Rio Branco (2 to 100 and 102), and during the 2006/2007 crop, 98 accesses were sampled in the municipality of Ubá (103 to 200). Seeds from 19 ‘Ubá’ mango tree accesses from the 2005/2006 crop and 20 from the 2006/2007 crop were placed to germinate in plastic trays filled with washed sand. After fifty days, the seedlings were counted and measured for height (cm), fresh mass (g) and stem circumference (mm). In addition, the leaves were collected for later

DNA extraction and analysis. For the physical and chemical characterization, 50 fruit were collected from each access, of which 30 were selected for characterization and 10 were analyzed for rotting. For ISSR-based characterization, mature leaves were harvested, using material from 102 plants out of the 200 selected. The 'Ubá' mango tree is polyembryonic, i.e., the same seed can germinate 1 to 14 seedlings, with or without zygotic seedlings in the seed. The zygotic seedlings was found in 60% of the seeds analyzed and in 20% of them it was the most vigorous, indicating the possibility of selecting superior materials using massal selection. The use of the seed as a means of propagation generates variability among the materials cultivated because usually the most vigorous seedling of each seed selected. Genetic variability occurred among the 200 'Ubá' mango tree accesses, based on the physical and chemical characteristics of the fruit. The accesses numbered 15, 17, 20, 42, 85 and 102, sampled in Visconde do Rio Branco, and the accesses numbered 110, 149 and 151, sampled in Ubá, presented superior characteristics among the physical and chemical characteristics evaluated. Pulp mass is the characteristic that most influences fruit mass. Genetic variability was found among the 102 accesses characterized with ISSR molecular markers and with no duplicates, even with 'Ubá' mango tree being polyembryonic and the accesses being originated from seeds. Besides, no difference between the localities sampled was observed, showing that the existing variability occurs among the accesses evaluated. It was concluded that it is possible to select superior materials using massal selection and that the variability found is not only phenotypic.

## INTRODUÇÃO GERAL

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das fruteiras mais cultivadas mundialmente, sendo a produção mundial, no ano de 2006, de 32.361.639 toneladas (FAO, 2008). O Brasil produziu, em 2006, 1.545.442 toneladas, e em 2005 exportou 113.882 toneladas, o que representa 12% da exportação mundial (FAO, 2008). A manga pode ser utilizada *in natura* ou também na forma de sucos, geleias e outros produtos processados. Nesse caso, no Brasil, os cultivares ‘Ubá’, ‘Coité’ e ‘Mamão’ são os mais utilizados (PINTO et al., 2004).

A mangueira é considerada uma espécie aloploide ( $2n = 2x + 2x' = 40$ ), mais provavelmente anfídiploide, isto é, poliploide constituído por dois complementos somáticos completos de duas espécies diferentes, sendo predominantemente alógama.

Os cultivares de mangueira são divididos em duas raças ou duas categorias. A primeira, indiana, originada do centro Indo-Burma tailandês, que produz frutos de boa aparência externa, cuja casca é bem colorida, variando de rosa a vermelho-intenso, com sementes monoembriônicas, e a segunda, filipínica ou indo-chinesa, originada do centro Filipínico Celeste Timor, a qual produz frutos alongados, com casca verde-amarelada quando maduros e sementes poliembriônicas (MUKHERJEE, 1997).

As sementes de mangueiras monoembriônicas possuem somente um embrião, que é zigótico. No entanto, as poliembriônicas, como é o caso da mangueira ‘Ubá’, contêm um ou mais embriões, um dos quais pode ser zigótico e os demais, nucelares. Os embriões nucelares permitem a multiplicação de plantas geneticamente idênticas à planta-mãe, mesmo quando se utilizam sementes para propagação (STURROCK, 1967), possibilitando a propagação de clones superiores e de porta-enxertos. Porém, é possível introduzir variabilidade genética entre os genótipos poliembriônicos, a qual é necessária para o melhoramento da cultura, pela seleção de plântulas zigóticas, provenientes de autopolinização ou polinização cruzada (GONZÁLEZ et al., 2002).

A polinização cruzada, entre as raças indiana e filipínica, tem resultado em híbridos intra e inter-raciais, os quais demonstram variabilidade quanto a cor, formato e tamanho dos frutos. Os cultivares brasileiros mais importantes que apresentam variabilidade dessas características e têm áreas de produção são a ‘Espada’, ‘Rosa’, ‘Bourbon’ e ‘Ubá’ (PINTO et al., 2004).

A propagação da mangueira pode ser feita tanto por via seminífera quanto vegetativamente. A propagação vegetativa por enxertia é a preferida por manter as características genéticas da matriz e, conseqüentemente, tem produção homogênea. A propagação por enxertia demanda porta-enxertos que deverão ser selecionados e testados apropriadamente porque podem interferir na produção e qualidade físico-química dos frutos (CORDEIRO et al., 2006a). Os porta-enxertos geralmente são produzidos via seminífera, utilizando-se sementes de mangueiras poliembriônicas, pela possibilidade de gerar plantas geneticamente iguais à planta-mãe, o que é considerada uma vantagem, já que se conheceria a performance da interação porta-enxerto/copa e também pela geração de pomares uniformes (RIBEIRO et al., 1995).

## 1.1. Mangueira ‘Ubá’

A mangueira ‘Ubá’ é encontrada crescendo espontaneamente em praticamente todos os Municípios da Zona da Mata mineira, estando bem adaptada às condições edafoclimáticas da região. A excelente qualidade do suco da manga ‘Ubá’ faz com que as agroindústrias da região, concentradas nos Municípios de Visconde de Rio Branco, Ubá e Astolfo Dutra, se encontrem em franca expansão e sejam responsáveis pela geração de recursos e empregos. Isso gera demanda crescente de frutos em quantidade e com qualidade superior para atender às exigências das indústrias produtoras de sucos.

A origem do cultivar ‘Ubá’ é desconhecida. Acredita-se que foi introduzido no Município de Ubá há mais de 100 anos, provavelmente oriunda da Ilha de Itamaracá, em Pernambuco, onde é conhecida como ‘Jasmin’ (MEDINA, 1981). É uma planta vigorosa, de porte elevado, podendo atingir mais de 10 m de altura, com copa arredondada, densa e bem enfolhada (DONADIO, 1996; RAMOS et al., 2005). Apresenta alternância de produção, isto é, produção elevada em um ano, seguida de baixa produção no ano seguinte, o que, segundo Cunha et al. (2002), é um dos maiores problemas para o cultivo da mangueira. Suas sementes são poliembriônicas, isto é, apresentam mais de um embrião por semente. Borges (1997) encontrou  $6,40 \pm 1,81$  embriões por semente.

A maturação da manga ‘Ubá’ ocorre, principalmente, nos meses de dezembro e janeiro. Os frutos são pequenos, com peso variando de 100 a 150 g, sendo 13% de casca, 15% de semente e 72% de polpa. A casca tem coloração verde-amarelada, polpa alaranjada com fibras curtas, saborosa, succulenta e com teor de sólidos solúveis próximo a 14 °Brix e acidez de 0,2% (DONADIO, 1996). As características citadas anteriormente a torna recomendada para a utilização industrial, além do que, na região da Zona da Mata mineira, é bem aceita para consumo *in natura*.

Devido à forma com que vem sendo explorada ao longo dos anos, em fundos de quintais, com plantas propagadas via semente, observa-se que existe grande variabilidade entre plantas, quanto a morfologia, época de maturação e características dos frutos, entre outros fatores. Essa variabilidade certamente é devida à ocorrência de híbridos que foram produzidos naturalmente ao longo dos anos, desde que o cultivar foi introduzido na região, visto que a polinização da mangueira é predominantemente cruzada (IYER; DEGANI, 1997), apesar de apresentar flores masculinas e hermafroditas na mesma panícula.

A existência de híbridos naturais e o desconhecimento ou desconsideração desse fato pelos viveiristas e produtores resultam, frequentemente, na propagação vegetativa de indivíduos inferiores, levando à obtenção de frutos de má qualidade, como apresentando polpa com coloração amarelo-clara, sendo a polpa alaranjada um dos pontos fortes do cultivar 'Ubá'.

Assim, é necessária a seleção dos híbridos naturais que apresentem características desejáveis tanto para a indústria quanto para o consumo ao natural, e até o momento não se conhece nenhum trabalho realizado nesse sentido com a mangueira 'Ubá' na Zona da Mata mineira.

## **1.2. Melhoramento genético da mangueira**

Os objetivos dos programas de melhoramento genético da mangueira variam de região para região (IYER; DINESH, 1997), pois os cultivares desenvolvidos precisam atender aos três segmentos da cadeia produtiva: os produtores, os distribuidores e os consumidores (PINTO et al., 2004).

No Brasil, os objetivos gerais dos programas de melhoramento são desenvolvimento de híbridos com alta capacidade produtiva, qualidade de frutos superior à de 'Tommy Atkins', produção regular e resistência a pragas e doenças, além de plantas de porte reduzido (PINTO et al., 2004).

Os programas de melhoramento da mangueira enfrentam alguns problemas com hibridização devido ao baixo vingamento de frutos, à longa fase juvenil, resultados imprevisíveis devido à alta heterozigose dos pais, poliembrionia em alguns cultivares e a necessidade de amplas áreas para avaliação, além da manutenção dos híbridos por longo período de tempo (IYER; DINESH, 1997).

A seleção de *seedlings* provenientes de polinização aberta é o método de melhoramento que gerou a maioria dos cultivares utilizados na Índia (IYER; DEGANI, 1997; MEDINA, 1981). Na Flórida, todos os cultivares utilizados foram selecionados a partir de *seedlings* provenientes de polinização aberta e não de polinização controlada. Dessa forma, a ‘Haden’ originou-se da ‘Mulgoba’, e as mangas ‘Edward’, ‘Lippens’, ‘Tommy Atkins’ e ‘Zill’ originaram-se da ‘Haden’ (CAMPBELL, 1992).

Segundo Pinto (1996), a mangueira produz inflorescência tipo panícula, de forma cônica a piramidal, possuindo flores perfeitas e masculinas. O número de panículas por planta (600 a 6.000), de flores por panícula (200 a 4.000) e de pólen por antera varia de acordo com o cultivar. O fenômeno de baixo vingamento de frutos é muito comum em mangueira, uma vez que, no máximo, 35% das flores são polinizadas, e apenas 0,01% geram frutos aptos para a colheita.

Também Medina (1981) afirmou que, apesar do elevado número de flores na planta, a porcentagem de flores férteis é baixa, dificultando o melhoramento através da hibridação. Esse autor observou que, em 12 cultivares estudados, a porcentagem de flores férteis variou de 4,85 a 34,02%. Apesar disso, recentemente programas de melhoramento utilizando hibridação controlada, com técnicas melhoradas de polinização e *screening* da progênie obtida, contribuíram para a obtenção de híbridos importantes, a exemplo de ‘Mallika’ e ‘Amrapalli’ pelo *Indian Agricultural Research Institute*, em Nova Deli (SINGH et al., 1972). No Brasil, a Embrapa Cerrados lançou cinco cultivares, ‘Alfa’, ‘Lita’, ‘Roxa’, ‘Beta’ e ‘BRS Ômega’, com base no método da hibridação (PINTO et al., 2005).

Híbridos de mangueira apresentam, em geral, desempenho intermediário ao de seus genitores, o que indica haver uma herança controlada por ação de genes aditivos. O peso dos frutos dos híbridos CPAC 0388/84 ('Winter' x 'Zill') e CPAC 0204/84 ('Tommy Atkins' x 'Imperial') é maior que o dos seus genitores, porém quando os genitores femininos 'Winter' e 'Tommy Atkins' são cruzados com cultivares de frutos pequenos, por exemplo 'Maça' e 'Imperial', geram progênes com frutos de tamanho intermediário ao dos genitores (PINTO, 1995).

A incidência de doenças na floração, especialmente oídio e antracnose, é fator importante na produtividade da mangueira, podendo, em certos anos, comprometer irremediavelmente a produção (PIZZA JR., 1989). Assim, a observação da tolerância ou resistência a essas moléstias é de fundamental importância em qualquer trabalho de melhoramento. Além de infectar as inflorescências, a antracnose também infecta os frutos, resultando em queda prematura, prejuízo na aparência e redução do período de conservação pós-colheita.

Segundo Bleinroth et al. (1976), no julgamento de um cultivar de manga com possibilidades comerciais devem ser levados em conta os seguintes fatores: ausência de alternância de produção, alta porcentagem de flores perfeitas e com pequena tendência de produzir frutos sem embrião, frutas de cor atrativa que suportam bem o transporte, resistência à antracnose ou de controle fitossanitário praticável, sabor satisfatório, ausência de fibras na polpa e caroço representando menos de 10% da massa total da fruta.

### **1.3. Programa de melhoramento genético da mangueira 'Ubá'**

A produção de suco de frutas, no Brasil e no Estado de Minas Gerais, tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Entre os sucos produzidos, o de manga é um dos que apresentam maior aceitação, e a manga 'Ubá' tem sido utilizada pelas agroindústrias da Zona da Mata mineira, tanto

para a produção de suco puro quanto em misturas com o de outros cultivares para realçar a cor e o sabor.

A hegemonia da mangueira ‘Ubá’ na Zona da Mata mineira ocorre pelo fato de ser um cultivar bem adaptado à região, cujos frutos apresentam excelente qualidade, com polpa alaranjada e alto teor de sólidos solúveis, além da ausência de outros cultivares com qualidade semelhante na região. Porém, o fato de grande parte dos pomares terem sido formados por via seminífera gerou variabilidade pela ocorrência de híbridos naturais. Como esses pomares são usados hoje como matrizes, nota-se grande heterogeneidade de plantas em pomares jovens, além da propagação vegetativa de indivíduos inferiores, levando à obtenção de frutos de má qualidade, como aqueles com polpa amarelo-clara e baixo teor de sólidos solúveis.

Em razão da importância da manga ‘Ubá’ para a região da Zona da Mata mineira, da alta variabilidade observada entre plantas, quanto à morfologia, maturação e características dos frutos, da baixa produtividade e da carência de trabalhos desenvolvidos com esse cultivar, entre outros fatores, viu-se a necessidade de selecionar híbridos naturais com características superiores. Para isso, desde 2005, com o apoio financeiro da FAPEMIG, vem-se desenvolvendo na Universidade Federal de Viçosa um programa de melhoramento genético com os objetivos de avaliar e selecionar plantas superiores do cultivar ‘Ubá’ na microrregião de Viçosa, para propiciar a produção de frutos de melhor qualidade e atender melhor ao mercado consumidor (agroindústria e consumo ao natural).

Para atingir esses objetivos, 200 acessos oriundos de polinização aberta foram selecionados nos Municípios de Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. Os acessos foram identificados e georreferenciados, de forma que se pudesse retornar a eles quando necessário.

A seleção desse material foi feita com base nas características da planta, como produtividade, incidência de doenças, formato, tamanho e qualidade do fruto, entre outras. Por ser um cultivar poliembriônico, existe a possibilidade

de, no material selecionado, existirem plantas geneticamente iguais, apresentando apenas diferenças no fenótipo, o que levaria à perda de dinheiro e tempo quando elas fossem implantadas no mesmo local para avaliações posteriores.

Para evitar a duplicidade de plantas geneticamente idênticas, previram-se, nesse programa, a caracterização e comparação do DNA dos acessos coletados.

Além disso, foram coletados garfos de cada uma das plantas selecionadas que foram enxertados em portas-enxertos do cultivar ‘Ubá’. De cada planta, produziram-se quatro mudas, que foram plantadas na Fazenda Experimental da Sementeira, localizada no Município de Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, para avaliação por vários ciclos produtivos, o que permitirá a identificação do(s) acesso(s) superior(es).

Finalmente, serão lançados e distribuídos aos viveiristas e produtores clones superiores do cultivar ‘Ubá’.

#### **1.4. Poliembrionia**

A poliembrionia é a formação de vários embriões em um óvulo. Essa característica é controlada geneticamente e se deve a um gene dominante (ARON et al., 1998). Sementes poliembrionicas contêm embriões nucelares e um embrião zigótico (DEGANI et al., 1993), ou podem apresentar apenas embriões nucelares (JULIANO, 1934). Os embriões nucelares são formados do tecido nucelar, e as plântulas originadas desses embriões são geneticamente iguais à planta-mãe (ARON et al., 1998), o que permite a formação de pomares uniformes mesmo utilizando sementes para o cultivo.

Em mangueira, o tipo de apomixia presente é o da embrionia adventícia, no qual ocorre a formação de embriões na região do nucelo. Em sementes de mangueira ‘Strawberry’, os embriões nucelares são encontrados ao redor da micrópila e do lado oposto ao funículo (JULIANO, 1934). As

células do nucelo, em mangueiras poliembrionicas, podem se dividir e utilizar o endosperma como substrato para o seu desenvolvimento. Essas células são geneticamente iguais à planta-mãe e originam embriões funcionais denominados nucelares (STURROCK, 1967).

A identificação dos embriões zigóticos e nucelares e a correlação destes com alguma característica morfológica são de grande utilidade tanto para a formação de pomares uniformes quanto para o melhoramento do cultivar, dado que o viveirista busca plântulas geneticamente iguais à planta-mãe (embriões nucelares), e o melhorista necessita de plântulas oriundas de embriões zigóticos para introdução de variabilidade.

Plântulas zigóticas, em cultivares poliembrionicos, são apontadas por estar próximas à região basal da semente e degenerarem ou não desenvolverem bem devido à competição com as plântulas nucelares (SRIVASTAVA et al., 1988). Porém, Cordeiro et al. (2006a) observaram que a plântula zigótica pode ser a mais vigorosa, dado o efeito de heterose, e encontrada em posições mais distantes da basal, mesmo que essa posição favoreça a fecundação no saco embrionário.

Os produtores de mudas geralmente escolhem a planta mais vigorosa, seja para formar pomares de pés-francos, seja para porta-enxertos, pois esta é considerada empiricamente como de origem nucelar, resultando em pomares homogêneos (PINTO et al., 2002). A desuniformidade das plantas selecionadas leva, dessa forma, a crer que o embrião nucelar não é, necessariamente, o mais vigoroso. Cordeiro et al. (2005) constataram esse fato em mangueira ‘Rosinha’, utilizando marcadores RAPD para identificação de plântulas nucelares e zigóticas.

Devido à dificuldade para seleção de plântulas nucelares utilizando características morfológicas, diversos autores, trabalhando com mangueiras ou outras espécies, vêm utilizando marcadores genéticos, como isoenzimas (DEGANI et al., 1993; SOOST et al., 1980; SCHNELL; KNIGHT, 1992; SCHNELL et al., 1994), RAPD (CORDEIRO et al., 2006a) e microsatélites (RUIZ et al., 2000), para diferenciar os embriões zigóticos e nucelares. Porém,

para os produtores de mudas a identificação por esses marcadores é de difícil realização, e eles continuam escolhendo as plantas por características morfológicas.

Em manga ‘Rosinha’, a relação entre embrião nucelar e plântula mais vigorosa é variável com o ano de amostragem (CORDEIRO et al., 2005). A posição da plântula que germina primeiro não é um critério válido para a identificação e descarte de plântulas zigóticas em mangueiras ‘Turpentine’ e ‘13-1’, como foi observado por Degani et al. (1993), trabalhando na identificação de plântulas com isoenzimas. Cordeiro et al. (2006a) identificaram plântulas zigóticas em mangueira ‘Rosinha’, em segunda, terceira e quarta posições (plântulas numeradas em ordem crescente de acordo com a distância do lado basal da semente), e esperavam encontrar na primeira posição plântula mais próxima da região basal da semente, perto do pedúnculo, até mesmo pela facilidade da fecundação do óvulo.

O uso de marcadores codominantes como as isoenzimas permite identificar se a plântula zigótica é oriunda de polinização cruzada ou de autopolinização pela presença de alelos que a planta-mãe não apresenta. Além disso, permite a separação das plântulas oriundas de autopolinização das nucleares pela presença de um ou mais locos em homozigose para o qual a planta-mãe é heterozigota (DEGANI et al., 1993).

### **1.5. Caracterização agrônômica**

A caracterização de frutos em seu ambiente natural, para estudos de variabilidade, é de grande importância para fornecer informações preliminares, que são úteis para programas de melhoramento genético da cultura (MAIA et al., 2008).

A caracterização de genótipos constitui uma das principais etapas dos trabalhos com germoplasma, porque permite identificar cultivares com potencial de uso imediato pelos agricultores, assim como identificar acessos que apresentam características interessantes para o melhoramento da cultura

(FONSECA et al., 1994). Além disso, a partir da caracterização é possível o estudo da diversidade genética entre acessos e, ou, populações, que permitirá a identificação de possíveis genitores ou até mesmo de acessos com características superiores. Quando um material com qualidade superior é identificado, no caso de espécies frutíferas como a mangueira, que pode ser propagada vegetativamente, sua multiplicação torna-se facilitada.

Estudos de caracterização também permitem observar as correlações entre as características avaliadas, além de poder estudar os efeitos diretos e indiretos de determinadas variáveis em relação a uma variável principal.

## **1.6. Marcadores Moleculares**

Ao longo do tempo, os genótipos de mangueira têm sido tradicionalmente caracterizados pelo uso de características morfológicas e agrônomicas (LÓPEZ-VALENZUELA et al., 1997), porém plantas fenotipicamente indistinguíveis podem ser genotipicamente diferentes (SCHNELL; KNIGHT, 1992). Com o desenvolvimento da biologia molecular, pesquisas com isoenzimas e marcadores moleculares, que se baseiam em DNA (RAPD, VNTR, RFLP, AFLP, ISSR, SSR), têm sido implementadas para manga.

As isoenzimas foram utilizadas para caracterizar genótipos de mangueiras (DEGANI et al., 1990) e identificar plântulas zigóticas e nucelares em cultivares poliembriônicos (SCHNELL; KNIGHT, 1992; DEGANI et al., 1993). Adato et al. (1995) utilizaram marcadores VNTR para identificação de cultivares e análise da estrutura genética da mangueira. Os marcadores RFLP foram utilizados para analisar as relações filogenéticas em *Mangifera* (EIADTHONG et al., 1999a). Marcadores RAPD vêm sendo usados na identificação e avaliação das relações de cultivares (LÓPEZ-VALENZUELA et al., 1997; SCHNELL; KNIGHT, 1993; SCHNELL et al., 1995), na determinação de genitores em híbridos de mangueiras (CORDEIRO et al., 2006b), na estimativa da diversidade genética entre cultivares de mangueiras

(BALLY et al., 1996; FALEIRO et al., 2004; HEMANTH KUMAR et al., 2001; SOUZA et al., 2008; SOUZA; LIMA, 2004; RAJWANA et al., 2008) e na identificação de plântulas zigóticas e nucelares (CORDEIRO et al., 2006a). Marcadores AFLP (SANTOS et al., 2008), ISSR (EIADTHONG et al., 1999b; GONZALÉZ et al., 2002; PANDIT et al., 2007) e cpISSR (XIN-HUA et al., 2007) têm sido utilizados para a identificação de cultivares e para análise da diversidade genética de mangueiras. Atualmente, marcadores microsatélites (SSR) têm sido desenvolvidos para mangueira (DUVAL et al., 2005; HONSHO et al., 2005; SCHNELL et al., 2005) e foram utilizados por Viruel et al. (2005) em *fingerprinting* e na diferenciação geográfica e do tipo de embrião e por Duval et al. (2006) na avaliação da diversidade genética de mangueiras.

Os marcadores ISSR (*Inter simple sequence repeat*) baseiam-se na amplificação de regiões entre sequências microsatélites adjacentes do DNA via PCR (*polymerase chain reaction*) e combinam a maioria das vantagens de microsatélites e AFLP, assim como a universalidade dos marcadores RAPD, porém são dominantes e, portanto, menos informativos que marcadores co-dominantes. São marcadores altamente polimórficos, reprodutíveis, não necessitam de conhecimento prévio do genoma e são de custo relativamente baixo (GONZALÉZ et al., 2002). São próprios para o estudo de diversidade genética, análises filogenéticas, genes marcados ou etiquetados, mapeamento gênico e na biologia evolutiva (REDDY et al., 2002; YE et al., 2005; FALEIRO, 2007).

Os *primers* ISSR são microsatélites que, em geral, têm 16 a 25 pares de base (pb) de comprimento, podem ser ou não ancorados nas extremidades 5' ou 3' com uma a quatro bases degeneradas. Na reação de PCR, utiliza-se apenas um *primer* que vai parear em diferentes regiões do genoma, amplificando fragmentos de 200 a 2.000 pb (REDDY et al., 2002). Em manga foram encontrados fragmentos ISSR com tamanho variando de 200 a 1.400 pb (GONZÁLEZ et al., 2002).

Marcadores ISSR identificados em manga foram utilizados para avaliar a diversidade genética entre 22 cultivares na Tailândia (EIADTHONG et al., 1999b), assim como em 70 cultivares na Índia (PANDIT et al., 2007), e os resultados indicaram a eficiência destes para o estudo da diversidade genética.

Apesar da importância regional da manga, tanto visando ao consumo ao natural quanto ao processamento, não foram encontrados, na literatura, trabalhos objetivando a seleção de *seedlings* do cultivar ‘Ubá’ na Zona da Mata mineira.

Este trabalho teve por objetivos:

1. Selecionar e avaliar mangueiras superiores do cultivar ‘Ubá’ na microrregião de Viçosa, com base em características agronômicas e genéticas, visando à produção de frutos de melhor qualidade, para atender ao mercado consumidor (agroindústria e *in natura*).
2. Identificar plântulas zigóticas e nucelares em sementes da mangueira ‘Ubá’, por meio de marcadores moleculares.

## **CAPÍTULO 1**

### **IDENTIFICAÇÃO DE PLÂNTULAS ZIGÓTICAS E NUCELARES DE SEMENTES POLIEMBRIÔNICAS DE MANGUEIRA ‘UBÁ’ POR MEIO DE MARCADORES ISSR**

#### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi identificar a origem genética, se zigótica ou nucelar, de plântulas oriundas de sementes poliembriônicas de mangueira ‘Ubá’, por meio de marcadores moleculares ISSR, e relacioná-la com o vigor das plântulas. Sementes de 20 acessos de mangueira ‘Ubá’ foram coletadas, sendo 30 de cada acesso. Após a remoção do endocarpo, as sementes foram colocadas para germinar em bandejas plásticas com areia lavada. Cinquenta dias após a semeadura foram amostrados, ao acaso, cinco acessos para a identificação dos embriões zigóticos e nucleares. Analisaram-se plântulas de cinco sementes dos acessos 102, 112, 138 e 159 e de 10 sementes do acesso 152, perfazendo um total de 30 sementes e 117 plântulas. Estas foram identificadas e avaliadas quanto à altura (cm) e circunferência do caule (mm) e massa da parte aérea (g). As folhas foram retiradas e armazenadas para posterior extração de DNA. O DNA genômico foi extraído e amplificado com

sete *primers* ISSR. Os produtos das ampliações foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 1,5%, corados com brometo de etídio, visualizados sob luz ultravioleta e fotodocumentados. Para a análise dos dados, compararam-se os padrões ISSR apresentados pelas plântulas com o das respectivas plantas-mãe. As plântulas com padrões diferentes em pelo menos três *primers* foram consideradas de origem zigótica. Observou-se a presença de plântula zigótica em 18 sementes (60% do total), a qual foi a mais vigorosa em seis sementes. Isso evidencia a existência de variabilidade genética em pomares que utilizam mudas oriundas de sementes, visto que o produtor rural normalmente seleciona a plântula mais vigorosa para a formação de pomares. Esses resultados indicam que a plântula mais vigorosa nem sempre é a de origem nucelar (geneticamente igual à planta-mãe), pois em 20% do total de sementes avaliadas a plântula zigótica foi a mais vigorosa.

## 1. INTRODUÇÃO

A mangueira ‘Ubá’ é produzida na Zona da Mata mineira e é de grande importância para a agroindústria (suco e polpa) e para o consumo *in natura* nessa região.

A semente da manga ‘Ubá’ é poliembriônica, e Borges (1997) encontrou  $6,40 \pm 1,81$  embriões por semente.

A poliembrionia é caracterizada pelo desenvolvimento de mais de um embrião em uma mesma semente, podendo um ser zigótico e os demais nucelares, ou todos serem nucelares (DEGANI et al., 1993). Essa característica é controlada geneticamente e se deve a um gene dominante (ARON et al., 1998). O número de plântulas por semente varia com o cultivar (CORDEIRO et al., 2006a).

Os embriões nucelares, em mangueira, são formados do tecido nucelar que envolve o saco embrionário, e as plântulas originadas desses embriões são geneticamente iguais à planta-mãe (ARON et al., 1998). No entanto, o embrião zigótico é oriundo da fertilização (autopolinização ou por polinização cruzada).

As plântulas oriundas de embriões nucelares são preferidas para a produção de porta-enxertos, pois com a utilização destas os pomares formados

seriam uniformes; no entanto, o embrião zigótico é desejado pelos melhoristas para a seleção de material superior e para a introdução de variabilidade.

Devido à presença de embriões nucelares, as sementes de mangueiras poliembrionicas são preferidas para a produção de porta-enxertos, porém a identificação visual das plântulas oriundas desses embriões é dificultada. Geralmente, os produtores de mudas utilizam a plântula mais vigorosa de cada semente para a produção dos porta-enxertos, porém nem sempre a plântula nucelar é a mais vigorosa, o que gera pomares desuniformes. Em mangueira ‘Rosinha’, 90% das plântulas mais vigorosas, oriundas de sementes colhidas nos anos de 2002 e 2003, são de origem zigótica, enquanto plântulas oriundas de sementes colhidas em 2004 tiveram, em sua maioria, origem nucelar indicando não haver um padrão em relação a embrião nucelar e plântula mais vigorosa (CORDEIRO et al., 2005).

Devido à dificuldade na seleção de plântulas nucelares em sementes de mangueiras poliembrionicas utilizando características morfológicas, diversos autores vêm utilizando marcadores genéticos, como isoenzimas (DEGANI et al., 1993; SCHNELL; KNIGHT, 1992; SCHNELL et al., 1994) e RAPD (CORDEIRO et al., 2006a) para identificar os embriões zigótico e nucelar. Porém, para os produtores de mudas a identificação por esses marcadores é de difícil realização, e eles continuam escolhendo as plantas por suas características morfológicas.

Os objetivos deste trabalho foram identificar a origem genética, se zigótica ou nucelar, de plântulas oriundas de sementes poliembrionicas de mangueira ‘Ubá’, por meio de marcadores moleculares ISSR, e relacioná-la com o vigor das plântulas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Poliembrionia e germinação**

Para detectar o número de plântulas por semente e a porcentagem de germinação, selecionaram-se 19 acessos da safra 2005/2006 e 20 da safra 2006/2007, dos quais foram coletadas 30 sementes de cada. Os frutos foram colhidos, com a cor de casca verde, nos dias 6 e 10 de janeiro de 2006 (safra 2005/2006) em Visconde do Rio Branco e nos dias 13, 16, 17, 22 e 23 de novembro de 2006 (safra 2006/2007) em Ubá, com exceção do acesso 102, que é de Visconde do Rio Branco, e deixados amadurecer naturalmente, à temperatura ambiente. Após o amadurecimento, os frutos foram despulpados e as sementes, lavadas em água potável e secas por três dias a ambiente.

O endocarpo de todas as sementes foi retirado, utilizando-se uma tesoura de poda, com cuidado para não ferir os embriões. Em seguida, foram tratados com o fungicida Captan (Orthocide 500 – N-(triclorometil)tio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida) na dose de 2,4 g/kg de semente. As sementes tratadas foram semeadas em bandejas plásticas (42,5 cm x 28,5 cm x 11,5 cm), uma bandeja por acesso, tendo por substrato areia de rio e mantidas em casa de vegetação por 50 dias, com irrigações duas vezes por dia. Após esse período, as plântulas emergidas por semente foram contadas.

Para a identificação da origem genética de plântulas da mangueira ‘Ubá’ foram utilizadas as plântulas oriundas das 30 sementes dos 20 acessos da safra 2006/2007. Cinquenta dias após a semeadura foram amostrados ao acaso cinco acessos. Para cada um deles foram utilizadas as plântulas de 10 sementes para a identificação dos embriões zigóticos e nucelares. As plântulas de cada semente foram identificadas e avaliadas quanto à altura do caule medida a partir do colo, diâmetro do caule medido 2 cm acima do colo e massa fresca da parte aérea. As folhas das plântulas oriundas das 10 sementes foram retiradas para posterior análise de DNA. Dessas, amostraram-se ao acaso plântulas de cinco sementes dos acessos 102, 112, 138 e 159, e para o acesso 152 foram avaliadas as plântulas das 10 sementes, perfazendo um total de 117 plântulas.

### **2.1.1. Extração de DNA**

Para a extração do DNA, utilizaram-se folhas das plântulas de cada semente, 50 dias após o plantio, e folhas maduras das plantas-mães. As folhas foram identificadas e mantidas em gelo até a chegada ao Laboratório de Análise de Frutos da Universidade Federal de Viçosa, onde foram congeladas com nitrogênio líquido. Em seguida foram armazenadas em congelador -80 °C, no Laboratório de Biologia Molecular do Departamento de Biologia Geral da UFV, até o momento da extração.

O DNA das 117 plântulas e das plantas-mãe foi extraído de acordo com González et al. (2002), com modificações. Duzentos miligramas de folha foram macerados juntamente com nitrogênio líquido até virar pó, em almofariz de porcelana. A esse macerado foram adicionados 800 µL do tampão de extração (CTAB 2%, NaCl 1,4 M, EDTA 20 mM, Tris-HCl 100 mM, β-mercaptoetanol 0,4%, PVP 1% e metabissulfito de sódio 20 mM), e a mistura foi transferida para microtubos de 1,5 mL. Esses foram incubados em banho-maria por 30 min a 65 °C e agitados a cada 10 min. Após a incubação, procedeu-se à desproteínização acrescentando 600 µL de

clorofórmio:álcool isoamílico na proporção de 24:1, agitando por 10 min. Após centrifugação a 16.000 g por 5 min, o sobrenadante foi transferido para outro microtubo de 1,5 mL, sendo realizada uma nova desproteinização. Logo após, os ácidos nucleicos (DNA e RNA) foram precipitados pela adição de 600 µL de isopropanol gelado e 150 µL de acetato de amônio 2,5 M e mantidos por pelo menos 2 h em congelador a -20 °C. Após a centrifugação a 16.000 g por 30 min, o sobrenadante foi descartado, o *pellet* lavado duas vezes com etanol 70% e seco à temperatura ambiente, sendo os ácidos nucleicos ressuspensos em 100 µL de TE (Tris-HCl 10 mM, pH 8,0; EDTA 1 mM pH 8,0). Para a eliminação do RNA, a solução de ácidos nucleicos foi tratada com RNAase (10 mg/mL), adicionando-se 3 µL em cada 100 µL de amostra com incubação a 37 °C, por 30 min. O DNA obtido foi armazenado em congelador a -20 °C. Em seguida, as amostras foram submetidas à eletroforese em gel de agarose 0,8% contendo 0,2 µg/mL de brometo de etídio para quantificar e verificar a integridade e pureza de DNA.

### **2.1.2. Amplificação de DNA**

Para a amplificação do DNA foram utilizados sete *primers* ISSR (816, 823, 825, 891, 899, D e Terry) (Tabela 1) previamente selecionados para a caracterização genética dos acessos (Capítulo 3).

De acordo com o *primer* utilizado, a mistura de reação para amplificação constituiu de diferentes concentrações dos reagentes, originando três misturas de amplificação denominadas A, B e C (Tabela 1), ajustadas conforme Eiadthong et al. (1999b) e González et al. (2002). Os reagentes utilizados em cada mistura de amplificação encontram-se na Tabela 2.

A reação de amplificação do DNA foi processada em termociclador PTC-100 (MJ Research Inc.), nas seguintes condições: 3 min a 94 °C (desnaturação inicial), seguido por 40 ciclos de 1 min a 92 °C (desnaturação), 2 min à temperatura de pareamento (variável de acordo com o *primer* em uso, Tabela 1), 2 min a 72 °C e um passo de extensão final de 7 min a 72 °C.

Tabela 1 – *Primers* utilizados e respectivas sequências, número de bandas geradas, temperaturas de pareamento (Ta) e mistura de amplificação (MA)

<i>Primer</i>	Sequência 5' - 3'	Nº de bandas	Ta (°C)	MA <sup>1</sup>
816	CACACACACACACACAT	9	50	A
823	TCTCTCTCTCTCTCC	5	53	A
825	ACACACACACACACT	8	53	B
891 <sup>2</sup>	HVHTGTGTGTGTGTGTG	10	40	B
899	CATGGTGTGGTTCATTGTTCCA	3	53	B
D <sup>2</sup>	HVHCACCACCACCACACT	5	53	B
Terry <sup>2</sup>	GTGGTGGTGGTGRC	7	53	C

<sup>1</sup>Conforme Tabela 2, <sup>2</sup>*Primers* ancorados na extremidade 5' ou 3'; R = (A ou G), H = (A, C ou T); e V = (A, C ou G).

Tabela 2 – Reagentes e quantidades empregadas em cada mistura de amplificação utilizada

Reagentes	Quantidades (µL) por Reação		
	A	B	C
Tampão 5X <sup>1</sup>	5,0	4,0	4,0
Cloreto de magnésio (MgCl <sub>2</sub> ) 25 mM	1,5	1,2	1,2
Deoxi-nucleotídeos (dNTP) 100 µM	1,0	2,5	2,5
DNA polimerase <sup>2</sup> 5U/µL	0,2	0,2	0,2
<i>Primer</i> 5 µM	2,0	5,0	2,0
DNA genômico <sup>3</sup> 17 ηg/µL	3,0	3,0	3,0
Água ultrapura <sup>4</sup>	7,3	9,1	12,1
Volume final	20	25	25

<sup>1</sup>5X Colorless Reaction Buffer da GoTaq<sup>®</sup> Flexi DNA Polymerase; <sup>2</sup>GoTaq<sup>®</sup> Flexi DNA Polymerase (Promega) – 1U; <sup>3</sup>aproximadamente 50 ng de DNA genômico; e <sup>4</sup>água ultrapura para completar o volume de reação.

Os produtos da amplificação foram separados por eletroforese em gel de agarose 1,5%, visualizados por coloração com brometo de etídio (0,2 µg/mL) e fotodocumentados sob luz ultravioleta, utilizando-se o sistema AlphaDigiDoc.

## 2.2. Análise dos dados

Para a análise dos dados, compararam-se os padrões ISSR apresentados pelas plântulas em relação ao mostrado pela planta-mãe, em cada um dos *primers* utilizados. Para a análise final, foram utilizados os perfis de amplificação que não tiveram fragmentos amplificados duvidosos (fragmentos fracos e sem reprodutibilidade), e os que tinham fragmentos duvidosos foram excluídos. As plântulas com padrão ISSR diferente (*primers* polimórficos) em pelo menos três *primers* foram consideradas como de origem zigótica, como recomendado por Novy et al. (1994). Esse critério foi adotado, devido ao fato de Novy et al. (1994) terem trabalhado com marcadores RAPD, que, assim como o ISSR, são dominantes e não permitem a separação dos indivíduos heterozigotos dos homozigotos dominantes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de plântulas por semente variou de 1 a 14 nas sementes colhidas no período de 2005/2006 e 1 a 8 no período de 2006/2007, sendo o número médio de plântulas por semente de 5,48 e 2,98, respectivamente (Tabela 3). O número de plântulas por semente condiz com Borges (1997), que encontrou  $6,40 \pm 1,81$  embriões por semente de manga 'Ubá'.

O número de plântulas por semente e a porcentagem de germinação foram maiores em sementes colhidas na safra 2005/2006 (Tabela 3). Isso pode ter ocorrido porque os frutos dessa safra foram colhidos em estágio de amadurecimento mais avançado, e os embriões se encontravam mais desenvolvidos, além do efeito do ambiente de cada localidade, já que os primeiros são de Visconde do Rio Branco e os últimos de Ubá, à exceção do acesso 102, que é de Visconde do Rio Branco.

Tabela 3 – Número de plântulas por semente (Plant/sem) e porcentagem de germinação (Germ.) das 30 sementes de cada um dos 19 acessos da safra 2005/2006 e dos 20 da safra 2006/2007

2005/2006			2006/2007		
Acessos	Plant/sem <sup>1</sup>	Germ. (%)	Acessos	Plant/sem <sup>1</sup>	Germ. (%)
1	3,3 (1, 6)	70,37	102	4,9 (2, 8)	100
14	6,8 (1, 14)	100	104	1,6 (1, 3)	37,93
15	3,7 (1, 7)	86,21	112	4,4 (1, 8)	88,89
16	5,4 (1, 9)	100	124	1,2 (1, 2)	38,46
17	5,6 (1, 10)	83,33	134	2,6 (1, 7)	61,54
18	6,6 (2, 10)	88,89	137	3,1 (1, 6)	72,41
19	6,7 (3, 9)	100	138	3,5 (1, 7)	93,10
20	5,7 (3, 10)	47,37	139	3,9 (1, 7)	83,33
21	5,5 (1, 11)	100	141	1,0 (1, 1)	24,14
22	6,4 (2, 10)	93,33	145	2,0 (1, 3)	14,81
23	5,3 (1, 13)	84,62	152	3,2 (1, 8)	86,67
24	6,2 (2, 13)	96,29	153	3,7 (1, 8)	89,66
25	4,9 (1, 9)	96,29	154	2,4 (1, 7)	71,43
26	6,4 (1, 11)	88,89	157	1,6 (1, 4)	60,00
43	5,1 (2, 11)	76,92	158	4,1 (1, 7)	92,86
54	6,4 (2, 10)	91,30	159	4,4 (1, 7)	86,21
61	4,8 (1, 8)	93,33	167	2,7 (1, 6)	82,76
91	5,9 (2, 10)	100	168	3,5 (1, 8)	80,00
101	3,3 (1, 6)	92,86	182	1,9 (1, 5)	51,85
			191	3,9 (1, 7)	45,83
Média/DP <sup>2</sup>	5,48 ± 1,09	88,95	Média/DP <sup>2</sup>	2,98 ± 1,16	68,09

<sup>1</sup>Cada valor corresponde à média de 30 sementes. Os números entre parênteses correspondem ao menor e ao maior número de plântulas germinadas por semente; e <sup>2</sup>DP – desvio-padrão.

Das cinco sementes avaliadas no acesso 102, que originaram 21 plântulas, encontrou-se plântula zigótica nas sementes 2, 4 e 5, correspondendo a 60% das sementes avaliadas. Na semente 2, a plântula zigótica apresentou vigor intermediário, enquanto na 4 foi a mais vigorosa e na 5, a menos vigorosa (Tabela 4). Isso indica que a plântula zigótica pode ser a mais vigorosa, o que pode ser explicado pelo vigor híbrido.

Tabela 4 – Plântulas avaliadas das cinco sementes do acesso 102 com respectivas altura, diâmetro e massa fresca (MF) da parte aérea e o número de *primers* polimórficos (PP) e monomórficos (PM) utilizados para identificar as plântulas zigóticas e nucelares usando marcadores ISSR

Semente	Plântula	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MF (g)	PP	PM
1	1	18,4	4,85	4,991	0	7
	2	8,2	2,52	0,871	0	7
2	1	9,0	2,57	1,914	0	7
	2	9,7	2,29	1,457	0	7
	3	8,1	2,30	0,956	<b>6</b>	1
	4	9,4	3,41	0,898	0	7
	5	8,5	2,77	0,801	0	7
	6	9,1	2,70	0,617	2	5
	7	5,5	2,10	0,345	2	5
3	1	12,5	3,07	1,877	0	7
	2	11,4	2,07	1,219	0	7
	3	9,3	2,23	0,649	0	7
	4	5,9	2,39	0,447	0	7
4	1	13,0	3,29	2,190	<b>3</b>	4
	2	9,4	2,66	1,224	0	7
	3	9,9	2,69	1,053	2	4
	4	7,3	2,42	0,671	1	6
5	1	17,0	3,88	5,111	0	7
	2	10,0	2,46	1,312	0	6
	3	8,0	3,02	0,635	0	7
	4	6,9	2,23	0,540	<b>3</b>	4

Números em negrito correspondem às plântulas oriundas de embriões zigóticos.

O fato de a plântula mais vigorosa não ser sempre a nucelar, aliado ao hábito do produtor rural em selecionar a plântula mais vigorosa para plantio, evidencia a possibilidade de existência de variabilidade genética nos pomares implantados a partir de mudas de pés-francos e ajuda a explicar as diferenças fenotípicas observadas a campo em mangueiras oriundas de sementes. O mesmo ocorre na obtenção de porta-enxertos, pois essa pequena porcentagem de embriões zigóticos mais vigorosos pode contribuir para a heterogeneidade observada em pomares cujos cultivares-copa são clonados.

Em algumas plântulas, observou-se a presença de dois *primers* polimórficos, deixando a dúvida se essas plântulas seriam ou não zigóticas. Porém, foi considerado o princípio de Novy et al. (1994), que, trabalhando com marcadores RAPD, que são dominantes assim como os ISSR, em plantas de cranberry (*Vaccinium macrocarpon* (Ait.) Pursh), observaram que polimorfismo em três *primers* seriam necessários para separar essas plantas.

Encontraram-se plântulas zigóticas em três sementes (2, 4 e 5), isto é, em 60% das cinco analisadas do acesso 112, que originou um total de 26 plântulas (Tabela 5). As plântulas zigóticas encontradas nas sementes 2 e 5 foram as mais vigorosas, enquanto na semente 4 o vigor foi intermediário. Na semente 2, observou-se, pelo perfil de bandas, a presença de duas plântulas zigóticas e geneticamente diferentes.

Em citros, que também apresentam o fenômeno da poliembrionia, foi encontrado um tipo desta causada pela ocorrência de mais de um gametófito normal no mesmo óvulo (BACHI, 1944). Isso pode explicar a ocorrência de dois embriões zigóticos na mesma semente e o fato de estes serem geneticamente diferentes, dada a possibilidade de fertilização de ambos os gametófitos.

Tabela 5 – Plântulas avaliadas das cinco sementes do acesso 112 com respectivas altura, diâmetro e massa fresca (MF) da parte aérea e o número de *primers* polimórficos (PP) e monomórficos (PM) utilizados para a identificação de plântulas zigóticas e nucelares usando marcadores ISSR

Semente	Plântula	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MF (g)	PP	PM
1	1	16,8	3,55	3,823	0	7
	2	17,7	3,57	2,957	0	7
	3	14,2	3,44	3,795	0	7
	4	12,7	2,67	1,259	1	6
	5	9,7	3,50	0,581	1	6
	6	4,4	1,77	0,314	2	5
2	1	14,8	2,66	2,317	<b>3</b>	3
	2	12,2	3,10	2,199	<b>3</b>	1
	3	11,3	2,63	1,156	0	7
	4	9,6	2,62	1,234	0	7
	5	8,3	2,74	0,726	0	7
	6	5,3	1,45	0,336	0	7
3	1	11,0	2,70	2,144	1	6
	2	14,0	2,58	1,678	0	6
	3	12,2	2,47	1,049	1	6
	4	8,4	1,78	0,597	1	6
4	1	13,2	3,54	2,515	0	7
	2	12,6	2,46	1,141	<b>3</b>	4
	3	9,0	2,95	1,553	0	7
	4	9,6	2,37	0,892	0	7
	5	6,2	1,81	0,218	1	6
5	1	11,0	2,48	1,293	<b>3</b>	4
	2	9,6	2,14	1,304	1	6
	3	10,1	2,23	1,082	0	7
	4	9,0	2,32	0,818	0	7
	5	8,8	1,90	0,508	0	7

Números em negrito correspondem às plântulas oriundas de embriões zigóticos.

As cinco sementes avaliadas do acesso 138 produziram um total de 19 plântulas. Encontrou-se plântula zigótica nas sementes 3 e 4 (40% das sementes avaliadas), e em nenhuma delas a plântula zigótica foi a mais vigorosa (Tabela 6). O fato de a plântula zigótica não ser sempre a mais

vigorosa contradiz o encontrado por Degani et al. (1993), que observaram que a massa média das plântulas zigóticas foi superior à das nucelares em mangueiras ‘Turpentine’ e ‘13-1’.

Tabela 6 – Plântulas avaliadas das cinco sementes do acesso 138 com respectivas altura, diâmetro e massa fresca (MF) da parte aérea e o número de *primers* polimórficos (PP) e monomórficos (PM) utilizados para a identificação de plântulas zigóticas e nucelares usando marcadores ISSR

Semente	Plântula	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MF (g)	PP	PM
1	1	10,7	2,65	1,938	0	7
	2	10,2	2,85	1,704	0	7
	3	7,9	2,09	0,615	2	5
2	1	15,3	4,39	4,504	0	7
	2	9,4	2,85	1,571	1	6
	3	7,1	2,08	0,676	0	7
	4	6,0	1,90	0,463	1	6
	5	7,3	1,85	0,333	1	6
3	1	12,5	3,29	1,857	0	7
	2	13,2	3,78	2,575	0	7
	3	4,0	1,41	0,373	0	7
	4	11,0	3,62	0,851	<b>4</b>	2
4	1	13,7	3,64	3,412	0	7
	2	10,3	2,40	1,129	1	6
	3	5,2	1,91	0,365	1	6
	4	4,9	1,56	0,251	<b>4</b>	2
5	1	16,3	3,87	3,188	0	7
	2	10,5	2,49	1,240	0	7
	3	10,4	2,43	0,889	2	4

Números em negrito correspondem às plântulas oriundas de embriões zigóticos.

Das 10 sementes avaliadas do acesso 152, perfazendo um total de 30 plântulas, encontraram-se plântulas zigóticas em sete sementes (1, 2, 4, 6, 7, 8 e 9), 70% das sementes analisadas. A semente 8 apresentou duas plântulas zigóticas e com perfil de bandas igual, indicando ser geneticamente iguais. Apenas na semente 1 a plântula zigótica foi a mais vigorosa (Tabela 7).

Tabela 7 – Plântulas avaliadas das cinco sementes do acesso 152 com respectivas altura, diâmetro e massa fresca (MF) da parte aérea e o número de *primers* polimórficos (PP) e monomórficos (PM) utilizados para a identificação de plântulas zigóticas e nucelares usando marcadores ISSR

Semente	Plântula	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MF (g)	PP	PM
1	1	6,3	1,88	0,820	<b>4</b>	0
	2	6,3	1,88	0,330	0	7
2	1	9,9	2,19	0,860	0	7
	2	8,6	3,10	1,080	0	7
	3	7,3	2,15	0,620	<b>5</b>	2
3	1	11,6	2,96	2,050	0	6
	2	5,7	1,97	0,240	0	6
4	1	10,4	2,56	1,190	0	7
	2	14,4	2,52	1,120	0	7
	3	4,2	1,23	0,140	<b>4</b>	1
5	1	13,8	3,11	2,570	0	6
	2	4,8	1,47	0,260	2	4
6	1	17,0	3,83	4,130	0	7
	2	9,9	2,57	1,130	2	5
	3	6,3	2,08	0,570	<b>3</b>	1
7	1	11,8	2,88	1,870	0	7
	2	10,7	2,77	1,530	0	7
	3	9,4	2,25	1,250	<b>3</b>	3
	4	4,8	1,65	0,570	0	7
	5	4,0	1,45	0,280	0	7
	6	2,1	1,18	0,170	0	7
8	1	10,4	2,56	1,610	1	6
	2	6,8	1,90	0,660	1	4
	3	5,0	1,44	0,220	<b>5</b>	2
	4	4,8	1,43	0,127	<b>4</b>	2
9	1	7,5	2,20	1,020	0	7
	2	5,3	1,78	0,530	<b>4</b>	1
10	1	18,0	3,98	5,020	0	7
	2	8,8	1,99	0,970	2	5
	3	6,2	1,44	0,240	0	7

Números em negrito correspondem às plântulas oriundas de embriões zigóticos.

As duas plântulas zigóticas da semente 8 podem ter sido geradas pelo fenômeno de policaulismo. Esse fenômeno é encontrado em mangueiras

monoembriônicas e foi relatado por Pinto et al. (2002) ou pela poliembrião por clivagem, originada da bipartição do embrião sexual como observado em citrus por Frost (1926) e Serra e Ollitrault (1992) ou até mesmo pela ocorrência de mais de um gametófito normal no mesmo óvulo (BACHI, 1944).

Das cinco sementes avaliadas na planta 159, perfazendo um total de 21 plântulas, encontrou-se plântula zigótica nas sementes 2, 4 e 5. Nas sementes 2 e 5, a plântula zigótica foi a mais vigorosa e na semente 4, a menos vigorosa (Tabela 8).

Tabela 8 – Plântulas avaliadas das cinco sementes do acesso 159 com respectivas altura, diâmetro e massa fresca (MF) da parte aérea e o número de *primers* polimórficos (PP) e monomórficos (PM) utilizados para a identificação de plântulas zigóticas e nucelares usando marcadores ISSR

Semente	Plântula	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MF (g)	PP	PM
1	1	13,3	4,03	2,387	0	7
	2	12,5	2,68	1,336	0	7
	3	5,4	1,57	0,215	1	6
2	1	15,0	3,33	3,040	<b>3</b>	4
	2	10,0	2,14	1,157	0	7
	3	10,3	2,31	0,783	0	7
	4	7,5	1,94	0,484	0	7
3	1	15,1	3,32	2,303	0	7
	2	11,0	2,32	1,472	0	7
	3	9,8	2,54	1,232	0	7
	4	6,4	1,69	0,433	1	6
4	1	13,6	3,24	1,838	0	7
	2	9,3	2,38	0,734	2	4
	3	8,5	2,45	0,568	0	7
	4	5,7	2,21	0,470	1	6
	5	4,1	1,61	0,179	0	7
	6	3,5	1,09	0,162	<b>6</b>	0
5	1	10,0	3,14	2,405	<b>4</b>	1
	2	11,0	2,44	0,974	0	7
	3	5,9	2,25	0,590	1	6
	4	5,5	2,11	0,319	0	7

Números em negrito correspondem às plântulas oriundas de embriões zigóticos.

Observou-se a presença de plântulas zigóticas em 18 sementes (60% das sementes avaliadas), e a plântula zigótica foi a mais vigorosa em seis sementes. Esses resultados indicaram que a plântula mais vigorosa nem sempre é geneticamente igual à planta-mãe, pois em 20% das sementes avaliadas a plântula zigótica foi a mais vigorosa, indicando a possibilidade de existência de variabilidade genética em pomares que utilizam mudas oriundas de sementes, possibilitando a seleção de materiais superiores por seleção massal. Essa heterogeneidade pode ser observada até mesmo nos pomares com materiais clonais, pois os porta-enxertos são oriundos de sementes. Degani et al. (1993) também observaram que não há relação entre a posição da plântula na semente e o tipo de embrião, trabalhando com as mangueiras ‘Turpentine’ e ‘13-1’.

O marcador ISSR foi útil como ferramenta para identificação da origem genética de plântulas de sementes poliembriônicas da mangueira ‘Ubá’. Porém, por ser um marcador dominante, não permitiu identificar se as plântulas zigóticas foram oriundas de autopolinização ou de polinização cruzada, dado que esse marcador não permite a separação do homocigoto (AA) e do heterocigoto (Aa). Além disso, não permitiu declarar plântulas zigóticas numa mesma semente como geneticamente idênticas.

A porcentagem de plântulas vigorosas de origem zigótica é variável com a época de amostragem, como foi observado por Cordeiro et al. (2005), trabalhando com mangueira ‘Rosinha’ utilizando marcadores RAPD. Eles verificaram que 90% das plântulas vigorosas analisadas em 2002 e 2003 eram de origem zigótica, enquanto das amostras de 2004 75% eram de origem nucelar.

#### **4. CONCLUSÕES**

Sementes de mangueira ‘Ubá’ apresentaram embriões zigóticos em 60% das sementes avaliadas, e em 20% delas o embrião zigótico foi o mais vigoroso.

A presença de embrião zigótico mais vigoroso que os nucelares gera variabilidade genética quando a semente é utilizada para a produção de porta-enxerto e para mudas de pé-franco.

É possível selecionar mangueiras ‘Ubá’ oriundas de polinização aberta utilizando a seleção massal.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE MANGUEIRAS ‘UBÁ’**

#### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi caracterizar, física e quimicamente, os frutos de acessos de mangueira ‘Ubá’ selecionados em Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá, assim como avaliar a diversidade genética entre eles, identificar características correlacionadas e estudar o efeito direto e indireto dessas características correlacionadas. Foram selecionadas 100 mangueiras em Visconde do Rio Branco, 2 em Viçosa e 98 em Ubá, nas safras 2005/2006 e 2006/2007, na Zona da Mata mineira, das quais se colheram 40 frutos fisiologicamente maduros, mas com casca verde. Estes foram lavados em solução de hipoclorito de sódio 100 µL/L por 10 min, e 30 frutos foram tratados com fungicida Prochloraz (Sportak 450 CE, Hoeschst Schering AgrEvo UK Ltd., Inglaterra), na dose de 49,5 g/100 L de água, por 10 min e secos ao ar. Em seguida, foram tratados com Ethephon, ácido 2-cloroetil fosfônico (Ethrel 240 g de ethephon/L e Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA.), na concentração de 1 g i.a./L juntamente com espalhante adesivo Adesil

(760 g i.a/L, Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A.), na concentração de 20 mL/100 L, durante 5 min e secados ao ar. Em seguida, foram armazenados a  $20 \pm 1$  °C e umidade relativa de 90% e avaliados após o completo amadurecimento. A massa dos frutos variou de 80 a 162 g, enquanto a porcentagem de polpa compreendeu entre 56,97 e 73,60% da massa do fruto. O teor de sólidos solúveis variou de 10,23 a 21,80 °Brix, a acidez titulável de 0,19 a 1,14 g de ácido cítrico/100 g de polpa e o teor de carotenoides de 4,6 a 38,79 µg/g de polpa. Esses dados indicam a ampla variação que existe entre os acessos de mangueira ‘Ubá’ selecionados. A manga ‘Ubá’ tem polpa alaranjada, o que a torna atrativa para a produção de sucos, casca verde-amarelada e alta suscetibilidade à antracnose, e nenhum dos acessos mostrou-se resistente para tal característica. Os acessos de números 15, 17, 20, 42, 85 e 102 selecionados em Visconde do Rio Branco e os de números 110, 149 e 151, selecionados em Ubá, foram os que apresentaram características físicas e químicas superiores entre aquelas avaliadas. A massa da polpa é a característica que mais influencia a massa do fruto, e o teor de sólidos solúveis é a variável química que melhor se correlaciona com a massa dos frutos.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de suco de frutas vem crescendo significativamente nesta década, devido às suas excelentes qualidades nutricionais e organolépticas. O suco de manga tem ampla aceitação pelos consumidores, com destaque para o da manga ‘Ubá’.

A mangueira ‘Ubá’ produz frutos pequenos, com peso médio de 150 g, cor amarelada, polpa com fibras curtas, saborosa, suculenta, doce e sementes pequenas (DONADIO, 1980). De sua polpa, produz-se suco de excelente qualidade, por isso o fruto é mais recomendado para a utilização industrial.

Grande parte dos pomares de mangueira ‘Ubá’ na Zona da Mata mineira foi formada a partir de mudas oriundas de sementes, o que gerou variabilidade quanto a tamanho e qualidade dos frutos, apesar de a semente ser poliembriônica. Mesmo em pomares comerciais, que utilizam mudas propagadas por enxertia, existe variabilidade, devido à utilização de matrizes-copa formadas via seminífera.

A caracterização de frutos em seu ambiente natural, para estudos de variabilidade, é de grande importância para fornecer informações preliminares que são úteis para programas de melhoramento genético da cultura (MAIA et al., 2008).

A caracterização de genótipos constitui uma das principais etapas dos trabalhos com germoplasma, porque permite identificar cultivares com potencial para uso imediato pelos agricultores, assim como identificar acessos que apresentam características úteis para o melhoramento da cultura (FONSECA et al., 1994). Além disso, a partir dessa caracterização é possível avaliar a diversidade genética entre acessos e, ou, populações que permitirá a identificação de possíveis genitores ou até mesmo de acessos com características superiores. Quando um material com qualidade superior é identificado, no caso de espécies frutíferas como a mangueira, que é propagada vegetativamente, sua multiplicação se torna facilitada.

Estudos de caracterização também permitem observar as correlações entre as características avaliadas, além de poder estudar os efeitos diretos e indiretos de determinadas variáveis em relação a uma variável principal.

Apesar da importância regional da manga ‘Ubá’, tanto visando ao consumo ao natural quanto ao processamento, não foram encontrados, na literatura, trabalhos objetivando a seleção de *seedlings* desse cultivar na Zona da Mata mineira.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar, física e quimicamente, os frutos de acessos de mangueira ‘Ubá’ selecionados em Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá, assim como avaliar sua diversidade genética, identificar características correlacionadas e estudar o efeito direto e indireto dessas características correlacionadas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Seleção de plantas**

No mês de novembro do ano de 2005 foram realizadas visitas a pomares comerciais e domésticos em Viçosa (latitude 20°45'20"S, longitude de 42°52'54"O e altitude de 649 m) e Visconde do Rio Branco (latitude de 21°00'37"S, longitude de 42°50'26"O e altitude de 352 m), e no ano 2006 em Ubá (latitude de 21°07'12"S, longitude 42°56'34"O e altitude de 338 m) (Figura 1). Com o apoio de produtores rurais, procedeu-se à seleção de dois acessos em Viçosa (1 e 101), 100 em Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102) e 98 em Ubá (103 a 200), utilizando como critério as características: carga de frutos na planta, tamanho e aspecto de frutos e incidência de antracnose em folhas e frutos.

As plantas pré-selecionadas, o município e a propriedade foram identificados para posterior localização. As plantas receberam uma placa metálica com número de identificação e foram georreferenciadas com GPS Garmin Etrex H. A propriedade e as mangueiras pré-selecionadas foram identificadas por meio de entrevista (questionário de avaliação) com o proprietário.

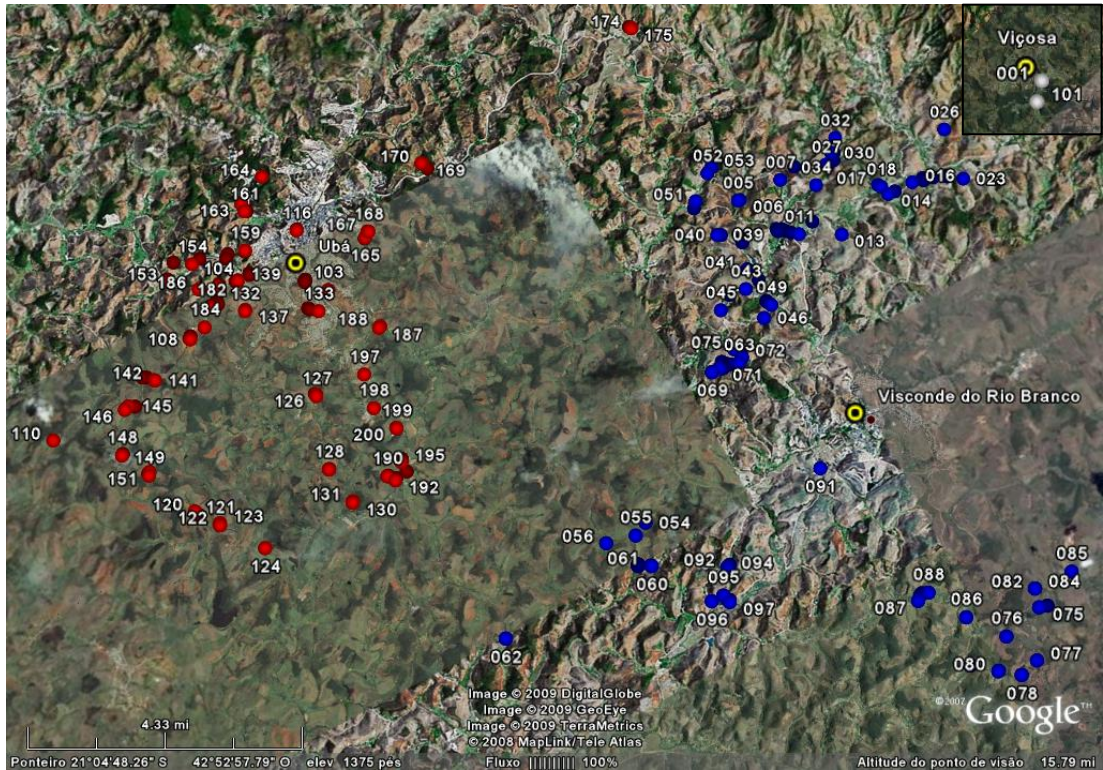


Figura 1 – Localidades amostradas na Zona da Mata mineira – MG/Brasil. Círculos azuis: acessos coletados em Visconde do Rio Branco e círculos vermelhos: acessos coletados em Ubá. No detalhe círculos brancos: acessos coletados em Viçosa.

## 2.2. Caracterização agrônômica

Após a identificação, as plantas foram caracterizadas quanto a: altura (m), circunferência do caule (m), diâmetro da copa (m) e produção estimada (frutos/m<sup>2</sup>).

A altura da planta foi estimada utilizando-se uma régua com 1,5 m de altura, a qual foi fotografada juntamente com a planta. Conhecendo-se a altura da régua, a altura da planta foi obtida por extrapolação utilizando as fotos. A circunferência do caule foi medida com uma fita métrica, a uma altura aproximada de 30 cm do solo. Para estimar o diâmetro da copa, foram feitas duas medições em cruz da projeção da copa no solo e, a partir destas, obteve-se o diâmetro médio da copa.

A produção foi estimada por meio da contagem dos frutos contidos em um quadrado de 1 m<sup>2</sup> fotografado em quatro setores equidistantes entre si, a uma altura média da copa. A contagem dos frutos foi feita nas fotos dos quadrados, e os dados foram expressos pela média do número de frutos contidos no quadrado/m<sup>2</sup> de copa.

A análise dos dados foi descritiva.

### **2.3. Caracterização dos frutos**

Quando os frutos se encontravam fisiologicamente maduros, procedeu-se nova visita às plantas selecionadas, colhendo 40 frutos de cada uma, e nos Municípios de Viçosa e Visconde do Rio Branco a colheita foi de 19 de dezembro de 2005 a 10 de janeiro de 2006 e no Município de Ubá, realizada de 23 a 28 de novembro de 2006.

Os frutos colhidos foram encaminhados ao Laboratório de Análise de Frutos do Setor de Fruticultura da UFV. Desses, selecionaram-se 30 frutos para avaliações físicas e químicas e 10 para avaliação de incidência de podridões. Os frutos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio 100 µL/L por 5 min, para desinfestação superficial e lavagem do látex. Em seguida, os 30 frutos selecionados para as análises físicas e químicas passaram por tratamento com fungicida Prochloraz (Sportak 450 CE, Hoeschst Schering AgrEvo UK Ltd., Inglaterra), na dose de 49,5 g/100 L de água durante 10 min e foram secados ao ar. Depois de secados, tanto os frutos tratados ou não, com o fungicida Sportak, foram imersos em solução de Ethephon, ácido 2-cloroetil fosfônico (Ethrel 240 g de ethephon/L, Rhône-Poulenc Agro Brasil LTDA.) na concentração de 1 g i.a./L, juntamente com espalhante adesivo Adesil (760 g i.a./L, Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A.), na concentração de 20 mL/100 L, durante 5 min e secos ao ar.

Os frutos foram mantidos em câmara fria a 20 ± 1 °C e 90% de umidade relativa até o completo amadurecimento. Quando os frutos se encontravam maduros, eles foram avaliados quanto a: massa dos frutos, da

casca, da polpa e da semente, índice de cor da casca e da polpa, porcentagens de casca, de semente e de polpa, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e teor de carotenoides da polpa. Além dessas, foi avaliada a incidência de podridões em 10 frutos em separado.

Para as análises de cor da casca e da polpa, os frutos foram avaliados individualmente. Para as análises da massa e das porcentagens de casca, de semente e de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável e teor de carotenoides os frutos foram divididos em duas amostras compostas de 15 frutos cada.

### **2.3.1. Parâmetros de cor da casca e da polpa**

A cor da casca foi medida na região central em lados opostos do fruto, e a cor da polpa foi avaliada na região central, em um dos lados do fruto, do qual foi retirada uma porção da polpa. Para essas análises, utilizou-se o colorímetro MINOLTA CR-10, que forneceu os valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  e  $h^\circ$ . O coeficiente  $L$  (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco); o  $a^*$  varia do verde (negativo) ao vermelho (positivo); o  $b^*$  vai do azul (negativo) ao amarelo (positivo); o  $C$  (croma – saturação ou intensidade da cor) é calculado pela seguinte equação:  $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ , e representa a hipotenusa do triângulo pela junção dos pontos  $(0,0)$ ,  $(a^*, b^*)$  e  $(a^*, 0)$ . O  $h^\circ$  (ângulo hue) é o ângulo entre a hipotenusa e  $0^\circ$  no eixo  $a^*$  e é calculado por:  $h^\circ = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$ , para interpretação apropriada o  $h^\circ$  varia de 0 a  $360^\circ$ , sendo  $0^\circ$  – vermelho,  $90^\circ$  – amarelo,  $180^\circ$  – verde e  $270^\circ$  – azul (McGUIRE, 1992). Para análise dos dados, utilizaram-se apenas os parâmetros  $C$  e  $h^\circ$ .

### **2.3.2. Massa fresca e porcentagem de polpa, de casca e de semente**

Para a determinação das porcentagens de polpa, de casca e de semente, os frutos foram pesados e, em seguida, descascados e despulpados. As cascas, assim como as sementes, foram pesadas. A massa da polpa foi determinada por subtração (massa dos frutos – massa das cascas – massa das sementes). As pesagens foram feitas em balança de precisão (0,1 g). O cálculo da

porcentagem da polpa, da casca e da semente foi feito em relação à massa dos frutos.

A polpa foi triturada e homogeneizada em liquidificador, e dela retiraram-se amostras para a realização das análises químicas. Essas amostras foram congeladas e armazenadas em congelador -20 °C, para análises *a posteriori*.

### **2.3.3. Análises químicas**

#### **2.3.3.1. Sólidos solúveis**

Os sólidos solúveis da polpa foram determinados fazendo-se três leituras em refratômetro portátil, Atago modelo N1, com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix. Os dados foram expressos em °Brix.

#### **2.3.3.2. Acidez titulável**

Para a determinação da acidez titulável da polpa foram utilizadas amostras compostas com massa de aproximadamente 5,0 g. As amostras foram diluídas em 100 mL de água destilada em *erlenmeyers*. Nessa solução, adicionaram-se três gotas de indicador fenolftaleína 1%, procedendo-se às titulações, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada com biftalato de potássio. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g de polpa.

#### **2.3.3.3. Carotenoides da polpa**

O teor de carotenoides totais da polpa foi determinado pela metodologia descrita para determinação de carotenoides e clorofila de casca de manga por Fonseca (1999), com modificações. Amostras com peso de aproximadamente 2,0 g foram trituradas em cadinhos de porcelana com areia lavada, 10 mg de CaCO<sub>3</sub> (para manutenção do pH) e acetona 80%, sendo o extrato cetônico

filtrado em papel-filtro e o volume completado para 25 mL. As absorvâncias foram determinadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646,8 e 663,2 nm e os níveis de carotenoides, determinados segundo as equações de Lichtenthaler (1987) e expressos em µg/g de polpa.

$$\text{Clorofila a (C}_a\text{)} = 12,25A_{663,2} - 2,79A_{646,8}$$

$$\text{Clorofila b (C}_b\text{)} = 21,50A_{646,8} - 5,10A_{663,2}$$

$$\text{Carotenoides (C}_c\text{)} = [1000A_{470} - (1,82C_a + 85,02C_b)]/198$$

$$\text{Concentração de C}_c \text{ (}\mu\text{g/g de polpa)} = (C_c \times 25 \text{ mL})/\text{Peso da mostra (g)}$$

#### **2.3.4. Incidência de podridões**

A incidência de podridões nos frutos foi determinada com o auxílio de escala diagramática descrita por Júnior et al. (2004), atribuindo-se notas aos frutos segundo a área da casca atingida por sintomas: 1, ausência de manchas de antracnose nos frutos; 2, menos de 5,0% da área dos frutos afetados com antracnose; 3, de 5,0 a 10,0% da área dos frutos afetados com antracnose; 4, de 10,1 a 30% da área dos frutos afetados com antracnose; e 5, acima de 30,1% da área dos frutos afetados por antracnose. Os dados foram expressos pela média das notas dos 10 frutos avaliados.

#### **2.3.5. Análise dos dados**

As médias dos dados obtidos de cada característica avaliada para os diferentes acessos foram analisadas e comparadas, com o objetivo de avaliar a variabilidade entre eles. Para isso, fez-se o estudo da dissimilaridade genética utilizando a distância euclidiana média. A partir da matriz de dissimilaridade gerada, procedeu-se à análise de agrupamento pelos métodos UPGMA (*Unweighted pair group method with arithimetical averages*) e Tocher. Além desses, para o estudo das características avaliadas fez-se a análise de componentes principais, correlação simples e análise de trilha. As análises foram feitas no aplicativo GENES (CRUZ, 2006ab).

Os acessos selecionados em Visconde do Rio Branco e Viçosa tiveram seus dados analisados separadamente dos de Ubá no estudo da dissimilaridade genética e para os métodos de agrupamento UPGMA e Tocher. No entanto, para o estudo dos componentes principais, correlação simples e análise de trilha os dados foram analisados conjuntamente. As características utilizadas nessas análises foram as características dos frutos, com exceção de porcentagem de casca, de semente e de polpa, e para a correlação simples foi incluída a variável produção.

### 2.3.5.1. Distância euclidiana média

A estimativa da distância euclidiana média é obtida por:

$d_{ij} = (\sum_j (Y_{ij} - Y_{i\cdot})^2 / v)^{1/2}$ , em que  $Y_{ij}$  é o valor obtido para o  $i$ -ésimo genótipo em relação à  $j$ -ésima variável e  $v$  é o número de variáveis analisadas.

Para evitar que as unidades utilizadas para medir as variáveis afetem a similaridade entre os indivíduos e para permitir que as variáveis contribuam igualmente na avaliação da similaridade entre os indivíduos, as estimativas foram obtidas a partir de valores padronizados. A padronização dos dados foi feita considerando-se  $\hat{Z}_{ij} = Y_{ij} / \hat{\sigma}_j$ , sendo  $\hat{\sigma}_j$  o desvio-padrão da  $j$ -ésima variável  $Y$  (CRUZ, 2006a; CRUZ; CARNEIRO, 2006).

### 2.3.5.2. Método de agrupamento UPGMA

O método da ligação média entre grupos não ponderada utiliza médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, evitando-se caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (máximo ou mínimo) entre os genótipos considerados (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

O dendrograma é estabelecido pelos genótipos com maior similaridade, e a distância entre um indivíduo  $k$  e um grupo formado pelos indivíduos  $i$  e  $j$  é dada por:  $d_{(ij)k} = \text{média} \{d_{ik}; d_{jk}\} = (d_{ik} + d_{jk})/2$ , em que  $d_{(ij)k}$  é dada pela média do conjunto de distâncias dos pares de indivíduos ( $i$  e  $k$ ) e ( $j$  e  $k$ ).

A distância entre dois grupos é fornecida por  $D_{(ij)(kl)} = \text{média} \{d_{ik}; d_{il}; d_{jk}; d_{jl}\} = (d_{ik} + d_{il} + d_{jk} + d_{jl})/4$ , ou seja, a distância entre dois grupos

formados, respectivamente, pelos indivíduos (i e j) e (k e l) é dada pela média do conjunto, cujos elementos são as distâncias entre os pares de indivíduos (i e k), (i e l), (j e k) e (j e l).

### **2.3.5.3. Método de agrupamento de Tocher**

Este método permite estabelecer grupos, de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (CRUZ, 2006a).

A partir da matriz de dissimilaridade, os indivíduos mais similares são identificados e alocados como o grupo inicial, em seguida é avaliada a possibilidade de inclusão de outros indivíduos no grupo, adotando-se o critério de que a distância média intragrupos deve ser menor que a distância média intergrupos. A entrada de um indivíduo em um grupo aumenta o valor médio da distância dentro do grupo. A decisão de incluir um indivíduo em um grupo pode ser feita por comparação entre o acréscimo no valor médio da distância dentro do grupo e um nível máximo permitido, o qual pode ser estabelecido arbitrariamente, ou adotar o valor máximo ( $\theta$ ) da medida de dissimilaridade encontrada no conjunto das menores distâncias envolvendo cada indivíduo (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

A inclusão, ou não, do indivíduo k no grupo é, então, feita considerando-se: 1) se  $\{d(\text{grupo})_{k/n}\} \leq \theta$ , inclui-se o indivíduo k no grupo; e 2) se  $\{d(\text{grupo})_{k/n}\} > \theta$ , o indivíduo k não é incluído no grupo, sendo n o número de indivíduos que constitui o grupo original. Assim, a distância entre o indivíduo k e o grupo formado pelos indivíduos ij é dada por:  $d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$ .

### **2.3.5.4. Componentes principais**

A análise de componentes principais permite simplificar o conjunto de dados resumindo as informações originalmente contidas em um grupo de v variáveis, em poucos componentes, os quais apresentam as propriedades de reter o máximo de variação originalmente disponível e ser independentes entre si (CRUZ, 2006a).

As variáveis de maiores pesos nos últimos autovetores são consideradas de menor importância para o estudo da diversidade genética. Geralmente, são considerados como últimos autovetores associados a autovalores da matriz de correlação inferior a 0,70. No entanto, as variáveis de maiores pesos nos primeiros autovetores são consideradas de maior importância para o estudo da diversidade quando o autovalor explica uma fração considerável da variação disponível, geralmente limitado em valor mínimo de 80% (CRUZ, 2006a; CRUZ; CARNEIRO, 2006). O procedimento estatístico foi desenvolvido de acordo com Cruz (2006a).

#### **2.3.5.5. Correlação simples**

A correlação simples permite avaliar a magnitude e sentido das relações entre dois caracteres, mostrando-se importante no melhoramento, pois permite avaliar a viabilidade da prática da seleção indireta, que em alguns casos pode levar a progressos mais rápidos do que a seleção do caráter desejado. Porém, não fornece informações a respeito dos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a determinado caráter considerado de maior importância (CRUZ, 2006b). O procedimento estatístico foi desenvolvido de acordo com Cruz (2006b).

#### **2.3.5.6. Análise de trilha**

Estuda os efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica, por meio de estimativas que são obtidas de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas. A análise de trilha, apesar de envolver princípios de regressão, particularmente estuda a decomposição do coeficiente de correlação, possibilitando avaliar se a relação entre duas variáveis é de causa e efeito ou determinada pela influência de outra ou outras variáveis (CRUZ, 2006b; CRUZ; CARNEIRO, 2006). O procedimento estatístico foi desenvolvido de acordo com Cruz (2006b).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Caracterização agronômica**

As propriedades visitadas para a seleção das mangueiras estão em diversos microclimas, o que pode expressar ampla variabilidade. Os 200 acessos amostrados situam-se em altitudes que variam de 295 m a 672 m, portanto sob condições climáticas distintas. Além disso, há plantas que estão próximas a córregos, matas, currais, galinheiros, pastos e outras que estão em terrenos limpos.

As 200 plantas selecionadas têm idade estimada entre 8 e mais de 100 anos, e apenas cinco destas são oriundas de enxertia, duas foram adubadas com adubos formulados e, em geral, não recebem qualquer tratamento fitossanitário e podas.

A altura das plantas selecionadas variou entre 4,6 e 22 m, o diâmetro da copa de 5,7 a 27,5 m, a circunferência do caule de 0,79 a 5,6 m, e a produção estimada foi de 7 a 78 frutos/m<sup>2</sup> (Tabela 1).

Tabela 1 – Altura de plantas (m), diâmetro da copa (DC, m), circunferência do caule (CC, m) e produção (Prod, frutos/m<sup>2</sup>) dos 200 acessos (Ac) de mangueira ‘Ubá’ amostrados em Viçosa (1 e 101), Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102) e Ubá (103 a 200)

Ac	Altura	DC	CC	Prod	Ac	Altura	DC	CC	Prod
1	8,84	8,95	2,36	19,50	39	11,06	13,00	1,61	19,67
2	15,23	14,90	2,66	29,00	40	13,00	12,80	2,43	23,67
3	15,00	21,70	2,40	17,33	41	15,79	15,40	2,22	20,00
4	14,71	17,50	-	13,00	42	11,54	14,10	2,05	10,50
5	9,56	14,40	2,72	26,67	43	10,13	14,80	2,58	25,00
6	12,71	14,50	2,14	14,67	44	10,29	15,65	2,80	40,33
7	18,12	22,80	4,00	13,00	45	16,50	27,00	4,50	30,33
8	20,75	19,85	3,14	23,50	46	18,12	17,10	2,54	37,33
9	13,20	20,65	2,30	24,00	47	16,29	17,30	2,56	21,67
10	9,65	13,10	1,82	22,33	48	10,77	17,40	2,53	42,00
11	10,62	15,60	3,57	29,00	49	11,84	14,40	2,47	31,33
12	-	15,50	2,26	29,75	50	20,31	23,75	4,02	17,33
13	12,43	19,28	2,76	23,75	51	17,57	18,45	3,46	18,67
14	9,11	8,60	1,10	17,00	52	16,40	11,75	1,78	24,67
15	6,64	9,05	0,97	8,25	53	13,85	21,97	4,03	31,33
16	11,44	13,10	2,14	26,50	54	11,53	15,00	1,82	42,33
17	12,47	13,65	2,08	27,33	55	13,11	17,20	3,05	20,00
18	11,18	17,53	2,87	19,67	56	12,58	16,90	3,10	18,67
19	8,93	14,95	2,14	24,67	57	13,25	20,20	4,39	14,00
20	12,32	12,55	1,82	14,67	58	15,00	22,70	4,00	17,00
21	13,42	12,00	2,72	15,33	59	11,21	16,10	2,49	8,50
22	14,08	15,70	2,70	27,00	60	14,03	21,80	2,37	25,75
23	15,60	16,30	3,23	23,00	61	11,05	17,40	2,75	33,33
24	12,88	14,00	1,00	23,33	62	12,86	15,95	2,84	23,33
25	10,14	6,18	0,82	19,33	63	15,19	15,85	2,45	28,33
26	10,82	19,20	1,98	29,50	64	9,20	12,80	1,52	18,00
27	11,68	10,40	1,55	25,67	65	12,83	12,80	1,93	26,33
28	10,83	13,40	2,45	25,33	66	10,21	12,00	1,26	29,33
29	-	16,00	2,69	31,00	67	13,85	16,40	2,02	19,33
30	10,71	12,90	1,40	27,00	68	13,68	13,00	2,39	11,33
31	13,59	15,20	2,70	17,33	69	12,08	15,20	2,52	25,33
32	13,59	17,00	1,80	37,33	70	10,20	12,30	0,94	19,33
33	15,71	15,30	2,97	14,67	71	11,92	10,75	1,98	24,33
34	15,00	11,25	2,12	20,33	72	16,63	19,80	3,10	28,00
35	11,83	14,50	1,75	25,33	73	13,88	16,95	2,90	22,33
36	20,00	13,75	2,22	26,67	74	14,40	17,60	2,83	33,67
37	17,14	13,45	2,20	39,00	75	7,45	8,55	1,67	22,33
38	11,75	17,10	2,86	34,00	76	7,18	10,00	-	25,00

Continua...

Tabela 1 – Cont.

Ac	Altura	DC	CC	Prod	Ac	Altura	DC	CC	Prod
77	11,05	11,68	1,70	16,00	118	-	13,00	1,90	30,00
78	4,61	5,70	0,79	27,67	119	13,28	17,00	2,35	11,00
79	11,84	13,40	1,90	27,67	120	12,32	17,00	2,50	29,67
80	18,46	16,80	3,26	26,67	121	-	8,40	1,00	23,00
81	12,53	11,20	2,11	23,00	122	-	15,00	1,60	40,00
82	16,00	10,70	2,11	28,33	123	-	16,60	2,20	15,00
83	12,19	10,80	1,86	65,00	124	11,90	13,00	1,30	34,50
84	16,29	21,40	2,08	22,33	125	15,92	16,00	2,50	15,00
85	21,75	17,90	2,55	27,33	126	-	13,00	2,50	12,50
86	12,30	12,30	2,37	29,67	127	-	11,40	1,80	23,00
87	8,83	17,00	1,49	29,67	128	9,38	14,00	1,80	16,00
88	21,30	17,95	3,33	11,33	129	13,88	15,60	2,20	20,00
89	14,75	13,60	1,63	28,67	130	15,00	16,00	2,00	17,50
90	12,50	16,00	2,72	26,00	131	-	18,00	2,80	11,50
91	-	-	2,94	20,00	132	15,25	18,00	3,10	22,50
92	10,37	11,50	1,75	21,00	133	11,72	15,00	2,00	29,00
93	18,11	18,60	3,33	19,50	134	11,21	12,00	2,10	45,50
94	17,50	15,20	2,54	41,00	135	11,56	16,00	1,87	30,00
95	11,80	13,70	1,93	31,00	136	12,50	14,00	1,80	26,00
96	9,16	9,41	1,64	26,00	137	-	17,00	2,50	27,00
97	11,25	16,90	3,64	12,33	138	-	14,00	2,20	21,00
98	16,39	14,40	2,25	26,33	139	16,00	16,00	2,30	43,50
99	17,68	15,85	2,95	26,67	140	7,55	8,00	1,70	39,50
100	13,50	16,90	2,54	30,33	141	10,26	9,20	1,02	15,50
101	13,97	13,70	3,90	21,00	142	11,47	12,40	1,60	24,50
102	-	-	-	-	143	11,00	15,40	1,67	24,00
103	-	15,2	2,70	-	144	12,50	14,00	1,92	17,00
104	-	27,25	3,90	50,00	145	10,18	11,20	1,30	43,00
105	12,40	17,00	2,90	35,50	146	10,13	13,20	1,65	68,00
106	10,50	17,25	3,00	46,50	147	15,68	24,80	3,84	12,00
107	10,20	16,00	4,00	32,00	148	13,39	17,20	1,95	46,00
108	8,20	12,50	1,45	41,50	149	17,72	26,00	5,10	23,00
109	9,60	13,25	2,00	48,00	150	15,00	24,80	2,56	27,50
110	-	18,15	2,30	53,00	151	15,81	15,60	2,20	19,50
111	-	11,00	1,90	20,00	152	13,50	12,60	1,90	53,00
112	13,90	11,50	3,00	38,00	153	13,00	17,60	2,90	25,00
113	11,45	10,00	2,00	25,00	154	11,82	9,00	1,30	32,00
114	13,12	14,00	3,00	50,00	155	12,20	13,80	2,92	18,00
115	13,31	20,00	3,20	27,50	156	-	13,60	2,51	15,00
116	-	17,00	2,30	29,00	157	11,12	12,00	1,64	32,00
117	-	13,00	2,20	24,00	158	13,28	10,80	2,95	40,00

Continua...

Tabela 1 – Cont.

Ac	Altura	DC	CC	Prod	Ac	Altura	DC	CC	Prod
159	19,30	15,40	2,75	24,00	181	17,73	27,40	3,64	34,00
160	-	18,80	3,50	27,00	182	15,23	20,00	3,20	22,00
161	8,29	12,00	1,40	31,50	183	16,36	15,00	2,33	25,00
162	9,86	12,00	1,70	38,50	184	13,39	13,40	2,74	48,50
163	12,00	14,00	1,60	24,50	185	-	25,60	4,35	23,50
164	-	12,00	1,90	7,00	186	-	23,00	3,35	36,50
165	15,56	15,00	3,80	14,50	187	13,40	12,80	2,40	17,00
166	13,03	16,00	2,20	19,00	188	11,82	12,40	3,12	44,50
167	-	12,00	1,40	23,50	189	14,14	23,00	2,50	31,50
168	10,23	13,20	1,60	22,50	190	15,88	24,00	4,00	25,50
169	12,86	18,20	2,70	28,00	191	12,50	12,40	2,50	-
170	10,23	16,00	1,90	15,50	192	10,26	12,20	2,10	21,00
171	11,05	11,60	1,80	40,00	193	-	16,80	2,40	31,50
172	17,73	26,00	5,60	17,50	194	12,17	14,60	2,40	31,00
173	16,15	24,00	4,60	19,00	195	8,06	14,40	2,70	58,00
174	-	20,00	5,20	35,00	196	-	16,40	2,40	18,00
175	18,41	24,00	5,10	44,50	197	11,83	15,00	2,05	31,00
176	11,50	20,00	4,50	23,50	198	12,96	15,00	2,35	36,00
177	10,87	16,00	4,40	14,00	199	8,06	27,00	4,50	31,00
178	13,80	16,00	3,20	38,00	200	11,83	14,6	1,60	34,00
179	16,25	14,00	4,40	12,00	MD	13,02	15,51	2,51	26,78
180	15,37	12,80	3,30	41,00	DP	3,01	4,11	0,90	10,49

MD – média; DP – desvio-padrão; e – dados não avaliados

Esses resultados dão uma ideia da longevidade, do porte e da produção da mangueira ‘Ubá’. Os dados de produção não são conclusivos em razão da variação ambiental, além do que podem estar superestimados, pois a seleção desses acessos favoreceu tal superestimativa, já que foram escolhidas, em geral, plantas saudáveis e com grande carga de frutos. Entretanto, a manga ‘Ubá’ apresenta alternância de produção, e a produção média ao longo dos anos pode ser inferior à referida na Tabela 1.

### 3.2. Caracterização dos frutos

As massas dos frutos, da casca, da semente e da polpa variaram de 81,5 a 161,3 g; 13,2 a 35,9 g; 9,6 a 19,6 g; e 48,8 a 107,0 g, respectivamente. A porcentagem de casca, de semente e de polpa variou de 12,77 a 27,30%, 10,01 a 21,51 e 56,97 a 73,60%, respectivamente (Tabela 2). O acesso que apresentou maior massa de fruto e polpa foi o 102 e o com maior rendimento de polpa, o 21, porém em termos quantitativos o acesso 102 renderia mais porque ele tem 107,0 g de polpa em relação aos 89,3 g apresentados pelo acesso 21.

Além desses acessos, observou-se que oito (15, 17, 20, 42, 85, 110, 149 e 151) apresentaram massa dos frutos e da polpa acima de 130 e 90 g, respectivamente, e rendimento de polpa entre 66,96 e 70,89% (Tabela 2), mostrando ser um grupo de acessos promissores. Porém, esse tamanho de frutos pode ser devido a uma carga de produção menor que a dos demais acessos, à exceção do acesso 110, que teve sua produção estimada em 53 frutos/m<sup>2</sup> (Tabela 1), ou por algum fator ambiental favorável no ambiente de cultivo. Para saber se realmente esses acessos se destacam será necessária a sua avaliação por vários anos consecutivos e com todos eles plantados numa mesma área.

Os acessos 167, 195, 196, 197 e 198 apresentaram porcentagem de polpa inferior a 60% (Tabela 2), que é considerado por Folegatti et al. (2002) como rendimento de polpa mínimo aceitável para selecionar cultivares cujos frutos são destinados à industrialização.

A acidez titulável variou entre 0,19 e 1,14 g de ácido cítrico/100 g de polpa, o teor de carotenoides totais da polpa alterou de 4,60 a 38,79 µg/g de polpa e o teor de sólidos solúveis, de 10,23 a 21,80 °Brix, com 89,5% dos acessos apresentando teor acima de 12 °Brix, que segundo Ramos et al. (2005) é o mínimo exigido para industrialização (Tabela 2).

Tabela 2 – Acidez titulável (AT), carotenoides totais (CT), sólidos solúveis (SS), massa dos frutos (MF), da casca (MC), da semente (MS) e da polpa (MP), porcentagem de casca (C), de semente (S) e de polpa (P) para os 200 acessos (Ac) de mangueira ‘Ubá’ amostrados em Viçosa (1 e 101), Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102) e Ubá (103 a 200)

Ac	AT <sup>1</sup>	CT <sup>2</sup>	SS <sup>3</sup>	Massa (g)				Rendimento (%)		
				MF	MC	MS	MP	C	S	P
1	0,25	16,08	14,1	108,9	19,9	13,5	75,5	18,26	12,41	69,34
2	0,28	22,43	14,8	88,8	14,2	15,2	59,4	15,95	17,15	66,90
3	0,50	23,78	12,6	92,1	15,0	14,5	62,6	16,34	15,71	67,95
4	0,35	20,29	17,4	112,5	15,6	15,0	81,9	13,87	13,33	72,80
5	0,36	19,99	17,9	108,6	18,9	15,2	74,5	17,45	13,99	68,56
6	0,29	22,01	14,7	112,7	17,2	16,1	79,4	15,22	14,27	70,51
7	0,44	17,90	15,3	117,9	17,4	15,3	85,1	14,78	13,00	72,22
8	0,54	19,46	17,1	119,4	22,8	17,1	79,5	19,15	14,30	66,55
9	0,94	13,16	14,0	94,8	17,9	16,4	60,4	18,95	17,31	63,74
10	0,45	19,80	16,6	107,2	20,1	15,4	71,7	18,74	14,35	66,91
11	0,37	19,43	17,5	124,0	22,4	16,8	84,9	18,04	13,53	68,44
12	0,26	19,59	15,9	110,4	19,7	15,8	74,9	17,83	14,31	67,86
13	0,40	21,00	17,1	123,1	22,1	16,3	84,8	17,96	13,21	68,83
14	0,26	16,74	19,0	124,1	17,4	17,5	89,2	14,02	14,07	71,91
15	0,32	15,83	19,4	132,7	21,3	18,2	93,3	16,01	13,73	70,26
16	0,48	18,34	18,0	116,8	17,8	15,7	83,3	15,24	13,42	71,35
17	0,38	12,76	19,5	145,0	26,1	18,1	100,9	17,99	12,42	69,59
18	0,27	20,49	19,8	106,7	20,7	14,7	71,3	19,33	13,80	66,87
19	0,23	24,99	20,3	98,8	14,9	14,5	69,4	15,10	14,64	70,26
20	0,31	21,44	19,0	139,8	22,5	18,3	99,1	16,06	13,05	70,89
21	0,26	17,21	20,2	121,4	17,1	15,	89,3	14,07	12,33	73,60
22	0,23	19,93	19,1	98,9	14,6	14,8	69,5	14,77	15,01	70,23
23	0,19	27,89	20,4	103,9	15,9	15,1	72,9	15,25	14,56	70,19
24	0,41	16,08	19,8	99,9	18,7	14,9	66,4	18,71	14,91	66,38
25	0,48	24,29	17,1	93,9	13,4	13,2	67,4	14,23	14,05	71,73
26	0,28	20,49	20,7	125,3	20,9	14,4	90,0	16,65	11,49	71,86
27	0,44	20,92	14,0	93,1	15,3	14,3	63,6	16,39	15,38	68,23
28	0,74	17,01	15,3	102,6	15,5	14,8	72,3	15,03	14,46	70,51
29	0,50	20,54	12,1	82,7	15,4	13,1	54,2	18,58	15,89	65,53
30	0,35	20,22	17,5	88,2	13,3	12,8	62,2	15,04	14,50	70,46
31	0,52	21,92	16,8	89,6	17,7	13,1	58,8	19,74	14,64	65,62
32	0,52	19,51	17,7	93,5	15,8	13,9	63,7	16,96	14,93	68,11
33	0,61	24,32	15,2	91,5	16,7	12,8	62,0	18,25	13,95	67,79
34	0,48	24,68	15,8	83,4	14,2	13,7	55,5	16,97	16,49	66,54
35	0,25	16,49	19,9	102,0	17,1	14,8	70,2	16,75	14,50	68,74
36	0,24	17,18	19,2	110,8	17,5	16,5	76,9	15,76	14,85	69,39
37	0,25	18,01	19,7	119,8	16,9	16,6	86,3	14,13	13,87	72,00
38	0,29	22,79	19,5	111,7	17,4	16,0	78,3	15,53	14,34	70,13

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Ac	AT <sup>1</sup>	CT <sup>2</sup>	SS <sup>3</sup>	Massa (g)				Rendimento (%)		
				MF	MC	MS	MP	C	S	P
39	0,24	21,09	20,5	121,4	22,5	17,5	81,4	18,52	14,45	67,03
40	0,32	16,95	19,0	113,2	18,2	14,0	81,0	16,06	12,34	71,60
41	0,33	25,14	20,6	111,0	19,6	16,3	75,1	17,64	14,70	67,67
42	0,28	19,56	20,3	140,1	27,4	18,4	94,4	19,48	13,14	67,38
43	0,46	21,00	16,9	97,1	14,4	15,1	67,6	14,80	15,55	69,66
44	0,27	29,35	20,0	102,8	17,2	13,3	72,3	16,70	12,95	70,35
45	0,26	19,58	18,0	118,1	21,5	16,3	80,8	18,14	13,77	68,09
46	0,42	22,00	14,6	91,3	15,4	16,3	59,5	16,91	17,88	65,21
47	0,35	21,86	16,9	111,6	19,0	17,9	74,6	17,05	16,08	66,87
48	0,40	19,17	15,8	112,6	16,8	15,3	80,6	14,89	13,54	71,57
49	0,35	23,88	18,3	88,1	14,2	15,5	58,5	16,05	17,55	66,40
50	0,34	25,46	14,9	109,9	18,1	15,9	75,9	16,47	14,46	69,07
51	0,30	20,91	15,0	99,6	15,0	16,2	68,4	15,05	16,26	68,69
52	0,26	22,26	18,3	99,8	17,1	16,6	66,2	17,14	16,58	66,28
53	0,29	20,76	16,2	85,7	15,7	14,6	55,4	18,27	17,06	64,67
54	0,26	22,20	19,4	101,4	16,1	15,0	70,4	15,82	14,78	69,40
55	0,31	22,24	19,2	109,6	17,1	15,4	77,0	15,62	14,10	70,28
56	0,43	29,59	20,0	108,4	17,2	15,1	76,2	15,91	13,89	70,20
57	0,64	13,50	17,6	114,5	21,8	16,2	76,5	19,06	14,11	66,83
58	0,36	23,02	18,5	118,6	18,9	16,2	83,5	15,90	13,70	70,41
59	0,33	23,23	19,4	128,5	21,2	15,2	92,1	16,52	11,85	71,63
60	0,29	30,56	19,4	112,2	15,6	15,3	81,3	13,87	13,68	72,45
61	0,29	20,81	18,9	103,0	13,2	15,1	74,7	12,77	14,70	72,53
62	0,37	21,64	19,8	111,9	19,1	14,5	78,2	17,10	12,95	69,95
63	0,28	22,35	18,3	108,4	18,7	15,9	73,7	17,27	14,70	68,03
64	0,24	23,44	18,6	98,2	15,3	13,7	69,2	15,50	14,01	70,49
65	0,33	25,55	16,4	96,0	14,0	15,2	66,8	14,56	15,86	69,58
66	0,26	21,18	16,9	98,6	14,6	13,9	70,1	14,76	14,13	71,11
67	0,32	21,61	16,6	114,8	20,8	16,3	77,7	18,13	14,21	67,65
68	0,31	22,18	17,4	115,2	20,1	14,8	80,3	17,43	12,82	69,75
69	0,27	20,15	17,2	92,1	16,4	14,1	61,6	17,81	15,33	66,86
70	0,21	34,54	16,9	87,1	14,2	14,2	58,8	16,25	16,28	67,47
71	0,26	29,60	16,0	105,7	15,8	15,6	74,3	14,94	14,71	70,36
72	0,36	28,93	14,6	99,3	14,2	14,9	70,1	14,33	15,05	70,62
73	0,28	22,28	15,7	108,1	19,2	17,0	71,8	17,76	15,77	66,47
74	0,44	24,01	15,0	108,2	16,7	17,1	74,5	15,43	15,77	68,80
75	0,40	20,99	18,3	117,1	20,2	18,2	78,8	17,21	15,51	67,28
76	0,27	25,29	20,2	103,3	17,3	14,7	71,3	16,77	14,20	69,02
77	0,28	28,02	18,6	100,4	14,6	15,2	70,5	14,68	15,18	70,15
78	0,27	27,88	20,6	114,6	14,9	15,9	83,8	12,99	13,83	73,18
79	0,28	28,82	21,8	117,4	22,2	15,6	79,7	18,89	13,29	67,82
80	0,30	28,89	20,6	116,8	21,2	17,3	78,3	18,12	14,79	67,09
81	0,43	16,45	16,3	98,3	15,4	17,7	65,2	15,67	18,00	66,32
82	0,33	19,21	16,0	106,9	16,0	15,1	75,7	15,04	14,15	70,82

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Ac	AT <sup>1</sup>	CT <sup>2</sup>	SS <sup>3</sup>	Massa (g)				Rendimento (%)		
				MF	MC	MS	MP	C	S	P
83	0,45	30,11	19,4	84,6	14,5	15,1	55,1	17,18	17,82	65,00
84	0,46	16,78	16,0	81,8	13,9	14,9	52,9	17,09	18,21	64,70
85	0,37	20,52	20,0	134,7	24,1	16,5	94,1	18,08	12,25	69,67
86	0,29	29,95	20,3	102,8	19,3	16,0	67,4	18,85	15,59	65,56
87	0,49	20,52	18,1	114,7	20,0	16,7	78,0	17,49	14,51	68,01
88	0,44	20,52	20,8	100,8	17,0	13,9	70,0	16,88	13,75	69,37
89	0,37	21,95	20,0	116,7	19,8	16,8	80,2	17,00	14,40	68,60
90	0,34	26,60	20,3	125,9	22,3	17,0	86,5	17,82	13,51	68,68
91	0,31	20,10	20,3	119,2	16,9	15,9	86,4	14,26	13,30	72,44
92	0,36	38,79	19,8	120,5	22,2	15,3	83,0	18,45	12,70	68,85
93	0,42	24,40	18,1	124,6	22,6	18,5	83,5	18,17	14,84	66,99
94	0,50	19,85	15,9	100,7	14,9	14,9	70,8	14,89	14,83	70,28
95	0,33	30,19	20,4	114,9	21,1	16,3	77,5	18,38	14,18	67,44
96	0,24	28,48	20,8	99,7	16,5	15,5	67,8	16,61	15,50	67,89
97	0,41	24,48	19,7	126,1	19,9	16,2	89,9	15,88	12,82	71,31
98	0,33	25,69	17,4	103,0	15,7	15,6	71,7	15,26	15,11	69,62
99	0,83	24,54	16,4	100,8	17,2	15,3	68,2	17,14	15,16	67,70
100	0,60	22,95	18,1	102,2	18,7	16,1	67,5	18,28	15,68	66,04
101	0,30	24,65	13,5	103,1	18,8	13,4	70,9	18,29	13,02	68,69
102	0,75	18,39	17,7	161,3	35,8	18,5	107,0	22,22	11,45	66,33
103	0,67	18,81	14,4	103,1	23,6	15,6	64,0	22,91	15,11	61,98
104	0,21	16,09	11,0	93,2	18,8	11,6	62,9	20,15	12,41	67,44
105	0,19	8,37	12,6	114,4	26,4	15,3	72,7	23,09	13,38	63,54
106	0,29	14,66	11,6	98,2	25,0	13,8	59,3	25,50	14,08	60,42
107	0,33	18,71	16,6	113,7	22,4	13,0	78,3	19,69	11,44	68,87
108	0,31	11,81	14,6	114,0	24,4	14,8	74,7	21,44	12,99	65,57
109	0,29	12,92	13,2	108,4	25,9	14,3	68,2	23,87	13,15	62,98
110	0,41	24,06	14,4	135,0	29,4	13,7	91,9	21,72	10,18	68,10
111	0,39	19,25	12,0	101,8	23,6	11,2	67,1	23,14	11,03	65,83
112	0,24	23,41	16,2	107,1	20,6	13,3	73,3	19,20	12,41	68,39
113	0,33	16,91	11,9	100,1	22,6	13,9	63,6	22,65	13,85	63,50
114	0,35	20,84	16,4	105,1	19,7	16,3	69,1	18,77	15,51	65,72
115	0,42	16,35	15,0	123,9	33,1	15,0	75,8	26,72	12,12	61,15
116	0,36	21,73	15,3	100,4	19,2	13,9	67,3	19,21	13,84	66,96
117	0,29	28,85	15,0	104,1	19,4	14,8	69,9	18,63	14,23	67,14
118	0,28	30,84	15,9	92,4	15,5	13,6	63,2	16,77	14,76	68,47
119	0,29	15,52	14,3	123,6	23,4	13,7	86,5	18,90	11,07	70,03
120	0,33	16,64	12,0	105,5	25,4	13,1	66,9	24,11	12,46	63,43
121	0,33	17,53	13,3	117,0	28,5	15,2	73,3	24,35	12,95	62,70
122	0,25	22,86	13,8	106,8	19,0	13,8	74,1	17,83	12,89	69,29
123	0,33	22,39	14,1	113,5	27,1	15,1	71,3	23,89	13,32	62,79
124	0,22	7,43	10,3	104,5	22,4	12,9	69,3	21,39	12,29	66,33
125	0,33	17,72	11,5	95,0	17,7	12,8	64,5	18,61	13,57	67,82
126	1,04	15,56	12,0	99,3	24,6	14,7	60,0	24,75	14,82	60,43

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Ac	AT <sup>1</sup>	CT <sup>2</sup>	SS <sup>3</sup>	Massa (g)				Rendimento (%)		
				MF	MC	MS	MP	C	S	P
127	0,31	21,26	15,0	101,4	23,8	12,9	64,8	23,43	12,68	63,89
128	0,35	24,26	17,6	121,5	28,6	14,2	78,7	23,58	11,62	64,80
129	0,52	12,06	13,7	106,6	22,5	13,1	70,9	21,15	12,31	66,55
130	0,36	13,47	15,0	123,8	27,7	14,9	81,2	22,40	12,01	65,59
131	0,42	19,44	13,7	110,6	27,0	11,2	72,3	24,41	10,15	65,44
132	0,42	22,71	12,0	95,7	19,9	14,3	61,5	20,76	14,92	64,32
133	0,32	18,48	13,0	112,3	24,9	14,6	72,8	22,21	13,01	64,79
134	0,23	21,93	15,1	98,5	19,6	12,9	66,0	19,87	13,09	67,05
135	0,25	18,34	17,3	113,6	20,7	12,8	80,0	18,25	11,27	70,48
136	0,34	21,10	15,2	95,3	23,6	12,3	59,5	24,73	12,87	62,40
137	0,53	15,22	15,0	118,4	22,4	14,4	81,5	18,93	12,19	68,88
138	0,34	38,52	17,2	123,7	26,5	14,0	83,3	21,33	11,33	67,34
139	0,37	21,30	15,0	85,1	14,3	12,5	58,4	16,79	14,65	68,57
140	0,28	24,38	14,4	113,1	24,6	14,5	74,0	21,83	12,84	65,32
141	0,36	14,50	11,2	81,5	17,6	11,7	52,1	21,62	14,44	63,94
142	0,34	13,49	13,2	103,4	21,3	12,6	69,5	20,61	12,21	67,17
143	0,47	15,63	12,8	108,1	28,1	12,9	67,0	26,07	11,92	62,01
144	0,38	17,59	12,6	106,2	29,0	13,1	64,1	27,30	12,36	60,34
145	0,29	14,95	11,2	106,4	25,9	13,6	66,9	24,31	12,81	62,88
146	0,38	11,20	11,5	98,7	26,1	12,9	59,8	26,39	13,04	60,57
147	0,30	17,91	12,8	126,3	24,9	14,0	87,4	19,74	11,07	69,19
148	0,38	13,15	11,6	105,1	25,2	14,8	65,2	23,95	14,04	62,01
149	0,27	17,21	13,8	133,2	26,9	16,0	90,2	20,32	12,01	67,67
150	0,23	19,93	11,2	110,2	26,1	14,3	69,8	23,62	12,95	63,44
151	0,32	21,31	13,9	138,3	30,2	15,6	92,5	21,82	11,22	66,96
152	1,14	15,76	14,1	121,5	27,0	14,0	80,5	22,19	11,54	66,27
153	0,26	19,24	15,6	89,6	19,8	13,1	56,7	22,06	14,64	63,30
154	0,29	18,27	14,5	104,5	21,6	13,6	69,4	20,62	13,01	66,37
155	0,35	14,86	16,1	81,8	18,3	11,5	52,0	22,33	14,08	63,59
156	0,41	25,33	14,6	116,5	27,8	12,3	76,4	23,86	10,57	65,57
157	0,31	12,69	14,6	102,4	21,7	13,5	67,3	21,14	13,14	65,73
158	0,44	21,33	14,5	99,9	17,6	14,3	67,9	17,66	14,3	68,04
159	0,58	21,09	13,1	107,8	20,3	14,5	73,1	18,83	13,41	67,77
160	0,38	21,77	12,5	95,7	18,4	14,0	63,4	19,20	14,59	66,21
161	0,32	17,60	13,7	90,6	20,3	10,3	60,1	22,38	11,32	66,30
162	0,28	11,37	10,2	84,9	16,3	11,6	52,3	19,15	13,71	61,62
163	0,49	14,37	13,1	91,6	22,3	12,3	57,1	24,32	13,41	62,26
164	0,38	19,19	13,0	91,5	17,0	11,9	62,7	18,58	12,95	68,47
165	0,37	16,97	13,9	97,0	20,2	13,4	63,4	20,84	13,85	65,31
166	0,40	4,60	10,6	100,8	23,3	13,2	64,4	22,95	13,10	63,96
167	0,38	16,73	11,8	85,6	18,4	18,4	48,8	21,51	21,51	56,97
168	0,39	13,99	13,1	107,7	19,4	14,1	74,2	17,92	13,09	68,99
169	0,41	13,65	12,4	108,3	25,1	11,2	72,1	23,14	10,30	66,56
170	0,29	12,78	12,9	103,7	20,3	12,5	70,9	19,52	12,07	68,40

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Ac	AT <sup>1</sup>	CT <sup>2</sup>	SS <sup>3</sup>	Massa (g)				Rendimento (%)		
				MF	MC	MS	MP	C	S	P
171	0,25	10,60	11,6	101,5	23,1	13,6	64,8	22,71	13,42	63,87
172	0,67	20,08	13,1	106,7	23,9	14,7	68,1	22,41	13,80	63,79
173	0,75	15,54	10,4	109,7	21,5	13,9	74,4	19,60	12,64	67,76
174	0,68	17,66	10,9	125,9	26,2	14,5	85,2	20,76	11,53	67,71
175	0,41	28,12	12,6	109,9	19,3	12,9	77,7	17,56	11,77	70,67
176	0,19	30,46	11,6	102,6	24,9	13,0	64,7	24,20	12,73	63,06
177	0,24	15,66	13,5	109,6	26,3	13,4	69,9	24,03	12,19	63,79
178	0,21	23,87	12,8	128,3	29,6	13,2	85,9	23,18	10,31	66,87
179	0,22	17,50	12,6	119,3	31,8	12,1	75,4	26,65	10,10	63,25
180	0,87	14,77	13,2	98,2	24,0	14,9	59,3	24,39	15,17	60,44
181	0,44	21,38	11,8	129,3	29,0	14,7	85,7	22,39	11,35	66,26
182	0,20	16,71	13,8	96,6	17,9	13,7	65,0	18,52	14,17	67,32
183	0,29	20,05	14,0	109,5	28,6	14,8	66,2	26,10	13,49	60,41
184	0,37	17,24	13,5	99,7	22,2	13,9	63,6	22,20	13,99	63,81
185	0,26	20,40	13,8	96,3	18,5	9,6	68,2	19,20	10,01	70,79
186	0,24	20,30	16,1	105,9	23,3	12,7	69,9	22,00	12,00	65,99
187	0,62	25,97	15,4	112,5	19,0	16,0	77,5	16,88	14,25	68,87
188	0,35	24,53	15,1	102,1	17,5	14,6	70,0	17,10	14,33	68,57
189	0,33	18,66	14,9	98,5	20,6	10,8	67,2	20,88	10,97	68,15
190	0,52	13,20	14,0	123,7	21,5	14,0	88,2	17,34	11,33	71,34
191	0,63	16,06	14,9	105,6	21,2	14,3	70,1	20,04	13,57	66,39
192	0,69	12,61	12,9	94,5	20,7	15,1	58,7	21,90	15,98	62,12
193	0,43	23,73	13,4	95,9	17,3	13,6	65,0	18,06	14,22	67,72
194	0,60	22,98	14,4	115,2	19,4	19,6	76,6	16,86	16,85	66,71
195	0,56	10,45	12,9	95,1	25,9	13,8	55,3	27,29	14,55	58,16
196	0,63	16,78	13,0	101,7	27,0	14,5	60,2	26,58	14,30	59,13
197	0,33	25,41	15,4	118,5	30,9	17,1	70,4	26,08	14,44	59,47
198	0,47	21,23	12,4	106,6	28,5	14,7	63,5	26,70	13,74	59,56
199	0,53	22,11	12,0	111,4	23,5	14,2	73,7	21,13	12,71	66,16
200	0,49	16,19	12,0	105,6	20,7	17,0	68,0	19,54	16,09	64,36
M <sup>4</sup>	0,38	20,36	15,7	107,4	20,5	14,7	72,2	19,10	13,78	67,10
DP	0,15	5,24	2,88	13,06	4,50	1,69	10,23	3,39	1,71	3,20
M <sup>5</sup>	0,37	22,27	17,9	108,4	18,1	15,6	74,7	16,63	14,49	68,87
M <sup>6</sup>	0,39	18,37	13,5	106,5	23,1	13,8	69,6	21,66	13,0	65,25

<sup>1</sup>g de ácido cítrico/100 g de polpa; <sup>2</sup>µg/g de polpa; <sup>3</sup>Brix; M<sup>4, 5, 6</sup> – média geral, Visconde do Rio Branco e Viçosa e Ubá, respectivamente; e DP – desvio-padrão relativo à média geral.

Os frutos dos acessos selecionados no Município de Ubá apresentaram, em média, maior acidez titulável, frutos menores e com menor rendimento de polpa, assim como menores teores de carotenoides totais e de sólidos solúveis

em relação aos coletados nos Municípios de Visconde do Rio Branco e Viçosa, o que pode ser explicado pelo ponto de colheita. A colheita dos frutos em Visconde do Rio Branco e Viçosa foi realizada entre 19 de dezembro de 2005 e 10 de janeiro de 2006, e em Ubá ocorreu entre 23 e 28 de novembro de 2006, visto que os frutos de alguns acessos já estavam amadurecendo. Além disso, a colheita não foi seletiva, isto é, vários acessos tiveram os frutos colhidos no mesmo dia, o que favoreceu a colheita em diferentes estádios de amadurecimento. E, também, mangas de uma mesma planta apresentam estádios de amadurecimento diferenciados, pois a floração e polinização ocorrem por longo período (várias semanas), o que favorece o desenvolvimento de frutos de diferentes idades simultaneamente (SIGRIST, 2004).

Os acessos 15, 17, 20, 42 e 85, coletados em Visconde do Rio Branco e que se destacaram com relação à massa dos frutos e da polpa e rendimento de polpa, também apresentaram teor de sólidos solúveis elevado, acima de 19 °Brix. O mesmo não foi observado nos acessos 110, 149 e 151, que foram coletados em Ubá e apresentaram teores de 14,4; 13,8; e 13,9 °Brix, respectivamente. Isso evidencia a importância de se padronizar o ponto de colheita dos frutos e também a necessidade de avaliar os acessos no mesmo local de cultivo.

Mangas ‘Ubá’ selecionadas na região leste de Minas Gerais tiveram maior rendimento de polpa e, em média, maior peso dos frutos, porém o teor de sólidos solúveis máximo foi de 17,25 °Brix (RUFINI et al., 2008), valor inferior ao de alguns acessos analisados neste trabalho.

Com base nesses dados, observou-se que entre esses acessos de mangueira ‘Ubá’ há acessos que apresentam teor de sólidos solúveis igual ou superior a de outros cultivares de mangueira, inclusive alguns de alta aceitação comercial, como ‘Tommy Atkins’, que tem 13,2 °Brix; Keitt, 16,4 °Brix; e Haden 14,6 °Brix (FONSECA et al., 2005; JUNIOR et al., 2005). Entretanto, a manga ‘Ubá’ apresenta coloração de casca amarelada e alta suscetibilidade à antracnose, além de ser pequena, o que a torna menos competitiva no mercado

*in natura* em relação aos frutos de cultivares de alta aceitação no mercado, que são grandes (massa acima de 300 g), com casca avermelhada e baixa incidência de antracnose.

A coloração da polpa medida pelos parâmetros croma (C) e ângulo hue ( $h^\circ$ ) indica que a manga 'Ubá' apresenta polpa amarelo-alaranjada, pois os valores de croma variaram de 41,73 a 67,05 e os de ângulo hue ( $h^\circ$ ), de 64,77 a 81,08 (Tabela 3). O ângulo hue encontra-se entre 0 (vermelho) e 90° (amarelo), mostrando que a polpa da manga 'Ubá' é alaranjada.

Essa coloração característica da polpa da manga 'Ubá' a torna muito atrativa para a industrialização, tanto para suco quanto para polpa concentrada, pois não se faz necessária a adição de corantes e, ou, mistura com outros frutos. Os acessos que apresentaram coloração de polpa mais alaranjada foram os de número 2, 6, 33, 51 e 70, todos coletados em Visconde do Rio Branco.

A coloração da casca é amarelada, os índices de cor C variaram de 12,92 a 44,41 e o  $h^\circ$ , de 75,40 a 109,24 (Tabela 3), mostrando que tem frutos com coloração verde-amarelada até frutos alaranjados. O  $h^\circ$  com média de 91,27 indica coloração amarelo-clara, pois  $h^\circ = 90$  é amarelo. Os frutos dos acessos 7, 23, 26, 64 e 68 foram os que apresentaram coloração mais alaranjada.

Os acessos selecionados em Ubá mostraram, em média, coloração da polpa e da casca mais clara, pois o parâmetro  $h^\circ$  foi maior que o dos frutos colhidos em Visconde do Rio Branco e Viçosa, o que pode ter ocorrido devido ao ponto de colheita dos frutos.

Tabela 3 – Cor da polpa e da casca com base nos índices C (croma) e h° (ângulo hue) para os 200 acessos (Ac) de mangueira ‘Ubá’ amostrados em Viçosa (1 e 101), Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102) e Ubá (103 a 200)

Ac	Cor da Polpa		Cor da Casca		Ac	Cor da Polpa		Cor da Casca	
	C	h°	C	h°		C	h°	C	h°
1	55,85	65,39	30,89	84,34	38	48,66	69,98	28,61	89,23
2	43,74	64,77	35,88	84,85	39	49,01	68,45	30,95	89,32
3	44,82	65,73	22,99	90,05	40	50,52	71,75	28,90	85,55
4	43,68	66,50	29,24	87,66	41	52,15	70,34	26,12	90,33
5	45,24	68,02	31,20	94,78	42	53,64	70,71	29,26	85,98
6	43,59	64,93	36,63	85,50	43	44,73	69,71	15,27	93,67
7	44,10	71,38	33,89	79,40	44	49,61	67,11	21,79	88,87
8	42,23	73,86	32,70	91,20	45	46,83	68,10	31,54	82,89
9	47,54	76,15	21,16	93,77	46	49,80	71,63	22,37	95,06
10	43,58	71,50	31,10	94,27	47	47,07	70,58	23,82	94,46
11	49,98	71,40	35,39	94,51	48	47,53	69,98	30,13	87,72
12	44,48	69,32	39,89	88,61	49	51,15	68,02	29,79	89,25
13	41,73	73,35	36,83	90,96	50	44,90	65,83	25,33	86,80
14	47,39	70,15	25,28	87,94	51	46,43	64,50	31,37	83,48
15	45,34	70,61	28,51	81,80	52	48,98	68,91	36,90	83,99
16	55,68	71,89	19,36	97,75	53	44,36	67,51	30,74	87,54
17	50,92	71,98	24,84	89,41	54	47,19	67,56	26,90	88,34
18	54,46	70,80	34,40	84,39	55	52,25	68,70	23,99	86,33
19	51,24	68,17	26,51	85,95	56	50,31	65,75	23,00	91,10
20	49,41	68,99	27,19	82,49	57	51,99	71,57	26,15	84,52
21	53,46	70,27	24,64	87,25	58	45,39	69,96	20,25	88,97
22	54,90	68,30	31,74	81,01	59	47,94	67,43	29,17	88,18
23	54,26	67,15	33,37	79,99	60	43,13	67,00	21,85	87,08
24	56,23	72,10	28,09	91,11	61	45,90	70,26	20,97	90,45
25	53,41	70,02	22,01	96,44	62	45,83	69,99	26,97	88,06
26	53,03	70,76	37,13	79,69	63	50,41	66,83	30,63	86,65
27	44,92	67,89	27,90	93,58	64	49,41	66,22	37,93	75,40
28	46,26	73,71	19,42	100,55	65	50,93	70,07	32,91	84,68
29	46,37	70,18	30,30	94,87	66	46,42	68,66	32,86	85,14
30	45,30	67,91	32,90	96,84	67	49,52	70,71	33,92	84,33
31	45,03	71,17	32,52	92,65	68	49,83	69,95	41,21	77,48
32	48,61	72,94	35,08	94,37	69	49,90	69,04	34,01	83,85
33	44,84	64,86	23,57	93,93	70	47,49	63,93	35,53	82,07
34	46,07	68,74	24,37	92,86	71	49,42	67,08	35,61	84,13
35	47,75	70,40	31,98	87,53	72	48,95	70,16	25,69	94,21
36	43,97	71,44	23,20	85,92	73	47,16	69,18	26,45	87,20
37	45,14	71,13	30,73	87,73	74	50,72	70,18	24,16	92,21

Continua...

Tabela 3 – Cont.

Ac	Cor da Polpa		Cor da Casca		Ac	Cor da Polpa		Cor da Casca	
	C	h°	C	h°		C	h°	C	h°
75	48,87	68,81	17,63	96,78	115	58,86	78,15	41,34	85,09
76	52,97	69,86	30,52	87,78	116	53,57	71,10	29,89	93,22
77	49,69	67,31	27,76	87,28	117	50,79	66,24	19,58	98,25
78	49,48	70,19	26,71	90,89	118	53,45	69,50	33,19	91,35
79	49,66	68,04	29,37	84,19	119	54,57	72,92	23,98	96,74
80	48,34	68,98	28,97	91,59	120	56,02	73,83	22,40	94,26
81	50,28	69,90	19,46	93,06	121	55,43	75,74	39,17	88,88
82	49,69	68,99	20,86	90,90	122	54,83	72,70	34,95	88,75
83	48,87	68,04	19,41	92,66	123	51,17	76,60	31,06	94,90
84	44,89	70,28	18,38	95,22	124	56,13	75,57	30,85	90,66
85	51,77	70,65	25,13	93,93	125	56,00	70,70	27,09	89,81
86	51,18	69,29	24,21	91,25	126	51,17	77,48	17,66	103,88
87	48,74	74,82	36,50	85,71	127	53,97	75,53	18,04	94,06
88	47,93	69,44	16,92	89,58	128	54,81	76,87	39,57	83,39
89	50,36	70,58	22,33	93,32	129	54,34	81,08	35,71	88,30
90	48,73	67,97	23,47	90,12	130	52,09	76,74	30,21	91,61
91	49,85	68,64	30,93	81,32	131	51,19	74,25	21,92	90,30
92	50,85	66,54	17,80	94,73	132	55,71	71,59	25,19	96,52
93	52,64	69,65	30,20	89,65	133	54,51	71,01	27,96	94,75
94	45,24	69,75	21,02	101,30	134	55,76	71,76	35,76	86,36
95	51,57	67,81	26,38	86,78	135	55,14	72,96	44,41	80,03
96	49,22	67,58	28,26	88,90	136	54,65	73,77	28,46	94,80
97	48,38	67,56	18,19	93,67	137	51,47	74,79	21,69	101,52
98	49,54	66,59	23,16	92,84	138	56,26	69,16	26,40	88,31
99	49,51	68,89	15,82	101,04	139	54,73	73,50	29,17	92,39
100	51,42	71,19	16,56	92,32	140	54,11	70,70	29,15	95,95
101	52,58	63,70	24,75	84,02	141	54,37	75,87	34,58	83,47
102	56,04	76,16	30,36	102,54	142	53,94	76,63	32,38	91,87
103	47,83	68,49	21,56	86,53	143	50,02	77,22	26,43	92,00
104	53,13	71,91	22,62	95,97	144	53,46	74,20	23,52	87,82
105	55,20	72,02	22,47	92,25	145	56,79	74,63	33,29	84,71
106	57,20	73,69	32,93	95,18	146	53,96	76,48	25,27	93,74
107	54,01	73,24	35,40	87,38	147	54,58	73,67	27,07	95,97
108	52,22	73,67	28,90	100,73	148	53,39	75,17	35,13	91,13
109	54,37	76,47	29,70	97,41	149	58,21	71,50	34,07	89,07
110	55,59	75,77	26,45	102,85	150	54,64	74,12	18,72	94,09
111	47,60	75,81	29,17	91,06	151	56,62	74,51	29,25	89,78
112	56,27	73,61	36,45	84,94	152	51,37	79,74	12,92	109,24
113	53,02	70,81	28,54	96,33	153	54,35	75,36	29,53	87,77
114	56,66	74,47	44,00	83,61	154	55,78	74,81	29,23	91,90

Continua...

Tabela 3 – Cont.

Ac	Cor da Polpa		Cor da Casca		Ac	Cor da Polpa		Cor da Casca	
	C	h <sup>o</sup>	C	h <sup>o</sup>		C	h <sup>o</sup>	C	h <sup>o</sup>
155	55,00	76,20	24,09	99,05	180	50,22	80,32	17,23	99,83
156	46,95	68,98	24,27	99,14	181	52,06	74,79	30,11	100,17
157	57,60	74,71	37,84	82,92	182	55,88	71,05	30,86	83,06
158	51,16	73,57	27,08	93,80	183	54,30	73,66	28,56	88,60
159	67,05	76,54	18,37	99,82	184	51,84	76,10	29,22	99,56
160	53,34	72,83	22,50	97,11	185	54,63	72,62	30,44	90,35
161	54,25	76,97	25,65	93,64	186	67,05	76,54	18,37	99,82
162	56,99	77,27	35,74	84,99	187	53,34	72,83	22,50	97,11
163	47,27	72,04	19,18	100,22	188	54,25	76,97	25,65	93,64
164	57,74	74,81	28,35	96,37	189	56,99	77,27	35,74	84,99
165	58,09	73,38	23,69	97,42	190	47,27	72,04	19,18	100,22
166	54,60	76,06	25,74	92,00	191	57,74	74,81	28,35	96,37
167	53,53	73,45	29,76	83,58	192	58,09	73,38	23,69	97,42
168	52,87	74,10	26,24	92,31	193	54,60	76,06	25,74	92,00
169	50,55	77,12	22,52	100,75	194	53,53	73,45	29,76	83,58
170	55,25	75,59	34,58	88,44	195	52,87	74,10	26,24	92,31
171	54,27	75,01	36,58	84,41	196	50,55	77,12	22,52	100,75
172	50,60	76,85	23,97	102,68	197	55,25	75,59	34,58	88,44
173	52,47	79,53	31,33	101,07	198	54,27	75,01	36,58	84,41
174	52,22	80,28	30,66	102,60	199	50,60	76,85	23,97	102,68
175	55,41	72,08	26,67	97,50	200	52,47	79,53	31,33	101,07
176	54,40	71,42	26,99	88,56	M <sup>1</sup>	52,22	80,28	30,66	102,60
177	54,03	74,14	25,89	92,17	DP	55,41	72,08	26,67	97,50
178	55,95	72,28	37,71	86,06	M <sup>2</sup>	48,71	69,26	27,62	89,15
179	53,45	72,03	26,14	90,36	M <sup>3</sup>	53,84	74,53	28,44	93,48

M<sup>1</sup>, <sup>2</sup>, <sup>3</sup> – média geral, Visconde do Rio Branco e Viçosa e Ubá, respectivamente; e DP – desvio-padrão da média geral.

A incidência de podridões variou de 2,2 (5 a 10% da área dos frutos afetada) a 5 (mais de 30% da área dos frutos afetada) (Tabela 4).

A podridão inviabiliza a comercialização *in natura* dos frutos por causar manchas e até mesmo provocar rachaduras na casca, expondo a polpa dos frutos. Para a industrialização, frutos com podridão são aceitos desde que os sintomas estejam em sua fase inicial. O aspecto da casca é visivelmente diferente entre frutos com nota 2,2 e 5,0 (Figura 2).

Tabela 4 – Podridões (PO) pós-colheita para os 200 acessos de mangueira ‘Ubá’ amostrados em Viçosa (1 e 101), Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102) e Ubá (103 a 200)

Acesso	PO	Acesso	PO	Acesso	PO	Acesso	PO
1	4,60	40	4,80	79	2,80	118	4,50
2	5,00	41	5,00	80	4,30	119	5,00
3	5,00	42	4,40	81	4,60	120	5,00
4	4,30	43	4,70	82	5,00	121	3,00
5	5,00	44	4,90	83	4,90	122	5,00
6	4,80	45	4,20	84	5,00	123	3,20
7	3,60	46	5,00	85	3,30	124	5,00
8	3,50	47	4,40	86	2,63	125	5,00
9	3,80	48	4,30	87	2,71	126	3,60
10	4,00	49	4,60	88	3,90	127	5,00
11	4,90	50	4,60	89	3,33	128	4,00
12	4,30	51	4,60	90	4,40	129	4,80
13	3,60	52	4,80	91	4,90	130	4,30
14	3,60	53	3,10	92	4,80	131	5,00
15	3,70	54	4,40	93	4,50	132	4,30
16	4,70	55	5,00	94	4,40	133	4,10
17	4,50	56	4,90	95	4,40	134	5,00
18	4,90	57	4,78	96	2,90	135	4,90
19	4,60	58	5,00	97	4,71	136	5,00
20	4,30	59	4,90	98	4,80	137	5,00
21	4,90	60	5,00	99	5,00	138	5,00
22	4,40	61	4,40	100	4,80	139	4,80
23	5,00	62	3,30	101	5,00	140	2,60
24	4,70	63	4,30	102	4,00	141	5,00
25	5,00	64	4,10	103	3,19	142	5,00
26	4,00	65	3,10	104	5,00	143	4,90
27	4,70	66	2,70	105	5,00	144	4,60
28	4,70	67	2,60	106	3,90	145	5,00
29	5,00	68	4,10	107	4,90	146	4,90
30	4,60	69	4,70	108	4,90	147	5,00
31	3,70	70	5,00	109	5,00	148	3,50
32	4,00	71	2,50	110	5,00	149	5,00
33	4,20	72	5,00	111	4,40	150	5,00
34	5,00	73	3,10	112	5,00	151	4,80
35	3,00	74	4,00	113	4,70	152	4,30
36	4,60	75	4,50	114	4,20	153	5,00
37	3,40	76	4,20	115	3,10	154	5,00
38	4,60	77	3,63	116	4,20	155	5,00
39	2,60	78	2,20	117	4,20	156	3,70

Continua...

Tabela 4 – Cont.

Acesso	PO	Acesso	PO	Acesso	PO	Acesso	PO
157	5,00	169	4,90	181	2,80	193	4,30
158	5,00	170	5,00	182	5,00	194	3,20
159	4,80	171	5,00	183	5,00	195	5,00
160	5,00	172	5,00	184	3,90	196	4,20
161	4,80	173	3,40	185	5,00	197	4,60
162	4,80	174	3,80	186	4,60	198	4,40
163	4,00	175	4,20	187	4,60	199	5,00
164	3,30	176	5,00	188	3,80	200	4,70
165	5,00	177	4,70	189	4,70	M <sup>1</sup>	4,40
166	5,00	178	5,00	190	3,90	DP	0,69
167	4,90	179	5,00	191	5,00	M <sup>2</sup>	4,26
168	4,90	180	5,00	192	4,50	M <sup>3</sup>	4,55

1 - ausência de manchas; 2 - menos de 5,0%; 3 - de 5,0 a 10,0%; 4 - de 10,1 a 30% e 5 - acima de 30,1% da área dos frutos afetados por antracnose; M<sup>1, 2, 3</sup> média geral, Visconde do Rio Branco e Viçosa e Ubá.

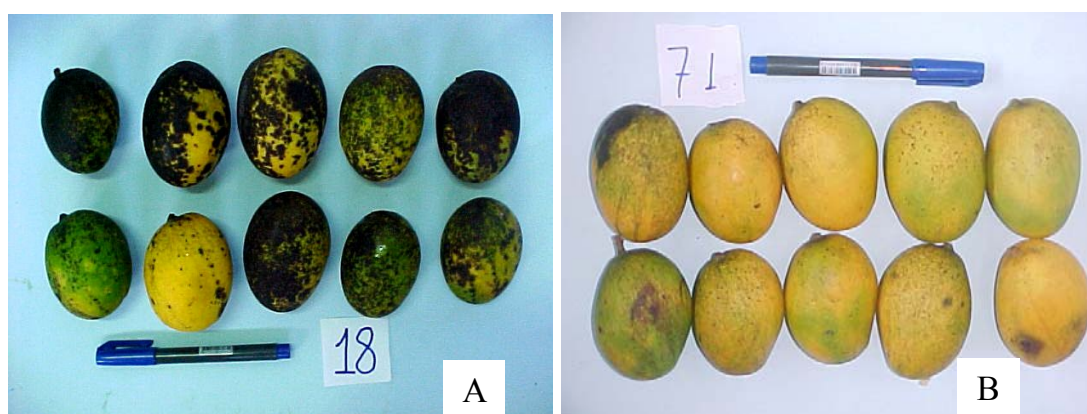


Figura 2 – Frutos com mais de 30,1% da área da casca atacada por podridões (nota 5) (A) e entre 5 e 10% (nota 3) (B), dos acessos 18 e 71, respectivamente, de mangueiras ‘Ubá’ amostradas no Município de Visconde do Rio Branco.

Todos os acessos avaliados foram atacados por podridões, o que mostra a alta suscetibilidade da manga ‘Ubá’ ao ataque de doenças na pós-colheita, em especial a antracnose. Dos 200 acessos avaliados, os frutos de 189 (94,5%)

apresentaram nota igual ou superior a 3, isto é, frutos com mais de 10% da área da casca afetada por podridões. Os frutos dos acessos 39, 66, 67, 71, 78, 79, 86, 87, 96, 140 e 181 foram os que apresentaram nota inferior a 3 para a incidência de podridões.

Os resultados das características dos frutos mostram ampla variação entre os acessos analisados, porém essas características são influenciadas pelo ambiente, o que dificulta a indicação de um desses acessos como superior. Entretanto, o acesso 102 foi o que mais se destacou, principalmente em relação à massa do fruto, entre os 200 avaliados. Para uma indicação segura de um cultivar superior, coletou-se material vegetativo para a produção de quatro mudas de cada acesso, as quais foram plantadas na Fazenda Experimental da Sementeira, da Universidade Federal de Viçosa, no Município de Visconde do Rio Branco. Com isso, pretende-se retirar o efeito ambiental e, a partir das avaliações dos frutos dessas plantas, lançar um cultivar da mangueira ‘Ubá’ com características superiores.

### **3.2.1. Distância euclidiana média**

A menor distância encontrada nos acessos amostrados em Visconde do Rio Branco e Viçosa (safra 2005/2006) foi de 0,44 entre os acessos 14 e 37, e a maior foi de 3,84 entre os acessos 70 e 102. Os acessos 1 e 101 amostrados em Viçosa apresentaram distância de 0,77, e a distância desses em relação aos selecionados em Visconde do Rio Branco foi sempre maior, indicando que os acessos de Viçosa são mais próximos entre si.

Em relação aos acessos selecionados em Ubá (safra 2006/2007), a menor distância encontrada foi de 0,29 entre os acessos 142 e 170 e a maior distância foi de 2,85 entre os acessos 152 e 162.

Os acessos amostrados em Ubá apresentaram menor distância em relação aos selecionados em Visconde do Rio Branco, o que mostra que os acessos de Visconde do Rio Branco tiveram maior variabilidade.

### 3.2.2. Método de agrupamento UPGMA

O dendrograma gerado pelo método de agrupamento UPGMA para os acessos amostrados em Visconde do Rio Branco e Viçosa mostrou como mais similares os acessos 14 e 37 (Figura 3), como observado na análise de dissimilaridade (distância euclidiana média). O acesso 102 separou-se dos demais, o que pode ser explicado pelo conjunto de características em que este se destaca, como discutido anteriormente.

Os acessos de Viçosa (1 e 101) ficaram num mesmo grupo, porém se agruparam juntamente com os demais acessos (Figura 3). Não houve agrupamento por locais amostrados, pois acessos selecionados numa mesma propriedade não se alocaram necessariamente num mesmo grupo, como é o caso dos acessos 97, 98, 99 e 100. Destes, os acessos 99 e 100 estão no mesmo grupo e os outros não (Figura 3), evidenciando-se que a variabilidade não é só por efeitos ambientais.

Os acessos 28, 99 e 9, que formaram um grupo menor dentro do grande grupo separado pelo acesso 102, foram os acessos que apresentaram maior acidez titulável, sólidos solúveis abaixo de 18 °Brix e coloração da polpa menos intensa, indicando que estes, ou se encontravam em estágio de amadurecimento mais precoce ou tinham qualidade inferior.

O dendrograma dos acessos amostrados em Ubá mostra como mais similares os de números 142 e 170 (Figura 4), como observado na análise de dissimilaridade. Assim como verificado nos acessos amostrados em Viçosa e Visconde do Rio Branco, não houve agrupamento por locais amostrados, pois acessos selecionados numa mesma propriedade se encontram ou não agrupados (Figura 4). Os acessos 152, 138, 159, 194 e 187 ficaram mais separados dos demais. Esses acessos, no geral, tiveram acidez titulável elevada e frutos com massa acima de 115 g, à exceção do acesso 159, que apresentou massa de 95 g.

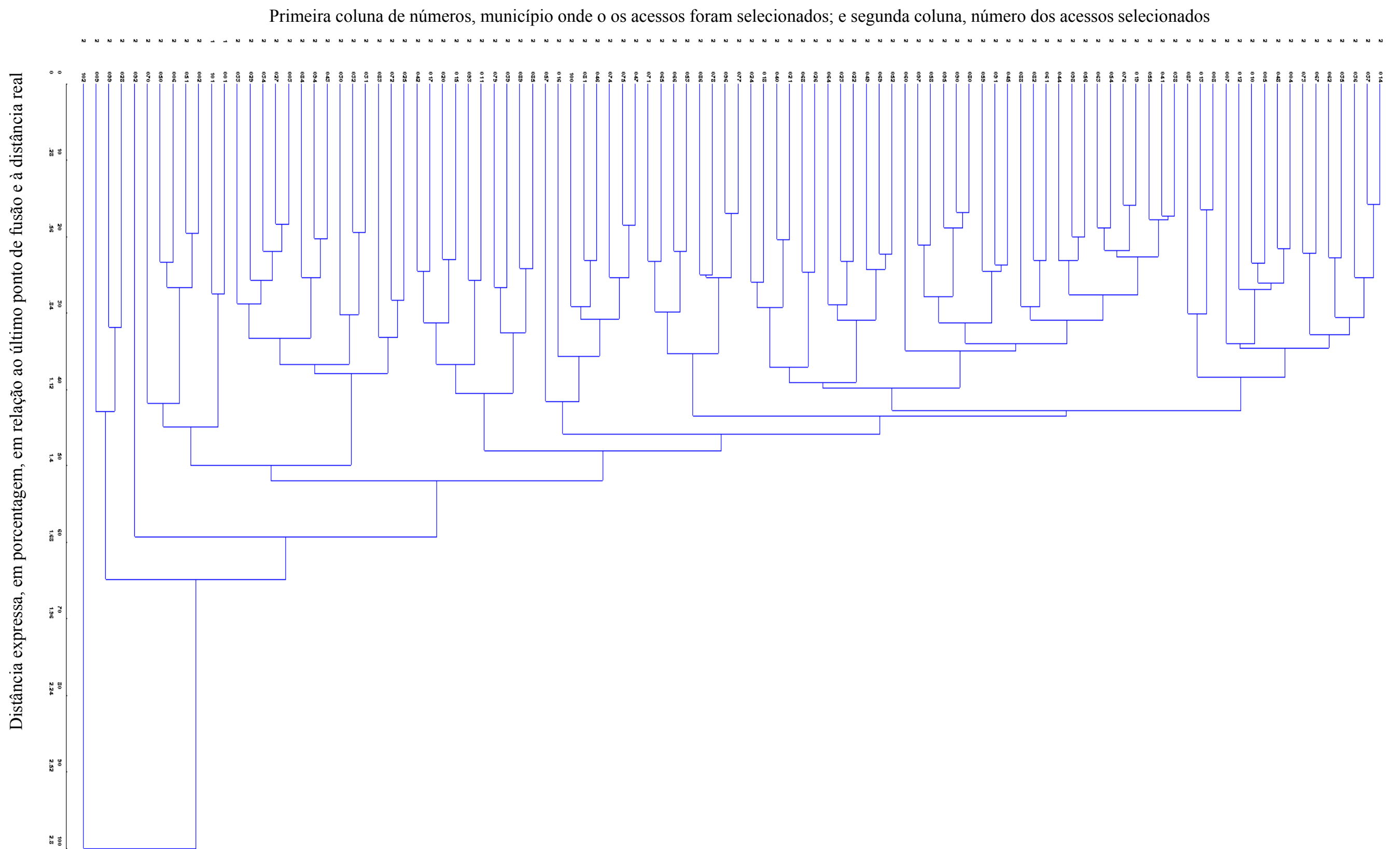


Figura 3 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA dos 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ amostrados em Viçosa (1 e 101) e Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 101), cidades da Zona da Mata mineira.

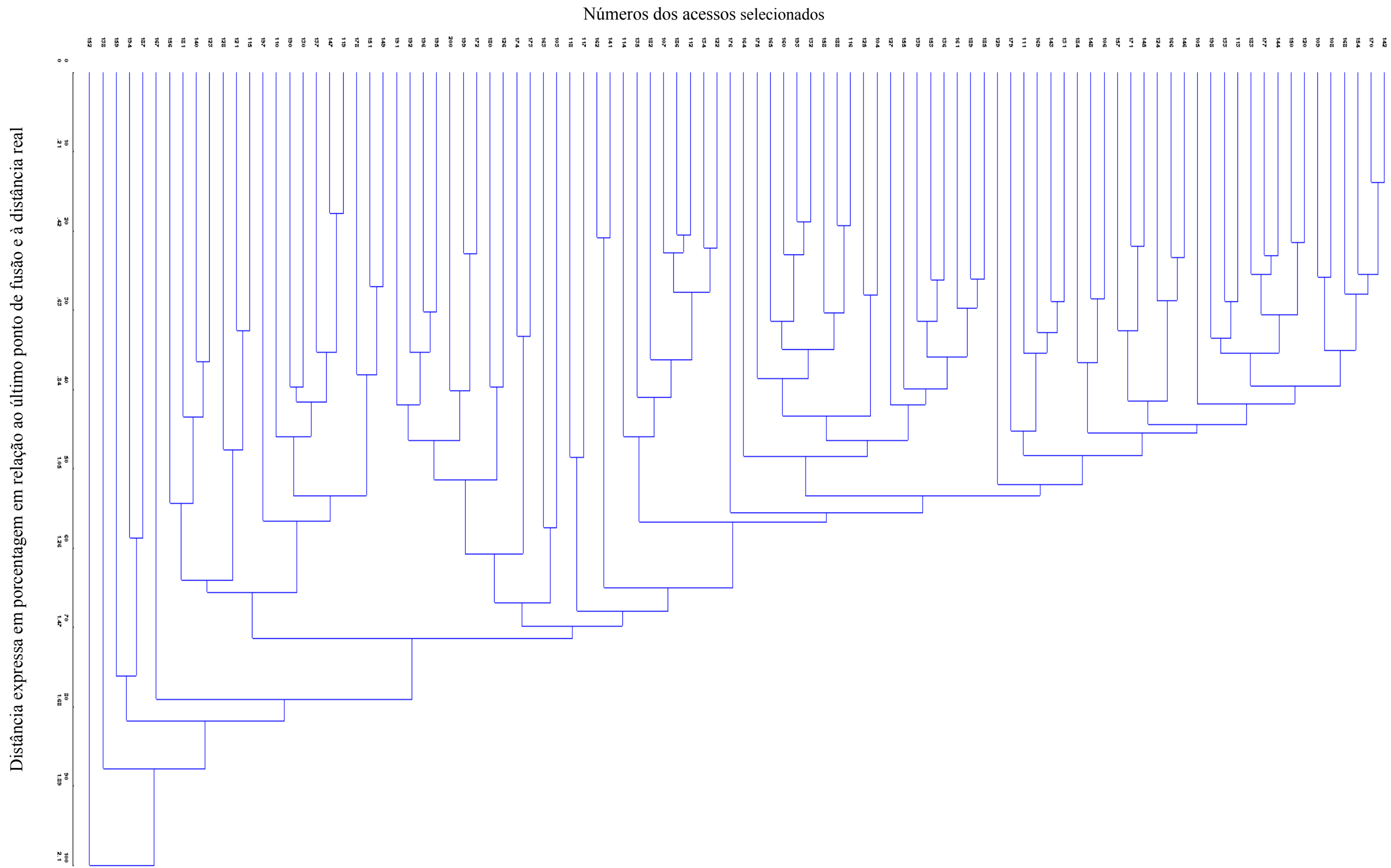


Figura 4 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA dos 98 acessos de mangueira ‘Ubá’ amostrados em Ubá (103 a 200), cidade da Zona da Mata mineira.

### 3.2.3. Método de agrupamento de Tocher

O agrupamento pelo método de otimização de Tocher dos acessos amostrados em Viçosa (1 e 101) e Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102) agrupou-os em seis grupos, tendo no primeiro grupo 95 acessos, e foi subdividido em 22 subgrupos (A a X), o segundo e terceiro grupos com dois acessos cada e os outros três grupos com um acesso cada (Tabela 5).

Tabela 5 – Grupos formados pelo método de agrupamento de Tocher para os 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ provenientes de Viçosa (1 e 101) e Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102)

Grupos	Subgrupos	Acessos
1	A	14, 37, 15, 45, 36, 38, 91, 58, 48, 63, 55, 54, 4, 62, 61, 40, 5, 82, 59, 41, 21, 76, 19, 98, 77, 52
	B	8, 13, 10, 12, 7
	C	80, 90, 95, 97, 89, 93, 75, 47, 74
	D	86, 96, 78, 79, 39
	E	3, 27, 34, 29, 33, 30, 31, 84, 94, 43, 46, 72
	F	2, 51, 6, 50
	G	44, 56, 60, 83
	H	53, 66, 65, 35, 69, 49, 22
	I	67, 73, 71
	J	26, 68, 18
	L	1, 101
	M	81, 100, 16
	N	23, 64
	O	20, 85
	P	11
	Q	87
	R	57
	S	88
	T	24
	U	32
	V	25
	X	28
2		17, 42
3		9, 99
4		92
5		70
6		102

Os acessos dentro de cada um dos 22 subgrupos que compõem o grupo 1 (Tabela 5) apresentam características químicas bem homogêneas. Entretanto, os acessos dos subgrupos A, C, D, G, H, J e O mostraram características superiores. No subgrupo O, além das boas características químicas, os frutos apresentaram massa superior a 130 g. No entanto, os acessos dos subgrupos B, E, F, L, R e X exibiram características inferiores, já que combinaram teores de sólidos solúveis relativamente baixos e alta acidez titulável. E os acessos dos demais subgrupos apresentaram características intermediárias.

Observou-se que os acessos 9 e 99 (Grupo 3), 92 (Grupo 4), 70 (Grupo 5) e 102 (Grupo 6) separaram-se dos demais, assim como no agrupamento pelo método UPGMA (Figura 3). As maiores distâncias observadas foram entre os acessos dos grupos 5 e 6, de números 70 e 102, o que confirma os resultados da matriz de dissimilaridade (distância euclidiana média), e entre os grupos 1 e 6, 2 e 5, 3 e 6 e 4 e 6 (Tabela 6).

Tabela 6 – Distâncias intra e intergrupos do agrupamento de Tocher para 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ provenientes de Viçosa (1 e 101) e Visconde do Rio Branco (2 a 100 e 102)

Grupos	1	2	3	4	5
1	1,2632				
2	1,7393	0,6891			
3	1,8604	2,3694	1,4352		
4	1,6617	1,9580	2,2047		
5	1,6598	2,6895	2,5514	1,7835	
6	2,8162	1,7437	2,7241	2,7569	3,8489

Os acessos 17 e 42, que formam o grupo 2, apresentaram frutos com massa de 145 e 140 g, respectivamente, e teor de sólidos solúveis de 19,5 e 20,3 °Brix, respectivamente. Esse grupo foi o que mostrou a menor distância intragrupos e também a menor distância do grupo 6, composto pelo acesso 102, que, como foi visto, é o acesso que tem as melhores características,

principalmente em relação à massa do fruto. Portanto, os acessos 17 e 42 são promissores.

Os acesso 9 e 99, que compõem o grupo 3, apresentaram teores de acidez titulável acima de 0,8 e massa dos frutos de 94,8 e 100,8 g. Portanto, são acessos com características inferiores à dos acessos dos grupos 2 e 6. O acesso 92, grupo 4 (Tabela 5), se separou dos demais devido ao alto teor de carotenoides apresentado, e, em relação ao acesso 102, esse teor é o dobro (Tabela 2).

O acesso 70 (Grupo 5) apresenta alto teor de carotenoides e frutos com massa de 87,1 g, o que explica a maior distância em relação ao acesso 102 (Grupo 6) (Tabela 6), pois este apresenta metade do teor de carotenoides do acesso 70 e o dobro da massa (Tabela 2).

Nos acessos amostrados no Município de 'Ubá', o agrupamento de Tocher formou 15 grupos, estando 64,3% dos acessos no grupo 1, ou seja, 63 dos 98 acessos analisados; esse grupo foi subdividido em 16 subgrupos (Tabela 7). Nesse grupo, os subgrupos que se destacaram foram o E e o C, que apresentaram teor médio de carotenoides acima de 20 µg/g de polpa e acidez titulável acima de 0,3 g de ácido cítrico/100 g de polpa; o subgrupo F, por apresentar teor de carotenoides abaixo de 10 µg/g de polpa; e o subgrupo D, por ter os maiores teores de sólidos solúveis dentro do grupo 1. Os demais subgrupos exibiram valores intermediários, não mostrando destaque em relação aos demais.

Os acessos 149, 151, 178, 110 e 197, que compõem o grupo 3, apresentam um conjunto de características superiores, principalmente em relação à massa dos frutos, que foi acima de 118 g. O acesso 152, grupo 13 (Tabela 7), foi o que teve maior teor de acidez, e essa característica pode ter feito com que ele se distanciasse dos outros, pois, observando-se a Tabela 8, o grupo 13 foi o que apresentou, em geral, as maiores distâncias intergrupos.

Tabela 7 – Grupos formados pelo método de agrupamento de Tocher para 98 acessos de mangueira ‘Ubá’ provenientes de Ubá, MG

Grupos	Subgrupos	Acessos
1	A	142, 170, 154, 168, 177, 109, 120, 113, 146, 144, 183, 145, 143, 133, 150, 165, 136, 127, 131
	B	119, 147, 108, 137, 130
	C	132, 193, 160, 158, 116, 188, 175, 184, 122, 125
	D	112, 186, 107, 134, 157, 182, 189, 153
	E	172, 199, 200, 198
	F	124, 166, 171
	G	106, 148,
	H	161, 185, 139
	I	111, 169
	J	104
	L	191
	M	179
	N	129
2	O	176
	P	164
	Q	105
	2	141, 162
	3	149, 151, 178, 110, 197
	4	195, 196, 192, 180, 126, 163, 173
	5	115, 121, 123, 128, 140, 181
	6	174, 190, 187
	7	114, 135
	8	117, 118
	9	103, 156
	10	138
	11	155
	12	167
	13	152
14	194	
15	159	

Os acessos dos grupos 5, 10, 12, 13, 14 e 15 (Tabela 7) separaram dos demais grupos, assim como no agrupamento UPGMA. Os acessos dos grupos 5 e 9 exibiram valores de carotenoides relativamente altos e teores de acidez próximos, porém os frutos dos acessos do grupo 5 apresentaram polpa mais alaranjada que os do grupo 9. O acesso 138, que compõe o grupo 10, apresentou teor de carotenoides totais de 38,52 µg/g de polpa, o maior valor encontrado entre os 98 acessos avaliados. O acesso 167 (Grupo 12) foi o que

teve menor rendimento de polpa e maior porcentagem de semente, sugerindo não ser um bom acesso. Os acessos dos grupos 14 e 15 apresentaram as características químicas e físicas similares, porém se diferenciavam pela incidência de podridões, em que o acesso 159 (Grupos 15) teve nota 5 (acima de 30,1% da casca coberta por podridões), e o acesso 194 (Grupo 14) ganhou nota 3 (entre 5 e 10% da casca afetada).

Os acessos dos grupos 7 e 8 apresentaram, no geral, características superiores à dos demais acessos, com teores de sólidos solúveis superiores a 15 °Brix e carotenoides acima 18 µg/g de polpa. O acesso 155 (Grupo 11) foi o que teve frutos com menor massa (81,5 g) e com teor de sólidos solúveis de 16 °Brix. Os acessos dos grupos 4 e 6 apresentaram acidez titulável relativamente alta, porém os frutos dos acessos do grupo 6 tiveram massa acima de 110 g, enquanto os do grupo 4, massa inferior a 110 g.

A menor distância intragrupos foi encontrada entre os acessos do grupo 2 (Tabela 8), indicando que esses acessos são mais similares entre si. Os acessos 141 e 162, que compõem esse grupo, tiveram seu conjunto de características muito similares (ver característica dos frutos).

Tabela 8 – Distâncias intra e intergrupos do agrupamento de Tocher dos 98 acessos de mangueira ‘Ubá’ provenientes de Ubá, MG

Grupos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,0587													
2	1,4163	0,4371												
3	1,4748	2,2548	0,9793											
4	1,4697	1,7912	2,0324	1,0474										
5	1,5091	2,0999	1,3725	1,8133	1,0787									
6	1,4635	2,0855	1,4854	1,4282	1,4218	1,0493								
7	1,4841	1,7667	1,5488	2,1533	1,477	1,7973	0,9227							
8	1,4236	1,935	1,8026	1,9103	1,7712	1,9167	1,6106	1,0201						
9	1,5278	2,1896	1,7545	1,5922	1,5272	1,7321	1,9160	1,3675	1,2305					
10	1,7896	2,5878	1,3786	2,4457	1,7721	2,0092	1,6838	1,4302	1,7571					
11	1,3237	1,3300	2,1716	1,5317	2,0671	1,8962	1,8441	1,5776	1,9277	2,2646				
12	1,5555	1,3937	2,1259	1,7609	2,0381	2,0712	1,7624	1,7194	1,9468	2,3981	1,7300			
13	2,1043	2,7953	2,1951	1,5258	2,2159	1,495	2,7617	2,5239	2,0349	2,5802	2,2871	2,7311		
14	1,9227	2,4963	1,8319	1,9154	1,6490	1,4012	1,9911	2,0482	2,1114	2,2126	2,2605	2,0051	2,0052	
15	1,6642	2,0397	1,7944	1,9895	2,0111	1,6981	2,1074	2,0121	2,2858	2,0269	1,7616	2,0826	2,0164	1,5626

### 3.2.4. Componentes principais

Para a análise de componentes principais, utilizaram-se os 200 acessos conjuntamente.

#### 3.2.4.1. Características dos frutos

A maior parte da variação entre as características de massa de fruto, de casca, de semente e de polpa foi retida nos dois primeiros componentes principais. Estes explicaram 88,77% da variação, e o componente principal 1 explicou 62,24% e o 2, 26,53% (Tabela 9). O componente principal 1 teve como variável de maior peso a massa dos frutos e o componente principal 2, o maior peso da variável massa da casca.

Tabela 9 – Estimativas de autovalores ( $\lambda_j$ ) e autovetores associados aos componentes principais, obtidos da matriz de correlação entre quatro variáveis: massa dos frutos (MF), da casca (MC), da semente (MS) e da polpa (MP) de manga ‘Ubá’

Variáveis	Autovetores Associados aos Componentes Principais (CP)			
	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>	CP <sub>4</sub>
MF	0,6277	0,0814	-0,163	<b>-0,7569</b>
MC	0,3564	0,7254	0,5286	0,2597
MS	0,3677	-0,6755	<b>0,6319</b>	0,0962
MP	0,5864	-0,1044	-0,5429	0,592
$\lambda_j$	2,4895	1,0613	0,4488	0,0004
$\lambda_j$ (%)	62,2388	26,5325	11,2194	0,0092

\*Valores em negrito destacam a variável de maior peso nos últimos autovetores.

Analisando a Figura 5, vê-se que praticamente houve a separação dos acessos por localidades amostradas em relação ao componente principal 2 (eixo Y), que tem como característica mais importante a porcentagem de casca (Tabela 9). Os acessos amostrados em Ubá apresentaram, em média, valores superiores aos dos acessos selecionados em Viçosa e Visconde do Rio Branco (Tabela 2). Isso pode ter ocorrido devido ao efeito da colheita em estágio de

amadurecimento mais precoce, e, portanto, a casca ainda se encontrava mais espessa.

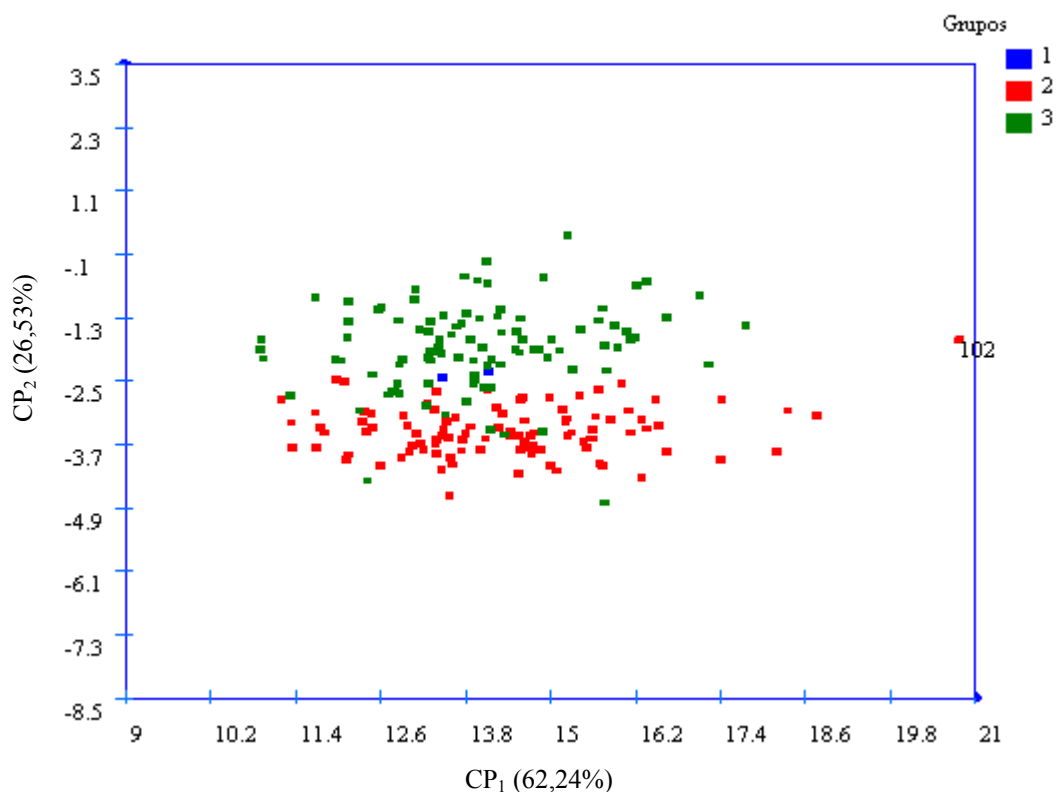


Figura 5 – Dispersão gráfica dos 200 acessos de mangueira ‘Ubá’, para o primeiro e segundo componentes principais, estabelecidos pela combinação linear das variáveis massa dos frutos, da casca, da semente e da polpa. As cores indicam os locais de amostragem dos acessos, 1: azul – Viçosa (safra 2005/2006), 2: vermelho – Visconde do Rio Branco (safra 2005/2006) e 3: verde – Ubá (safra 2006/2007).

### 3.2.4.2. Qualidade dos frutos

Para as variáveis de qualidade da polpa de manga ‘Ubá’, acidez titulável, carotenoides totais e sólidos solúveis, a maior variabilidade foi retida nos dois primeiros componentes, ressaltando-se que o primeiro componente reteve 53,68% e o segundo 28,79%, somando 82,48% da variação total (Tabela 10). Quanto ao componente principal 1 (CP1), as variáveis com maior

peso foram os teores de sólidos solúveis e carotenoides, enquanto a acidez titulável apresentou valor inferior (Tabela 10). E, para o segundo componente, a acidez titulável apresentou o maior autovetor, indicando que essa característica é a que explica a maior variação desse componente principal.

Tabela 10 – Estimativas de autovalores ( $\lambda_j$ ) e autovetores associados aos componentes principais, obtidos da matriz de correlação entre três variáveis, acidez titulável (AT), carotenoides totais (CT) e sólidos solúveis (SS)

Variáveis	Autovetores Associados aos Componentes Principais (CP)		
	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>
AT	-0,4288	0,9014	0,0606
CT	0,6322	0,3473	-0,6926
SS	0,6453	0,2587	<b>0,7188</b>
$\lambda_j$	1,6104	0,8639	0,5255
$\lambda_j$ (%)	53,6819	28,7998	17,5182

Na Figura 6, observa-se que os acessos coletados em Visconde do Rio Branco apresentam, em geral, os maiores valores para o CP1. Quanto ao componente principal 2, este não permitiu a separação por localidades amostradas.

Os acessos amostrados em Viçosa (safra 2005/2006) apresentaram-se mais próximos aos de Ubá (safra 2006/2007) para o componente principal 1 (Figura 6), mesmo sendo colhidos mais tardiamente, indicando que os frutos de Viçosa têm qualidade inferior aos de Visconde do Rio Branco (safra 2005/2006). No entanto, essa qualidade inferior pode também ser explicada devido a condições ambientais, principalmente porque Viçosa tem temperatura média menor que Visconde do Rio Branco, e com isso os frutos poderiam ainda se encontrar em estágio de amadurecimento mais atrasado.

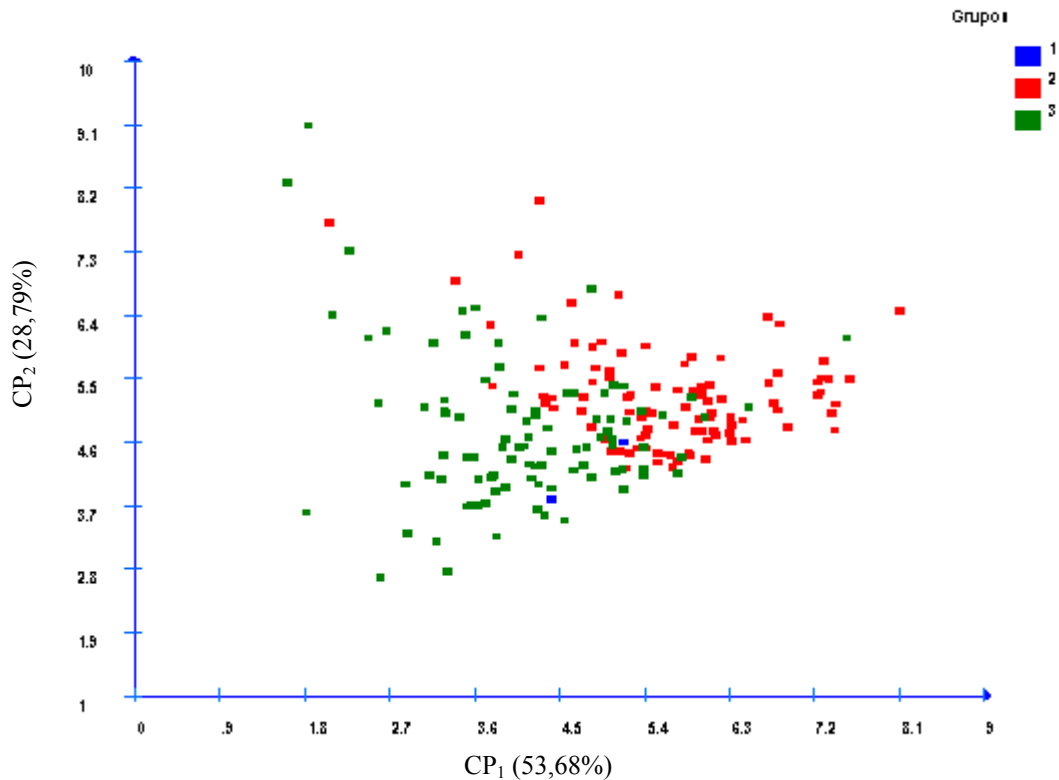


Figura 6 – Dispersão gráfica de 200 acessos de mangueira ‘Ubá’, para o primeiro e segundo componentes principais, estabelecidos pela combinação linear das variáveis acidez titulável, carotenoides totais e sólidos solúveis. As cores indicam os locais de amostragem dos acessos, 1: azul – Viçosa, 2: vermelho – Visconde do Rio Branco e 3: verde – Ubá.

### 3.2.4.3. Coloração da casca e da polpa e incidência de podridões

Os índices de cor da polpa e da casca ( $C$  e  $h^0$ ) e a incidência de podridões têm a maior variabilidade retida em três componentes principais, com 85,16% da variação total. O primeiro componente reteve 36,03%, o segundo 28,43% e o terceiro 20,69% (Tabela 11).

O primeiro e segundo componentes principais foram explicados pela variável cor da casca, e no primeiro o  $h^0$  teve maior peso, enquanto no segundo, o  $C$  (Tabela 11). Já o terceiro componente principal foi explicado pela incidência de podridões.

Tabela 11 – Estimativas de autovalores ( $\lambda_j$ ) e autovetores associados aos componentes principais, obtidos da matriz de correlação entre as variáveis coloração de polpa com os parâmetros  $h^\circ$  (CPh $^\circ$ ) e C (CPC), cor da casca  $h^\circ$  (CCh $^\circ$ ) e C (CCC) e índice de podridões (PO)

Variáveis	Autovetores Associados aos Componentes Principais (CP)				
	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>	CP <sub>4</sub>	CP <sub>5</sub>
CPC	-0,3642	0,5867	0,1743	<b>-0,6957</b>	-0,0936
CPh $^\circ$	-0,532	0,3948	-0,3103	0,4668	0,4969
CCC	-0,3803	0,6391	-0,1234	0,3809	-0,5354
CCh $^\circ$	-0,6096	-0,3023	-0,2871	-0,0823	<b>-0,6692</b>
PO	-0,2608	0,014	0,8807	0,3823	-0,0995
$\lambda_j$	1,8014	1,4218	1,0349	0,4919	0,2499
$\lambda_j$ (%)	36,0291	28,4354	20,6986	9,8377	4,9990

\*Valores em negrito destacam a variável de maior peso nos últimos autovetores.

Na Figura 7, observa-se que não houve separação clara de grupos, porém, no segundo componente principal, os acessos amostrados em Visconde do Rio Branco e Viçosa aparecem discretamente separados.

### 3.2.5. Correlação simples

Análises de correlações permitem identificar se uma característica tem influência sobre outra e quanto são influenciadas.

Utilizando os coeficientes de correlação de Pearson ou correlação simples, observou-se que a acidez titulável apresentou correlações significativa e negativa com os teores de carotenoides totais, sólidos solúveis e cor da casca para o croma (C); e positiva para cor da polpa e da casca para o ângulo hue ( $h^\circ$ ) (Tabela 12). Isso mostra que, quanto maior a acidez, menores os teores de sólidos solúveis e carotenoides, e a cor da polpa e da casca são menos intensas, o que evidencia que a acidez está associada ao amadurecimento de manga ‘Ubá’.

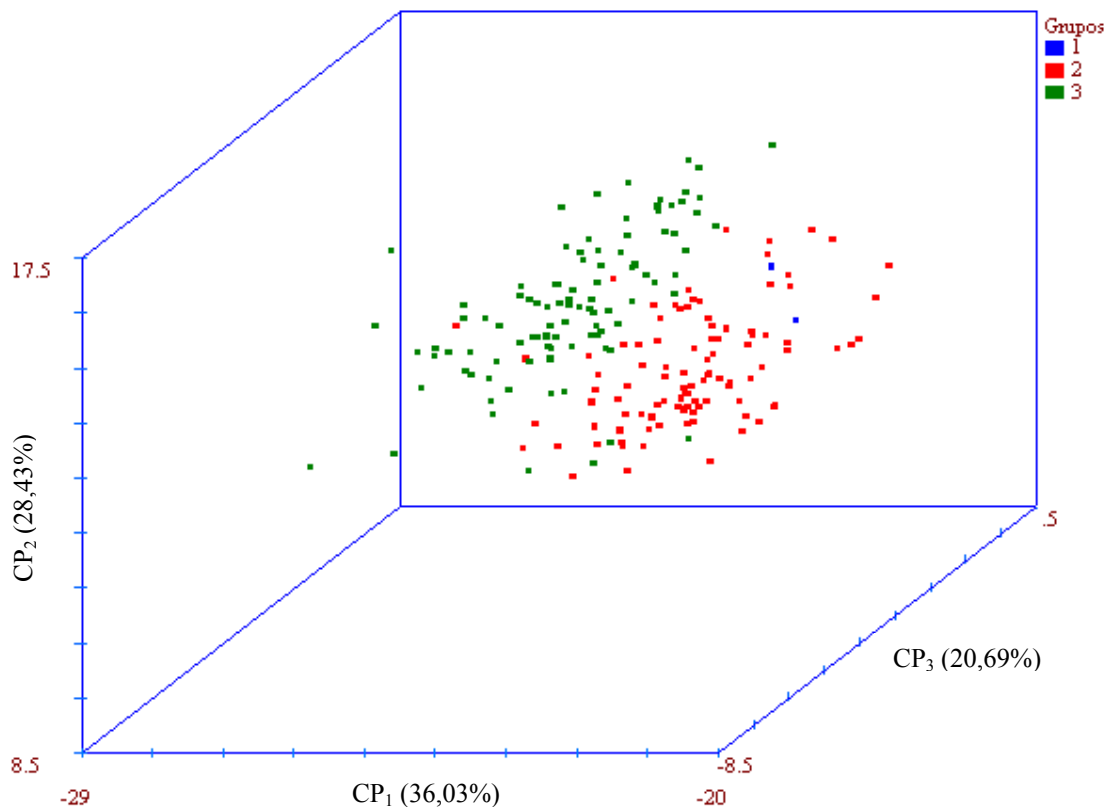


Figura 7 – Dispersão gráfica de 200 acessos de mangueira ‘Ubá’, para o primeiro, segundo e terceiros componentes principais, estabelecidos pela combinação linear das variáveis cor de polpa e casca com os parâmetros  $h^0$  e C e incidência de podridões. As cores indicam os locais de amostragem dos acessos, 1: azul – Viçosa, 2: vermelho – Visconde do Rio Branco e 3: verde – Ubá.

O teor de carotenoides totais da polpa apresentou correlação negativa com a cor da polpa para os índices C e  $h^0$ , com a cor da casca para o índice  $h^0$  e para a massa da casca (Tabela 12), evidenciando-se que essa variável está associada ao amadurecimento da manga ‘Ubá’, à semelhança do ocorrido para a acidez titulável. Os carotenoides são pigmentos responsáveis pela coloração que vai do amarelo ao vermelho (TAIZ; ZEIGER, 2002), o que explica a correlação entre os carotenoides e os índices de cor da polpa (C e  $h^0$ ) de manga ‘Ubá’.

Tabela 12 – Coeficientes de correlação simples para 13 variáveis (Var) em 200 acessos de mangueira ‘Ubá’ amostrados nos Municípios mineiros de Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá

Var	AT	CC	SS	MF	MC	MS	MP	CPC	CPh <sup>o</sup>	CCC	CCh <sup>o</sup>	PO
AT												
CC	-0,188**											
SS	-0,221**	0,047**										
MF	-0,017	0,021	0,271**									
MC	0,117	-0,282**	-0,350**	0,580**								
MS	0,097	0,196**	0,485**	0,469**	-0,043							
MP	-0,088	0,123	0,423**	0,946**	0,311**	0,457**						
CPC	-0,131	-0,173*	-0,347**	0,083	0,394**	-0,298**	-0,202					
CPh <sup>o</sup>	0,424**	-0,579**	-0,541**	0,075	0,525**	-0,269**	-0,093	0,045**				
CCC	-0,406**	-0,068	-0,004	0,069	0,073	-0,058	0,063	0,143*	0,054			
CCh <sup>o</sup>	0,595**	-0,145*	-0,383**	-0,020	0,233**	-0,105	-0,108	0,083	0,044**	-0,550**		
PO	-0,058	-0,144*	-0,236**	-0,188**	-0,014	-0,314**	-0,183**	0,213**	0,050	-0,193**	0,050	
PROD	0,014	-0,079	-0,174*	-0,169**	0,041	-0,105	-0,215**	0,144*	0,203**	0,047	0,218**	0,050

\*\* e \* Significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t; acidez titulável (AT), carotenoides totais (CC), sólidos solúveis (SS), massa dos frutos (MF), massa da casca (MC), massa da semente (MS) e massa da polpa (MP), cor da polpa (CP) e cor da casca (CC) com parâmetros C e h<sup>o</sup>, incidência de podridões (PO) e produção (PROD).

Os sólidos solúveis apresentaram correlação negativa com os índices de cor da polpa, mostrando que, quando os valores de  $h^0$  e C são mais baixos, o teor de sólidos solúveis é maior. Portanto, manga 'Ubá' com coloração de polpa alaranjada é mais doce. Os sólidos solúveis apresentaram correlação negativa também com a produção, indicando que, quanto maior a produção, menor o teor de sólidos solúveis, já que a planta terá que dividir os fotoassimilados com maior quantidade de drenos (Tabela 12).

A massa dos frutos apresentou correlação positiva com a massa da casca, da semente e da polpa, o que é esperado, pois a massa dos frutos é a soma desses três componentes. Porém, a massa dos frutos teve correlação negativa com a produção (Tabela 12), o que indica que altas produções vão reduzir tamanho e, ou, massa dos frutos, dada a maior quantidade de drenos existentes.

A massa da casca apresentou correlação positiva com a massa da polpa, o que é esperado, dado que frutos maiores terão mais casca e mais polpa. Também, apresentou correlação com os índices de cor da polpa C e  $h^0$  e  $h^0$  para cor da casca (Tabela 12), mostrando que, quanto maior a massa da casca, maiores os índices C e  $h^0$ . Portanto, os frutos apresentam-se com coloração da polpa amarela menos intensa.

A massa das sementes apresentou correlação positiva com a massa da polpa, o que é explicado pelo fato de que sementes são drenos fortes (SRIVASTAVA, 2002) e, com isso, poderiam atrair mais reservas para o fruto.

Existe correlação negativa entre a massa da polpa e a produção de frutos (Tabela 12), indicando que, quanto mais frutos por planta, menos polpa eles terão, o que é explicado pela competição entre os frutos.

Os índices de cor da polpa C e  $h^0$  apresentaram correlação positiva com a produção (Tabela 12), indicando que, quanto maior a produção, menos intensa é a coloração da polpa dos frutos. O mesmo foi observado para o  $h^0$  na cor da casca.

### 3.2.6. Análise de trilha

A análise de trilha estuda os efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica. Essa análise foi utilizada para o estudo da variável básica massa dos frutos e seus componentes primários, massa da casca, das sementes e da polpa; e componentes secundários, acidez titulável, sólidos solúveis e carotenoides totais.

Os efeitos diretos da massa da casca sobre a massa dos frutos foi de média magnitude, os da massa da semente, de magnitude baixa, sendo, nesse caso, o efeito indireto via massa da polpa superior (Tabela 13), e os da massa da polpa foram de alta magnitude, o que corrobora os valores de correlações de Pearson (Tabela 12), em que a massa dos frutos tem alta correlação com a massa da polpa ( $r = 0,9468$ ), média com a massa da casca ( $r = 0,5808$ ) e menor com a massa das sementes ( $r = 0,4699$ ).

Tabela 13 – Efeitos diretos e indiretos dos componentes primários sobre a massa dos frutos de manga ‘Ubá’ colhidos em Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá

Característica	Efeito	Estimativa
Massa da casca	Direto sobre a massa dos frutos	0,3431
	Indireto via massa das sementes	-0,0056
	Indireto via massa da polpa	0,2433
	Total	0,5808**
Massa das sementes	Direto sobre a massa dos frutos	0,1272
	Indireto via massa da casca	-0,0151
	Indireto via massa da polpa	0,3578
	Total	0,4699**
Massa da polpa	Direto sobre a massa dos frutos	0,7819
	Indireto via massa da casca	0,1067
	Indireto via massa das sementes	0,0582
	Total	0,9468**
R <sup>2</sup>		0,9994
Efeito residual		0,0253

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

A massa da polpa foi o componente primário que apresentou maior influência sobre a massa do fruto (Tabela 13), indicando que a massa da polpa é a variável que determina a massa dos frutos. Em maracujá-amarelo, também foi observado que a massa da polpa influencia mais a massa do fruto que a massa da casca (NEGREIROS et al., 2007), além de que a massa da polpa é mais importante no aspecto comercial que a massa da casca. O  $R^2$  desse modelo evidencia que as variações da variável básica são explicadas por esse modelo causal.

O teor de sólidos solúveis foi o componente secundário que apresentou maior influência sobre os componentes primários, massa da casca, da semente e da polpa, assim como na variável básica, massa dos frutos (Tabela 14). Isso confirma os valores de correlações, pois o teor de sólidos solúveis apresentou correlação significativa com os componentes primários (Tabela 12).

Tabela 14 – Efeitos diretos e indiretos dos componentes secundários sobre os componentes primários da massa dos frutos de manga ‘Ubá’, colhidos em Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá

Efeito	Massa da Casca	Massa das Sementes	Massa da Polpa
<b>Variável AT<sup>1</sup></b>			
Direto	0,0288	0,2138	-0,0032
Indireto via SS <sup>2</sup>	0,0607	-0,12	-0,1039
Indireto via CT <sup>3</sup>	0,0277	0,0037	0,0187
Total	0,1172	0,0975	-0,0884
<b>Variável SS<sup>2</sup></b>			
Direto	-0,2741	0,5424	0,4695
Indireto via AT <sup>1</sup>	-0,0064	-0,0473	0,0007
Indireto via CT <sup>3</sup>	-0,0696	-0,0093	-0,0471
Total	-0,3501**	0,4857**	0,4232**
<b>Variável CT<sup>3</sup></b>			
Direto	-0,1471	-0,0197	-0,0995
Indireto via AT <sup>1</sup>	-0,0054	-0,0402	0,0006
Indireto via SS <sup>2</sup>	-0,1297	0,2566	0,2221
Total	-0,2822**	0,1966**	0,1232
R <sup>2</sup>	0,1408	0,2804	0,1867
Efeito residual	0,9269	0,8483	0,9018

<sup>1</sup>Acidez titulável; <sup>2</sup>Sólidos solúveis; e <sup>3</sup>Carotenoides totais.

Os efeitos diretos das variáveis acidez titulável e carotenoides foram baixos em relação aos componentes primários. E os efeitos indiretos da acidez titulável, via sólidos solúveis, foram superiores nos componentes massa da casca e da polpa, enquanto os efeitos indiretos dos carotenoides via sólidos solúveis foram superiores nos componentes massa da semente e massa da polpa.

Visto isso, pode-se afirmar que o teor de sólidos solúveis foi a característica química que mais influenciou os componentes primários e a variável básica. Entretanto, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos modelos ajustados foram baixos e não explicam a variação das variáveis em questão

#### **4. CONCLUSÕES**

Existe ampla variabilidade quanto às características físicas e químicas nos frutos avaliados dos 200 acessos de mangueira ‘Ubá’, em parte justificável pelas diferentes condições ambientais nos locais de coleta do material. Os acessos selecionados em Ubá têm menor variabilidade do que os selecionados em Visconde do Rio Branco e Viçosa.

Os acessos de números 15, 17, 20, 42, 85 e 102 selecionados em Visconde do Rio Branco e os de números 110, 149 e 151 selecionados em Ubá foram os que se apresentaram com características superiores entre as características físicas e químicas avaliadas.

A massa da polpa é a característica que mais influencia a massa do fruto, e o teor de sólidos solúveis é a característica química que melhor se associa com a massa do fruto.

Para o lançamento de um cultivar com características superiores, é necessário que o material seja avaliado por diversos anos consecutivos e que todo esse material se encontre nas mesmas condições ambientais.

### **CAPÍTULO 3**

## **CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE MANGUEIRAS ‘UBÁ’ UTILIZANDO MARCADORES ISSR**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética de mangueira ‘Ubá’ utilizando marcadores moleculares ISSR como ferramenta para a seleção massal de genótipos superiores que atendam às necessidades da agroindústria e para o consumo *in natura*. Foram utilizados 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ procedentes de Municípios da Zona da Mata mineira, sendo dois de Viçosa, 48 de Visconde do Rio Branco e 52 de Ubá. Dessas plantas, coletaram-se folhas para a extração de DNA genômico, o qual foi amplificado com nove *primers* ISSR. Os produtos das amplificações foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 1,5%, corados com brometo de etídio, visualizados sob luz ultravioleta e fotodocumentados pelo sistema AlphaDigiDoc. Os dados obtidos por análise dos padrões eletroforéticos foram dispostos em matriz binária, considerando 0 para ausência de banda e 1 para presença. A partir desses dados, procedeu-se à análise de dissimilaridade genética utilizando o complemento do índice de Jaccard ( $d_{ij} = 1 - J_{ij}$ ). Com

base na matriz de dissimilaridade, procedeu-se à análise de agrupamento pelos métodos UPGMA, de Tocher, e de dispersão gráfica (espaço tridimensional – 3D). A matriz de dissimilaridade mostra que os acessos mais similares são os 144 e 150 ( $d_{ii'} = 0,07258$ ), ambos oriundos de Ubá, enquanto os mais divergentes são os acessos 29 e 97 ( $d_{ii'} = 0,66327$ ), provenientes de Visconde do Rio Branco. O agrupamento pelo método de Tocher separou os acessos em seis grupos, sendo 94,1% deles alocados no primeiro grupo, indicando baixa diversidade e mostrando que não há separação dos acessos em função dos locais de amostragem. O gráfico de dispersão 3D e o dendrograma obtido por UPGMA reforçam a não formação de grupos por localidades de amostragem, mostrando que a diversidade está distribuída entre os acessos. Existe variabilidade genética entre os acessos de mangueira ‘Ubá’ analisados, mas não foi observado agrupamento de acordo com a origem, e os acessos 29 e 97 são os geneticamente mais distantes.

## 1. INTRODUÇÃO

A manga é uma das frutas tropicais mais produzidas no mundo tanto para consumo *in natura* quanto para a industrialização. A Zona da Mata mineira destaca-se como produtora de mangas ‘Ubá’, um cultivar com ótima aptidão para a industrialização por suas ótimas características de cor de polpa e sabor, além de ser muito apreciada para consumo ao natural.

A mangueira ‘Ubá’ é bem adaptada às condições edafoclimáticas e cresce espontaneamente em quase todos os municípios da região. Grande parte das plantas é oriunda de sementes (mudas de pés-francos) apresentando ampla variação quanto a tamanho de fruto, coloração de polpa, suscetibilidade à antracnose, produção etc. Entretanto, essa variação pode ser apenas fenotípica, dado que esse cultivar produz sementes poliembriônicas, isto é, numa mesma semente podem ter embriões zigóticos e nucelares. Os embriões nucelares originam plantas geneticamente idênticas à planta-mãe. Esse fato resultaria em perda de tempo e de recursos financeiros até que essas plantas pudessem ser cultivadas no mesmo local e avaliadas por vários anos, com mais precisão, para a seleção daquelas com características superiores.

A escolha de plantas matrizes deve ser feita considerando-se informações a respeito da similaridade genética entre as plantas candidatas a partir de informações de marcadores moleculares de DNA, os quais são ferramentas importantes para o melhoramento, pois não sofrem influências

ambientais, como as características agronômicas e morfológicas. A identificação de diferenças em nível de DNA pode aumentar a eficiência do Programa de Melhoramento (SOUZA; LIMA, 2004). Por isso, o Programa de Melhoramento Genético da Mangueira 'Ubá' desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa utilizará os marcadores moleculares ISSR (*Inter simple sequence repeat*) para o estudo da diversidade genética em nível de DNA, possibilitando a exclusão de materiais geneticamente idênticos.

Os marcadores ISSR são dominantes e baseiam-se na amplificação de regiões entre sequências microssatélites adjacentes do DNA via PCR (*polymerase chain reaction*) e combinam a maioria das vantagens de microssatélites e AFLP, assim como a universalidade dos marcadores RAPD. É um marcador altamente polimórfico, reprodutível, não necessita de conhecimento prévio do genoma e é de custo relativamente baixo (GONZALÉZ et al., 2002). Além disso, é versátil, sendo utilizado em programas de melhoramento de plantas, bem como em estudo de evolução, devido à sua habilidade em mostrar diferenças entre cultivares (EIADTHONG et al., 1999b). São apropriados para o estudo de diversidade genética, filogenia, genes marcados ou etiquetados, mapeamento gênico e na biologia evolutiva (REDDY et al., 2002; YE et al., 2005; FALEIRO, 2007). A reprodutibilidade apresentada pelos marcadores ISSR é a principal diferença em relação ao RAPD, dado que este tem baixa reprodutibilidade, além de apresentarem maior polimorfismo (NAGAOKA; OGIHARA, 1997).

No Brasil, poucos trabalhos têm sido desenvolvidos com marcadores moleculares de DNA em mangueira. Marcadores RAPD vêm sendo utilizados para avaliar a diversidade genética de genótipos de mangueira (FALEIRO et al., 2004; SOUZA et al., 2008; SOUZA; LIMA, 2004), para identificar a origem genética de plântulas de mangueira cv. 'Rosinha' (CORDEIRO et al., 2006a) e na determinação de genitores em híbridos de mangueira (CORDEIRO et al., 2006b).

Souza e Lima (2004), estudando a variabilidade genética entre 40 genótipos de mangueira com marcadores RAPD, encontraram menor dissimilaridade pelo índice de Jaccard de 0,02 e a maior, de 0,76. Neste

estudo, 25 dos genótipos são do cultivar ‘Rosa’, e entre estes a dissimilaridade foi de 0,02 a 0,45, indicando uma razoável variação genética dentro desse cultivar. A similaridade genética entre seis cultivares de mangueira (‘Favo de mel’, ‘Fafá’, ‘Piqui’, ‘Xexeu’, ‘Jarbas’ e ‘D’Água’) utilizando marcadores RAPD foi calculada pelo coeficiente de Jaccard, e este mostrou que ‘Favo de mel’ e ‘Fafá’ foram os mais divergentes (0,741) e ‘Jarbas’ e ‘D’Água’, os mais similares (0,609) (SOUZA et al., 2008).

A variabilidade genética entre seis genótipos de mangueira (três acessos de ‘Keitt Pequena’, dois de ‘Keitt’ e um de ‘Tommy Atkins’ como grupo externo) foi avaliada com marcadores RAPD. A similaridade foi calculada pelo índice de Nei e Li e variou de 0,721 a 0,98, ressaltando-se que entre os três acessos de ‘Keitt Pequena’ praticamente não existe diferença genética (similaridade de 0,975). O mesmo foi observado com relação aos dois acessos de ‘Keitt’ (similaridade de 0,967). As maiores distâncias foram observadas entre o acesso de ‘Tommy Atkins’ e os acessos de ‘Keitt Pequena’ e ‘Keitt’ (FALEIRO et al., 2004). Além disso, a similaridade de 0,927 entre ‘Keitt Pequena’ e ‘Keitt’ levou esses autores a inferirem que as diferenças no porte da planta e no tamanho dos frutos observadas entre esses cultivares podem ser de origem genética.

Marcadores AFLP foram utilizados para analisar as relações genéticas de 105 acessos de mangueiras do banco de germoplasma da Embrapa Semiárido. A similaridade foi calculada pelo índice de Jaccard, e encontrou-se que os acessos ‘Carabao’ e ‘Manilla’ são os mais similares, com 97% de similaridade, indicando que são quase geneticamente idênticos (SANTOS et al., 2008).

Tendo em vista a inexistência de trabalhos com mangueira ‘Ubá’ utilizando marcadores moleculares e a necessidade de estudos com esta, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética de mangueiras ‘Ubá’, empregando-se marcadores moleculares ISSR como ferramenta para a seleção massal de genótipos superiores, para atender às necessidades da agroindústria e para o consumo *in natura*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ oriundos de polinização aberta, procedentes de cidades localizadas na Zona da Mata mineira (Figura 1), sendo dois de Viçosa, identificados pelos números 1 e 101; 48 de Visconde do Rio Branco, identificados pelos números 2, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 35, 36, 38, 39, 41, 43, 44, 49, 51, 53, 55, 58, 59, 60, 62, 64, 68, 71, 72, 75, 76, 77, 79, 81, 82, 84, 85, 87, 93, 97, 98 e 102; e 52 de Ubá, identificados pelos números 103, 105, 107, 109, 112, 113, 118, 119, 121, 124, 125, 128, 133, 136, 137, 139, 141, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 169, 174, 175, 176, 177, 181, 182, 184, 185, 187, 189, 191, 192, 195, 198 e 199.

### **2.1. Caracterização genética**

Para a caracterização genética, coletaram-se folhas maduras de cada uma das mangueiras selecionadas. As folhas foram identificadas e mantidas em gelo para transporte dos locais de coleta até o Laboratório de Análises de Frutos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde foram congeladas em nitrogênio líquido. Em seguida, foram armazenadas em congelador -80 °C, no Laboratório de Biologia Molecular do Departamento de Biologia Geral da UFV até o momento da extração do DNA genômico.

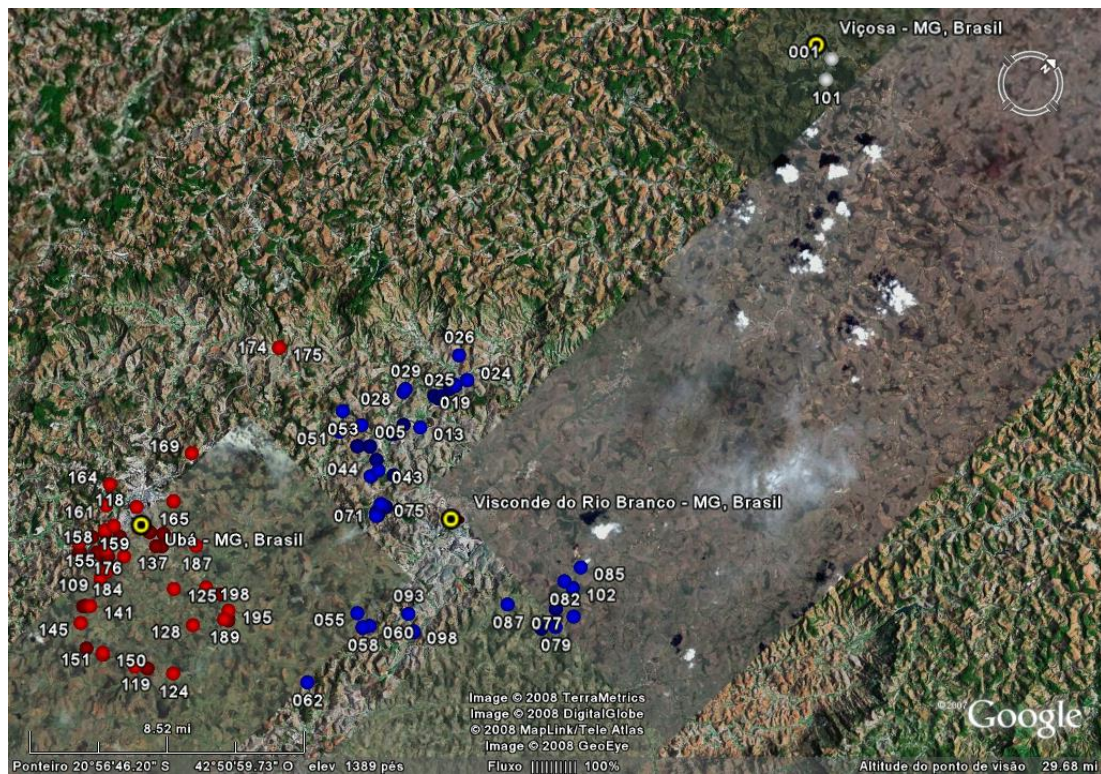


Figura 1 – Distribuição dos 102 acessos nos respectivos locais de amostragens, na Zona da Mata mineira – MG/Brasil. Em branco – acessos coletados em Viçosa, Azul – Visconde do Rio Branco e Vermelho – Ubá.

### 2.1.1. Extração de DNA

As extrações foram feitas de acordo com a metodologia descrita no capítulo 1.

### 2.1.2. Amplificação de DNA

Para a amplificação do DNA foram testados 96 *primers*, sendo 93 do Set 9# da UBC (*University of British Columbia*), um (Terry) utilizado por González et al. (2002) e os outros dois (C e D) desenhados para abelhas no Laboratório de Biofísica e Biologia Molecular pela Dra. Tânia Maria Fernandes Salomão. Com base no padrão de amplificação, selecionaram-se 19 *primers*, para os quais foram otimizadas as temperaturas de pareamento e as

reações de PCR. Desses, escolheram-se nove *primers*, considerando o número e resolução de bandas e excluindo *primers* com poucas bandas e os que apresentavam bandas fracas e inespecíficas. As sequências dos *primers* e as condições de amplificação encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – *Primers* utilizados e respectivas sequências, número de bandas, temperaturas de pareamento (Ta) e mistura de amplificação (MA)<sup>1</sup>

<i>Primer</i>	Sequência 5' - 3'	Nº de bandas	Ta (°C)	MA <sup>1</sup>
816	CACACACACACACACAT	16	50	A
823	TCTCTCTCTCTCTCC	11	53	A
825	ACACACACACACACT	12	53	B
835 <sup>2</sup>	AGAGAGAGAGAGAGAYC	16	53	B
846 <sup>2</sup>	CACACACACACACART	16	53	B
891 <sup>2</sup>	HVHTGTGTGTGTGTGTG	18	40	B
899	CATGGTGTGGTCATTGTTCCA	16	53	B
D <sup>2</sup>	HVHCACCACCACCACACT	21	53	B
Terry <sup>2</sup>	GTGGTGGTGGTGRC	17	53	C

<sup>1</sup> Conforme Tabela 2, <sup>2</sup>*Primers* ancorados na extremidade 5' ou 3'; Y = (C ou T), R = (A ou G), H = (A, C ou T) e V = (A, C ou G)

De acordo com o *primer* utilizado, a mistura de reação para amplificação consistiu de diferentes concentrações dos reagentes, originando três diferentes misturas de reação de amplificação denominadas A, B e C (Tabela 1) e ajustadas conforme Eiadthong et al. (1999b) e González et al. (2002). Os reagentes utilizados em cada reação encontram-se na Tabela 2.

A reação de amplificação do DNA foi processada em termociclador PTC-100 (MJ Research Inc.) nas seguintes condições: 3 min a 94 °C (desnaturação inicial), seguido por 40 ciclos de 1 min a 92 °C (desnaturação), 2 min à temperatura de pareamento (variável de acordo com o *primer* em uso, ver Tabela 1), 2 min a 72 °C e um passo de extensão final de 7 min a 72 °C.

Tabela 2 – Reagentes e quantidades empregadas para cada mistura de amplificação

Reagentes	Quantidades (µL) por Reação		
	A	B	C
Tampão 10X <sup>1</sup>	2,5	2,0	2,0
Deoxi-nucleotídeos (dNTP) 100 µM	1,0	2,5	2,5
DNA polimerase <sup>2</sup> 5U/µL	0,2	0,2	0,2
Primer 5 µM	2,0	5,0	2,0
DNA genômico <sup>3</sup> 17 ηg/µL	3,0	3,0	3,0
Água ultrapura <sup>4</sup>	11,3	12,3	15,3
Volume final	20	25	25

<sup>1</sup>Composição do tampão (500 mM KCl, 100 mM Tris-HCl pH 8,4, 1% Triton X-100, 15 mM MgCl<sub>2</sub>); <sup>2</sup>Taq DNA Polymerase (Phonetría – Tampão IB) – 1U; <sup>3</sup>Aproximadamente 50 ng de DNA genômico; e <sup>4</sup>Água ultrapura para completar o volume de reação.

Os produtos da amplificação foram separados por eletroforese em gel de agarose 1,5%, visualizados por coloração com brometo de etídio (0,2 µg/mL) e fotodocumentados utilizando o sistema AlphaDigiDoc.

### 2.1.3. Análise dos dados

Os fragmentos ISSR foram codificados como caracteres binários, ou seja, presença ou ausência de bandas. Na contagem foram consideradas apenas bandas legíveis e inequívocas.

Os dados foram dispostos em matriz binária de presença (1) e ausência (0) de fragmentos amplificados. A partir dessa matriz, foi estimada a dissimilaridade genética entre os acessos em estudo, utilizando o complemento do índice de Jaccard ( $d_{ij} = 1 - S_{ij}$ ), para calcular a matriz de distâncias genéticas. A matriz foi utilizada como base para a análise de agrupamento pelos métodos UPGMA (*Unweighted pair group method with arithimetical averages*), Tocher e a projeção gráfica das distâncias. Todas as análises foram feitas com o programa GENES (CRUZ, 2008).

### **2.1.3.1. Índice de Jaccard**

É uma medida de similaridade que exclui a coincidência do tipo “0-0” como fator de similaridade e considera apenas a coincidência do tipo “1-1”. O índice de Jaccard é definido por  $S_{ij} = a/(a+b+c)$ , sendo  $a$  = número de coincidências do tipo “1-1”;  $b$  = número de discordâncias do tipo “1-0”; e  $c$  = número de discordâncias do tipo “0-1” (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Para a análise de agrupamento, é recomendável utilizar medidas de dissimilaridade, e, por isso, fez-se a transformação da medida de similaridade através de seu complemento ( $d_{ij} = 1 - S_{ij}$ ) (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

### **2.1.3.2. Método de agrupamento UPGMA**

Esta análise foi realizada da mesma forma que a descrita no capítulo 1.

### **2.1.3.3. Método de agrupamento de Tocher**

Esta análise foi realizada da mesma forma que a descrita no capítulo 1.

### **2.1.3.4. Projeção gráfica das distâncias**

A partir da matriz de distância obtida pelo complemento do coeficiente de Jaccard, foi realizada a projeção gráfica dos acessos no espaço tridimensional (3D). Para isso, os dados foram transformados para a distância ao quadrado.

As medidas de dissimilaridade foram convertidas em escores relativos a três variáveis ( $X$ ,  $Y$  e  $Z$ ), que refletirão, no gráfico de dispersão no espaço tridimensional, as distâncias originalmente obtidas a partir do espaço  $n$ -dimensional, em que  $n$  = número de caracteres utilizados (CRUZ, 2006a).

A estimativa da eficiência da projeção gráfica foi feita comparando as estimativas das distâncias originais e as apresentadas no gráfico de dispersão. Para isso, são avaliadas a correlação entre as distâncias originais e as

representadas no gráfico de dispersão, o grau de distorção  $[1 - \alpha]$ , em que  $\alpha = \frac{\sum \sum d_{gii'}^2}{\sum \sum d_{oii'}^2}$ ,  $d_{gii'}$  e  $d_{oii'}$  são as distâncias gráficas (espaço tridimensional) e originais, respectivamente, de todos os pares de indivíduos (i e i') e o valor de estresse ( $s = 100[\frac{\sum \sum (d_{gii'} - d_{oii'})^2}{\sum \sum d_{oii'}^2}]^{1/2}$ ) (CRUZ, 2006a). O processo de dispersão das medidas de dissimilaridade é considerado satisfatório quando o grau de distorção e o estresse são inferiores a 20%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior distância genética, calculada pelo complemento do índice de Jaccard entre os 102 acessos avaliados, foi encontrada entre os acessos 29 e 97 ( $d_{ii'} = 0,66$ ) provenientes da cidade de Visconde do Rio Branco, e a menor foi entre os acessos 144 e 150 ( $d_{ii'} = 0,07$ ), ambos provenientes de Ubá, portanto não sendo encontrados acessos com 100% de similaridade, o que evidencia a ausência de duplicatas. Souza e Lima (2004), estudando a diversidade genética entre 25 acessos de mangueira 'Rosa' utilizando marcadores RAPD, concluíram que é possível melhorar esse cultivar, cuja maior distância genética calculada pelo coeficiente de Jaccard foi de 0,45. Em manga 'Kensington Pride', cultivar poliembriônico que apresenta variações fenotípicas (produção irregular e variação no tipo de fruto, bem como a suscetibilidade a patógenos), foi observado, com marcadores RAPD, que 15 das 27 plantas avaliadas não apresentaram nenhum fragmento de DNA amplificado diferente em 10 *primers* utilizados, isto é, são clones, e a maior dissimilaridade encontrada pelo índice de coincidência simples foi de 0,05, e esta seria a fonte de variabilidade genética para o melhoramento dentro desse cultivar (BALLY et al., 1996). Maior diversidade foi detectada entre os 102 acessos analisados neste trabalho, sendo, portanto, possível selecionar acessos

da mangueira ‘Ubá’ adaptados às condições de solo e clima da região de cultivo.

A similaridade genética entre cultivares de mangueira é relativamente alta. Eiadthong et al. (1999b), utilizando marcadores ISSR para avaliar a variação genética entre 22 cultivares de mangueira cultivados na Tailândia, encontraram, pelo coeficiente de Nei e Li, menor similaridade de 0,516 (‘Neelum’ e ‘Tommy Atkins’) e a maior de 0,831 entre ‘Brooks’ e ‘Edward’. Schnell et al. (1995), utilizando marcadores RAPD para analisar 25 cultivares de manga da coleção de germoplasma (*National Clonal Germoplasm Repository, Miami*), observaram, pelo coeficiente de coincidência simples, menor similaridade de 0,56 e maior similaridade de 0,88. Xin-hua et al. (2007) obtiveram, pelo coeficiente de Jaccard, menor similaridade de 0,67 e maior de 0,92 para 36 cultivares de manga da coleção de germoplasma na China (*Guangxi Academy of Agricultural Sciences*) com marcadores cpISSR. Com isso, observa-se que, entre os acessos de mangueira ‘Ubá’ analisados, há acessos com maior dissimilaridade do que entre os cultivares estudados pelos autores citados anteriormente, o que evidencia a possibilidade da seleção de plantas com características superiores pelo método de seleção massal adotado pelo Programa de Melhoramento Genético da Mangueira ‘Ubá’ desenvolvido pela UFV.

Mesmo a mangueira ‘Ubá’ sendo poliembriônica, a qual pode gerar plantas geneticamente idênticas à planta-mãe, devido aos seus embriões nucelares (STURROCK, 1967) não foram encontradas duplicatas (clones) entre os 102 acessos, isto é, não se detectaram acessos com 100% de similaridade. Como foi observado no capítulo 1, 60% das sementes analisadas apresentaram plântula zigótica, o que gera variabilidade, pois essa espécie é essencialmente de polinização cruzada.

Os acessos 144 e 150 que apresentaram maior similaridade (97%) e outros acessos com similaridade acima de 90% não foram considerados como duplicatas, apesar de serem geneticamente muito próximos. Cultivares de mangueira têm sido diferenciados com índices de similaridade de 97%, como

foi observado entre os cultivares ‘Manila’ e ‘Carabao’ com marcadores AFLP (SANTOS et al., 2008). Com marcadores SSR, Viruel et al. (2005) verificaram similaridade de 93% entre esses dois cultivares. Os cultivares ‘Totapuri’ e ‘PKM-1’ foram considerados diferentes, com 95% de similaridade (HEMANTH-KUMAR et al., 2001).

A ausência de duplicatas entre os acessos estudados justifica a coleta de garfos para a formação de mudas e seu cultivo num mesmo local, para avaliação dos caracteres fenotípicos por vários anos e posterior seleção de acessos com características superiores. Mesmo sendo pequenas, as diferenças genéticas entre os materiais amostrados podem afetar algum caráter fenotípico que seja útil para a cultura, como foi observado por Faleiro et al. (2004). Esses autores, utilizando marcadores RAPD para avaliar as relações genéticas entre acessos de ‘Keitt Pequena’, ‘Keitt’ e ‘Tommy Atkins’, encontram índice de similaridade de 0,927 entre os acessos de ‘Keitt Pequena’ e ‘Keitt’. Com base nesse índice de similaridade, inferiram que as diferenças no porte da planta e no tamanho dos frutos, observadas entre os cultivares ‘Keitt Pequena’ e ‘Keitt’, podem ser de origem genética.

O dendrograma (Figura 2) obtido pelo método de agrupamento UPGMA mostra que não houve formação de grupos por local de amostragem.

Alguns acessos coletados numa mesma propriedade rural ficaram num mesmo grupo, como é o caso dos acessos 38 e 39, 149 e 150 e 165 e 166 (Figura 2), indicando que tiveram origem genética próxima, dado que o coeficiente de dissimilaridade foi baixo (0,1; 0,088; e 0,1181, respectivamente). No entanto, outros acessos de mesma propriedade não se agruparam, mostrando ser geneticamente mais distantes, como observado nos acessos 14 e 15, 19 e 20, 24 e 25, 35 e 36, 58 e 59, 97 e 98, 107 e 109, 112 e 113, 113 e 136, 151 com 149 e 150, 157 e 158, 159 e 160, 174 e 175 e 191 e 192 (Figura 2).

Primeira coluna, números referentes aos municípios onde os acessos foram selecionados e, segunda coluna, número dos acessos selecionados

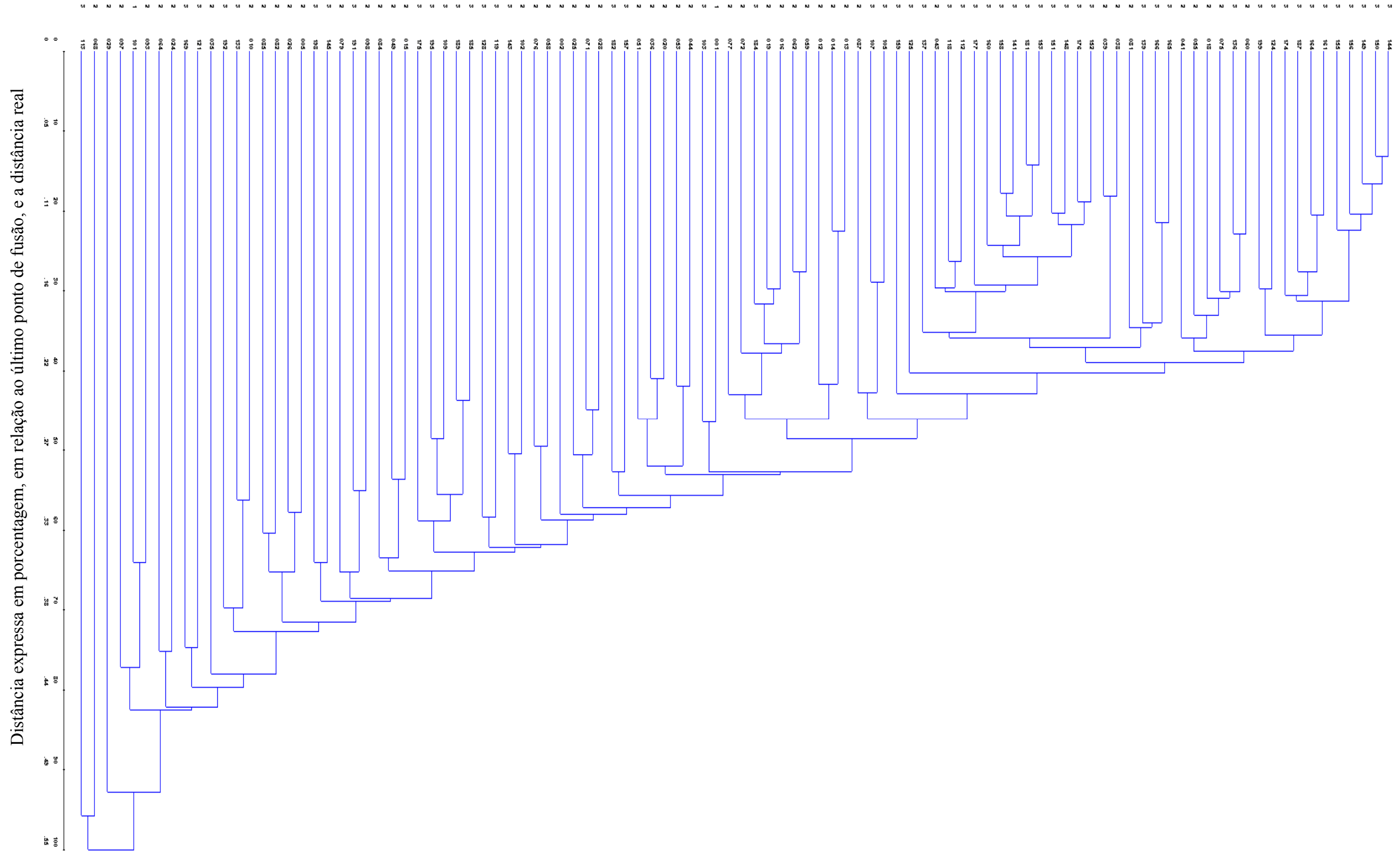


Figura 2 – Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA para 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ amostrados em Viçosa (1), Visconde do Rio Branco (2) e Ubá (3), cidades da Zona da Mata mineira.

O agrupamento pelo método de Tocher permitiu separar os acessos em seis grupos (Tabela 3), sendo 94,1% dos acessos alocados no grupo 1, que foi subdividido em 16 subgrupos e apresentou distância dentro do grupo de 0,3222 (Tabela 4). Os seis grupos formados não mostram separação dos acessos em relação aos locais de amostragem, indicando baixa variabilidade.

Tabela 3 – Grupos formados pelo método de agrupamento de Tocher para 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ provenientes de Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá, em Minas Gerais

Grupos	Subgrupos	Acessos
1	A	144, 150, 149, 156, 155, 141, 158, 161, 136, 181, 153, 118, 176, 18, 148, 151, 152, 177, 160, 112, 43, 38, 137, 187, 165, 166, 124, 75, 60, 41, 164, 139, 81, 125, 59, 16, 55, 39, 105, 19, 20, 174, 159, 107, 184, 199, 72, 1, 62, 87, 189, 14, 13, 77, 44, 51, 53, 157, 102, 71, 103, 182, 28, 12, 58, 2, 36, 25, 185, 76, 119, 10, 5, 175, 128, 15
	B	109, 195
	C	49, 169, 143
	D	98, 191
	E	82, 85
	F	26
	G	192
	H	79
	I	93
	J	198
	L	64
	M	84
	N	101
	O	35
	P	145
	Q	133
2		97 e 113
3		24
4		121
5		68
6		29

Tabela 4 – Distâncias intra e intergrupos do agrupamento de Tocher para 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ provenientes de Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá, em Minas Gerais

Grupos	1	2	3	4	5
1	0,3222				
2	0,5322	0,4375			
3	0,4771	0,4671			
4	0,4623	0,5434	0,4796		
5	0,5312	0,5479	0,6582	0,6145	
6	0,5091	0,6608	0,5652	0,5670	0,5570

A presença de 94,1% dos acessos num mesmo grupo pode ser explicada pela predominância dessa mangueira na região da Zona da Mata mineira e por ser um cultivar com sementes poliembriônicas, que pode estar favorecendo a polinização entre plantas geneticamente semelhantes, o que reduz a variabilidade genética.

Os acessos dos grupos 2, 3, 4, 5 e 6 (Tabela 3) também se separam no método UPGMA, porém os acessos 97 e 113 (Grupo 2) não ficaram agrupados no UPGMA.

A maior distância intergrupos observada foi entre o grupo 2, acessos 97 e 113, e 6, acesso 29, indicando que os acessos desses grupos são os mais distantes geneticamente e que, para o melhoramento do cultivar via hibridação, os acessos desses grupos podem ser utilizados para cruzamento.

A dispersão das medidas de dissimilaridade no espaço tridimensional (3D) com os dados transformados para a distância ao quadrado apresentou coeficiente de distorção de 24,01%, correlação entre as distâncias originais e estimadas iguais a 0,7423 e coeficiente de estresse de 39,29%. Os dados de distorção e estresse foram superiores ao que é considerado satisfatório (menor que 20%).

O gráfico de dispersão 3D (Figura 3) reforça a não formação de grupos por localidades de amostragem, indicando que a variabilidade que existe está

distribuída entre os acessos. O mesmo é observado no dendrograma gerado por UPGMA (Figura 2), e, aparentemente, os acessos selecionados em Visconde do Rio Branco têm maior variabilidade que os de Ubá.

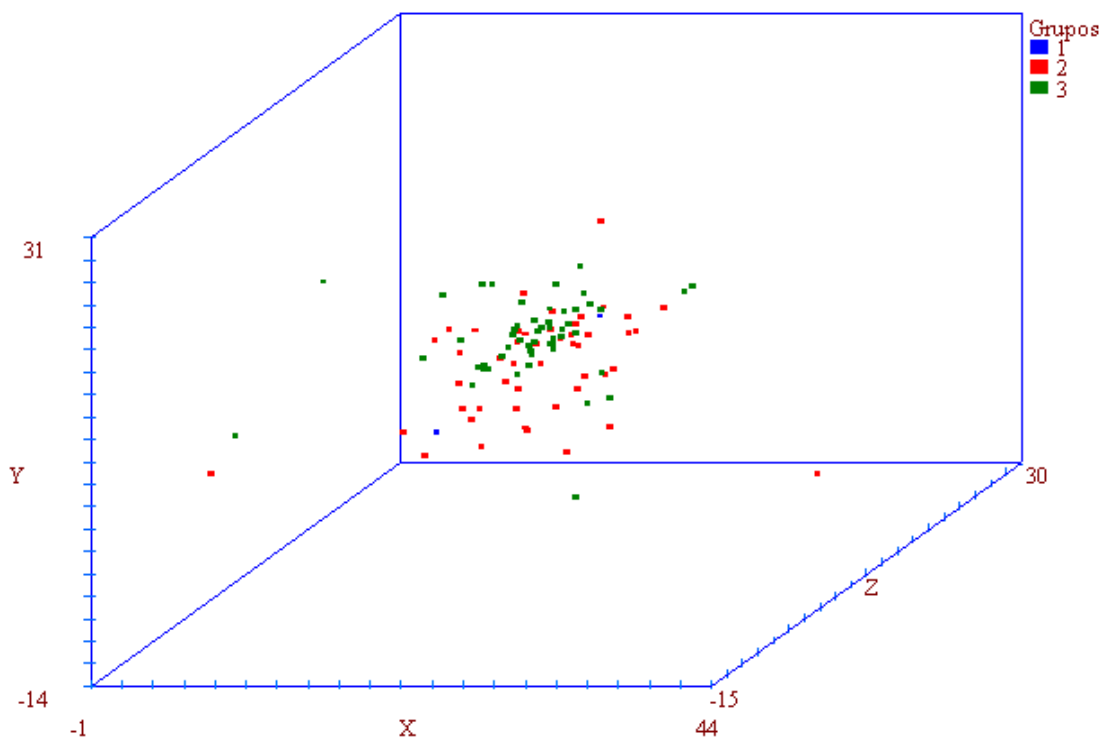


Figura 3 – Projeção da dispersão 3D com os dados transformados para o quadrado da distância, para os 102 acessos analisados. Grupo 1 – acessos selecionados em Viçosa; Grupo 2 – Visconde do Rio Branco; e Grupo 3 – Ubá, Minas Gerais.

A ausência de agrupamento dos acessos por localidades de amostragem pode ser devida à proximidade entre as cidades amostradas. A coleta do material foi feita numa distância máxima entre plantas de aproximadamente 49 km, o que facilita o intercâmbio de materiais entre os agricultores da região. Existem diferenças climáticas entre as cidades de Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá. Entre elas, Viçosa tem temperatura média anual próxima a 19 °C e Visconde do Rio Branco, 21,9 °C, enquanto Ubá é considerada a cidade mais quente da Zona da Mata mineira, com temperatura média anual de

23,5 °C. Porém, essas variações parecem não ter influência nas diferenças entre os acessos de mangueira ‘Ubá’.

Observou-se no capítulo 2 (caracterização dos frutos) que houve a separação dos acessos por localidades amostradas, o que não foi verificado com a caracterização genética. Porém, o que pode ter levado à separação quando foi avaliada a caracterização dos frutos é o efeito do ambiente e também a época de colheita, pois a colheita dos frutos em Visconde do Rio Branco e Viçosa foi realizada no período de 19 de dezembro de 2005 a 10 de janeiro de 2006, enquanto a de Ubá foi feita de 23 a 28 de novembro de 2006.

#### **4. CONCLUSÕES**

Existe variabilidade genética entre os acessos de mangueira ‘Ubá’ analisados, o que permite o melhoramento desse cultivar. Foi confirmada a viabilidade de se proceder à seleção massal como método de melhoramento.

Não houve a formação de grupos de acessos de acordo com as localidades amostradas.

Os acessos identificados como 29 e 97, oriundos de Visconde do Rio Branco, são os que apresentaram maior dissimilaridade genética.

## CONCLUSÕES GERAIS

A mangueira ‘Ubá’ apresenta sementes poliembriônicas, e o número de plântulas germinadas por semente variou de 1 a 14; nem todas as sementes apresentam plântulas zigóticas. A plântula mais vigorosa da semente pode ser a de origem zigótica, mostrando que a formação de pomares por via seminífera gera variabilidade genética.

Entre os 200 acessos de mangueira ‘Ubá’ avaliados quanto às características físicas e químicas dos frutos, observou-se ampla variabilidade, em parte justificável pelas condições ambientais diferentes nos locais de coleta do material. Os acessos selecionados em Ubá tiveram menor variabilidade do que os selecionados em Visconde do Rio Branco e Viçosa.

Os acessos de números 15, 17, 20, 42, 85 e 102 selecionados em Visconde do Rio Branco e os de números 110, 149 e 151 selecionados em Ubá foram os que se apresentaram com características superiores entre as características físicas e químicas avaliadas. A massa da polpa é a característica que mais influência a massa dos frutos de mangueira ‘Ubá’.

Existe variabilidade genética entre os 102 acessos de mangueira ‘Ubá’ analisados com os marcadores moleculares ISSR, o que permite o melhoramento desse cultivar e confirma a viabilidade de se proceder à seleção massal como método de melhoramento.

Os acessos identificados como 29 e 97 são os que apresentam maior dissimilaridade genética com base no seu DNA.

Nem toda a variabilidade encontrada pela caracterização dos frutos é de origem genética, pois ela também é explicada pelo ambiente. Nesse caso, é necessário o estudo desses acessos por vários anos consecutivos, sendo eles cultivados num mesmo ambiente, para que seja selecionado um ou mais desses acessos com características superiores.

## REFERÊNCIAS

ADATO, A.; SHARON, D.; LAVI, U.; HILLEL, J.; GAZIT, S. Application of DNA fingerprints for identification and genetic analyses of mango (*Mangifera indica*) genotypes. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v. 120, n. 2, p. 259-264, 1995.

ARON, Y.; CZOSNEK, H.; GAZIT, S.; DEGANI, C. Polyembryony in mango (*Mangifera indica* L.) is controlled by a single dominant gene. **HortScience**, v. 33, n. 7, p. 1241-1242, 1998.

BACCHI, O. Observações citológicas em citrus: III. Megasporogênese, fertilização e poliembrionia. **Bragantia**, v. 4, p. 405-412, 1944.

BALLY, I.S.E.; GRAHAM, G.C.; HENRY, R.J. Genetic diversity of Kensington mango in Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 36, p. 243-247, 1996.

BLEINROTH, E.W.; KATO, K.; SIMÃO, S.; de MARTIN, Z.J.; MIYA, E.E.; ANGELUCCI, E.; ALOÍSIO SOBRINHO, J.; de CARVALHO, A.M.; POMPEO, R.M. **Caracterização de variedades de manga para a industrialização**. Campinas, SP: ITAL, 1976. 78 p. (Instruções Técnicas, 13).

BORGES, C.A.M. **Caracterização biométrica de sementes, germinação e crescimento de plântulas das mangueiras (*Mangifera indica* L.) ‘Espada’ e ‘Ubá’**. 1997. 122 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

CAMPBELL, R.J. **A guide to mango in Florida**. Miami: Fairchild Tropical Garden, 1992.

CORDEIRO, M.C.R.; RAMOS, V.H.V.; PINTO, A.C.Q.; FRAGA, L.M.S.; DIAS, J.N.; LOPES, G.K.B. Identificação molecular da origem zigótica ou nucelar de plântulas de sementes poliembriônicas de manga 'Rosinha' com base em RAPD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005, Gramado. **Anais...** Gramado, RS: Embrapa Trigo, 2005. 1 CD-ROM.

CORDEIRO, M.C.R.; PINTO, A.C.Q.; RAMOS, V.H.V.; FALEIRO, F.G.; FRAGA, L.M.S. Identificação da origem genética de plântulas em sementes poliembriônicas de mangueira (*Mangifera indica*, L.) cv. Rosinha por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n.3, p. 454-457, 2006a.

CORDEIRO, M.C.R.; PINTO, A.C.Q.; RAMOS, V.H.V.; FALEIRO, F.G.; FRAGA, L.M.S. RAPD markers utilization and other parameters in the determination of mango hybrids genitors. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 164-167, 2006b.

CRUZ, C.D. **Programa GENES** – Análise multivariada e simulação. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006a. 175 p.

CRUZ, C.D. **Programa GENES** – Estatística experimental e matrizes. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006b. 285 p.

CRUZ, D.D. **Programa GENES** – Diversidade genética. Viçosa, MG: UFV, 2008. 278 p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 2, 585 p.

CUNHA, G.A.P.; PINTO, A.C.Q.; FERREIRA, F.R. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. In: GENUÍ, P.J.C.; PINTO, A.C.Q. (Eds.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 31-36.

DEGANI, C.; EL-BASTRI, R.; GAZIT, S. Enzyme polymorphism in Mango. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v. 115, n. 5, p. 884-847, 1990.

DEGANI, C.; COHEN, M.; REUVENI, O.; EL-BASTRI, R.; GAZIT, S. Frequency and characteristics of zygotic seedlings from polyembryonic mango cultivars, determined using isozymes as genetic markers. **Acta Horticulturae**, v. 341, p. 78-85, 1993.

DONADIO, L.C. **Cultura da mangueira**. Piracicaba, SP: Livroceres, 1980. 67 p.

DONADIO, L.C. **Variedades brasileiras de manga**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1996. 74 p.

DUVAL, M.F.; BUNEL, J.; SITBON, C.; RISTERUCCI, A.M. Development of microsatellite markers for mango (*Mangifera indica* L.). **Molecular Ecology Note**, v.5, p. 824-826, 2005.

DUVAL, M.F.; BUNEL, J.; SITBON, C.; RISTERUCCI, A.M.; CALABRE, C.; BELLEC, F.L. Genetic diversity of Caribbean mangoes (*Mangifera indica* L.) using microsatellite markers. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 8., 2006, Sun City, South Africa. **Anais...** Sun City, 2006. Disponível em: <[http://caribfruits.cirad.fr/content/download/936/6182/file/Genetic diversity of Carribbean mangoes.pdf](http://caribfruits.cirad.fr/content/download/936/6182/file/Genetic%20diversity%20of%20Caribbean%20mangoes.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2009.

EIADTHONG, W.; YONEMORI, K.; SUGIURA, A.; UTSUNOMIYA, N.; SUBHADRABANDHU, S. Analysis of phylogenetic relationships in *Mangifera* by restriction site analysis of an amplified region of cpDNA. **Scientia Horticulturae**, v. 80, p. 145-55, 1999a.

EIADTHONG, W.; YONEMORI, K.; SUGIURA, A.; UTSUNOMIYA, N.; SUBHADRABANDHU, S. Identification of mango cultivars of Thailand and evaluation of their genetic variation using the amplified fragments by simple sequence repeat – (SSR-) anchored primers. **Scientia Horticulturae**, v. 82, p. 57-66, 1999b.

FAO. **Produção e exportação**: citação da base de dados. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 21 nov. 2008.

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

FALEIRO, F.G.; PINTO, A.C.Q.; ROSSETTO, C.J.; FRAGA, L.M.S.; ANDRADE, S.R.M.; BELLON, G. Avaliação da origem de variações fenotípicas da manga ‘Keitt’ cultivada em São Paulo com base em marcadores RAPD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004. 1 CD-ROM.

FOLEGATTI, M.I. da.; MATSUURA, F.C.A.U.; TORREZAN, F.; BOTREL, N.; SOUZA FILHO, M. de S.M.; AZEREDO, H.M.C.; BRITO, E.S. de.; SOUZA NETO, M.A. Processamento e frutos. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, A.C. de Q. (Eds.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 409-431.

FONSECA, M.J. de O. **Efeito de fungicidas e cera na conservação pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L.) ‘Haden’**. 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

FONSECA, N.; DILVA, S.O.; SAMPAIO, J.M.M. Caracterização de cultivares de manga na região do Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1994. p. 733.

FONSECA, N.; JÚNIOR, L.S.; SANTOS, L.A.; FUIZA, D.S.; MARÇAL, F.M.; PACHECO, J.P. Caracterização física e físico-química do fruto de variedades de mangueira (*Mangifera indica* L.) visando à diversificação da mangicultura nacional – Parte 2. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF, 2005. 1 CD-ROM.

FROST, H.B. Polyembryony, heterozygosis and chimeras in citrus. **Hilgardia**, v. 1, n. 16, p. 365-402, 1926.

GONZÁLEZ, A.; COULSON, M.; BRETTELL, R. Development of DNA markers (ISSRs) in mango. **Acta Horticulturae**, v. 575, p. 139-143, 2002.

HEMANTH-KUMAR, N.V.; NARAYANASWAMY, P.; THEERTHA PRASASD, D.; MUKUNDA, G.K.; SONDUR, S.N. Estimation of genetic diversity of commercial mango (*Mangifera indica* L.) cultivars using RAPD markers. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 76, n. 5, p. 529-533, 2001.

HONSHO, C.; NISHIYAMA, K.; EIADTHONG, W.; YONEMORI, K. Isolation and characterization of new microsatellite markers in mango (*Mangifera indica*). **Molecular Ecology Notes**, v. 5, p. 152-154, 2005.

IYER, C. P.A.; DEGANI, C. Classical breeding and genetics. In: LITZ, R.E. **The mango** – Botany, production and uses. [S.l.]: CAB INTERNATIONAL, 1997. p. 49-68.

IYER, C.P.A.; DINESH, M.R. Advances in classical breeding and genetics in mango. **Acta Horticulturae**, v. 455, p. 252-267, 1997.

JULIANO, J.B. Origin of embryos in the ‘Strawberry’ mango. **The Philippine Journal of Science**, v. 54, p. 553-559, 1934.

JÚNIOR, L.S.; FONSECA, N.; FUIZA, D.S.; SANTOS, L.A.; PACHECO, J.P.; MARÇAL, F.M. Caracterização física e físico-química do fruto de variedades de mangueira (*Mangifera indica* L.) visando à diversificação da mangicultura nacional – Parte 1. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF, 2005. 1 CD-ROM.

JÚNIOR, R.S.; COSTA, F.M. da; MARINHO, R.E.M.; NUNES, G.H.S. FILHO, J.A.; MIRANDA, V.S. Utilização de azoxistrobina no controle da antracnose da mangueira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 193-196, 2004.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 349-382, 1987.

LÓPES-VALENZUELA, J.A.; MARTÍNEZ, O.; PAREDES-LÓPEZ, O. Geographic differentiation and embryo type identification in *Mangifera indica* L. cultivars using RAPD markers. **HortScience**, v. 32, n. 6, p. 1105-1108, 1997.

MAIA, A.H.N.; OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; ALVES, R.E. Métodos gráficos e descritivos para avaliar a variabilidade fenotípica de características de frutos. In: COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S. (Orgs.). CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008. 1 CD-ROM.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1260, 1992.

MEDINA, J.C.M.; BLEINROTH, E.W.; DE MARTIN, Z.J.; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T.; FIGUEIREDO, N.M.S. de.; MORETTI, V.A.; CANTO, W. L. do; BICUDO NETO, L. de C. **Manga**: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 399 p. (Série Frutas Tropicais, 8).

MUKHERJEE, S.K. Introduction: botany and importance. In: LITZ, R.E. (Ed.). **The mango**: botany, production and uses. Wallingford: CAB International, 1997. p. 1-19.

NAGAOKA, T.; OGIHARA, Y. Applicability of inter-simple sequence repeat polymorphisms in wheat for use as DNA markers in comparison to RFLP and RAPD markers. **Theoretical Applied Genetic**, v. 94, p. 597-602, 1997.

NEGREIROS, J.R.S.; ÁLVARES, V.D.; BRUCKNER, C.H.; MORGADO, M. A.D.; CRUZ, C.D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 546-549, 2007.

NOVY, R.G.; KOBAK, C.; GOFFREDA, J.; VORSA, N. RAPDs identify varietal misclassification and regional divergences in cranberry (*Vaccinium macrocarpon* (Ait.) Pursh). **Theoretical Applied Genetics**, v. 88, p. 1004-1010, 1994.

PANDIT, S.S.; MITRA, S.; GIRI, A.P.; PUJARI, K.H.; PATIL, B.P.; JAMBHALE, N.D.; GUPTA, V.S. Genetic diversity analysis of mango cultivars using inter simple sequence repeat markers. **Current Science**, v. 93, n. 8, p. 1135-1141, 2007.

PINTO, A.C.Q. Melhoramento da mangueira (*Mangifera indica*, L.) no ecossistema dos cerrados do Brasil Central por meio da hibridação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 369-374, 1995.

PINTO, A.C.Q. Genética e melhoramento da mangueira – sinopse. In: SÃO JOSÉ, A. R. et al. **Manga** – Tecnologia de produção e mercado. UESB, 1996. p. 16-31.

PINTO, A.C.Q.; ANDRADE, S.R.M.; AMARO, A.A.; GOMES, U. Mango industry in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 645, p. 37-50, 2004.

PINTO, A.C.Q.; BRAGA, M.F.; JUNQUEIRA, N.T.V.; RAMOS, V.H.V.; FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; CORDEIRO, M.C.R.; DIAS, J.N.; LAGE, D.A.C. **Programa de melhoramento genético da manga e a nova cultivar BRS Ômega para o Cerrado Brasileiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. (Comunicado Técnico, 117). Disponível em: <[http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2005/comtec/comtec\\_117.pdf](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2005/comtec/comtec_117.pdf)>. Acesso em: 19 nov. 2007.

PINTO, A.C.Q.; SOUZA, V.A.B.; ROSSETO, C.J.; FERREIRA, F.R.; COSTA, J.G. Melhoramento genético. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, A.C.Q. (Eds.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 51-92.

PIZZA JR., C.T. A situação da cultura da mangueira em São Paulo. In: DONADIO, L.C.; FERREIRA, F.R. (Eds.). **SIMPÓSIO SOBRE MANGICULTURA**, 2., 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, SP: UNESP/FCAVJ, 1989. p. 31-46.

RAJWANA, I.A.; TABBSAM, N.; MALIK, A.U.; MALIK, S.A.; TANMAN, M.; ZAFAR, Y. Assessment of genetic diveristy among mango (*Mangifera indica* L.) genotypes using RAPD markers. **Scientia Horticulturae**, v. 117, p. 297-301, 2008.

RAMOS, A.M.; COUTO, F.A.A.; REZENDE, P.M.; LELIS, F.M.V.; BENEVIDES, S.D.; PEREZ, R. **Manga ‘Ubá’**: boas práticas agrícolas para produção destinada à agroindústria. Viçosa, MG: UFV, 2005. 64 p.

REDDY, M.P.; SARLA, N.; SIDDIQ, E.A. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application plant breeding. **Euphytica**, v. 128, p. 9-17, 2002.

RIBEIRO, I.J.A.; ROSSETO, C.J.; DONADIO, L.C.; SABINO, J.C.; MARTINS, A.L.M.; GALLO, P.B. Mango wilt. XIV selection of mango (*Mangifera indica* L.) rootstocks resistant to the mango wilt fungus *Ceratocystis fimbriata* Ell & Halst. **Acta Horticulturae**, v. 370, p. 159-166, 1995.

RUFINI, J.C.M.; GALVÃO, E.R.; PREZOTTI, L.; ANDRADE, A.V. Caracterização de genótipos de manga ‘Ubá’ selecionados na região leste de Minas Gerais. In: COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S. (Orgs.). CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008. 1 CD-ROM.

RUIZ, C.; BRETO, M.P.; ASÍNS, M.J. A quick methodology to identify sexual seedlings in citrus breeding programs using SSR markers. **Euphytica**, v. 112, p. 89-94, 2000.

SANTOS, C.A.F.; NETO, F.P.L.; RODRIGUES, M.A.; COSTA, J.G. Similaridade genética de acessos de mangueira de diferentes origens geográficas avaliadas por marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 736-740, 2008.

SCHNELL, R.J.; KNIGHT, R.J. Frequency of zygotic seedlings from five polyembryonic mango rootstocks. **HortScience**, v. 27, n. 2, p. 174-176, 1992.

SCHNELL, R.J.; KNIGHT, R.J. Genetic relationships among *Mangifera* spp. based on RAPD markers. **Acta Horticulturae**, v. 341, p. 86-92, 1993.

SCHNELL, R.J.; KNIGHT, R.J.; HARKINS, D.M. Eliminating seedlings in ‘Turpentine’ mango rootstocks populations by visual roguing. **HortScience**, v. 29, n. 4, p. 319-320, 1994.

SCHNELL, R.J.; OLANO, C.T.; QUINTANILLA, W.E.; MEEROW, A.W. Isolation and characterization of 15 microsatellite loci from mango (*Mangifera indica* L.) and cross-species amplification in closely related taxa. **Molecular Ecology Notes**, v. 5, p. 625-627, 2005.

SCHNELL, R.J.; RONNING, C.M.; KNIGHT, R.J. Identification of cultivars and validation of genetic relationships in *Mangifera indica* L. using RAPD markers. **Theoretical Applied Genetic**, v. 90, n. 2, p. 269-274, 1995.

SERRA, D. de R.; OLLITRAULT, P. L'amélioration des agrumes: I-les ressources génétiques. **Fruits**, p. 115-123, 1992. Numéro spécial Agrumes.

SIGRIST, J.M.M. Tecnologia pós-colheita para a comercialização de manga *in natura*. In: ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G. H.A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Manga** – Produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 553-570.

SINGH, R.N.; MAJUNDER, P.K.; SHARMA, D.K.; MUKHERJE, S.K. Some promising mango hybrids. **Acta Horticulturae**, v. 24, p. 117-119, 1972..

SOOST, R.K.; WILIAMS, T.E.; TORRES, A.M. Identification of nucellar and zygotic seedlings of *Citrus* with leaf isozymes. **HortScience**, v. 15, n. 6, p. 728-729, 1980.

SOUZA, I.G. de B.; DINIZ, F.M.; SOUZA, V.A.B.; VALENTE, S.E. dos S.; BARROS, F.B.; LIMA, P.S. da C. Similaridade genética entre genótipos de manga com base em marcadores RAPD. In: COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S. (Orgs.). CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008. 1 CD-ROM.

SOUZA, V.A.B.; LIMA, P.S.C. Genetic variability in mango genotypes detected by RAPD markers. **Acta Horticulturae**, v. 645, p. 303-310, 2004.

SRIVASTAVA, L.M. **Plant growth and development** – Hormones and environment. London: Academic Press, 2002. 772 p.

SRIVASTAVA, K.C.; RAJPUT, M.S.; SINGH, N.P.; LAL, B. Rootstock studies in mango cv Dashehari. **Acta Horticulturae**, v. 231, n. 1, p. 216-219, 1988.

STRURROCK, T.T. Nucellar embryos of the mango. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 80, p. 350-354, 1967.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers, 2002. 690 p.

VIRUEL, M.A.; ESCRIBANO, P.; BARBOERO, M.; FERRI, M.; HORMAZA, J.I. Fingerprinting, embryo type and geographic differentiation in mango (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae) with microsatellites. **Molecular Breeding**, v. 15, p. 383-393, 2005.

XIN-HUA, H.E.; YONG-ZE, G.U.O.; YANG-MIL, L.I.; SH-JIN, O.U. Assessment of the genetic relationship and diversity of mango and its relatives by cpISSR marker. **Agricultural Sciences in China**, v. 6, n. 2, p. 137-142, 2007.

YE, C.; YU, Z.; KONG, F.; WU, S.; WANG, B. R-ISSR as a new tool for genomic fingerprinting, mapping, and gene tagging. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 23, p. 167-177, 2005.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO UTILIZADO PARA IDENTIFICAR A PROPRIEDADE E AS MANGUEIRAS PRÉ-SELECIONADAS

#### Questionário de avaliação

- Identificação da Mangueira \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Número da planta: \_\_\_\_\_ GPS: \_\_\_\_\_  
Identificação da Propriedade e Proprietário
- 1 – Propriedade: \_\_\_\_\_  
2 – Município: \_\_\_\_\_  
3 – Proprietário: \_\_\_\_\_ Apelido: \_\_\_\_\_  
4 – Endereço: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_  
e-mail: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_  
5 – Caracterização da área:  
Vegetação próxima: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Cobertura do Solo: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 6 – Qual a idade da mangueira? \_\_\_\_\_  
7 – Mangueira proveniente de: Enxertia ( ) Pé-franco ( )  
8 – A produção desta mangueira tem alternância, ou seja, a produção varia de um ano para outro? ( ) Sim ( ) Não  
9 – Quantas caixas de manga foram colhidas nesta planta na safra passada? \_\_\_\_\_  
10 – Tem acompanhamento técnico? ( ) Sim ( ) Não  
11 – Foi realizada adubação na área (neste ou no ano anterior)? ( ) Sim ( ) Não  
( ) Esterco – Qual a quantidade? \_\_\_\_\_ Quantas vezes? \_\_\_\_\_  
( ) Formulado – Qual a formulação e quantidade? \_\_\_\_\_ Quantas vezes? \_\_\_\_\_  
( ) Esterco + Formulado
- 12 – Fez análise de solo (neste ou ano passado)? ( ) Sim ( ) Não. Quando? \_\_\_\_\_  
13 – Fez poda da planta (neste ou ano passado)? ( ) Sim ( ) Não. Quando? \_\_\_\_\_  
14 – Fez indução floral (neste ou ano passado)? ( ) Sim ( ) Não. Quando? \_\_\_\_\_  
15 – Faz controle de Pragas? ( ) Sim ( ) Não. Quantas vezes? \_\_\_\_\_  
Quando? \_\_\_\_\_ Produto: \_\_\_\_\_  
16 – Faz controle de Doenças? ( ) Sim ( ) Não Quantas vezes? \_\_\_\_\_  
Quando? \_\_\_\_\_ Produto \_\_\_\_\_  
17 – Previsão de Colheita – Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Quantidade: \_\_\_\_\_  
18 – Roteiro para chegar ao local: