

ONILDO NUNES DE JESUS

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E MOLECULAR DE CULTIVARES DE
BANANEIRA**

**RECIFE-PE
FEVEREIRO, 2006**

ONILDO NUNES DE JESUS

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E MOLECULAR DE CULTIVARES DE
BANANEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Melhoramento Genético de Plantas.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Professor Dra. Terezinha Rangel Câmara – Orientadora – *Universidade Federal Rural de Pernambuco*

Pesquisadora Dra. Claudia Fortes Ferreira– Co-orientadora – *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*

Pesquisador Dr. Sebastião de Oliveira e Silva – Co-orientador – *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*

RECIFE-PE, BRASIL

FEVEREIRO, 2006

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

J58c Jesus, Onildo Nunes de
Caracterização morfológica e molecular de cultivares de
Bananeira / Onildo Nunes de Jesus. -- 2006.
83 f. : il.

Orientadora: Terezinha Rangel Câmara.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.
Inclui bibliografia.

CDD 631.53

1. Melhoramento vegetal
 2. Identificação varietal
 3. Marcador molecular
 4. Marcador morfológico
 5. Lançamento de variedade
 6. *Musa* spp.
 7. Proteção de cultivar
 8. *Fingerprinting* varietal
 9. RAPD
 10. Microssatélite
- I. Câmara, Terezinha Rangel
 - II. Título

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E MOLECULAR DE CULTIVARES DE
BANANEIRA**

ONILDO NUNES DE JESUS

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: ____ / ____ / ____.

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Terezinha Rangel Câmara – UFRPE

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Luciane Vilela Resende– UFRPE

Profa. Dra. Rosimar Santos Musser— UFRPE

Dr. Sebastião de Oliveira e Silva
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

**RECIFE – PE
FEVEREIRO, 2006**

A minha mãe Almerinda Gomes e a meu pai Antônio Santana, pela minha formação moral que se consolida no profissional que sou, aos irmãos e irmãs em especial a Girlande Nunes e meu cunhado João Carlos Alves por todo carinho, amor e compreensão.

OFEREÇO

A todos que acreditam que o prazer de continuar buscando é infinitamente maior do que o sucesso de alcançar

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência, me fortalecendo como pessoa, para vencer os obstáculos da vida.

Aos meus pai, pela formação moral sólida que se consolida na pessoa que hoje sou.

À *Universidade Federal Rural de Pernambuco* pela oportunidade a mim concedida para a realização do curso de Mestrado.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida durante estes dois anos de curso.

Aos meus irmãos e irmãs em especial a Ivoneide Nunes, Girlande Nunes, Lucidalva Nunes e Antônia Nunes pelo apoio e incentivo.

Aos primos e primas, tios e tias por acreditar na minha vocação profissional, em especial a minha prima Claudia.

A Dra. Cláudia Fortes Ferreira, pela orientação, apoio e amizade.

Ao Dr. Sebastião de Oliveira e Silva pela amizade, ensinamentos e orientação durante toda a minha vida acadêmica, contribuindo para meu desenvolvimento pessoal e intelectual.

A Dr. Terezinha Rangel Câmara pelo apoio e flexibilidade para realização desse trabalho.

Ao Professor Gerson Quirino Bastos, pela amizade, conselhos e conhecimento transmitidos que muito tem contribuído para o meu crescimento pessoal e intelectual.

A todos os professores da Pós-Graduação em Agronomia na Área de Concentração Melhoramento Genético em Plantas, pelos conhecimentos transmitidos em especial a Edson Ferreira.

A Dra. Márcia Vanusa por todo apoio, amizade, carinho e conhecimentos transmitidos.

A *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* pelo espaço físico e financiamento do meu projeto de pesquisa.

Ao técnico, Epaminondas do Patrocínio, do Laboratório de Virologia e Biologia Molecular da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* pelos ensinamentos das práticas de laboratórios e apóio na execução desse trabalho.

A toda a equipe do Laboratório de Práticas Culturais pela dedicação e apóio na coletas dos materiais.

Aos estatísticos Carlos Ledo e Cosme Damião e ao pesquisador Paulo Vanderlei pela disposição em sanar minhas dúvidas.

Aos Colegas, Kátia Nogueira Pestana e Taliane Leila Soares pelo apoio e empenho para o desenvolvimento desse trabalho, sem o qual esse trabalho não seria possível.

Aos estagiários do Laboratório de Virologia e Biologia Molecular Helisson, Murilo, Vânia, Danilo e Daniela pelos momentos de aprendizados conjuntos.

Aos estagiários da área de melhoramento genético de bananeira Carla Pestana, Juliana Alves, Adriana Passos e Néia pelos momentos de convivência, descontração e amizade.

Aos amigos Ricardo Lopes, Marlon Garrido e Luciene Mendes pelo incentivo, apoio e amizade nessa trajetória da minha vida.

Aos colegas de turma Eric Carvalho Xavier, Marcelo Ataíde Filho, Vaubam Carvalho, Gilmara Correia, Adriana Guedes, Conceição Martiniano e Marcus pelos momentos de aprendizado em conjunto, apoio e amizade.

“Os caminhos conhecidos são seguros e fáceis, mas só conduzem a lugares onde já estamos e não desejamos ficar.....mas os caminhos novos são cheios de riscos, surpresas e cansaços, mas sempre premia os que escolhem com a chance de descobrirem e experimentarem a vida que imaginarem viver”

(Anônimo)

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E MOLECULAR DE CULTIVARES DE BANANEIRA

RESUMO

O melhoramento genético de bananeira da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical vêm conduzindo esforços na tentativa de obter cultivares de bananeira resistentes às principais pragas e doença com boas características agronômicas, uma vez que a maioria das cultivares existentes apresenta porte elevado, além de serem suscetíveis às principais doenças. Nessa tentativa, grandes esforços financeiros e intelectuais são requeridos para a obtenção de novos híbridos que apresentem características desejáveis. Com a criação da Lei de Proteção de Cultivares, foi instituído o direito a proteção da cultivar que é efetivada mediante a emissão de Certificado de Cultivar. Para tal, torna-se necessário caracterizar os novos genótipos, para minimizar os riscos da apropriação indevida dos mesmos e maximizar a eficiência dos programas de melhoramento e a utilização do germoplasma elite. A caracterização atualmente aceita é a baseada em descritores morfológicos, embora padrões de isoenzimas têm sido também usados. A caracterização dos genótipos com descritores morfológicos e isoenzimáticos, apresenta algumas limitações por ser influenciada pelo ambiente, portanto, a utilização de descritores de DNA atuando diretamente no genoma da planta, apresenta-se como solução para contornar estes problemas. O presente trabalho teve como objetivo utilizar dois tipos de descritores: morfológico e molecular (RAPD e SSR), na diferenciação de cultivares de bananeira recomendadas pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. Os descritores morfológicos constituíram-se de 12 características quantitativas e 61 características qualitativas. Para a caracterização molecular, utilizou 48 *primers* de RAPD e 37 *primers* de microssatélites. Os resultados permitiram concluir que a aplicação dos descritores qualitativos e quantitativos mostrou uma ampla variabilidade genética entre os genótipos estudados, mas as cultivares Preciosa, Pacovan Ken e Garantida apresentaram pouca diferença, diferença esta perceptível somente em nível de DNA. Os descritores baseados em microssatélites foram superiores aos demais pela repetibilidade e alta capacidade discriminatória detectada, permitindo definir padrões moleculares para algumas cultivares avaliadas. Com os *primers* selecionados, somados aos já indicados, tem-se o início da criação de um banco de dados moleculares para a identificação varietal de bananeiras.

Palavras-chave: *Musa* spp., Melhoramento vegetal, identificação varietal, proteção de cultivares, lançamento de variedades, *figerprinting* varietal, RAPD, microssatélites.

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF BANANA CULTIVARS

ABSTRACT

Banana genetic breeding at Embrapa Cassava and Tropical Fruits has carried out great efforts in trying to obtain banana cultivars resistant to most pests and diseases and with good agronomic characteristics, once most of the existing cultivars are tall in height and susceptible to most diseases. In this attempt, great financial and intellectual efforts are required for the obtainment of new hybrids that present desirable characteristics. With the creation of the Cultivar Protection Law, the right to protect a cultivar being released, with the emission of a Cultivar Certificate, was instituted. Therefore, the characterization of new genotypes becomes necessary in order to minimize the risk of unlawful acquirement of cultivars being released. The actual characterization being accepted, is the one based in morphological descriptors, even though the isoenzyme pattern has also been used. The characterization of the genotypes with morphological and isoenzymatic descriptors, present some limitations, for they are influenced by the environment and therefore, the use of DNA descriptors acting directly in the plant genome presents another tool to overcome these problems. The objective of the present work was to use two types of descriptors: morphological and molecular (RAPD and SSR) in the discrimination of banana cultivars being recommended by Embrapa Cassava and Tropical Fruits. The morphological descriptors were made up of 12 quantitative and sixty-one qualitative characteristics. For the molecular characterization, 48 RAPD primers and 34 microsatellite primers were used. The results concluded that the application of the qualitative and quantitative descriptors showed a broad genetic variability between the genotypes studied, but the Preciosa, Pacovan Ken and Garantida cultivars presented little perceptible differences, being perceptible only at DNA level. The descriptors based on microsatellites were superior to the others due to their repeatability and high discriminating power, enabling the definition of molecular patterns for some of the cultivars evaluated. With the selected primers in addition to the ones indicated, the creation of a molecular data bank for varietal identification takes its first steps.

Key-words: *Musa* spp., banana breeding, varietal identification, cultivar protection, variety release, fingerprinting, RAPD, microsatellites.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

CAPÍTULO II -Caracterização morfológica de cultivares elite de bananeira mediante descritores quantitativos e qualitativo

- Tabela 1. Genótipos de bananeira desenvolvidos e recomendados pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, Cruz das Almas, BA, 2006. 39
- Tabela 2. Classes multicategóricas consideradas nas 61 características qualitativas avaliadas nos 12 genótipos de bananeira recomendados pela Embrapa. Cruz das Almas, BA, 2006. 40
- Figura 1. Dissimilaridade observada nas características morfológicas vegetativas da planta (A), do cacho (C), da inflorescência (coração e flores masculinas) e geral (D). Cruz das Almas, BA, 2006. 38
- Tabela 3. Valores obtidos para cada classe multicategórica, considerando os caracteres da planta (17), do cacho (23) e do coração (20). Cruz das Almas, BA, 2006. 43
- Figura 2. Distribuição dos 12 genótipos de bananeira ao longo dos dois componentes principais (A) e o dendrograma (B). Cruz das Almas, BA, 2006. 44
- Tabela 4. Dados da herdabilidade média (h_m^2) das características quantitativas e dos três componentes principais (CP) em genótipos de bananeira em dois ciclos de produção. Cruz das Almas, BA, 2006. 44
- Tabela 5. Características avaliadas de 12 genótipos de bananeira em dois ciclos de produção em Cruz das Almas, BA, 2006. 45

CAPÍTULO III - Fingerprinting de variedades elites de bananeira

- Tabela 1. Genótipos de bananeira desenvolvidos e recomendados pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. Cruz das Almas, BA, 2006. 67
- Tabela 2. *Primers* de microsatélites testados na caracterização de amostras de DNA de bananeira (*Musa spp.*), Cruz das Almas, BA, 2006. 68
- Tabela 3. Análise de *Bootstrap* com os dados de RAPD e Microsatélites em cultivares e híbridos de bananeira. Cruz das Almas, BA, 2006. 69
- Tabela 4. Marcadores RAPD e Microsatélites que geram um perfil característico para os cultivares de bananeira avaliados. Cruz das Almas, BA, 2006. 70
- Tabela 5. Teste de sensibilidade do marcador microsatélites utilizando o *primer* AGMI 24-25 na identificação de DNA contaminante. Cruz das Almas, BA, 2006. 70
- Figura 1. Dendrograma das relações genéticas entre cultivares e híbridos de bananeira obtido por RAPD (A) e Microsatélites (B), gerado pelo coeficiente de dissimilaridade de Jaccard. Cruz das Almas, BA, 2006. 71
- Figura 2. Amplificação com 22 primers RAPD para as cultivares Preciosa (1), Garantida (2) e Pacovan Ken (3). M = Marcador de 1kb. OPN-20; OPC-04 não amplificou. As setas indicam a presença ou ausência de bandas em um genótipo particular. 71
- Figura 3. Resultado da amplificação com os *primers* OPH-04 (A), OPC-08 (B) e OPO-02 (C) em cultivares e híbridos de bananeira. 72
- Figura 4. Resultado da amplificação com os *primers* AGMI 24-25 (A) E STMS 1FP-1RP (B) de microsatélites em cultivares e híbridos de bananeira. 72
- Figura 5. Simulação da sensibilidade do marcador AGMI24-25 em detectar DNA estranho em lotes de muda de bananeira. 73

SUMÁRIO

	Páginas
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 BOTÂNICA DA ESPÉCIE.....	04
2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO DA BANANEIRA.....	07
2.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA.....	09
2.4 CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR.....	11
2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
CAPÍTULO II	
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE CULTIVARES ELITE DE BANANEIRA MEDIANTE DESCRITORES QUANTITATIVOS E QUALITATIVO	
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
CAPÍTULO III	
FINGERPRINTING DE VARIEDADES ELITES DE BANANEIRA	
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
INTRODUÇÃO.....	51
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
CONCLUSÕES GERAIS.....	74
ANEXOS.....	75

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL

A maioria dos cultivares de bananeira originou-se no continente Asiático por cruzamento natural das espécies selvagens *Musa acuminata* Colla, com genoma A, e *Musa balbisiana* Colla, com o genoma B, e apresentam níveis cromossômicos diplóide, triplóide ou tetraplóides, com 22, 33 ou 44 cromossomos, respectivamente (Simmonds & Shepherd, 1955).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana, com uma produção estimada na ordem de 605 milhões de toneladas e área colhida de 485 mil ha (FAO, 2005). A cultura constitui-se em uma das principais fontes de renda para os pequenos produtores. No Brasil, a Região Nordeste destaca-se como a maior produtora com 36,12% de área cultivada, seguida pela Sudeste com 27,4%, Norte com 21,2%, Sul com 10,1% e a Região Centro-oeste com 5,2% (Agriannual, 2005). Sua importância econômica está no volume exportado no Brasil em 2005 que foi na ordem de 212 mil toneladas representando cerca de 33 milhões de dólares (Brasil, 2006).

Quando se considera a preferência para o cultivo e consumo, no Brasil, destacam-se as variedades tipo Maçã, Mysore, Prata, Plátano e as do tipo Cavendish (Silva et al., 2003). No entanto, a maioria desses cultivares é de porte elevado e vem sendo significativamente afetadas pelas principais doenças e pragas que prejudicam o desenvolvimento da cultura em todo país.

Em todo mundo, são grandes os esforços das instituições de pesquisa para obtenção de híbridos de bananeira que sejam produtivos, com porte reduzido e que apresentem resistência às principais pragas e doenças que prejudicam o desenvolvimento da cultura. Dentre as limitações para a obtenção de híbridos de bananeira, está a baixa produção de pólen dos acessos diplóides, baixa produção de sementes nos genitores femininos (variedades comerciais ou diplóides) e ausência total de fecundação de alguns cruzamentos (Silva et al., 1998).

Considerando que a produção de sementes é possível em alguns cruzamentos de diplóides selvagens com cultivares, o programa de melhoramento genético de bananeira iniciado em 1983 na *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, vem conseguindo, por meio da hibridação artificial, disponibilizar aos agricultores genótipos produtivos e resistentes às principais pragas. Para a obtenção dessas novas cultivares estima-se que sejam gastos dois milhões de reais em um

período de oito anos, tempo estimado para lançamento de uma cultivar, além do envolvimento de todo um conjunto de mão-de-obra treinada e qualificada.

Até antes da criação da Lei de Proteção de Cultivares (LPC) de número 9.456, sancionada em 25 de abril de 1997, o melhorista não podia obter direito legal sobre a nova cultivar. A proteção conferida pela LPC assegura a seu titular o direito à reprodução comercial no território brasileiro, ficando vedado a terceiros, durante o prazo de proteção, a produção com fins comerciais e o oferecimento (Brasil, 1998).

Para que uma nova cultivar ou uma cultivar essencialmente derivada seja protegida, é necessário que a mesma atenda ao teste de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE) a qual a Lei define como sendo “o procedimento técnico de comprovação de que a nova cultivar ou a cultivar essencialmente derivada seja distinguível de outra cujos descritores sejam conhecidos, homogêneos quanto à repetição das mesmas características ao longo de gerações sucessivas”. Por distinto, a lei define “a cultivar que se distingue claramente de qualquer outra cuja existência na data do pedido de proteção seja reconhecida” (Brasil, 1999). Essas diferenças entre as variedades podem ser determinadas pelas análises de características morfológicas ou de DNA (Staub et al., 1996).

Tradicionalmente, os melhoristas têm utilizado para registrar e proteger uma nova variedade, apenas características morfológicas, objetivando estabelecer a distinção, uniformidade e estabilidade, o DHE referido na lei (Lombard et al., 1999; Priolli et al., 2002). Esses marcadores, têm um papel fundamental na divulgação das características agronômicas, sendo decisivos na escolha da nova cultivar. A distinção de cultivares realizada por características morfológicas, apresenta como desvantagens a necessidade de um grande número de descritores que são identificados em plantas inteiras ou adultas. Além disso, estes tipos de marcadores podem ser influenciados pelo ambiente (Padilha, et al., 2002) são complexos na sua expressão (Lombard et al., 1999), podem ser modulados pelo efeito de um determinado patógeno, etapa de crescimento e clima (Narváez et al., 2001); são influenciados por interações intra e inter-loci, resultando em dados poucos confiáveis (Staub et al., 1996) e apresentam problemas de identificação, principalmente em plantas aparentadas e de base genética estreita (Priolli et al., 2002).

Um problema que ainda não está definitivamente solucionado em bananeira, é a identificação de cultivares dentro dos grupos genômicos diplóides, triplóides e tetraplóides, o que é de suma importância quando se considera aspecto econômico

e de melhoramento genético (Silva et al., 2000). Este problema tende a se agravar com o crescente lançamento de genótipos mais produtivos, aparentados e resistentes a doenças pelo programa de melhoramento, exigindo das empresas a correta identificação de cada material lançado a fim de evitar problemas de propriedade. Assim, a busca por descritores que permita de forma racional e prática classificar as diversas cultivares de bananeira nos seus grupos genômicos, terá grandes utilidades (Carvalho, 1995).

Uma alternativa que pode complementar os descritores morfológicos é o desenvolvimento das técnicas dos marcadores moleculares que tem permitido indicar com precisão as variações genéticas presentes no DNA de um organismo qualquer. Os descritores de DNA baseados no genótipo do indivíduo, tem recebido maior atenção, especialmente pelo seu potencial de distinção, uma vez que são mais abundantes que os morfológicos, não sofrem interação com o meio ambiente (Ude et al., 2002a) e são ideais para distinção de genótipos morfológicamente similares e geneticamente aparentados (Beyene et al., 2005).

Dentre as técnicas moleculares, destacam-se os marcadores baseados em PCR (*Polimerase Chain Reaction*), como o RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) os de microssatélites ou SSR's (*Simple Sequence Repeats*) e os AFLP's (*Amplified Fragment Length Polymorphism*). (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

Das técnicas mencionadas, a de RAPD é a menos sugerida para a identificação de cultivar, devido à baixa complementaridade entre *primers* e seqüência alvo do DNA. No entanto, a conversão desta técnica em marcadores do tipo SCAR's (*Sequence Characterized Amplified Regions*) torna-se o processo mais confiável, uma vez que aumenta a especificidade dos *primers*, diminuindo problemas com a repetibilidade (Carvalho et al., 2003).

Alternativamente, os marcadores microssatélites (SSR's) são marcadores codominantes, capazes de distinguir todos os alelos de um locus, são altamente polimórfico e de alta capacidade informativa. Portanto sua natureza informativa permite estabelecer relações genéticas entre germoplasma, registrados em bases moleculares e o desenvolvimento de informações acumuladas para o *fingerprint* varietal (Ghislain et al., 2000).

Os marcadores dos tipos SSR e RAPD, poderão ser utilizados como ferramentas para a identificação e caracterização de genótipos de bananeira. Existem vários trabalhos na literatura objetivando a caracterização e identificação

varietal de genótipos utilizando essas técnicas na cultura da bananeira (Creste et al., 2005; Creste et al., 2001; Creste et al., 2003; Paz, 2000; Pillay et al; 2000; Crouch et al., 1998).

Apesar da grande potencialidade do uso de marcadores como uma ferramenta poderosa na identificação varietal alguns trabalhos revelam, que a caracterização molecular por si só não permite a completa diferenciação de mutantes somáticos -mudanças em um ou poucos genes de algumas características comuns em muitas espécies cultivadas. No entanto, a maioria desses mutantes é identificada por descritores como cor e forma do fruto, altura da planta e hábito de crescimento. Assim, as observações fenotípicas podem complementar o *fingerprinting* por meio do uso de marcadores para identificar clones que diferem em um ou poucos genes (Bonamico et al., 2004; Wünsch & Hormaza, 2002). Diante dos problemas de influência ambiental, os marcadores morfológicos poderão ser complementados por marcadores polimórficos, mais estáveis, para a identificação varietal e para estimar as relações genéticas entre os indivíduos (Persson, 2001).

O presente trabalho teve como objetivo utilizar dois tipos de descritores: morfológico e molecular (RAPD e SSR), na diferenciação de cultivares de bananeira recomendadas pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Botânica da espécie

As bananeiras comestíveis pertencem à classe Monocotyledoneae, ordem Scitaminales, família Musaceae, da qual fazem parte as subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae. Esta última inclui o gênero *Musa*, constituído por quatro séries ou seções dentro das quais a mais importante é a *Eumusa*, englobando as espécies denominadas de *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla, genitores da grande maioria das bananas e plátanos comestíveis (Simmonds, 1973; Simmonds & Shepherd, 1955).

A bananeira é um vegetal herbáceo completo, apresentando raiz, caule, folhas, flores, frutos e sementes. O caule é representado pelo rizoma e o conjunto de bainhas das folhas de pseudocaule. Sua multiplicação se processa naturalmente no campo, por via vegetativa, pela emissão de novos rebentos a qual recebe denominações específicas de acordo com o desenvolvimento, detalhes em Souza et al., (1999). Seu plantio também pode ser feito por meio de sementes, processo esse

feito, quando se pretende fazer a criação de novas variedades ou híbridos (Moreira, 1999).

O pseudocaule termina com uma copa de folhas longas e largas com nervura central bem definida. O pseudocaule apresenta uma coloração externa verde, no entanto esta coloração pode variar a depender do genótipo e de sua origem. Genótipos com pouca pigmentação no pseudocaule tendem a se aproximar mais da espécie *Musa balbisiana* Colla e aqueles com deposição de antocianina e presença de manchas no pseudocaule tendem a se aproximar mais da espécie *Musa acuminata* Colla (Stover & Simmonds, 1987).

As folhas são formadas por bainha foliar, pecíolo, nervura e limbo foliar. Sua posição varia amplamente entre grupos genômicos, sendo erectas nos diplóides e pendentes a bem arcadas nos triplóides e tetraplóides, respectivamente (Shepherd, 1984). A bainha foliar apresenta base ampla que se envolvem uma na outra para formar o pseudocaule. Seu envolvimento é completo na base do pseudocaule e na região de saída é menos envolvente dado aspecto da roseta da planta. Na parte mais alta do pseudocaule nota-se um estrangulamento em U até o início onde se iniciam os lóbulos foliares, onde surge o pecíolo da folha. O pecíolo une a bainha ao limbo, apresentando na sua parte superior um canal e na parte inferior, adquire uma forma arredondada (Moreira, 1999). A coloração da parte inferior do pecíolo pode variar segundo o genótipo em estudo. As margens desse, podem ser abertas, fechadas ou erectas com coloração diferenciada, desde púrpura, vermelha a verde (Carvalho, 1995). Em alguns genótipos, essa faixa pode ser bem delimitada em forma de uma fita visível; em outras, presente apenas como uma linha bem discreta, e em alguns casos pode estar misturada com a cor do pecíolo e em outros estar ausente.

O prolongamento do pecíolo dá origem à nervura central, com mesma anatomia e mais fina à medida que se aproxima da parte terminal do limbo. O limbo é também formado por nervuras secundárias que se estendem desde a nervura principal até a atingir obliquamente a extremidade da folha (Moreira, 1999).

Quando se inicia a emergência da folha, pode-se perceber a formação de uma estrutura compacta denominada de vela, onde percebe-se um filamento (parte superior) denominado de pavio que logo desaparece. Antes da emissão da inflorescência, ocorre a emissão das últimas folhas com dimensões cada vez menores. Dentro desta, a menor de todas, a “pitoca”, com uma conformação típica, mais coriácea, podendo secar durante o desenvolvimento do cacho (Moreira, 1999).

Em mudas convencionais aparecem sempre manchas irregulares de cor pardo- chocolate, bem visível nas folhas. Tais manchas são formadas pela reação da antocianina ao pH do suco foliar que, nesta ocasião é mais ácido. Em mudas agregadas a mãe isso não acontece, sendo mais comum em mudas denominadas “guarda-chuva” que apresentam folhas típicas de uma planta adulta e não é aderida à planta mãe (Moreira, 1999).

Logo após a diferenciação foliar, surge a gema floral, (Simmonds, 1973). Esta fase floral é percebida pela forma cônica adquirida pelo ápice meristemático, ainda no interior do pseudocaulo. A partir deste ponto, esta começa a crescer até o rompimento da bainha foliar que a protege. Nessa fase, ocorre a formação do palmito, que confere juntamente com a fibra das bainhas, resistência à planta para suportar o peso do cacho e a formação do engaço, que é o pedúnculo da inflorescência na qual poderá ser revestido de pêlos rudimentares com comprimento e densidade variando de acordo com a cultivar. A inflorescência pode ficar em posição ereta, horizontal ou pendida para baixo (Moreira, 1999) e apresenta brácteas normalmente roxo-avermelhada, em cujas axilas nascem as flores. O desenvolvimento dos grupos de flores formam as pencas (mão) e cada penca apresenta um número variável de frutos (dedos) que se originam por partenocarpia. A ráquis é a continuação do engaço. É dividida em ráquis feminina, ráquis masculina e ráquis hermafrodita, conforme o sexo das pencas das flores que nela se inserem. A ráquis inicia-se na primeira penca termina no botão floral. Algumas vezes a ráquis é tida pelos produtores como a parte masculina desse órgão (Moreira, 1999).

O coração ou inflorescência é formado por brácteas estas vão caindo e expondo as flores masculinas que secam e caem, formando um eixo denominado de ráquis masculinas onde nota-se as cicatrizes florais, denominadas de almofadas (Carvalho, 1995; Dantas et al., 1999).

As brácteas que protegem as pencas são sempre caducas nos grupos femininos e podem permanecer nos grupos masculinos, a qual denominamos de “rabo sujo”, ao passo que plantas de “rabo limpo”, são aquelas onde há queda das brácteas (Dantas, et al., 1999).

As flores são constituídas de perianto, androceu e gineceu. O perianto por apresentar cálice e a corola com mesma forma e cor, recebe a denominação de perigônio, que é a tépala maior e composta em cuja extremidade apresenta-se fendilhada resultando em uma estrutura denominada de lóbulos. O perigônio apresenta coloração creme e em alguns genótipos, apresenta manchas violáceas

devido à deposição de antocianina, oposta ao perigônio existe uma peça menor, denominada de tépala livre. Esta apresenta na sua parte superior, uma estrutura fina denominada de apículo, onde abaixo dessa estrutura observa-se a formação de dobras ou rugas transversais (Carvalho, 1995).

As flores masculinas como as femininas apresentam cinco estames (antera + filamentos) bastante semelhantes, assim como o pistilo (ovário + estilo + estigma). Os estames das flores masculinas possuem anteras normais e os sacos polínicos estão dispostos ao longo do filamento em duas linhas paralelas. Os grãos de pólen são geralmente de cor branco-amarelada. Nas flores femininas, as anteras são atrofiadas, o filamento é mais curto e o pólen, degenerado (Moreira, 1999).

As flores femininas, masculinas ou hermafroditas estão reunidas em pencas separadas e protegidas cada uma delas por uma bráctea. A bráctea é sempre caduca para as femininas, podendo ou não ocorrer esse fato nas demais. A flor da bananeira comestível é completa, com os órgãos femininos e masculinos, verificando-se em algumas a atrofia das anteras (flores femininas) que formarão as pencas (frutos) e, em outras ocorre atrofia dos ovários (flores masculinas). Tal característica permite identificar os sexos das flores (Dantas et al., 1999, Moreira, 1999,). Nos ovários das flores masculinas, nota-se a deposição de antocianina em alguns genótipos. Em alguns casos podem desenvolver frutos de flores hermafroditas como ocorre na cultivar Mysore, porém são menores e de qualidade inferior (Moreira, 1999).

A polinização da bananeira é cruzada, pois a maturação dos órgão masculinos e femininos ocorre em épocas diferentes (dicogamia) e geralmente é feita por insetos. A polinização só é realizada objetivando o melhoramento genético já que os frutos da bananeira originam-se por paternocarpia.

2.2 Melhoramento Genético da Bananeira

A maioria das cultivares de bananeira originou-se no continente asiático por meio do cruzamento natural das espécies selvagem *Musa acuminata* Colla, genoma A e *Musa balbisiana* Colla genoma B e apresentam níveis cromossômicos di, tri ou tetraplóides, com 22, 33 ou 44 cromossomos, respectivamente (Simmonds & Shepherd, 1955).

Existe um número expressivo de variedades de banana, no entanto, quando se considera aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância

a pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio, restam poucas cultivares com potencial agrônomo, justificando-se assim a criação de novas variedades para serem usadas comercialmente. O programa de melhoramento genético da bananeira visa desenvolver variedades com menor porte, maior produtividade, além de resistência às principais doenças, nematóides e pragas. No Brasil, doenças como o mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*), Sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*), Moko (*Ralstonia solanacearum*), nematóides (*Radopholus similis*) e pragas, especialmente a broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) causa grandes prejuízos a bananicultura, e recentemente foi introduzido a Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*), que vem dizimando o cultivo em todo o país. Uma das ações para contornar os problemas mencionados, é a criação de novas variedades resistentes a doenças e pragas mediante o melhoramento genético (Silva et al., 2003).

Grandes são os esforços para a obtenção de híbridos de bananeira devido a esterilidade parcial ou total de algumas cultivares diplóides e triplóides utilizados nos cruzamentos para obtenção de híbridos tetraplóides. Alguns diplóides produzem um mínimo razoável de sementes no entanto, a produção de sementes em tetraplóides polinizados por diplóides é mais rara (Silva et al., 1998). Segundo Resende, (2005), a ausência de sementes deve estar associada ao processo de seleção agrônoma contra esta característica, podendo estar relacionada à domesticação da espécie. Apesar destas dificuldades a *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, vem obtendo alguns híbridos superiores por meio de hibridação artificial (Silva et al., 1998).

O melhoramento por hibridação usado na Embrapa envolve duas etapas distintas. A primeira fase compreende o melhoramento de diplóides (AA). Posteriormente, busca-se transferir características desejáveis dos diplóides melhorados às variedades comerciais triplóides (AAB), obtendo-se, assim, na segunda fase, híbridos tetraplóides AAAB. A exemplo de variedades obtidas por hibridação com características de maior produtividade e resistentes a doenças, temos a Caipira, a Thap Maeo, a FHIA-18, a Prata Baby (Nam), a Pacovan Ken (PV42-68), a Prata Graúda (SH3640), a Preciosa (PV42-85), a Maravilha (FHIA-01) e a Tropical (YB42-21) (Silva, et al., 2003).

Como ferramenta auxiliar ao melhoramento clássico da bananeira, tem crescido nos últimos anos, o uso de várias técnicas que visam acelerar a obtenção de novas variedades (Silva & Santos-Serejo, 2003). A exemplo temos uso de

mutações (Resende, 2005), fertilização in vitro (Soares et al., 2004), engenharia genética, hibridação somática (Matsumoto, 2001), biologia molecular (Ude et al., 2002a; Creste et al., 2003), cultura de tecidos e seleção in vitro de genótipos resistentes ao estresse abiótico (Gomes et al., 2005). Crouch et al., (1998) também apresenta uma extensa lista de trabalho envolvendo a biotecnologia como uma ferramenta auxiliar ao melhoramento clássico de bananeira.

2.3 Caracterização Morfológica

Nas últimas décadas tem crescido o interesse pela caracterização de variedades em todo mundo, devido principalmente, à necessidade de proteção de variedades comerciais em mercado econômico cada vez mais competitivo (Milach, 1999). Oficialmente a caracterização no Brasil é feita com marcadores morfológicos o qual Ramalho et al., (2000) define com sendo o uso características herdáveis e de alta herdabilidade, onde seu genótipo é de fácil avaliação por meio de seu fenótipo.

A caracterização de cultivares é extremamente importante em programas de certificação genética por descrever e reconhecer o material vegetal em todo passo de produção, permitindo o monitoramento da qualidade genética, melhoramento e conservação do germoplasma (Zubrzycki, 1997, Bianchi et al., 2004). Em alho, por exemplo, tem-se utilizado os descritores registrados como peso, diâmetro do bulbo, número de bubilhos, cor, forma da planta, rendimento, dias para a maturação para garantir a qualidade genética (Nome, 1999).

Quando se considera a Lei de Proteção de Cultivares, a caracterização é um instrumento importante para testar a DHE (Distinção – Homogeneidade – Estabilidade). Mediante os resultados das avaliações das características registra-se ou protege-se uma cultivar (Lima et al., 2003). Essa lei, possibilitará um maior controle das mudas produzidas. Somente quem tiver permissão do detentor da cultivar poderá produzir as mudas. Com isso, espera-se a oferta de mudas de qualidade genética o que garantirá um maior sucesso na implantação de um pomar (Bianchi et al., 2003).

Tradicionalmente, a caracterização dos genótipos é feita baseando-se em descritores morfológicos, herdáveis, facilmente visíveis e mensuráveis, que, em princípio, são expressos em todos os ambientes (IPGRI, 1996). Um dos grandes problemas da utilização dos descritores morfológicos é o grande número de descritores necessário e a grande influencia ambiental tornando o método pouco

eficiente, principalmente quando se considera caracteres métricos que são na maioria das vezes influenciados por grande número de genes e conseqüentemente muito influenciados pelo ambiente. Assim, a seleção de descritores com alta herdabilidade e estáveis a exemplo de descritores qualitativos poderão ser de grande importância para a caracterização da bananeira.

Uma série de descritores tem sido elaborados objetivando caracterizar e identificar acessos de bananeira, a exemplo dos descritores elaborados por Silva et al., (1999) e IPGRI, (1996). A literatura apresenta vários trabalhos com a utilização de descritores morfológicos, como em morango (Nielsen & Lovell, 2000), em variedades de café (Aguiar et al., 2004; Severino et al., 2002); mandioca (Chumacero, 1992); batata-doce (Daros et al., 2002, Augustin et al., 2000); mamão (Pinto et al., 1999) e bananeira (Carvalho, 1995; Ortiz, 1997; Ortiz et al., 1998; Nsabimana & Staden, 2005).

Para a caracterização morfológica da bananeira é inicialmente necessária a distinção entre os acessos diplóides, triplóides e tetraplóides (Shepherd, 1984) e dentro de cada grupo de ploidia podem ocorrer mutações resultando em genótipos (subgrupos) distintos tornando o processo de caracterização ainda mais difícil. A discriminação dos grupos genômicos ou ploidia, segundo Shepherd, (1984), pode ser feita por contagem cromossômica ou por observação de uma série de caracteres, dentre eles, a orientação da folha, sendo que nos acessos diplóides são eretas, nos triplóides são medianamente pendentes e nos tetraplóides são bem arcadas, o que indica em parte, a eficiência dos descritores morfológicos na distinção de cultivares. No entanto, ainda há deficiência de descritores eficientes na diferenciação de cultivares dentro de cada grupo, principalmente devido à base estreita das cultivares tetraplóides desenvolvidos a partir de cultivares tipo Prata, resultando em indivíduos com características morfológicas semelhantes.

Associado a isso, em bananeira, assim como em outras culturas, existe a dificuldade de discriminação dos genótipos na fase jovem, devido ao número reduzido de características, bem definidas o que poderá agravar ainda mais o problema ao se adquirir mudas geneticamente não certificadas. O problema só será perceptível na fase adulta e conseqüentemente acarretando grandes prejuízos. No entanto, o uso de características como à cor do pecíolo, cor e forma da faixa colorida, cor e forma da roseta, cor e forma das manchas escuras, manchas nas folhas, poderá ser de grande utilidade como instrumento de diferenciação de genótipos.

2.4 Caracterização Molecular

Marcador molecular é definido como qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso ou de um segmento específico de DNA (Ferreira & Grattapaglia, 1998). Milach, (1998) descreve que marcadores moleculares são características de DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos e são herdados geneticamente. Os principais tipos de marcadores são os morfológicos, isoenzimáticos e os de DNA, porém cada tipo de marcador pode ser adequado para uma aplicação e não para outra.

Na busca pela diferenciação varietal o homem tem utilizado padrões isoenzimáticos em espécies de importância econômica. A *Embrapa Trigo* utiliza descritores de proteína para identificar genótipos com boa aptidão para panificação baseando-se no conteúdo de gliadinas e gluteninas (proteína de reserva) de alto e baixo peso molecular, respectivamente (Zanatta et al., 2002). Isoenzimas tem sido utilizadas em bananeira para identificar alguns grupos genômicos BB (Espino & Pascua, 1992). No entanto, o uso de isoenzimas é comprometido pois essas só se expressam em certas regiões do tecido, são dependentes do estágio de desenvolvimento da planta (Ude et al., 2002b), apresentam-se em número limitado e cobrem pequena parte do genoma, impossibilitando a comparação de dados (Royo & Itoiz, 2004).

Alternativamente, o uso de marcadores genéticos baseados na identificação de polimorfismo de DNA, poderá ser utilizado pelo melhorista para criar um padrão genético (*fingerprinting*) próprio de cada cultivar (Staub et al., 1996) pois não depende da idade da planta, do ambiente, estado sanitário e clima. Assim, a identidade genética do material poderá ser feita em plantas jovens micropropagadas facilitando sua identificação, comercialização (Hinrichsen, 1999) e no intercâmbio de germoplasma (Ghislain et al., 2000).

Nos últimos anos, a identificação genética tem merecido atenção especial, em virtude do interesse do melhorista em proteger suas variedades e também devido a um mercado internacional competitivo (Staub & Meglic, 1993; Milach, 1999) que exige certificado de identidade e de pureza dos materiais vendidos.

Para utilização dos marcadores moleculares na diferenciação varietal, três requisitos básicos são essenciais: 1º) distinção - diferentes genótipos devem apresentar padrões de bandas distintos; 2º) uniformidade - o mesmo padrão de

bandas deve ser obtido se o procedimento for repetido e 3º) estabilidade - o padrão de bandas não se altera mesmo que o genótipo seja cultivado em diferentes ambientes (UFSC, 2005).

Dentre as técnicas moleculares, destacam-se os marcadores baseados em hibridização ou hibridação, RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) ou polimorfismo de tamanho de fragmento, onde o genoma é fragmentado por enzima de restrição e observado por hibridização destes fragmentos com seqüência homóloga e marcadas radiotivamente (sondas); e os derivados de aplicação da PCR (*Polimerase Chain Reaction*) como o RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) ou DNA polimórfico amplificado ao acaso, onde nesta técnica, o segmento de DNA utiliza um *primer* que irá se anelar arbitrariamente à seqüência complementar no DNA; os microssatélites ou SSR's (*Simple Sequence Repeats*) ou STMS (*Sequence Tagged Microsatellite Sites*) que são seqüências repetidas de um, dois, três ou quatro nucleotídeos e que estão espalhadas pelo genoma de um indivíduo. As regiões do SSR são delimitadas por seqüências conservadas de DNA para os quais são desenhados *primers* específicos (Guimarães et al.; 2004) e complementares à seqüência única que flanqueia o microssatélite e os AFLP's (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), ou polimorfismo de comprimento de fragmentos amplificados, onde utiliza-se ações combinadas de enzimas de restrição e da reação da polimerização em cadeia (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

Os marcadores RAPD, embora tenham baixa repetibilidade, apresentam as vantagens por serem de fácil execução, baixo custo e pouco espaço de tempo para a obtenção dos resultados e não dependerem de equipamentos sofisticados. Por isto têm sido extensivamente utilizados, objetivando a identificação de espécies. Utilizando essa técnica foram identificados marcadores específicos para os genomas A e B em bananeira (Pillay et al., 2000), estudando a pureza varietal em alho na cultivar Amarante, após multiplicação *in vitro* (Cortopassi et al., 2004), a identificação de cultivares de morango confirmando o valor do marcador RAPD para a identificação varietal visando proteção (Zebrowska & Tyrka, 2003) e utilizando 15 *primers* de RAPD, Nhan et al., (2003) conseguiram diferenciar 37 variedades de citros.

Por outro lado, os marcadores microssatélites por serem altamente polimórficos, codominantes e serem facilmente reproduzíveis e de fácil interpretação (Creste, 2003), com possibilidade de automação e análise, além de não necessitar de hibridização e não utilizar de meios radioativos (Ford-Lloyd et al., 1997), vem se

destacando pelo seu uso na caracterização varietal para fins de proteção e de conservação de germoplasma.

Variações nos SSR's apresentam elevado poder discriminatório, onde poucos *loci* garantem a diferenciação dos genótipos, o que é importante quando se considera genótipos muito próximos ou essencialmente derivados (Guimarães et al., 2004). Além da alta resolução, o trabalho com os marcadores microssatélites pode ser semi-automatizados o que aumenta a capacidade de processamento de dados, uma vez que possibilita analisar até três produtos de amplificação numa mesma faixa de tamanho ou amplitude de tamanhos diferentes, aumentando assim o número de marcas a serem analisadas (Guimarães et al., 2004). A utilização dos marcadores de microssatélites tem sido citada na literatura, Bonamico et al., (2004) conseguiram diferenciar híbridos simples de milho de três fontes diferentes, utilizando 17 marcadores SSR's sugerindo ser essa técnica importante para aqueles que desejam proteger ou identificar a pureza varietal dos híbridos plantados. Creste et al., (2003) conseguiu com uso de marcadores microssatélites em bananeira, identificar bandas específicas para o genoma B e identificou genótipos de difícil caracterização morfológica.

2.5 Análises Estatísticas

A determinação das diferenças genéticas é importante quando se deseja identificar materiais com o propósito de registro ou proteção de cultivares. Aparência fenotípica, constituição genética (pedigree informação), distância genética (composição alélica), são ferramentas importantes na decisão da infração da lei de proteção de cultivares (Staub et al., 1996). Dentre as ferramentas estatísticas, destaca-se o uso de distância genética, que pode ser definida como diferenças entre duas variedades que podem ser descritas pela variação alélica. Estas diferenças podem também ser examinadas comparando as distâncias genéticas mediante o uso de marcadores morfológicos ou moleculares (Staub et al.; 1996).

Além de servir para orientar cruzamentos em programas de melhoramento, o estudo da variabilidade genética pode ser um instrumento importante para eleger descritores essenciais na caracterização e identificação de amostras duplicadas em bancos de germoplasma (Ferreira, 2003).

Para Cruz & Carneiro, (2003) a diversidade pode ser analisada por meio de estudos de marcadores moleculares, onde os dados são computados como

presença (1) e ausência de bandas (0) e as medidas de similaridade são obtidos por esses valores a depender do índice utilizado. Apesar de existir muitos índices de similaridade e dissimilaridade na prática tem se utilizado mais o índice de Jaccard e de Nei e Li. Ambos excluem a coincidência do tipo “0-0” como fator de similaridade. Para dados qualitativos categóricos tem sido utilizado o índice de similaridade $S_{ii} = C / (C + D)$, onde C quantifica a concordância de categoria e D a discordância de categoria.

Para dados quantitativos tem sido utilizado a técnica de componentes principais que consiste em transformar um conjunto original de variáveis como altura e produção por exemplo, em outro conjunto de dimensões equivalentes, com cada componente sendo independente entre si, retendo o máximo de informações em termos da variação dos dados originais, possibilitando destacar e eliminar caracteres que contribuam pouco com a discriminação da cultivar e reduzindo custo com mão – de-obra na caracterização e experimentação (Cruz & Regazzi, 1997). Como medida de dissimilaridade, pode-se utilizar a Distância Euclidiana Média.

Os métodos de agrupamento consistem em obter uma representação gráfica dos dados obtidos. Existem muitos métodos de agrupamento, um deles é o método hierárquico, onde os genótipos são agrupados por um processo que se repete níveis até a obtenção do dendrograma. Um dos métodos hierárquico utilizado é a *Ligação Média Entre Grupo* (UPGMA) onde o dendrograma é estabelecido pelos genótipos de maior similaridade (Cruz & Carneiro, 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Banana**. São Paulo: FNP. Consultoria & Agoimformativos, 2005. p.220-229.

AGUIAR, A.T.E.; GUERREIRO-FILHO, O.; MALUF, M.P.; GALLO, P.B.; FAZUOLI, L.C. Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.179-192, 2004.

AUGUSTIN, E.; GARCIA, A.; ROCHA, B.H.G. Caracterização de variedades de batata doce (*Ipomoea batatas* L.) através de descritores morfológicos e isoenzimáticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.49-53, 2000.

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira

BEYENE, Y.; BOTHA, A.M.; MYBURG, A.A. A comparative study of molecular and morphological methods of describing genetic relationships in traditional Ethiopian highland maize. **African Journal of Biotechnology**.v. 4, n.7, p. 586-595, July 2005.

BIANCHI, V. J.; SANSAVINI, S.; FACHINELLO, J.C. Microsatellite markers for identification of *Prunus* spp. Rootstocks. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.61, n.3, p.303-306, Maio/Junho 2004.

BIANCHI, V.J.; FACHINELLO, J.C.; SCHUCH, M.W. RAPDs na caracterização genético-molecular e no estudo da variabilidade genética de cultivares de ameixeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 272-274, agosto 2003.

BONAMICO, N.; AIASSA, J.; IBAÑEZ, M.; DI RENZO, M., DÍAZ, D., SALERNO, J. Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. **RIA**, Argentina, v.33, n.2, p.129-144. Agosto 2004.

BRASIL. **Legislação Brasileira sobre proteção de cultivares**. Brasília: MA/SDR/SNPC, 1998. 115p.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio**. Disponível em:<<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acessado em 20 de janeiro de 2006.

CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M. G.G.C.; PINHO, E.R.V. Técnicas moleculares em sementes. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, p.45-47, 2003.

CARVALHO, P.C.L. **Estabelecimentos de descritores botânico-agronômico para caracterização de germoplasma de banana (*Musa spp.*)**. 1995. 174p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal da Bahia /Escola de Agronomia, Cruz das Almas-BA, 1995.

CHUMACERO, J.L. Caracterización morfológica y agronômica de 27 cultivares de yuca em el tropico humedo del Chapare, Bolivia. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. **Anais.....** Recife-PE, 1992.

CORTOPASSI, G.S.C.; PAIVA, M.R.; CERQUEIRA, A.A.; AMORIM, J.C.; AMARAL, Z.P.S.; DUSI, A.N.; TORRES, A.C.; BUSO, J.A. **Controle de qualidade de produção de alho-semente da cultivar Amarante por meio de marcadores RAPD**. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 15p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 61).

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; SILVA, S. O.; FIGUEIRA, A. Genetic characterization of banana cultivars (*Musa* spp.) from Brazil using microsatellite markers. **Euphytica**, n. 132, p. 259-268, 2003.

CRESTE, S.; BENATTI, T.R.; ORSI, M.R.; RISTERUCCI, A.M.; FIGUEIRA, A. Isolation and characterization of microsatellite *loci* from a commercial cultivar of *Musa acuminata*. **Molecular Ecology Notes**, 2005 (em edição).

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat polymorphism in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant Molecular Biology Reporter**. v. 19, p. 299 – 306, 2001.

CROUCH, J.H.; VUYLSTEKE, D.; ORTIZ, R. Perspectives on the application of biotechnology to assist the genetic enhancement of plantain and banana (*Musa* spp.). **Electronic Journal of Biotechnology**. v.1, n.1, 15 abril 1998.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003, 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997, 390p.

DANTAS, A.C.V.L.; DANTAS, J.L.L.; ALVES, E.J. Estrutura da Planta. In: ALVES, E.J. **A cultura da Banana**. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. p. 47-60.

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; PEREIRA, T.N.S.; LEAL, N.R.; FREITAS, S.P.; SEDIYAMA, T. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.43-47, março 2002.

ESPINO, R.R.C.; PASCUA, G.S. Isozyme analysis of Philippine banana cultivars/ especies. **Acta Horticulturae**, v.321, p.186-190,1992.

FAO. **FAO statistical databases**: agricultural production: crops primary: Brazil: bananas. Disponível em:<[http// www.apps.fao.org/page/collections](http://www.apps.fao.org/page/collections)>. Acessado em 10 de junho de 2005.

FERREIRA, M.A.J.F. **Utilização das técnicas de marcadores moleculares na genética de populações, na genética quantitativa e no melhoramento de plantas**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 63p. (Embrapa Roraima. Documentos, 1).

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores em análise genética**. 3.ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220p.

FORD-LLOYD, B.V.; KAEMMER, D.J.W.; KAHL, G.J.W.; LAGODA, P.J.L. **Molecular marker assisted analysis of the *Musa* genome complex**. In: INIBAP annual report 1996. INIBAP: Montpellier (FRA), 1997. p. 24-28.

GHISLAIN, M.; RODRÍGUEZ, F.; VILLAMÓN,; NÚÑEZ, J.; WAUGH, R.; BONIERBALE. Establishment of microsatellites assays for potato genetic identification. **CIP Program Report**, Peru, p.167-174, 2000.

GOMES, E. W. F.; WILLADINO, L.; MARTINS, L.S.S.; SILVA, S.O.; CÂMARA, T.R. Variabilidade genética de genótipos de bananeira (*Musa* spp) submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.171-177, 2005.

GUIMARÃES, C. T.; PADILHA, L.; SOUZA, I.R.P.; PAIVA, E. **“Fingerprinting” Molecular de linhagens de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 92).

HINRICHSEN, P. Identificación genética de frutales de propagación agámica: el caso de las vides en Chile. In: PAGLIANO, D. (Coord.). **Calidad genética y sanitaria: un instrumento para la competitividad de la cadena Agroindustrial**. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1999, p.39-46.

IPGRI- *International Plant Genetic Resources Institute*. **Descriptors for banana (*Musa spp.*)**. Roma: IPGRI, 1996, 55p.

LIMA, M. R.; AUGUSTIN, E.; CHOER, E.; RASEIRA, M.C.B. Caracterização de cultivares de pessegueiro e de nectarineira por marcadores moleculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 349-355, mar. 2003.

LOMBARD, V.; BARI, C.P.; DUBREUIL, P.; BLOUET, F.; ZHANG, D. Potential use of AFLP markers for the distinction of rapeseed cultivars. In: XX INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, Canberra, Australia, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/4/587.htm>>. Acessado em 28 de dezembro de 2005.

MATSUMOTO, K. Híbridos Somáticos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.20, p. 26-28, maio/junho 2001.

MILACH, S.C.K. Disponibilidade de técnicas moleculares para la identificação varietal. In: PAGLIANO, D. (Coord.). **Calidad genética y sanitaria: un instrumento para la competitividad de la cadena Agroindustrial**. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1999. p.39-46.

MILLACH, S.C.K. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre: S. C. K Millach, 1998, 141p.

MILLACH, S.C.K. Marcadores moleculares nos recursos genéticos e no melhoramento de plantas. Disponível em: <www.cpatsa.embrapa.br/livrorg/marcadormolecular.doc>. Acessado em 07 de agosto de 2004.

MOREIRA, R. S. **Banana - teoria e prática de cultivo**. São Paulo: Fundação Cargill, 2ed. 1999.

NHAN T.; N.; SHIMIZU, T.; HIROHISA, N.; OMURA, M.; CHAU, N.M. RAPD Markers: Application to Varietal Identification and Analysis of Genetic Relationships among Citrus Varieties/Species in Vietnam. **Technology development for fruits production**. n. 02, 2003. Disponível em: <http://www.ctu.edu.vn/institutes/mdi/jircas/JIRCAS/research/fruit/fruit_topics.htm>. Acessado em 12 de dezembro de 2005.

NARVÁEZ, C.H.; CASTRO, M.H.P.; VALENZUELA, J.B.; HINRICHSEN, P.R. Patrones genéticos de los cultivares de vides de vinificación más comúnmente usados en Chile basados en marcadores de microsatélites. **Agricultura Técnica**, Chile, v.61, n.3, p.249-261, julho / setembro, 2001.

NIELSEN, J.A.; LOVELL, P.H. Value of morphological characters for cultivar identification in Strawberry (*Fragaria ananassa*). **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.28, p.89-96, 2000.

NOME, S.F. Aspectos técnicos de la producción de materiales de sanidad controlada. In: PAGLIANO, D. (Coord.). **Calidad genética y sanitaria: un instrumento para la competitividad de la cadena Agroindustrial**. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1999, p.29-36.

NSABIMANA, A.; STADEN, J. Characterization of the banana germplasm collection from Rubona-Rwanda. **Scientia Horticulturae**, v.107, p.58-63, 2005.

ORTIZ, R. Morphological variation in *Musa* germplasm. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.44, n.393-404, 1997.

ORTIZ, R.; MADSEN, S.; VUYLSTEKE, D. Classification of African plantain landraces and banana cultivars using a phenotypic distance index quantitative descriptors. **Theor Appl. Genet.** v.96, p.904-911, 1998.

PADILHA L., GUIMARÃES C.T., VIEIRA, M.G.G.C., SOUZA I.R.P., PARENTONI S.N., PACHECO C.A.P., SANTOS M.X., GAMA E.E.G. E PAIVA E. Microssatélites fluorescentes na diferenciação de linhagens de milho. In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. **Anais....** Florianópolis – SC, 2002, p-1-5. Disponível em: <www.abms.org.br/resumo37.doc> . Acessado em 9 de agosto de 2004.

PAZ, O.P. **Caracterização de germoplasma de bananeira com RAPD**. 2000. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal da Bahia/Escola de Agronomia, Cruz das Almas-BA, 2000.

PERSSON, H. **Estimating Genetic Variability in Horticultural Crop Species at Different Stages of Domestication**. 2001. 37p. Tese (Doutorado), *Swedish University of Agricultural Sciences*. 2001.

PILLAY, M.; NWAKANMA, D.C.; TENKOUANO, A. Identification de RAPD markers linked to A and B genome sequences in Musa L. **Genome**, v.43, p.763-767, 2000.

PINTO, R.M.S. **Avaliação e caracterização de germoplasma de mamão e estabelecimento de descritores mínimos**. 1999. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia /Escola de Agronomia, Cruz das Almas-BA, 1999.

PRIOLLI, R.H.G.; MENDES-JUNIOR, C.T.; ARANTES, N.E.; CONTEL, E.P.B. Characterization of Brazilian soybean cultivars using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.25, n.2, p.185-193, 2002.

RAMALHO, M.A.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na Agropecuária**. Lavras: UFLA, 2000, 472p.

RESENDE, J.C.F. **Melhoramento de bananeira (*Musa spp.*) utilizando indução de mutação com raios gamas e variação somaclonal para redução de altura de planta**. 2005. 155p. Tese (Doutorado em Ciências)- Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2005.

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira

ROYO, J.B.; ITOIZ, R. Evaluation of the discriminance capacity of RAPD, isoenzymes and morphologic markers in apple (*Malus domestica* Borkh.) and the congruence among classifications. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.51, p.153–160, 2004.

SEVERINO, L.S.; SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A.; MIRANDA, G.V.; ZAMBOLIM, L.; BARROS, U.V. Eficiência dos descritores de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) na discriminação de linhagens de “Catimor”. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1487-1492, 2002.

SHEPHERD, K. **Taxonomia e caracterização de cultivares de banana**. Cruz das Almas, BA: Embrapa CNPMF, 1984. 5p.

SILVA, S.O.; SANTOS-SEREJO, J.A. Melhoramento da bananeira para resistência: resultados obtidos pelo melhoramento convencional. In: V Simpósio Brasileiro sobre a Bananicultura e I Workshop do genoma *Musa*, 2003, Paracatu-MG. **Anais....V** Simpósio Brasileiro sobre a Bananicultura e I Workshop do genoma *Musa*, 2003, p.147-155.

SILVA, S. O.; GASPAROTTO, L.; MATOS, A.P.; CORDEIRO, Z.J.M.; FERREIRA, C.F.; RAMOS, M.M.; JESUS, O.N. **Banana Breeding Program in Brazil - Recent Results**. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 39p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Documento 122).

SILVA, S.O.; ROCHA, S.A.; ALVES, E.J.; CREDICO, M.; PASSOS, A.R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.22, n.2, p.161-169, agosto 2000.

SILVA, S.S.; CARVALHO, P.C.L.; SHEPHERD, K. ALVES, E.J.; OLIVEIRA, C.A.P.; CARVALHO, J.A.B.S. **Catálogo de germoplasma de bananeira (*Musa* spp.)**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 152p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Documentos, 90).

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira

SILVA, S.S.; MATOS, A.P.; ALVES, E.J. Melhoramento genético de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.693-703, 1998.

SIMMONDS, N.W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origin of the cultivated bananas. **The Botany Journal of Linnean Society of London**, London, v.55, n.359, p.302-312, 1955.

SIMMONDS, N.W. **Los plátanos**. Barcelona: Blume, 1973. 539p.

SOARES, T.L.; SANTOS-SEREJO, J.A.; SOUZA, A.S.; SILVA, S.O. Fertilización en vitro de banano para la obtención de hybrids en 'Grande Naine'. In: XVI REUNIÓN INTERNACIONAL ACORBAT, **Anais....México**, 2004.

SOUZA, A.S.; DANTAS, J.L.L.; SOUZA, F.V.D.; CORDEIRO, Z.J.M.; SILVA NETO, S.P. Propagação. In: ALVES, E.J. **A cultura da Banana**. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. p.151-195.

STAUB, J. E.; GABERT, A. WEHNER, T. C. Plant variety protection: A consideration of genetic relationship. **Hort Science**, v.31, n.7, p. 1086-1091, dezembro de 1996.

STAUB, J.E.; MEGLIC, V. Molecular genetic markers and their legal relevance for cultivar discrimination: A case study in cucumber. **Hort Technology**, v.3,p.291-300, 1993.

STOVER, R.H.; SIMMONDS. N.W. Classification of banana cultivars. In: **Bananas**. 3.ed, New York: Longman, 1987.p.86-102.

UDE, G.; PILLAY, M.; NWAKANMA, D.; TENKOUANO, A. Analysis of genetic diversity and sectional relationships in *Musa* using AFLP markers. **Theor Appl Genet**, n.104, p.1239–1245, 2002a.

UDE, G.; PILLAY, M.; NWAKANMA, D.; TENKOUANO, A. Genetic diversity in *Musa acuminata* Colla and *Musa balbisiana* Colla and some of their natural hybrids using AFLP markers. **Theor Appl Genet**, n.104, p.1246–1252, 2002b.

UFSC. **Marcadores Genéticos**. Disponível em: < www.cca.ufsc.br/dfito/labs/lfdgv/MARCADORESMOLECULARES2.doc?>. Acessado em 12 de novembro de 2005.

WÜNSCH, A.; HORMAZA, J.I. Cultivar identification and genetic fingerprinting of temperate fruit tree species using DNA markers. **Euphytica**, v.125, p.59–67, 2002.

ZANATTA, A.C.A.; SILVA, S.D.A.; MILANI, W.; LUZA, J.; ARENDT, P. **Uso de marcadores protéicos na seleção de trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) com qualidade tecnológica superior na Embrapa Trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 6p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico, 85). Disponível: <<http://www.cnpt.embrpa.br/biblio/pco85.htm>>. Acessado em 07 de Janeiro de 2006.

ZEBROWSKA, J.L.; TYRKA, M. The use of RAPD markers for strawberry identification and genetic diversity studies. **Food, Agriculture & Environment**. v.1, n.1, p.115-117. 2003.

ZUBRZYCKI, H.M. **Descriptorios básicos de diferentes órganos de plantas cítricas para identificar mutantes, cultivares e híbridos**. Corrientes: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1997. 14p.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE CULTIVARES ELITE DE BANANEIRA MEDIANTE DESCRITORES QUANTITATIVOS E QUALITATIVO

Caracterização morfológica de cultivares elite de bananeira mediante descritores quantitativos e qualitativos

Onildo Nunes de Jesus¹, Sebastião de Oliveira e Silva², Terezinha Rangel Câmara³, Cláudia Fortes Ferreira⁴, Taliane Leila Soares⁵ e Kátia Nogueira Pestana⁶

Resumo

A maioria das cultivares de bananeira hoje disponível para os agricultores são de porte elevado e suscetível a muitas pragas e doenças que prejudicam o desenvolvimento da cultura em todo país. Em todo mundo, são grandes os esforços das instituições de pesquisas para obtenção de híbridos de bananeira face a natureza quase estéril da planta. Apesar disto, novas variedades têm sido desenvolvidas. Para proteção destes novos genótipos, o interesse na caracterização de cultivares tem crescido bastante. Nesse contexto, insere-se o uso de descritores morfológicos qualitativos e quantitativos como instrumento oficialmente aceito para o registro e/ou proteção de cultivares. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência dos descritores qualitativos e quantitativos como instrumento para diferenciação varietal. Foram avaliados 12 descritores quantitativos e 61 descritores qualitativos, sendo 17 características vegetativas da planta; 24 do cacho e 20 do coração e das flores masculinas. Os dados quantitativos foram submetidos a uma análise de componentes principais e os resultados de ambos os descritores foram expressos na forma de um dendrograma de dissimilaridade. Os descritores qualitativos foram eficientes na discriminação das cultivares avaliadas, sendo as características da planta e do cacho as mais importantes nesta tarefa. As características quantitativas; peso do cacho, comprimento e diâmetro do fruto e diâmetro do pseudocaule, são características importantes na discriminação de cultivares. As cultivares Preciosa, Garantida e Pacova Ken, apresentaram uma baixa dissimilaridade para as características avaliadas.

Palavras-chave: Descritores morfológicos, melhoramento, *Musa* spp., proteção de cultivares, análise multivariada, dissimilaridade

¹ Engenheiro Agrônomo (UFBA), Bolsita da CAPES, Mestrando em Agronomia "Melhoramento Genético de Plantas" da UFRPE. E-mail: onildonunes@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo, DSc. Pesquisador da *Embrapa Mandioca e Friticultura Tropical*, Cruz das Almas-BA. E-mail: ssilva@cnpmf.embrapa.br

³ Professora Adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco, E-mail: tkrcamara@bol.com.br

⁴ Engenheira Agrônoma, DSc. Pesquisador da *Embrapa Mandioca e Friticultura Tropical*. E-mail: claudiaf@cnpmf.embrapa.br

⁵ Engenheira Agrônoma, Bolsita da CAPES, Mestranda em Ciências Agrárias da UFBA, E-mail: talialeila@hotmail.com

⁶ Estudante de Agronomia (UFBA), Bolsista do PIBIC, *Embrapa Mandioca e Friticultura Tropical*

Morphological characterization of elite banana cultivars using qualitative and quantitative descriptors

Abstract

Most banana cultivars available to producers nowadays are tall in height and susceptible to most pests and diseases, leading to great losses in the development of the crop throughout the entire Country. However, efforts of research centers worldwide for the obtainment of banana hybrids due to their sterile nature, are cumbersome. Despite this scenery, new varieties have been developed. The interest for the protection of these new varieties has been rising. In this context, the use of qualitative and quantitative morphological descriptors is being officially accepted for the registration and/or protection of cultivars. The present work aimed to evaluate the efficiency of qualitative and quantitative descriptors as an instrument for varietal discrimination. Twelve quantitative and sixty-one qualitative descriptors; whereas 17 were vegetative characteristics of the plant; 24 of the bunch and 20 of the heart and male flowers, were evaluated. The qualitative data was submitted to a principal components analysis, whereas the results of both descriptors were expressed in the form of a dendrogram of dissimilarities. The qualitative descriptors were efficient in the discrimination of the cultivars evaluated, whereas plant characteristics and bunch characteristics were the most important ones in this task. The quantitative characteristics, bunch weight, length and fruit diameter and pseudostem diameter, are important characteristics for the discrimination of the cultivars. The Preciosa, Garantida and Pacovan Ken cultivars presented low dissimilarity for the characteristics evaluated.

Key-words: Morphological descriptors, breeding, *Musa* spp., cultivar protection, multivariate analysis, dissimilarity.

INTRODUÇÃO

A maioria das cultivares de bananeira (*Musa* spp.) atualmente utilizadas na alimentação originou-se do Continente Asiático e resultaram do cruzamento interespecífico entre as espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*; razão pela qual as cultivares apresentam características comuns a estas duas espécies. As bananeiras possuem três níveis de ploidia, em combinações variadas dos genomas A (*M. acuminata*) e B (*M. balbisiana*): diplóides com 22 cromossomos (2x), triplóides com 33 (3x) e tetraplóides (4x) (SIMMONDS e SHEPHERD, 1955; SIMMONDS, 1973; SHEPHERD, 1984).

A cultura da bananeira no Brasil é praticada desde a faixa litorânea até os planaltos interiores ocupa o segundo lugar em volume de frutos produzidos, com uma produção estimada da ordem de 605 milhões de toneladas e área colhida de 485 mil ha (FAO, 2005).

Como toda cultura plantada em grandes áreas, a bananicultura apresenta uma série de problemas que reduzem a produtividade. Entre os entraves que provocam baixos rendimentos, podem ser citados o baixo uso de tecnologia e a presença de pragas e doenças. Doenças como a Sigatoka amarela e negra, além do mal-do-Panamá, causam grandes perdas na produção. Por outro lado, atualmente, são criadas novas variedades de bananeira produtivas e resistentes às principais doenças da cultura. Este processo requer altos investimentos financeiros e intelectuais para a geração de cultivares e híbridos com alto valor agregado, fazendo-se necessária a caracterização de forma inequívoca de cultivares passíveis de proteção, minimizando assim o risco de apropriação indevida deste produto tecnológico (GUIMARÃES et al., 2004).

A caracterização correta das variedades recomendadas com uso de descritores apropriados facilita a sua certificação, proteção e o monitoramento da sua qualidade genética, principalmente nos casos de genótipos aparentados. Nos últimos anos, a *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, tem lançado vários genótipos de bananeira e por essa razão tem

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira crescido a preocupação em buscar descritores eficientes na identificação de cada cultivar.

Embora possam ser usados descritores bioquímicos, morfológicos e moleculares, os morfológicos, devido sua facilidade de aplicação, têm sido os mais empregados na caracterização de germoplasma e na identificação de genótipos e cultivares em catálogos usados nos estudos de distinção, homogeneidade e estabilidade como os do *Ministério da Agricultura* (Brasil, 2006) e da UPOV- *União Internacional para Proteção de Novas Variedades de Plantas* (PERSSON, 2001).

Um dos grandes problemas do uso de descritores morfológicos é a influência ambiental. Quando se usa caracteres quantitativos (os mais influenciados pelo ambiente) o problema pode ser contornado pelo emprego de ensaios comparativos (PEARSON, 2001). Descritores qualitativos de alta herdabilidade facilmente visíveis e mensuráveis, que a princípio são expressos em todos os ambientes, são imprescindíveis em uma caracterização morfológica eficiente (IPGRI, 1996).

Apesar da limitação no que se refere a influência ambiental, ao tipo de herança envolvida e aos problemas referentes a identificação de cultivares semelhantes fenotipicamente, os descritores morfológicos têm sido utilizados com êxito para caracterizar um grande número de cultivares (STAUB et al., 1996). Estes descritores são encontrados sendo empregados na diferenciação de cultivares de citros (RADMANN e OLIVEIRA, 2003), alho (NOME, 1999), milho (SALGADO et al., 2001) e café (GUERREIRO FILHO et al., 2003). Em bananeira, as secções *Musa* e *Rhodochlamys*, apesar de apresentarem muitas características comuns, inclusive número de cromossomos, podem ser diferenciadas mediante o uso de descritores baseados em aspectos vegetativos e do cacho (WONG et al., 2002). SILVA et al. (1999) avaliando acessos de um banco de germoplasma, conseguiram uma diferenciação segura em alguns acessos avaliados. ORTIZ, (1997) utilizou análises de componentes principais em dados qualitativos e quantitativos para avaliação de bananeira com diferentes níveis de ploidia, destacando algumas características importantes na

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira
caracterização de genótipos.

No entanto, para muitas variedades de banana, principalmente as variedades comerciais ou híbridas em fase de lançamento, carecem de informações a cerca de descritores para sua identificação e caracterização.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência dos descritores morfológicos qualitativos e quantitativos na discriminação de cultivares de bananeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* localizada no município de Cruz das Almas, situado no Recôncavo da Bahia, Brasil.

O clima da Região é do tipo Cl (seco e subúmido), segundo a classificação de Thornthwaite com precipitação média anual de 1200 mm, temperatura média de 24,28°C e umidade relativa de 60,47%. O solo da área experimental é um latossolo amarelo distrófico A moderado, textura franco argilo arenosa, fase transição floresta tropical subperenifólia e subcaducifólia, declive de 0 a 3%. (EMBRAPA, 1993).

Foram caracterizados 12 genótipos de bananeira (Tabela 1) sendo nove recomendados (Caipira, Thap Maeo, Tropical, FHIA-18, FHIA-01, Pacovan Ken, Nam Preciosa e Garantida) e três promissores (FHIA-21, PA42-44 e Bucaneiro). O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado com três repetições para os caracteres qualitativos.

O experimento foi irrigado por microaspersão, e os tratos culturais seguiram as recomendações sugeridas por ALVES e OLIVEIRA (1999) e BORGES et al. (1999).

Foram avaliados 61 descritores qualitativos (Tabela 2) sendo 17 características vegetativas da planta; 24 características do cacho e 20 relacionados à inflorescência (coração) e as flores masculinas. Os detalhes das avaliações, bem como ilustrações, encontram-se descritos em SILVA et al. (1999) e em IPGRI (1996). Os descritores forma da roseta, cor da

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira base do perigônio, forma do estilete e sabor dos frutos, foram alterados para melhor adequarem-se às avaliações.

As notas para as características qualitativas foram observadas por três avaliadores diferentes e as notas foram assumidas em consenso comum. Os dados referentes aos caracteres quantitativos referem-se à média de 18 plantas em dois ciclos de produção.

Foram também avaliadas em dois ciclos, 12 características quantitativas, conforme a metodologia descrita por SILVA et al. (1999) e enumeradas a seguir: altura de planta (ALP); perímetro do pseudocaule (PPC); dias do plantio a colheita (DPC); comprimento do engaço (CEG); diâmetro do engaço (DEG); número de frutos (NDF); peso do cacho (PCA); peso médio dos frutos (PMF); comprimento do fruto sem pedicelo e ápice na segunda (CFR1) e última penca (CFR2); calibração lateral do fruto na segunda (DFR1) e última penca (DFR2).

Foram eliminadas da avaliação todos os dados que apresentaram características comuns a todos os genótipos, bem como os descritores cujos estados não eram uniformes. Para estimar a dissimilaridade dos dados qualitativos multicategóricos, foi utilizado o índice de similaridade (CRUZ e CARNEIRO, 2003):

$$D_{ii} = \frac{D}{C + D}$$

Onde, D_{ii} : índice de dissimilaridade; C: concordância de categoria e D: discordância de categoria.

Posteriormente com a matriz de dissimilaridade obtida, utilizou-se o método de agrupamento hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA) para a obtenção dos dendrogramas.

Os dados quantitativos foram submetidos a uma análise estatística multivariada, utilizando-se a análise por Componentes Principais (PCA) com transformação dos dados. Como medida de dissimilaridade foi utilizada a distância Euclidiana média e como método hierárquico UPGMA, citado por CRUZ e CARNEIRO, (2003).

Os dados foram submetidos a uma análise de variância e a partir da decomposição da análise, por meio da esperança dos quadrados médios, permitiu-se a obtenção da herdabilidade média (h_m^2) conforme a fórmula sugerida por CRUZ (2005):

$$h_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\frac{\hat{\sigma}^2}{r} + \hat{\sigma}_g^2}$$

Onde: $\hat{\sigma}^2$: quadrado médio do erro; $\hat{\sigma}_g^2$: variância genética e r : repetição.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico GENES - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística (CRUZ, 2001), e para a confecção dos dendrogramas utilizou o programa STATGRAPHICS – *Statistical Graphics System* (STATGRAPHICS, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Descritores qualitativos

Os dados referentes às características qualitativas avaliadas nos 12 genótipos de bananeira encontram-se na Tabela 3. De uma maneira geral, a maioria dos genótipos avaliados apresentou uma ampla variabilidade para as características estudadas, uma vez que a maioria dos descritores utilizados apresentou todas as classes possíveis nos genótipos avaliados.

As características que menos favoreceram para a variabilidade genética foram a cor da casca do fruto quase maduro (CCQ) e maduro (CCM), sabor do fruto (SAB) e consumo do fruto (CNF). Quanto à cor da casca do fruto quase maduro (CCQ), oito genótipos avaliados tiveram a coloração amarelada e três apresentaram coloração verde clara. Comportamento semelhante foi observado para cor da casca dos frutos maduros (CCM), onde oito genótipos tinham coloração amarela e quatro cor amarela laranjada. As classes de cores cinzas,

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira vermelha e marrom não foram observadas nos genótipos avaliados. Tais resultados concordam com o obtido por SILVA et al. (1999) nas avaliações realizadas no banco de germoplasma da Embrapa. A baixa variabilidade com relação às características sabor (SAB) e consumo (CNF) é perfeitamente aceita pelo fato de que a maioria dos genótipos utilizados nessas avaliações serem destinados ao consumo *in natura*, uma única exceção é a FHIA-21, que é consumida cozida frita por ser do grupo dos plátanos.

Os descritores da planta, do coração e das flores, foram os que mais apresentaram características capazes de diferenciar um genótipo em particular. As cultivares FHIA-01, PA42-44 e Pacovan Ken não apresentaram características morfológicas particulares. Por outro lado, a Thap Maeo apresentou nove características (três referentes ao aspecto vegetativo da planta e seis da flor) capazes de diferenciarem das demais (Tabela 3).

Os descritores vegetativos da planta foram os que apresentaram maior facilidade de avaliação, pois não dependerem da fase reprodutiva para avaliação, portanto são os mais recomendados na descrição de cultivares. Com o uso desses descritores a ‘Garantida’ pode ser diferenciada das demais pela cor verde claro (TVC) e sem antocianina (ANT) no pseudocaule, presença de manchas grandes (FME) em alta densidade (DME) distribuídas pelo pseudocaule. Tais características coincidem em parte, com a classificação no grupo AAAB proposta por SIMMONDS e SHEPHERD, (1955).

Os dados das 17 características da planta permitiram a obtenção do dendrograma que separou as variedades em dois grupos. No primeiro ficou a variedade FHIA-21 e no segundo as demais variedades (Figura 1A). As características que permitiram separar a FHIA-21 das outras variedades, foram: presença de antocianina no pseudocaule (ANT) que é contínua nessa cultivar, a forma da margem dos pecíolos (FMP) mais ou menos fechada, forma da faixa colorida da margem do pecíolo (FFP) que confunde com a cor do pecíolo da folha e presença de manchas roxas (CLM) fracas nas folhas das mudas (Tabela 3).

Pela análise gráfica (Figura 1), nota-se que a maioria dos genótipos avaliados

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira apresentou uma dissimilaridade de 40%. Dentro desses, destacaram-se as variedades Caipira x Nam; PA42-44; FHIA-01 x Bucaneiro e Pacovan Ken x FHIA-18. Esses dois últimos agrupamentos ficaram com uma dissimilaridade menor que 30%. Tal fato reflete a dificuldade de se avaliar genótipos apenas se baseando-se nos aspectos vegetativos da planta. Os genótipos que apresentaram os mais baixos índices de dissimilaridade foram a FHIA-01 e Bucaneiro (18%) e Caipira e Nam (24%). Apesar de apresentar um índice de similaridade baixo, estes genótipos são perfeitamente distinguíveis por poucas características. Assim, a FHIA-01, é diferenciada da Bucaneiro, pela forma das margens do pecíolo (FMP) e cor inferior da nervura principal da folha da muda (NIC). A diferenciação das variedades Caipira e Nam pode ser feita por meio da densidade (DME) e forma das manchas escuras (FME) no pseudocaule e a cor inferior da nervura principal da folha da muda (NIC) (Tabela 3). SILVA et al. (1999) avaliando genótipos dos grupos AAA e AAB, conseguiram resultado semelhante para a maioria das características aqui avaliadas para as cultivares Caipira (AAA), Nam (AAA) e Thap Maeo (AAB).

Quando se considera as características do coração (inflorescência) e das flores masculinas, observa-se que todos os genótipos apresentaram uma similaridade menor que 45%. Nesse grupo, destaca-se a ‘Thap Maeo’ como genótipo mais divergente do grupo. Dentre as características que permitem separá-lo das demais, citam-se a cor rosada da base do perigônio (CBP), presença de antocianina distribuída ao longo do perigônio (CVP), com vermelha na antera (CAT), ausência do ápulo (FAT) e ausência de pólen (POL). Por outro lado, esses descritores não foram eficientes na discriminação das cultivares Preciosa e Pacovan Ken (com 21% de dissimilaridade) e as cultivares FHIA-01 e FHIA-18 (com 30% de dissimilaridade) já que cultivares aparentadas apresentam morfologia semelhante da inflorescência. ORTIZ et al. (1998) trabalhando com espécies cultivadas de bananeira encontraram agrupamento semelhante, indicando que variedades com mesma inflorescência, apresentam um ancestral comum. No presente estudo variedades dentro dos grupos

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira apresentaram os mesmos genitores confirmando em parte essa teoria (Tabela 3).

Os descritores do cacho (Figura 1B) separaram as cultivares em dois grandes grupos, ficando no primeiro com todos os genótipos triplóides e no segundo os tetraplóides. Os genótipos mais próximos foram Preciosa, Garantida e a Pacovan Ken com uma dissimilaridade de 21%.

A FHIA-21, embora tetraplóide e usada para o consumo cozido ou frito, agrupou-se junto às variedades Thap Maeo, Nam e Caipira (triplóides), para todos os caracteres avaliados, indicando que essa é próxima morfológicamente dessas variedades, apesar de grandes diferenças em outros caracteres. Por outro lado, considerando que essa é a única pertencente ao grupo dos plátanos, justifica-se seu posicionamento separada dos outros tetraplóides. ORTIZ (1997) através de avaliação com descritores qualitativos, separar plátanos de outras variedades pertencentes a diferentes grupos genômicos.

A análise conjunta das 63 características qualitativas mostrou que as cultivares apresentaram comportamento semelhante ao apresentado quando se analisou os caracteres do cacho, dividindo-se em dois grandes grupos. O primeiro grupo alocou todos os triplóides AAB e AAA e a FHIA-21 (AAAB) sendo essa cultivar agrupada juntamente com a Thap Maeo (AAB), enquanto a Caipira e Nam (AAA) ficaram no mesmo subgrupo. O segundo grupo ficou representado pelos tetraplóides (AAAB), enquanto o tetraplóide AAAA, representado pela Bucaneiro, ficou em um subgrupo isolado. Uma das características que contribuíram para esse arranjo, foi a altura das folhas, sendo medianamente pendente e bem arcado nos tetraplóides avaliados confirmando em parte a afirmação de SHEPHERD (1984) que diz ser esse descritor importante na identificação dos níveis de ploidia (Tabela 3).

A observação desses descritores demonstra que os mesmos foram eficientes em separar genótipos segundo sua ploidia e origem, indicando ser uma ferramenta importante na caracterização de germoplasma desconhecido.

De maneira geral, nota-se uma baixa taxa de dissimilaridade entre as cultivares

Preciosa, Pacovan Ken e Garantida, híbridos de Pacovan; e as cultivares PA42-44, FHIA-01 e FHIA-18 híbridos de Prata Anã, o que era esperado, visto que possuem como *background* comum o diplóide M53. Essa tendência está de acordo com o que afirma PRIOLLI et al. (2002) onde as variedades derivadas de outras apresentaram maior dificuldade de distinção, necessitando de outros descritores, além dos morfológicos, que complementem sua caracterização. Assim, este tipo de caracterização deve ser acompanhada de estudos moleculares para melhor entender a diversidade das espécies.

Alguns dos descritores morfológicos usados podem ser afetados pelo ambiente. Caracteres como densidade e coloração do pseudocaule, podem ser afetados durante os processos de multiplicação *in vitro* por meio da variação somaclonal ou da mutação como a observada na cultivar Pacovan Ken (RESENDE, 2005).

Muitos estados apresentados por alguns descritores levam a problemas de subjetividade nas avaliações. O descritor, cor das manchas do pseudocaule, por exemplo, com os estados marrom clara e marrom pálida, devem ser transformados em um único estado devido a problemas de diferenciação dessas cores. Da mesma forma os estados da cor da polpa dos frutos maduros (branca e branca fosca) e cor da antera (marrom pálida e creme).

Descritores quantitativos

As 12 características avaliadas foram submetidas a uma análise de componentes principais (Tabela 4). Os três primeiros componentes explicaram 90,38% da variabilidade observada nos dados. A contribuição de cada componente para a variabilidade foram respectivamente 42,09; 35,15 e 13,13%.

A observação da influência dos caracteres nos últimos componentes é importante por indicar os caracteres com menor importância para a divergência genética nas amostras avaliadas. Por outro lado, os maiores pesos nos primeiros componentes indicam as variáveis que mais contribuem para a divergência (CRUZ & REGAZZI, 1997). As variáveis com maiores pesos para o primeiro componente foram o diâmetro do engaço, peso do cacho e

número de dias do plantio à colheita. No segundo componente, destacaram-se o comprimento dos frutos nas duas pencas avaliadas e o diâmetro dos frutos na primeira penca. No terceiro componente destacaram-se as variáveis comprimento e diâmetro dos frutos nas duas pencas avaliadas como de maior peso na variação desse componente (Tabela 4). Tais características mostram ser importantes para a diversidade observada. NSABIMAN e STADEN, (2005) encontraram resultados semelhantes para os caracteres comprimento e diâmetro dos frutos avaliados.

A distribuição dos genótipos em relação aos dois primeiros componentes e o dendrograma de dissimilaridade obtido por distância Euclidiana média é mostrado na Figura 2. De maneira geral, nota-se que a distribuição dos genótipos não foi uniforme para os genótipos avaliados, destacando como o mais divergente dos demais as cultivares FHIA-21 e Nam. Em seguida, o dendrograma dividiu as variedades em três subgrupos ficando as cultivares Caipira, Thap Maeo e FHIA-18 no primeiro, FHIA-01 e Bucaneiro no segundo, PA42-44, Garantida, Preciosa, Pacovan Ken e Tropical no último subgrupo.

Apesar de não ter sido observado grandes coincidências nos agrupamentos das cultivares com relação aos caracteres qualitativos e quantitativos (Figura 1D e 2), observou-se que para as cultivares Garantida, Preciosa, Pacovan Ken e Tropical permaneceram nos mesmos grupos de forma semelhante aos observados nos descritores morfológicos qualitativo, indicando que além da uniformidade morfológica apresentada, tais genótipos apresentam também, uniformidade para as características agronômicas. Vale a pena ressaltar que todos estes genótipos são híbridos AAAB, e que apesar de terem genitores femininos diferentes, possuem o mesmo genitor masculino que é o diplóide M53, portanto são considerados meios-irmãos (SILVA et al., 2003).

Por outro lado, genótipos como o PA42-44, o FHIA-01 e o FHIA-18, apresentaram comportamento diferenciado quando submetidos à descrição quantitativa em relação à descrição qualitativa (Figura 1D e Figura 2). Tais comportamentos estão de acordo com a

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira
afirmação de que para alguns genótipos, é necessária a complementação com os dois tipos de
descritores (NSABRIMANA e STADEN, 2005; ORTIZ et al., 1998).

O subgrupo apresentado pela Caipira, Thap Maeo e FHIA-18, pode ser explicado
acompanhando o desempenho das cultivares (Tabela 6). As cultivares FHIA-18 e Thap Maeo,
apresentaram comportamento semelhante para as características, diâmetro do pseudocaule,
diâmetro do engaço, peso do cacho e diâmetro do fruto. A Caipira e a Thap Maeo
apresentaram comportamento semelhante para as características número de dias do plantio à
colheita, peso médio do fruto e comprimento dos frutos. Caipira e FHIA-18 nas características
altura de planta, comprimento do engaço, número de dedos e diâmetro do fruto. Não houve
nos três genótipos avaliados características métricas semelhantes, o que justifica a separação
da Caipira nesse subgrupo (Tabela 5). O desempenho semelhante dessas três variedades
também foi observado por SILVA et al. (2000) e SILVA et al. (2002).

A precisão experimental é muito importante quando objetiva a análise dos descritores
quantitativos. Os descritores: diâmetro do pseudocaule, número de frutos e peso do cacho,
apresentaram respectivamente um coeficiente de variação 26,30%, 26,36% e 28,02%
superiores ao obtidos por SILVA et al. (2002), que obtiveram 11,90%; 16,26% e 39,80%,
respectivamente, porém semelhante aos obtidos por ORTIZ, (1997) quais sejam 26,10%,
36,90% e 21,80%, respectivamente, estando dentro dos limites observados. Os demais
coeficientes tiveram um valor de médio a baixo, indicando precisão dos descritores utilizados.
Dentre esses, os menores foram apresentados pelo comprimento e diâmetro dos frutos,
confirmando também pelos dados de ORTIZ (1997) onde alta herdabilidade e baixo
coeficiente de variação foram encontrados para esses dois caracteres (Tabela 4 e 5).

Considerando que as características métricas são muito influenciadas pelo ambiente,
justifica-se a análise da herdabilidade para quantificar quanto da variância fenotípica
observada é devido a causas genéticas. Pela Tabela 4 nota-se que todas as características
apresentaram uma alta herdabilidade (acima de 0,82) sendo superior aos valores de

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira herdabilidade obtidos por ORTIZ (1997), indicando que nesse experimento houve baixa influência ambiental nas características avaliadas.

Vários trabalhos provam alguma eficiência na utilização desses descritores na classificação de germoplasma (CARVALHO, 1995; ORTIZ et al., 1998; NSABIMANA e STADEN, 2005 e ORTIZ, 1997).

De maneira geral, percebe-se que os descritores utilizados foram eficientes na caracterização dos genótipos de bananeira, separando as cultivares em grupos distintos. Os descritores quantitativos bem como os descritores qualitativos não conseguiram discriminar perfeitamente as cultivares Preciosa, Pacovan Ken e Garantida, necessitando de complementação com outros tipos de descritores como os moleculares para sua diferenciação.

CONCLUSÕES

As variedades apresentaram uma ampla variabilidade quando avaliadas por descritores morfológicos qualitativos e quantitativos.

Os descritores qualitativos e quantitativos foram eficientes na distinção da maioria dos genótipos, com exceção das cultivares Preciosa, Garantida e Pacovan Ken que ficaram no mesmo grupo e apresentaram uma alta similaridade.

As variáveis que mais contribuíram para a dissimilaridade observada foram os caracteres da planta e do cacho para os descritores qualitativos e diâmetro do pseudocaule, peso do cacho comprimento e diâmetro do fruto, para os quantitativos.

Para o emprego eficiente dos descritores morfológicos, as avaliações deverão ser realizadas em mais de um ambiente.

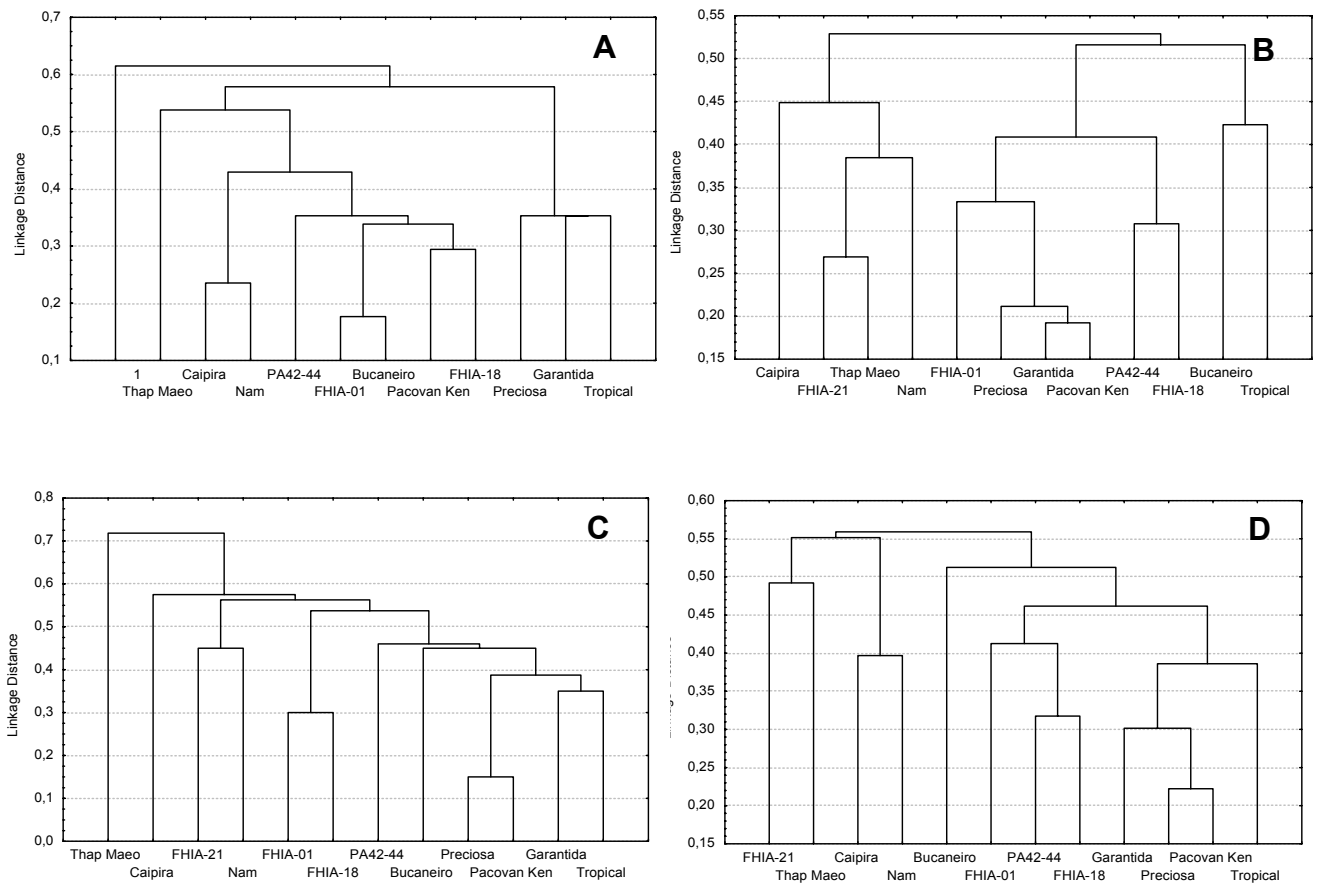


Figura 1. Dissimilaridade observada nas características morfológicas vegetativas da planta (A), do cacho (C), da inflorescência (coração e flores masculinas) e geral (D). Cruz das Almas, BA, 2006.

Tabela 1. Genótipos de bananeira desenvolvidos e recomendados pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, Cruz das Almas, BA, 2006.

Genótipos	Grupo Genômico	Subgrupo	Genealogia (Origem)	Reação as doenças
Tropical	AAAB	Maçã	Yangambi nº2 x M53 (Embrapa)	Resistente a Sigatoka amarela e tolerante ao mal-do-Panamá
¹ FHIA-18	AAAB	Prata	‘Prata Anã’ x 2n (FHIA)	Moderadamente resistente a Sigatoka amarela e resistente a Sigatoka negra
Preciosa	AAAB	Prata	‘Pacovan’ x M53 (Embrapa)	Resistentes às sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Thap Maeo	AAB	Mysore	Cultivar tipo Mysore (Tailândia)	Resistentes às sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Garantida	AAAB	Prata	‘Prata São Tomé’ x M53 (Embrapa)	Resistentes às sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Caipira	AAA	-	Cultivar (África Ocidental)	Resistentes as sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Bucaneiro	AAAA	Gros Michel	Híbrido High Gate (Jamaica)	Resistentes a sigatoka amarela e mal-do-Panamá
Pacovan Ken	AAAB	Prata	‘Pacovan’ x M53 (Embrapa)	Resistentes às sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
¹ FHIA-01	AAAB	Prata	‘Prata Anã’ x SH3142	Moderadamente resistentes a Sigatoka amarela, resistente a Sigatoka negra e mal-do-Panamá
¹ FHIA-21	AAAB	Terra	Honduras	Resistentes às sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
PA42-44	AAAB	Prata	‘Prata Anã’ x M53 (Embrapa)	Resistentes a sigatoka amarela e mal-do-Panamá
Nam	AAA	-	Tailândia	Resistentes a sigatoka amarela e mal-do-Panamá

¹FHIA: *Federación Hondureña de Investigación Agrícola*

Tabela 2. Classes multicategóricas consideradas nas 61 características qualitativas avaliadas nos 12 genótipos de bananeira recomendados pela Embrapa, Cruz das Almas, BA, 2006.

DESCRITORES AVALIADOS	CLASSES DOS DESCRITORES
1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PLANTA	
<i>1.1. Pseudocaule</i>	
01. Roseta da coroa (ROS) ³	1. Forte, 2. Fraca.
02. Tonalidade da cor verde (TCV)	1. Pálida; 2. Amarelada; 3. Clara; 4. Escura.
03. Cerosidade (CER) ¹	1. Muita; 2. Média; 3. Pouca; 4. Ausente.
04. Cor da manchas escuras (CME)	1. Preta; 2. Marrom escuro; 3. Marrom-clara; 4. Marrom-pálida.
05. Presença e quantidade de antocianina no pseudocaule (ANT) ²	1. Alta e contínua; 2. Média à fraca e contínua; 3. Só na base da planta; 4. Ausente.
06. Forma das manchas escuras do pseudocaule (FME) ²	1. Manchas grandes e irregulares; 2. Manchas circulares; 3. Manchas irregulares e pequenas; 4. Ausente.
07. Densidade das manchas escuras (DME)	1. Mais ou menos contínua; 2. Alta; 3. Média-manchas difusas; 4. Média manchas discretas; 5. Baixa; 6. Muito baixa.
<i>1.2. Folhagem</i>	
08. Posição ou altura das folhas (ALF)	1. Quase ereta; 2. Medianamente pendente; 3. Bem arcada.
09. Forma da margem do pecíolo (FMP)	1. Bem aberta; 2. Pouco aberta; 3. Ereta; 4. Pouco fechada; 5. Mais ou menos fechada
10. Margem da base (MBA) ¹	1. Muito escariosa; 2. Pouca escariosa; 3. Não escariosa.
11. Cor da margem do pecíolo (CMP)	1. Purpúreo; 2. Vermelho-rosada; 3. Verde; 4. Marrom.
12. Forma de faixa colorida do pecíolo (FFP) ²	1. Em foram de fita bem visível; 2. Visível mas confunde com a cor do pecíolo; 3. Apenas uma linha pouco perceptível; 4. Uma linha pouco perceptível; 5. Ausente.
13. Tamanho da faixa colorida (TFC)	1. Larga (>3mm); 2. Estreita ≤3mm; 3. Apenas uma linha; 4. Variável entre as notas 3 e 5; 5. Mais ou menos nenhuma.
14. Tonalidade escura do pecíolo (ESC) ¹	1. Bem escuro; 2. Pouco escuro; 3. Não escuro.
15. Cor da face superior da nervura principal da colheita (NSA) ¹	1. Muito colorida; 2. Pouco colorida; 3. Não colorida (verde).
16. Cor da face inferior da nervura principal na colheita (NIA)	1. Purpúrea; 2. Vermelho-rosada; 3. Variavelmente rosada; 4. Mais ou menos verde.
17. Cor da face superior da nervura principal muda chifrão (NSC)	1. Muito colorida; 2. Pouco colorida; 3. Não colorida (verde).
18. Cor da face inferior da nervura principal muda chifrão (NIC) ¹	1. Purpúrea; 2. Vermelho-rosada; 3. Variavelmente rosada; 4. Mais ou menos verde.
19. Cor da face inferior do limbo jovem (CFJ) ¹	1. Purpúrea; 2. Verde (normal).
20. Cor do limbo da muda (CLM)	1. Manchas roxas conspícuas; 2. Manchas fracas variáveis; 3. Sem manchas-verde.
21. Comparação dos tamanhos das bases do limbo (IGB)	1. Mais ou menos iguais; 2. Desiguais; 3. Variável na mesma planta.
22. Forma das bases do limbo foliar (FOB)	1. Ambas abruptas; 2. Ambas afiladas; 3. Uma abrupta e outra afilada.
23. Cerosidade do limbo na superfície ventral (CEV) ¹	1. Muita; 2. Média; 3. Pouca ou nenhuma.
24. Cerosidade do limbo na superfície dorsal (CED) ¹	1. Muita; 2. Média; 3. Pouca ou nenhuma.
2. CARACTERÍSTICAS DO CACHO	
<i>2.1. Características do engão e do cacho</i>	
25. Cor do engão juvenil (CJU)	1. Tingido de vermelho; 2. Verde-escura; 3. Verde-clara
26. Pubescência do engão (PUB)	1. Densa e comprida (2-3 mm); 2. Densa e curta; 3. Bastante esparsa; 4. Muito esparsa; 5. Nenhuma.
27. Forma do cacho (FCA)	1. Frouxo; 2. Compacto; 3. Muito Compacto.
<i>2.2. Características dos frutos</i>	
28. Flexão das pencas (FLX)	1. Bem recurvada; 2. Medianamente recurvada; 3. Pouco ou não recurvada.
29. Forma da seção transversal (SEC)	1. Fortemente pentagonal; 2. Fracamente Pentagonal; 3. Mais ou menos arredondado.
30. Tamanho do ápice (TAP)	1. Comprido (1 cm); 2. Curto; 3. Sem ápice.
31. Forma do ápice (FAP)	1. Em gargalo largo; 2. Em gargalo estreito; 3. Afilado; 4. Outra forma.

32. Forma prevaecente dos estilos persistentes (FES)	1. Mais ou menos vivos; 2. Bases dura; 3. Completamente secos; 4. Sem estilos (decíduos).
33. Frequência dos estilos persistentes (FRE)	1. Maior que 40 %; 2. Entre 20-40 %; 3. Menor que 20 %.
34. Persistência de restos florais na ráquis masculina (PRF) ²	1. Em toda ráquis; 2. Média; 3. Pouca com flores isoladas na ráquis; 4. Só próximo a última penca; 5. Nenhuma.
35. Persistência de restos bracteais (PRB) ²	1. Em toda ráquis; 2. Em parte da ráquis; 3. Apenas próximo ao coração; 4. Nenhuma.
36. Cor da casca dos frutos quase madura (CCQ)	1. Verde-escuro; 2. Verde-clara; 3. Amarelada; 4. Cinza; 5. Mais ou menos purpúrea ou rosado; 6. Marrom pálido.
37. Cor da polpa dos frutos quase madura (CPQ)	1. Branca (pálida); 2. Amarelada; 3. Laranja ou pouco rosado.
38. Cor da casca dos frutos maduros (CCM)	1. Amarela pálida; 2. Amarela; 3. Amarela com laranja; 4. Vermelha ou púrpura; 5. Marrom pálido; 6. Verde; 7. Verde-amarelada.
39. Espessura da casca dos frutos maduros (ECA)	1. Espessa (>3 mm); 2. Média (2-3 mm); 3. Fina (<2mm).
40. Aderência da casca dos frutos maduro (ADE)	1. Aderente; 2. Não aderente.
41. Fragilidade da base do pedicelo dos frutos ma duro (FRA)	1. Frágil, 2. Pouco frágil; 3. Não frágil.
42. Cor da polpa dos frutos maduro (CPM)	1. Branca; 2. Branco-fosca; 3. Cinzenta; 4. Creme; 5. Amarela; 6. Rosada.
43. Consistência da polpa dos frutos maduros (CPO)	1. Dura; 2. Macia; 3. Mole.
44. Aroma da polpa dos frutos maduros (ARO)	1. Aromática; 2. Pouco aromática; 3. Não aromática.
45. Sabor da polpa dos frutos maduros (SAB) ³	1. Açucarada; 2. Doce; 3. Insípida; 4. Farinhosa.
46. Acidez da polpa (ACD) ²	1. Ácida; 2. Com ésteres; 3. Neutra.
47. Consumo normal do fruto (CNF)	1. Cru; 2. Cozido; 3. Assado ou frito; 4. Como compota.
2.3. Características da ráquis masculina	
48. Duração da ráquis (DRA) ¹	1. Muito breve; 2. Menor que a maturidade do cacho; 3. Igual a maturidade do cacho; 4. Sobrevive à maturidade do cacho.
49. Posição da ráquis (ATI)	1. Vertical; 2. Inclinada; 3. Recurvada; 4. Mais ou menos horizontal.
3. CORAÇÃO E FLORES MASCULINAS	
3.1 Características do coração	
50. Forma visual do coração (FVC)	1. Delgada; 2. Lanceolada; 3. Ovada; 4. Ovada larga; 5. Truncada.
51. Imbricação das brácteas (IMB)	1. Muito imbricadas; 2. Medianamente imbricadas; 3. Pouco imbricada; 4. Não imbricadas.
52. Forma do ápice da bráctea (APB)	1. Aguda; 2. Quase aguda; 3. Quase obtusa; 4. Obtusa; 5. Arredondada, às vezes dividida.
53. Cerosidade da bráctea (CER) ¹	1. Muita; 2. Média; 3. Muito pouca até nenhuma.
54. Cor conferida pela presença ou não de antocianina na parte externa da bráctea ou matiz externa (MAE) ¹	1. Vermelho claro; 2. Vermelho-escuro; 3. Purpúreo; 4. Violeta; 5. Mais ou menos verde amarelada (sem antocianina).
55. Ocorrência de outras cores (mistura) nas brácteas (MIT)	1. Verde amarelado; 2. Marrom pálido; 3. Não misturado.
56. Cor conferida pela presença de antocianina na parte interna da bráctea ou matiz interna (MAI)	1. Vermelho-escuro; 2. Vermelho-clara embaçado; 3. Vermelho-clara brilhante; 4. Púrpuro-escuro; 4. Púrpuro-clara embaçada; 6. Rosada; 7. Amarelada.
3.2 Características das flores	
56. Porção sem antocianina na base da bráctea (PNC)	1. Maior que 25%; 2. entre 10-25%; 3. Menor que 10%; 4. Cor atenuada; 5. Cor contínua.
57. Cor da base do perigônio (CBP) ³	1. Branco; 2. Creme; 3. Amarelado; 4. Rosado.
58. Presença de antocianina no perigônio (CVP)	1. Ausente; 2. Apenas na parte basal; 3. Com listas; 4. Em todo perigônio.
59. Cor dos lóbulos do perigônio (CLO)	1. Laranja; 2. Laranja amarelada; 3. Amarela; 4. Amarelo-pálida.
60. Relação tépala livre com o perigônio (RTL) ¹	1. Maior que a metade; 2. Metade; 3. Menor que a metade.
61. Cor da tépala livre (CTL)	1. Incolor; 2. Branco-opaca; 3. Amarelada; 4. Rosada.
62. Presença de rugas transversais próximo ao ápice (RTA)	1. Forte; 2. Média; 3. Fraca; 4. Ausente.
62. Forma do apículo da tépala (FAT)	1. Larga; 2. Fina; 3. Ausente.
63. Comprimento do apículo (COA)	1. Menor que 2 mm; 2. Entre 2-4 mm; 3. Maior que 4 mm.

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira

64. Cor posterior do estame (CPE) ¹	1. Branca; 2. Creme; 3. Amarelo-Clara; 4. Amarelo-fosca; 5. Preta (estames abortivos).
65. Cor da antera (CAT)	1. Branca; 2. Marrom-pálida; 3. Creme; 4. Amarela; 5. Rosada; 6. Vermelha ou púrpura; 7. Preta (abortiva).
66. Presença de pólen (POL)	1. Ausente; 2. Esparso (<10 %); 3. Conspícuo (15-25 %); 4. Abundante.
67. Forma do estigma (FOE)	1. Fortemente lobulada; 2. Pouco lobulada; 3. Espatulada. 4. Arredondada.
68. Cor do estigma (CET)	1. Laranja; 2. Laranja-amarelado; 3. Amarelo-clara; 4. Pálida ou creme; 5. Rosado.
69. Forma do estilete (FET) ³	1. Reto e Dobrado; 2. Reto; 3. Dobrado.
70. Presença de antocianina no estilete (ANE)	1. Conspícua; 2. Pouca; 3. Ausente.
71. Tamanho do estilete em relação ao perigônio (ERP) ¹	1. Mais ou menos igual; 2. Muito mais curto.
72. Presença de antocianina no ovário (PAO)	1. Ausente; 2. Tingido variavelmente.

¹ Esses descritores foram retirados das análises devido à ausência de diversidade ou devido a subjetividade para esses caracteres nos genótipos avaliados. ² Novos descritores criados para a caracterização de genótipos. ³ Descritores alterado de SILVA et al. (1999).

Tabela 3. Valores obtidos para cada classe multicategórica, considerando os caracteres da planta (17), do cacho (23) e do coração¹. Cruz das Almas, BA, 2006.

Genótipos	Característica Vegetativa da Planta																
	ROS	TCV	CME	DME	FME	ANT	ALF	FMP	CMP	FFP	TFC	NSC	NIC	NIA	CLM	IGB	FOB
Tropical	2	2	3	2	2	2	3	3	4	4	5	3	3	4	3	1	1
FHIA-18	1	2	3	4	3	2	3	3	4	1	4	3	3	4	3	1	1
NAM	1	2	3	4	3	2	1	3	2	1	1	3	4	4	3	2	3
Thap Maeo	1	4	3	2	2	2	1	3	2	2	1	1	2	3	1	1	1
Pacovan Ken	2	2	1	2	3	2	3	3	2	1	1	3	4	4	3	1	1
Bucaneiro	1	2	1	4	3	2	2	1	2	1	1	1	2	4	1	1	1
Caipira	1	2	3	2	2	2	1	3	2	1	1	2	2	4	3	2	3
FHIA-21	2	2	1	2	3	1	2	5	2	2	1	1	2	2	2	1	1
Garantida	2	3	1	2	1	4	3	3	4	5	5	3	4	4	3	1	1
FHIA-01	1	2	1	4	3	2	2	3	2	1	2	3	3	4	1	1	1
Preciosa	2	2	3	4	3	3	2	3	4	5	5	3	4	4	3	1	1
PA42-44	1	2	3	4	3	1	3	1	2	1	1	2	2	4	3	1	1
Nº Classes	2	4	4	6	4	4	3	4	4	5	5	3	4	4	3	3	3
Nº Classes Obs ² .	2	3	3	3	3	4	3	3	2	5	4	3	3	3	3	2	2

Genótipos	Característica do Cacho																							
	CJU	PUB	FLX	SEC	TAP	FAP	FES	FRE	CCQ	CPQ	CCM	ECA	ADE	FRA	CPM	CPO	ARO	SAB	ACD	CNF	ATI	FCA	RBP	RFP
Tropical	1	2	1	3	1	1	4	3	3	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	4	5
FHIA-18	1	2	2	2	2	1	4	3	3	1	2	1	2	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1
NAM	1	2	3	3	1	2	2	1	3	3	3	2	2	3	6	2	1	2	3	1	4	3	4	3
Thap Maeo	1	2	1	3	1	2	4	3	3	3	3	2	2	3	6	2	2	2	1	1	1	3	4	5
Pacovan Ken	1	4	2	1	1	1	4	3	3	3	2	1	2	1	4	2	2	2	3	1	1	1	4	5
Bucaneiro	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1	3	2	4	4
Caipira	3	2	2	3	1	2	2	1	3	1	3	2	1	3	4	1	2	2	3	1	3	3	4	4
FHIA-21	1	2	2	1	1	1	2	3	3	3	3	2	1	3	6	2	2	2	1	3	1	1	4	5
Garantida	1	4	2	1	1	1	4	3	3	3	2	1	2	6	1	2	2	1	1	1	1	3	4	5
FHIA-01	1	2	2	1	1	1	4	3	2	2	2	1	2	6	2	3	2	3	1	1	3	4	4	
Preciosa	1	4	2	1	1	1	4	3	2	1	2	1	1	2	4	2	2	2	3	1	1	3	4	5
PA42-44	1	3	2	1	1	1	4	3	3	1	2	1	1	2	4	2	2	2	3	1	1	3	1	1
Nº Classes	3	5	3	3	3	4	4	3	6	3	7	3	2	3	6	3	3	4	3	4	4	3	4	5
Nº Classes Obs.	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	4	2	3	1	2	2	3	3	2	4

Genótipos	Características do coração e flores masculinas																			
	FVC	IMB	APB	MIT	MAI	PNC	CBP	CVP	CLO	CTL	RTA	FAT	COA	CAT	POL	FOE	CET	FES	ANE	ANO
Tropical	1	3	4	3	3	2	3	1	3	2	1	2	2	2	3	2	4	2	3	1
FHIA-18	5	1	5	3	3	3	3	1	3	2	1	1	2	3	2	2	3	1	1	1
NAM	1	3	1	3	2	3	3	1	2	2	2	2	1	5	2	2	3	2	3	1
Thap Maeo	1	3	5	3	1	5	4	3	2	2	3	3	4	6	1	1	3	3	2	2
Pacovan Ken	1	3	4	3	3	5	3	1	3	2	1	1	3	3	3	1	2	2	2	2
Bucaneiro	1	3	2	3	2	5	3	1	3	2	3	1	1	2	3	4	2	2	1	1
Caipira	1	3	5	2	3	3	3	1	2	1	2	2	2	3	3	4	2	1	2	1
FHIA-21	3	4	1	3	1	5	3	1	2	3	1	2	1	5	3	1	3	2	1	1
Garantida	4	3	4	3	3	5	3	1	3	3	1	2	2	2	3	1	2	1	1	1
FHIA-01	3	2	5	3	3	5	3	3	3	2	1	2	2	3	2	2	3	1	2	1
Preciosa	1	3	4	3	3	5	3	1	3	2	1	2	3	5	3	1	2	2	2	2
PA42-44	5	1	4	3	3	1	3	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2	2	1	1
Nº Classes	5	4	5	3	7	5	4	4	4	4	4	3	3	7	4	4	5	3	3	2
Nº Classes Obs.	4	4	4	2	3	4	2	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2

¹ Descritor observado apenas para um genótipo, estão identificados por um retângulo. ² Número de classes observadas.

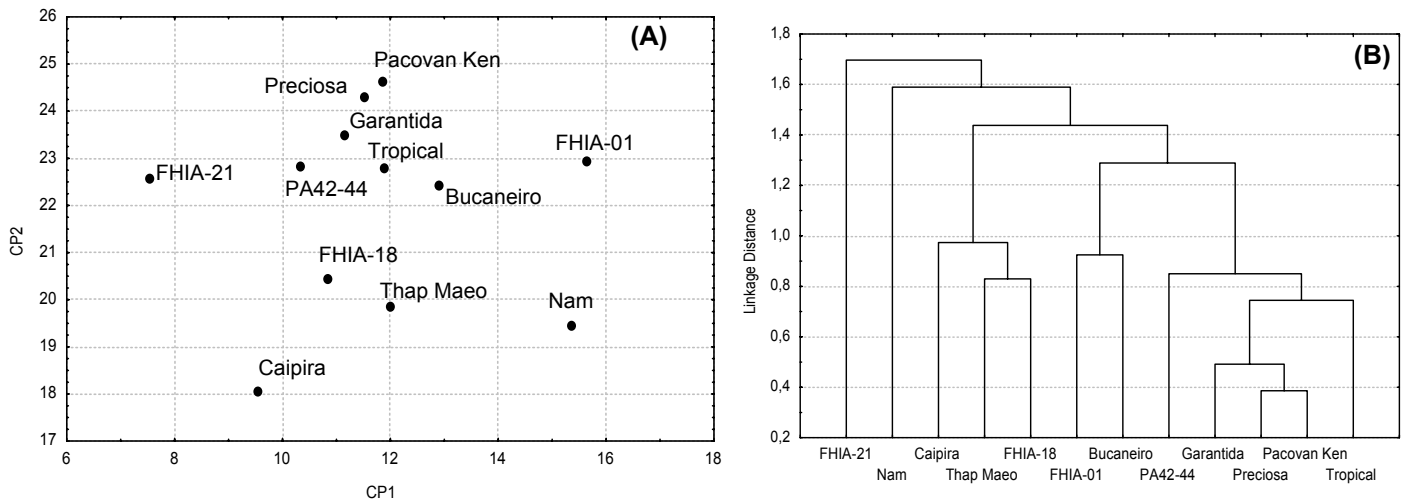


Figura 2. Distribuição dos 12 genótipos de bananeira ao longo dos dois componentes principais (A) e o dendrograma (B) Cruz das Almas, BA, 2006.

Tabela 4. Dados da herdabilidade média (h_m^2) das características quantitativas e dos três componentes principais (CP) em genótipos de bananeira em dois ciclos de produção. Cruz das Almas, BA, 2006.

Características Avaliadas	Autovetores Associados			
	h_m^2	CP1	CP2	CP3
Altura de Planta-m	0,93	0,2660	0,2419	0,3224
Diâmetro Pseudocaule- cm	0,88	0,4111	0,0275	-0,0123
Nº de dias até Colheita	0,88	0,3589	-0,1189	0,0621
Comprimento do Engaço- mm	0,92	0,3961	0,1471	-0,0363
Diâmetro do Engaço- mm	0,92	0,4222	0,1044	0,0302
Número de Frutos	0,96	0,3253	-0,3081	0,0466
Peso do Cacho- kg	0,90	0,4135	0,0572	-0,1559
Peso Médio do Fruto-g	0,96	-0,0246	0,4700	-0,1089
Comprimento do Fruto (1ª penca)-cm	0,97	0,0226	0,4066	-0,4276
Comprimento do Fruto (última penca)-cm	0,95	-0,0269	0,4098	-0,4052
Diâmetro do fruto (1ª penca)-mm	0,82	0,0084	0,3322	0,5439
Diâmetro do fruto (última penca)-mm	0,87	-0,1327	0,3626	0,4567
Variância (%)	-	42,09	35,16	13,13
Variância Acumulada (%)	-	42,09	77,25	90,38

Tabela 5. Características avaliadas de 12 genótipos de bananeira em dois ciclos de produção em Cruz das Almas, BA, 2006.

GENÓTIPO ¹	Características avaliadas ³											
	ALP	DPC	NDC	CEG	DEG	NDE	PEC	PMD	CFR1	CFR2	DFR1	DFR2
Tropical	3,20b	25,78b	811,15c	44,00b	58,55c	108,40e	17,21c	147,48c	15,85c	14,35b	40,45a	39,20a
FHIA-18	2,39d	19,75c	802,86c	39,18c	56,55c	123,09d	16,75c	127,37d	16,41c	14,45b	36,00b	34,91b
Nam	3,41a	30,62a	978,58a	54,67a	67,25a	196,67a	20,68b	94,60e	14,00d	12,50c	36,08b	33,42c
Thap Maeo	2,87c	21,55c	869,08b	43,92b	55,00c	164,75b	17,89c	102,83e	13,42d	11,63c	38,46a	36,42b
Pacovan Ken	3,44a	20,75c	788,57c	49,07b	61,64b	86,29f	18,14c	198,97a	18,50b	16,50a	40,36a	38,86a
Bucaneiro	2,80c	22,88c	888,13b	46,50b	62,75b	141,38c	22,08b	146,53c	19,44a	18,00a	37,31b	35,63b
Caipira	2,33d	16,29d	849,73b	34,13c	47,73d	120,80d	12,64d	90,82e	12,87d	11,20c	34,67b	33,53c
FHIA-21 ²	2,35d	17,16d	457,56d	37,67c	41,33e	58,33g	10,17d	160,90c	19,11a	18,33a	36,00b	36,02b
Garantida	3,45a	19,99c	842,95b	46,20b	55,90c	80,30f	14,82c	172,03b	17,65b	17,15a	38,25a	37,85a
FHIA-01	3,15b	30,56a	1048,50a	56,42a	69,42a	141,00c	26,96a	175,98b	20,33a	17,92a	36,25b	34,08c
Preciosa	3,54a	21,94c	706,18c	47,35b	59,47c	85,94f	16,52c	174,65b	19,18a	17,47a	39,35a	38,12a
PA42-44	2,48d	20,06c	899,80b	36,75c	55,90c	84,95f	15,54c	167,44b	17,60b	16,55a	39,60a	38,10a
CV(%)	16,90	26,30	20,09	16,51	13,03	26,36	28,02	19,18	11,06	15,37	8,59	8,04

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não difere entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. ²Dados apenas do 2º Ciclo. ³Altura de planta (ALP), Diâmetro do pseudocaule (DPC), Dias do plantio a colheita (DPC), Comprimento do engaço (CEG), Diâmetro do engaço (DEG), Número de frutos (NDF), Peso do cacho (PCA), Peso médio dos frutos (PMF), Comprimento do fruto da segunda penca (CFR1) e da última (CFR2) e Calibração Lateral da primeira penca (DFR1) e da última (DFR2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.J.; OLIVEIRA, M.A. Práticas culturais. In: Alves, e. (org). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindústrias**. 2ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CNPMPF, 1999, p.335-352.
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA. IN: ALVES, E.J. (org). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CNPMPF, 1999. p.197-260.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>. Acessado em 02 de janeiro de 2006.
- CARVALHO, P.C.L. Estabelecimentos de descritores botânico-agronômico para caracterização de germoplasma de banana (*Musa* spp.). Dissertação de Mestrado: Cruz das Almas-BA:Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, 174p. 1995.
- CRUZ, C.D. **Princípio da genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005, 394p.
- CRUZ, C.D. **Programas GENES-versão Windows 2005.6.1**. Viçosa: UFV, 2001, 642p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003, 585p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997, 390p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1993, 126p. (Boletim de Pesquisa, 7).
- FAO. **FAO statistical databases: agricultural production: crops primary: Brazil: bananas**. Disponível em://apps.fao.org/page/collections. Acessado em 10 de junho de 2005.
- GUERREIRO FILHO, O.; FAZUOLI, L.C.; AGUIAR, A.T.E. Cultivares de *Coffea arabica* selecionadas pelo IAC: características botânicas, ecnológicas, agronômicas e descritores mínimos. **O Agrônomo**, Campinas, v.55, n.2, p.34-37, 2003.
- GUIMARÃES, C.T.; PADILHA, L.; SOUZA, I.R.P.; PAIVA, E. **“Fingerprinting” Molecular de linhagens de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 92).
- IPGRI- *International Plant Genetic Resources Institute*. **Descriptors for banana (*Musa* spp.)**. Roma: IPGRI, 1996, 55p.
- NOME, S.F. Aspectos técnicos de la producción de materiales de sanidad controlada. In: PAGLIANO, D. (Coord.). **Calidad genética y sanitaria: un instrumento para la competitividad de la cadena Agroindustrial**. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1999, p.29-36.

NSABIMANA, A.; STADEN, J. Characterization of the banana germoplasma collection from Rubona-Rwanda. **Scientia Horticulturae**, v.107, p.58-63, 2005.

ORTIZ, R. Morphological variation in *Musa* germplasm. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.44, n.393-404, 1997.

ORTIZ, R.; MADSEN, S.; VUYLSTEKE, D. Classification of African plantain landraces and banana cultivars using a phenotypic distance index quantitative descriptors. **Theor Appl Genet**. v.96, p.904-911, 1998.

PERSSON, H. **Estimating Genetic Variability in Horticultural Crop Species at Different Stages of Domestication**. 2001, 37p. Tese (Doutorado), *Swedish University of Agricultural Sciences*, 2001.

PRIOLLI, R.H.G.; MENDES-JUNIOR, C.T.; ARANTES, N.E.; CONTEL, E.P.B. Characterization of Brazilian soybean cultivars using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.25, n.2, p.185-193, 2002.

RADMANN, E.B.; OLIVEIRA, R.P. Caracterização de cultivares apirênicas de citros de mesa por meio de descritores morfológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.38, n.9, p.1123-1129, set. 2003.

RESENDE, J.C.F. **Melhoramento de bananeira (*Musa* spp.) utilizando indução de mutação com raios gamas e variação somaclonal para redução de altura de planta**. 2005. 155p. Tese (Doutorado em Ciências)- Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2005.

SALGADO, K.C.C.; VIEIRA, M.G.G.C.; PINHO, E.V.R.V.; GUIMARÃES, C.T. Certificação de pureza genética em sementes híbridas de milho por meio de marcadores morfológicos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.232-238, 2001.

SHEPHERD, K. **Contagem de cromossomos**. Cruz das Almas-BA: EMBRAPA-CNPMF, 1984.

SHEPHERD, K. **Taxonomia e caracterização de cultivares de banana**. Cruz das Almas, BA: Embrapa CNPMF, 1984. 5p.

SILVA, S.O.; GASPAROTTO, L.; MATOS, A.P.; CORDEIRO, Z.J.M.; FERREIRA, C.F.; RAMOS, M.M.; JESUS, O.N. **Banana Breeding Program in Brazil - Recent Results**. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 39p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Documento 122).

SILVA, S.O.; FLORES, J.C.O.; LIMA NETO, F.P.L. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.11, p.1567-1574, nov.2002.

SILVA, S.O.; ROCHA, S.A.; ALVES, É.J.; CREDICO, M.D.I.; PASSOS, A.R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.2, p.161-169, agosto 2000.

SILVA, S.S.; CARVALHO, P.C.L.; SHEPHERD, K. ALVES, E.J.; OLIVEIRA, C.A.P.; CARVALHO, J.A.B.S. **Catálogo de germoplasma de bananeira (*Musa* spp.)**. Cruz das

Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 152p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Documentos, 90).

SIMMONDS, N. W. **Los plátanos**. Barcelona: Blume, 1973, 539p.

SIMMONDS, N.W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origin of the cultivated bananas. **The Botany Journal of Linnean Society of London**, london, v.55, n.359, p.302-312, 1955.

STATGRAPHICS. **Statgraphics Plus for Windows v. 4.0**: User manual. Illinois: Manugistics Inc., 2002.

STAUB, J.E.; GABERT, A.; WEHNER, T. C. Plant variety protection: A consideration of genetic relationships. **HortScience**, v.31, n.7, p.1086-1091, Dezembro 1996.

WONG, C.; KIEW, R.; ARGENT, G.; SET, O.; LEE, S. K.; GAN, Y.Y. Assessment of validity of the sections in *Musa* (Musaceae) using AFLP. **Annals of Botany**. v.90, p.231-238, 2002.

CAPÍTULO III

FINGERPRINTING DE VARIEDADES ELITES DE BANANEIRA

Fingerprinting de variedades elites de bananeira¹

Onildo Nunes de Jesus², Terezinha Rangel Câmara³, Cláudia Fortes Ferreira⁴, Sebastião de Oliveira e Silva⁴, Kátia Nogueira Pestana⁵, Taliane Leila Soares⁶

¹Capítulo da dissertação de mestrado em Melhoramento Genética de Plantas, UFRPE, Recife-PE

²Engenheiro Agrônomo (UFBA), Bolsista da CAPES, Mestrando em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas” da UFRPE. E-mail: onildonunes@yahoo.com.br ³Professora Adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco, E-mail: tkrcamara@bol.com.br ⁴Engenheira Agrônoma, DSc. Pesquisadores da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. E-mail: claudiaf@cnpmf.embrapa.br ⁵Engenheira Agrônoma, DSc. Pesquisador da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. E-mail: claudiaf@cnpmf.embrapa.br ⁶Estudante de Agronomia (UFBA), ⁵Bolsista do PIBIC, *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. ⁶Engenheira Agrônoma, Bolsista da CAPES, Mestranda em Ciências Agrárias da UFBA, E-mail: talialeila@hotmail.com

RESUMO

A maioria dos cultivares de bananeira utilizados no Brasil apresentam suscetibilidade a uma ou mais das principais pragas e doenças que afetam a cultura. A Embrapa tem nos últimos anos desenvolvido variedades com boas características agronômicas e resistente às principais pragas e doenças. Face a reprodução vegetativa da espécie é grande a preocupação em caracterizar estes genótipos para registro e ou proteção das cultivares, permitindo assim, controle sobre a multiplicação e comercialização. Para tanto, descritores homogêneos quanto as características genéticas, independente do estágio de desenvolvimento da cultura e estáveis ao longo de gerações sucessivas, são de grande importância. Nessa categoria, inserem-se os descritores moleculares como uma ferramenta importante para a caracterização da espécie. O objetivo desse trabalho foi caracterizar genótipos de bananeira recomendados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical por meio dos marcadores RAPD e microssatélites. Foram utilizados 47 *primers* de RAPD e 37 *primers* de microssatélites. No geral, as duas técnicas não diferiram nos resultados de agrupamento em triplóides e tetraplóides de bananeira, indicando que ambas as técnicas podem ser usadas isoladas ou em conjunto para maior caracterização genética das cultivares. No entanto, a capacidade discriminatória dos microssatélites aliada a sua maior repetibilidade, foi superior à dos RAPD's, possibilitando identificar oito variedades que apresentaram um padrão de banda único para os genótipos avaliados com apenas dois *primers*. Desta forma, os marcadores microssatélites permitiram dar os primeiros passos na criação de um banco de dados genético para cada cultivar lançada.

Palavras-chave: *Musa* spp., certificação genética, proteção de cultivares, *fingerprinting*, melhoramento, marcadores moleculares, poliploidia.

Fingerprinting of elite banana varieties

ABSTRACT

Most banana cultivars used in Brazil are susceptible to main pests and diseases. However, research towards banana breeding focused on these problems are being undertaken. Many varieties with good agronomic characteristics and resistance to main pests and diseases have been released by Embrapa Cassava and Tropical Fruits in the last 25 years. With this regard, the characterization of these varieties for registration and/or protection, enabling the control over the multiplication and commercialization, due to the species vegetative mode of reproduction, has gained great concern, being necessary the adoption of a more accurate mode of characterization. Therefore, the use of homogeneous descriptors regarding genetic characteristics, regardless of the stage of development of the crop, and that are stable throughout successive generations, is of great importance. In this category, molecular descriptors can be mentioned as an important tool for species characterization. The objective of this work was to characterize banana genotypes being recommended by Embrapa Cassava and Tropical Fruits using RAPD and microsatellite markers. Forty-eight RAPD primers and 37 microsatellite primers were used. In general, both techniques did not differ in the cluster analysis (triploids and tetraploids), indicating that both techniques can be used to provide greater genetic information of the species. However, the discriminatory capacity of the microsatellite markers, combined with its repeatability, demonstrated superior results when compared to the RAPD markers, enabling the identification of eight varieties that presented a unique band pattern for the genotypes tested with only two primers, also setting out the first steps towards the establishment of a genetic data bank of each variety being released.

Key-words: *Musa* spp., genetic certification, variety protection, *fingerprinting*, breeding, molecular markers, poliploidy.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa spp.*) é cultivada de norte a sul do país e a grande maioria dos bananicultores são pequenos agricultores que utilizam esta fruteira como fonte de alimentação e renda. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana, perdendo apenas para a Índia, com uma produção estimada de 6,5 milhões de toneladas e área colhida de 485 mil hectares (FAO, 2005). A exportação no Brasil, foi na ordem de 212 mil toneladas e representado cerca de 33 milhões de dólares (Brasil, 2006).

Os principais cultivares de bananeira usados no Brasil apresentam baixa produtividade e suscetibilidade às principais pragas da cultura. No entanto, novos cultivares de bananeira vem sendo produzidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, resultando na recomendação de algumas variedades com resistência genética às sigatokas e mal-do-Panamá.

Com o surgimento de novas cultivares, teve início a preocupação em caracterizar geneticamente estes genótipos para registro e ou proteção, permitindo assim, o controle sobre sua multiplicação e comercialização (Bonamico et al., 2004; Priolli et al., 2002). O desenvolvimento de novas cultivares é um processo caro, para mantê-lo em funcionamento as instituições de pesquisas tem buscado recursos na proteção de cultivares, que lhes dá direito sobre a comercialização das variedades recomendadas. No Brasil, essa proteção está amparada na lei de nº 9.456, de 1997, que instituiu a proteção de cultivares, reconhecendo a propriedade intelectual e os direitos ao titular de materiais genéticos protegidos. Antes da aprovação da Lei de Proteção de Cultivares (LPC), o melhorista não tinha direitos legais sobre a cultivar que tinha criado. A LPC assegura a seu titular o direito à reprodução comercial da cultivar no território brasileiro, ficando vedados a terceiros, durante o prazo de proteção, a produção com fins comerciais e o oferecimento à venda ou à comercialização do material de propagação do cultivar sem sua autorização. Com isso, espera-se que a Instituição possa recolher os devidos *royalties* (Brasil, 1998).

Assim, torna-se necessária a caracterização de forma precisa do cultivar, com aplicação de descritores homogêneos quanto a sua expressão em cada estágio de desenvolvimento e ao longo dos ciclos (Carvalho et al., 2003).

Os melhoristas ao longo dos anos têm utilizado características morfológicas e bioquímicas para registrar e proteger suas variedades. Entretanto, embora o emprego destas metodologias seja importante, há limitações em casos de cultivares aparentados (Priolli et al., 2002), principalmente no caso do programa de melhoramento de bananeira da Embrapa, onde se usa um pequeno número de genótipos femininos muito próximos geneticamente. Associado a isso, estes descritores são influenciados pelo ambiente, são complexos nas suas interações alélicas (Lombard et al., 1999) e constituem uma base pobre para medir a identidade por apresentarem uma medida indireta da composição genética do material (Binneck et al., 2002).

De uma forma diferente, os descritores de DNA, apresentam a vantagem de representarem o genótipo, mantendo consistência nos resultados, evitando o problema da avaliação dos dados e da expressão do fenótipo (Wünsch & Hormaza, 2002). A possibilidade de acessar a variabilidade genética diretamente em nível de DNA, vem fazendo com que, cada vez mais, sejam disponibilizadas técnicas precisas que possam vir a auxiliar o processo proteção intelectual de materiais genéticos (Padilha et al., 2002).

O marcador molecular do tipo RAPD (Polimorfismo do DNA Amplificado ao Acaso), consiste em utilizar *primers* de seqüência arbitrária para dirigir reações de amplificação. Tal artefato da técnica oferece a oportunidade de gerar grande quantidade de polimorfismo de fragmentos de DNA oriundos de diferentes partes espalhados por todo o genoma (incluindo regiões de DNA repetitivo), permitindo assim que possam ser usados no *fingerprinting*, distinguindo divergências mínimas entre espécies ou clones ou dentro destes. (Brammer, 2000). Porém, essa técnica apresenta o inconveniente da baixa repetibilidade, a conversão desta técnica em marcadores do tipo SCAR (*Sequence Characterized Amplified Regions*),

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira numa segunda etapa, possibilita contornar esse problema (Carvalho et al., 2003).

Alternativamente, os microssatélites, ou SSR's (*Simple Sequence Repeats*), são seqüências curtas de DNA consistindo de mono, di, tri ou tetranucleotídeos repetidas em tandem e são marcadores altamente polimórficos, altamente informativos e cada indivíduo pode apresentar um *fingerprinting* único (Decroocq, et al., 2004). Os locos SSR's parecem ser somaticamente estáveis, possuem expressão co-dominante, são multialélicos, sendo ideais, para a identificação e discriminação de genótipos (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

Os marcadores dos tipos SSR e RAPD, tem sido amplamente utilizados como ferramentas para a identificação e caracterização de variedades. Existem vários trabalhos na literatura objetivando a caracterização e identificação varietal de genótipos utilizando essas técnicas em bananeira (Creste et al., 2001; Creste et al., 2003; Paz, 2000; Pillay et al; 2000; Crouch et al., 1998). Assim, o uso de marcadores baseados em DNA pode ser empregada para comprovar a identidade de uma cultivar que tenha sido registrada com base apenas em descritores morfológicos (Nielsen & Lovell, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar molecularmente genótipos elites e recomendados de bananeira por meio de marcadores RAPD e microssatélites.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram caracterizadas molecularmente, 14 variedades de bananeira adaptadas, desenvolvidas e recomendadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, que pertencem a diferentes grupos genômicos, bem como possuem resistência variada a diferentes pragas e doenças (Tabela 1).

A extração de DNA foliar foi realizada no Laboratório de Virologia e Biologia Molecular da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. O DNA foi extraído de folhas

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira jovens seguindo a metodologia descrita por Doyle e Doyle (1990). A avaliação da quantidade e qualidade do DNA foi efetuada mediante análise comparativa das amostras em gel de agarose 0,8%, corado com brometo de etídio ($0,5 \mu\text{g mL}^{-1}$). As amostras foram diluídas em água ultrapura e foram padronizadas em $10 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ para serem utilizadas nas análises de microssatélites e RAPD. As reações de amplificação via RAPD foram conduzidas de acordo com os procedimentos descritos por Williams et al. (1990). As bandas de DNA foram visualizadas sob luz ultravioleta e as imagens captadas pelo sistema Kodak Digital de fotodocumentação e as fotos armazenadas em computador.

As reações de amplificação via SSR's foram completadas para o volume final de 25 μL , contendo: KCl 50 mM, Tris-HCl 10 mM (pH 8,3), MgCl_2 2,4 mM, 100 mM de cada um dos dNTPs (dATP, dTTP, dGTP, dCTP), 0,2 mM de *primer*, 50 ng de DNA e uma unidade de *Taq* polimerase (Pharmacia Biotech, EUA). Os *primers* foram cedidos pelo Laboratório de Biologia Molecular do CENA-USP, em Piracicaba –SP e pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília-DF. As amplificações foram realizadas em termociclador BioRAD My-Cycler Thermo Cycler e cada *primer* foi testado conforme a temperatura de anelamento sugerida pelo fabricante, seguido de um programa de touchdown com os seguintes ciclos: um ciclo a 94°C por 3 minutos, 10 ciclos a 94°C por 40 segundos, 40 segundos em touchdown de 65°C com diminuição de 1°C a cada ciclo, 72°C por um minuto, 24 ciclos a 94°C por 40 segundos, 55°C por 40 segundos, um ciclo de 72°C por 4 minutos e um ciclo a 4°C até a retirada do termociclador.

Após a montagem das placas o gel poliacrilamida (5%) foi aquecido por 45 min. a 45 W até a temperatura de 45°C . Os DNAs amplificados foram desnaturados por 5 min. a 95°C em 5 μL de tampão desnaturaste e colocadas imediatamente em gelo. Em seguida foi aplicado 8 μL de cada amostra no gel e feito uma corrida a 80 W durante 90min. Posteriormente foi conduzida a coloração com prata e após a revelação, os géis foram colocados para secar

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira durante 24 h e posteriormente foram escaneados e as imagens captadas e armazenadas em computador. O preparo gel de poliacrilamida (5%), montagem das placas e revelação com prata encontram-se em Creste, (2002).

Os produtos das ampliações foram computados como ausência (0) e presença de bandas (1) para as 14 variedades elites avaliadas. A dissimilaridade entre os genótipos foi calculadas pelo coeficiente de dissimilaridade de Jaccard. O calculo da dissimilaridade foi feita utilizando o programa GENES (Cruz, 2001), que gerou as matrizes de distância genética entre todas as variedades. A partir da matrizes e com o auxílio do programa STATISTICA (Statistica, 2002) foram gerados agrupamentos pelo método da média aritmética não ponderada (UPGMA), com 1000 simulações expressos na forma de dendrogramas.

Capacidade dos microssatélites na detecção da pureza varietal

Com o intuito de demonstrar a eficiência dos marcadores microssatélites na detecção de DNA estranho (contaminantes) em lotes de mudas de bananeira, foi efetuado uma simulação misturando-se diferentes concentrações de DNA exógeno seguindo as quantidades mostrada na Tabela 6. Nesta simulação a amostra 1('Tropical') cujo padrão de banda já é conhecido, foi submetida a duas condições de amplificação utilizando o *primer* AGMI 24-25. Em ambas as condições, a cultivar Tropical foi mantida como genótipo predominante no lote. No primeiro tratamento (T₁), a variedade Tropical foi misturada com diferentes quantidades de DNA da amostra 8 ('Prata Graúda') e no segundo tratamento (T₂) a variedade Tropical foi misturada com quantidades de DNA das amostras 6 ('Caipira') e a amostra 8 ('Prata Graúda') como duas fontes de contaminação. Nesta situação, volumes iguais das duas amostras foram misturados e retiradas alíquotas conforme a Tabela 5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados 47 *primers* de RAPD que produziram um total de 328 bandas evidentes. Dessas, 328 bandas, 82 monomórficas e 246 polimórficas foram utilizadas para as análises. A média de bandas polimórficas por *primer* foi de 5,35. Os *primers* OPA-05 e OPAA-12 geraram o maior número de bandas polimórficas, 14 e 16, respectivamente. O menor número de bandas polimórficas oscilou entre um para os *primers* OPE-10, OPF-G-17 e OPE-08 e dois, para os *primers* OPB-06, OPI-03, OPH-14 e OPH-16.

Para as análises com microssatélites testou-se 34 *primers*. Destes, 20 produziram bandas evidentes e foram utilizadas nas análises. Sete *primers* apresentaram bandas não evidentes, três apresentaram falha na amplificação na maioria dos genótipos, três *primers* não geraram produtos de amplificação e apenas um *primer* apresentou bandas monomórficas.

A análise de agrupamento para ambas as técnicas está ilustrada na Figura 1. Pode-se observar que de forma geral, não houve muitas diferenças nos agrupamentos gerados pelos marcadores RAPD e os de SSR's, quando analisados os dados separadamente, o que já era esperado, por ambos mostrarem a variabilidade a nível de DNA. Os dendrogramas mostraram claramente a separação dos grupos (triplóides e tetraplóides), e a confiabilidade dos dados e consistência das bifurcações (*bootstrapping*), foram constatados pelos altos valores do *bootstrap* (Tabela 3). Ambas as técnicas apresentaram valores alto de *bootstrap* (acima de 50%) para a maioria dos grupos formados. De maneira geral, houve uma maior consistência das bifurcações quando as cultivares foram analisados com microssatélites.

Os valores altos de *bootstrap* demonstram que os marcadores RAPD foram capazes de separar nitidamente as variedades segundo o grau de ploidia e os grupos genômicos. No primeiro grupo, compreendendo todos os genótipos portadores do genoma A, e no segundo grupo, os genótipos portadores do genoma AB, incluindo nesse último, todos os híbridos tetraplóides avaliados. O primeiro grupo incluiu as variedades Nam (AAA), Caipira (AAA) e

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira Bucaneiro (AAAA). O segundo grupo incluiu as variedades Thap Maeo (AAB) e os híbridos tetraplóides AAAB, representados pelos cultivares FHIA-01, FHIA-02, FHIA-18, FHIA-21, Garantida, Preciosa, Pacovan Ken, Prata Graúda, Tropical e o híbrido PA42-44.

Os marcadores microssatélites revelaram comportamento semelhante aos apresentados pelos marcadores RAPD em relação à separação de acordo com o grupo genômico, nível de ploidia e origem dos híbridos, porém, FHIA-21, ficou separado dos demais genótipos AAAB. Resultado semelhante foi obtido por Bhat et al., (1995) trabalhando com marcadores RFLP e RAPD e Howell et al., (1994) trabalhando com nove *primers* RAPD.e por Creste, (2002), que avaliou cultivares e híbridos de bananeira por meio de marcadores microssatélites conseguindo separar os genótipos segundo o nível de ploidia, grupo genômico e subgrupos.

Esta classificação, assim obtida, se assemelha à caracterização morfológica, que separa a FHIA 21 dos demais genótipos por ser do subgrupo Terra (Plátano). Cultivares deste subgrupo, apresentam frutos compridos com quininas evidentes, polpas rosadas e consistentes, ideais para o consumo cozido ou frito (Moreira, 1999). Os demais genótipos AAAB são tipo Prata ou Maçã e mais adequados para consumo in natura.

Como era de se esperar, os híbridos tetraplóides Garantida, Preciosa e Pacovan Ken respectivamente, resultantes dos cruzamentos dos cultivares (AAB) Prata São Tomé e Pacovan e com o genitor masculino diplóide (AA) M53, ficaram agrupados. Vale ressaltar que os cultivares Preciosa e Pacovan Ken são irmãos completos e que a ‘Pacovan’ é uma mutação da ‘Prata’ intensificando assim o grau de parentesco entre os genótipos. Morfologicamente existem poucas diferenças entre essas três variedades.

O resultado da amplificação com 22 *primers* via RAPD, reforça ainda mais a alta similaridade genética desses cultivares (Figura 2) . Foi possível verificar que apenas o cultivar Preciosa apresentou bandas características, enquanto a Garantida e a Pacovan Ken não diferiram para alguns *primers* avaliados. Creste et al., (2003), trabalhando com marcadores

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira SSR's e como no presente estudo, também encontrou dificuldade em discriminar tais genótipos. O arranjo dos dendrogramas alocando variedades com origem comum, como os do mesmos subgrupos, é perfeitamente justificado pelos altos níveis de similaridade genética observados (Creste et al., 2003).

A identificação de cultivares utilizando marcadores do tipo RAPD é bastante divulgada em trabalhos de caracterização molecular (Sawazaki, et al., 2002; Bianchi et al., 2003; This et al., 1997; Crochemore et al., 2004). Em alguns casos ela é baseada na seleção de bandas e *primers* (Binneck et al., 2002). Neste trabalho os cultivares FHIA-18, Caipira, FHIA-21 foram identificados com o *primer* OPH-04. A Caipira foi também identificada com OPC-08, enquanto os genótipos Caipira, FHIA-02, FHIA-21 e Nam tiveram sua identificação com o *primer* OPO-02 (Figura 3).

Os primers de microssatélites, AGMI 24-25; Ma 3/103; STMS 1FP-1RP e Ma 1/24 permitiram a identificação dos cultivares Bucaneiro, Caipira, FHIA-0, FHIA-18, FHIA-21, Tropical, PA42-44 e Nam (Figuras 4). O *primer* AGMI 24-25 é também mencionado por Kaemmer et al., (1997) na identificação genótipos com o genoma B. Tal fato, foi confirmado nos trabalhos de Creste et al., (2003) e no presente trabalho. No entanto, os cultivares Terra (AAB) Creste et al., (2003) e FHIA 21 (AAAB) no presente trabalho, que são plátanos, não apresentaram o alelo de identificação produzido pelo *primer* AGMI 24-25. De forma similar, o *primer* Ma 1/103 também identificou alelos característicos do genoma B, não demonstrando a presença desses alelos no plátano Terra (Creste et al, 2003) e plátano FHIA-21 no presente estudo.

O tamanho dos alelos observados variou de 100 a 500 pb e o número de alelos variou entre 4 e 10. De maneira geral, as variações no tamanho (pb) dos alelos foram diferentes do observado por Creste et al., (2003), que por sua vez, diferiram dos resultados de Kaemmer et al., (1997) embora tenham utilizado os mesmos marcadores. Esta discrepância pode ser

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira devida às condições de desnaturação durante a eletroforese, às diferenças na composição de bases e ao tipo de marcador de peso molecular (*ladder*) Testolin et al. (2000) .

Com os *primers* AGMI 24-25 e STMS 1FP-1RP, nove genótipos foram discriminados. Desses, sete o foram pelas diferentes bandas de alelos produzidas pelo *primer* AGMI 24-25, isso indica sua alta capacidade discriminatória e também reforça a sua característica multialélica (Figura 4).

A superioridade dos SSR's em relação ao RAPD pode ser demonstrada, pela sua capacidade de identificar sete dos quatorze genótipos avaliados com o padrão de bandas gerado por um único *primer*, o AGMI 24-25. Creste, (2002), trabalhando com os mesmos *primers*, conseguiu uma discriminação de 83% dos genótipos avaliados. Não foram produzidas bandas características para os genótipos Preciosa, Garantida, FHIA-02. Todavia, a caracterização destas variedades pode ser complementada com as informações dos *primers* de RAPD. Os *primers* de RAPD e SSR's foram capazes de formarem um *fingerprinting* para as demais variedades elites de bananeira estudadas (Tabela 4).

A simulação de contaminação em lotes de muda de bananeira é mostrado na Figura 5. Observa-se que o emprego do *primer* AGMI24-25 como marcador, permitiu observar variações mínimas presentes no DNA. Tanto no tratamento T₁ como no T₂, este *primer* foi capaz de identificar todos os alelos das amostras utilizadas como contaminantes. No entanto, quando se analisa a intensidade das bandas, nota-se que a visualização melhor ocorre quando temos um volume de 1,5 µL (30%) do DNA contaminante ou da amostra padrão (amostra 1).

Como pode ser observado, embora com baixa visibilidade, foi possível detectar o DNA da 'Tropical' em um volume de 0,5 µL (10%). Assim sendo, com uma reação de 25 uL contendo uma massa final de 50 ng de DNA, o *primer* é capaz de amplificar um DNA específico que esteja presente em uma quantidade de 5 ng. Esse resultado indica a alta especificidade da técnica de SSR na detecção de qualquer vestígio mínimo de DNA exógeno

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira ou contaminante. Tal fato está relacionado a especificidade dos iniciadores que são construídos para uma região específica do genoma, amplificando mesma em quantidades mínimas de DNA (Ramos, 2004).

De posse desse resultado, verifica-se que a técnica é confiável quando se busca identificar a pureza varietal nas amostras analisadas. Vários trabalhos reportam a utilização dos marcadores moleculares para identificação de pureza genética (Ramos, 2004; Padilha et al., 2003; Priolli et al., 2002).

CONCLUSÕES

As análises de RAPD e SSR conseguiram separar 14 variedades segundo os grupos genômicos e o nível de ploidia para a maioria dos genótipos avaliados.

As cultivares Garantida, Preciosa e Pacovan Ken, apresentaram uma alta similaridade genética para ambos marcadores.

Os *primers* AGMI24-25 e STMS 1FP-1RP apresentaram a maior capacidade de discriminar a maioria dos genótipos avaliados.

Mediante ao uso de marcadores de DNA é possível obter um *fingerprinting* de variedades de banana.

O *primer* AGMI 24-25 mostrou-se eficiente em discriminar todos os alelos de cada genótipos quando misturados, indicando ser uma ferramenta importante em detectar a pureza varietal de cultivares de bananeira.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal Rural de Pernambuco, aos técnicos do Laboratório de Virologia e Biologia Molecular da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ao CENA-USP, à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia à CAPES e à FAPESB pelo apoio recebido na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHAT, K.V.;JARRET, R.L.; RANA, R.S. DNA profiling of banana and plantain cultivars using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) and Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) markers. **Electrophoresis**. v.16, n.9:1736-45, set. 1995.

BIANCHI, V.J.; FACHINELLO, J.C.; SCHUCH, M.W. RAPDs na caracterização genético-molecular e no estudo da variabilidade genética de cultivares de ameixeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 272-274, agosto 2003.

BINNECK, E.; NEDEL, J.L. N. DELLAGOSTIN, O.A. Análise de RAPD na identificação de cultivares: uma metodologia útil?. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, nº 1, p.183-196, 2002.

BONAMICO, N.; AIASSA, J.; IBAÑEZ, M.; DI RENZO, M.; DÍAZ, D.; SALERNO, J. Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. **RIA**, Argentina, v.33, n.2, p.129-144. Agosto 2004.

BRASIL. **Legislação Brasileira sobre proteção de cultivares**. Brasília: MA/SDR/SNPC, 1998. 115p.

BRAMMER, S. P. **Marcadores moleculares: princípios básicos e uso em programas de melhoramento genético vegetal**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 7p. (Embrapa Trigo. Documentos Online 3). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do03.htm. Acessado em 05 de junho de 2005.

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira
CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M. G.G.C.; PINHO, E.R.V. Técnicas moleculares em
sementes. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, 2003. p.45-47.

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat
polymorphism in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant
Molecular Biology Reporter**. v. 19, p. 299 – 306, 2001.

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; SILVA, S.O.; FIGUEIRA, A. Genetic characterization
of banana cultivars (*Musa* spp.) from Brazil using microsatellite markers. **Euphytica**, n. 132,
p. 259-268, 2003.

CRESTE, S.A.C.D. **Avaliação da variabilidade genética em *Musa* spp. utilizando
marcadores microssatélites**. 2002. 86p. Tese Doutorado em Ciências)- Energia Nuclear na
Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2002.

CROUCH, J.H.; VUYLSTEKE, D.; ORTIZ, R. Perspectives on the application of
biotechnology to assist the genetic enhancement of plantain and banana (*Musa* spp.).
Electronic Journal of Biotechnology. v.1, n.1, 15 abril 1998.

CROCHEMORE, M.L.; NUNES, L.M.; ANDRADE, A.; MOLINARI, H.B.C.M.;
VASCONCELLOS, M.E. Varietal identification of coffee seed by RAPD technique. **Brazilian
Archives of Biology and Technology**. v.47, n.1, p.7-11, 2004.

CRUZ, C. D. **Programas GENES-versão Windows 2005.6.1**. Viçosa: UFV, 2001, 642p.

- JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira
- DECROOCQ V.; HAGEN L.S.; FAVÉ M.G.; EYQUARD J.P.; PIERRONNET A. Microsatellite markers in the hexaploid *Prunus domestica* species and parentage lineage of three European plum cultivars using nuclear and chloroplast simple-sequence repeats. **Molecular Breeding**, v.13, p.135–142, 2004.
- DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**. v. 12, p. 13-15, 1990.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores em análise genética**. 3.ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220p.
- HOWELL, E.C.; NEWBURY, H.J.; SWENNEN, R.L.; WITHERS, L.A.; FORD-LLOYD, B.V. The use of RAPD for identifying and classifying *Musa* germplasm. **Genome**, v.37, n.2, p.328-32, 1994.
- KAEMMER, D.; FISCHER, D.; JARRET, R.L.; BAURENS, F.C.; GRAPIN, A.; DAMBIER, D.; NOYER, J.L.; LANAUD, C.; KAHL, G.; LAGODA, P.J.L. Molecular breeding in genus *Musa*: a strong case for STMS marker technology. **Euphytica**, v.96, p.49-63, 1997.
- LOMBARD, V.; BARI, C.P.; DUBREUIL, P.; BLOUET, F.; ZHANG, D. Potential use of AFLP markers for the distinction of rapeseed cultivars. In: XX INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, Canberra, Australia, 1999. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/gcirc/4/587.htm>. Acessado em 28 de dezembro de 2005.
- MOREIRA, R. S. **Banana - teoria e prática de cultivo**. São Paulo: Fundação Cargill, 2ed.

JESUS, O.N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira 1999 (Disponível em CD).

NIELSEN, J.A.; LOVELL, P.H. Value of morphological characters for cultivar identification in Strawberry (*Fragaria ananassa*). **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 28, p. 89-96, 2000.

PADILHA. L.; GUIMARÃES, C.T.; PAIVA, E. **Avaliação da pureza genética em sementes de milho utilizando marcadores microssatélites**. Sete Lagoas-MG, 2003. 3p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 30).

PADILHA L.; GUIMARÃES C.T.; VIEIRA, M.G.G.C.; CRESTE I.R.P.; PARENTONI S.N.; PACHECO C.A.P.; SANTOS M.X.; GAMA E.E.G.; PAIVA, E. Microssatélites fluorescentes na diferenciação de linhagens de milho. In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. **Anais....** Florianópolis – SC, 2002, p-1-5. Disponível em: <www.abms.org.br/resumo37.doc> . Acessado em 9 de agosto de 2004.

PAZ, O.P. **Caracterização de germoplasma de bananeira com RAPD**. 2000. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal da Bahia/ Escola de Agronomia, Cruz das Almas-BA, 2000.

PILLAY, M.; NWAKANMA, D.C.; TENKOUANO, A. Identification de RAPD markers linked to A and B genome sequences in *Musa* L. **Genome**, v.43, p.763-767, 2000.

PRIOLLI, R. H.G.; MENDES-JUNIOR, C. T.; ARANTES, N.E.; CONTEL, E. P. B. Characterization of Brazilian soybean cultivars using microsatellite markers. **Genetics and**

Molecular Biology, v.25, n.2, p.185-193, 2002.

RAMOS, N.P. **Determinação da pureza varietal em lotes de sementes de milho através de marcadores morfológicos e microsatélites**. 2004. 104p. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo-SP, 2004.

SAWAZAKI, H.E.; BARBOSA, W.; COLOMBO, C.A. Caracterização e identificação de cultivares e seleções de pereiras através de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n.2, p.447-452, agosto 2002.

STATISTICA, **Statistica for Windows v. 6.0**: Computer Program Manual. Tulsa, UK: StatSoft Inc., 2002.

TESLOLIN, R., MARRAZZO, T., CIPRIANI, G., QUATAR, R., VERDE, I., DETTORI, M.T., PANCALDI, M., SANSAVINI, S. Microsatellite DNA in peach (*Prunus persica* L. Batsch) and its use in fingerprints and testing the genetic origin of cultivar. **Genome**, v.43, p.512-520, 2000

THIS, P.; CUISSET, C.; BOURSQUOT, J.M. Development of stable RAPD makers for identification of grapevine rootstocks and the analysis of genetic relationships. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.48, n.4, p.492-501, 1997.

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

WÜNSCH, A.; HORMAZA, J.I. Cultivar identification and genetic fingerprinting of temperate fruit tree species using DNA markers. **Euphytica**, v.125, p.59–67, 2002.

Tabela 1. Genótipos de bananeira desenvolvidos e recomendados pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. Cruz das Almas, BA, 2006.

Genótipos	Grupo Genômico	Subgrupo	Genealogia (Origem)	Reação às doenças
Tropical	AAAB	Maçã	Yangambi n°2 x M53 (Embrapa)	Resistente a Sigatoka amarela e tolerante ao mal-do-Panamá
¹ FHIA-18	AAAB	Prata	‘Prata Anã’ x 2n (FHIA) ²	Moderadamente resistente a Sigatoka amarela e resistente a Sigatoka negra
Preciosa	AAAB	Prata	‘Pacovan’ x M53 (Embrapa)	Resistente às Sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Thap Maeo	AAB	Mysore	Cultivar tipo Mysore (Tailândia)	Resistente às Sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Garantida	AAAB	Prata	‘Prata São Tomé’ x M53 (Embrapa)	Resistente às Sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Caipira	AAA	-	Cultivar (África Ocidental)	Resistente às Sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
Bucaneiro	AAAA	Gros Michel	Híbrido High Gate (Jamaica)	Resistente a Sigatoka amarela e mal-do-Panamá
Prata Graúda	AAAB	Prata	Prata Anã x SH 3393	Suscetível às Sigatokas amarela e negras e resistente ao Mal- do-Panamá e
Pacovan Ken	AAAB	Prata	‘Pacovan’ x M53 (Embrapa)	Resistente às sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
FHIA-01	AAAB	Prata	‘Prata Anã’ x SH 3142	Resistente a Sigatoka negra e mal-do-Panamá
FHIA-21	AAAB	Terra	Honduras	Resistente às Sigatokas amarela e negra e mal-do-Panamá
FHIA-02	AAAB		Williams x SH 3393	Moderadamente resistente a Sigatoka amarela e ao mal-do-Panamá
PA42-44	AAAB	Prata	‘Prata Anã’ x M53 (Embrapa)	Resistente a Sigatoka amarela e mal-do-Panamá
Nam	AAA	-	Tailândia	Resistente a Sigatoka amarela e mal-do-Panamá

¹FHIA: *Federación Hondureña de Investigación Agrícola*

Tabela 2. *Primers* de microssatélites testados na caracterização de 14 amostras de DNA de bananeira (*Musa spp.*). Cruz das Almas, BA, 2006.

Primers	Seqüência de bases (5'-3')	Resultado
Ma 3/90	F: GCACGAAGAGGCATCAC R: GGCCAAATTTGATGGACT	Bandas evidentes
MaO -1G10	F: TCTCAGGAAGGGCAACAATC R: GGACCAAAGGGAAAGAAACC	Bandas evidentes
MaO-1H06	F: GGAGGAAATGGAGGTCAACA R: TTCGGGATAGGAGGAGGAG	Bandas evidentes
MaO -2 C07	F: ACCTGTGGCTTCGTTCTG R: TTGTCCTTTTTTCGTTATTTCT	Falha na amplificação
MaO -2 C11	F: GGAAGAAAGAAGTGGAGAATGAA R: TGAAATGGATAAGGCAGAAGAA	Bandas evidentes
MaO -2 D09	F: GCAAGAAAGAACGAGAAGGAAA R: GTGGGGAGGGAGGCATAG	Bandas evidentes
MaO -2D10	F: GCTGCTATTTTGTCTTGGTG R: CTTGATGCTGGGATTCTGG	Bandas com arraste
STMS 1FP-1RP	F: TGAGGCGGGGAATCGGTA R: GGCGGGAGACAGATGGAGTT	Bandas evidentes
STMS 7FP-7RP	F: AAGAAGGCACGAGGGTAG R: CGAACCAAGTGAAATAGCG	Bandas com arraste
Ma 3/60	F: TGGCTGACAATTACATGACA R: GCGCACTGTGGTGTGT	Bandas evidentes
Ma 3/48	F: CCCGTCCCATTTTCTCA R: TTCGTTGTTTCATGGAATCA	Bandas evidentes
Ma 3/81	F: CTAGGTCTTCTGCTGCTC R: TGAGCGAATTTGATCAGAAC	Falha na amplificação
Ma 3/46	F: CTTTGGAAGGTGGTTCTCA R: ACGACTGAGACCGATTGAG	Bandas evidentes
Ma 2/7	F: TGAATCCCAAGTTTGGTCAAGA R: CAACTCTTGTCCCTCACTCA	Bandas evidentes
Ma 3/41	F: GAAGCATCCAATGGACCTA R: GCGAACTCACAATAGCGA	Falha na amplificação
Ma 3/50	F: GGTGGATGGCTGGGTA R: GGATCCAAGCTTATCGAGTT	Não amplificou
Ma 2/4	F: CTCCTTTGTGAGCTCGGCATAT R: AGGGTCCAAGAACTCCTCAA	Bandas não evidentes
AGMI 103-103	F: CAGAATCGCTAACCTAATCCTCA R: CCCTTTGCGTGCCCCTAA	Bandas evidentes
AGMI 105-105	F: TCCAACCCCTGCAACCACT R: ATGACCTGTCGAACATCCTTT	Bandas evidentes
AGMI 125-125	F: TCCCATAAGTGTAATCCTCAGTT R: CTCATCCCCAAGTCATAAAG	Banda com arraste
AGMI 127-127	F: AAGTTAGGTCAAGATAGTGGGATT R: CTTTTGCACCAGTTGTTAGGG	Bandas evidentes
AGMI 24-25	F: TTTGATGTCACAATGGTGTTC R: TTAAAGGTGGGTTAGCATTAGG	Bandas evidentes
AGMI 33-33	F: AGTTTCACCGATTGGTTCAT R: TAACAAGGACTAATCATGGGT	Bandas evidentes

AGMI 35-35	F: TGACCCACGAGAAAAGAAGC R: CTCCTCCATAGCCTGACTGC	Monomórfica
AGMI 59-59	F:AATCGAAATCGAGTCAACAAGG R:TTTTGTGGATGGTTGGTTCC	Não amplificou
AGMI 93-93	F: ACAACTAGGATGGTAATGTGTGGAA R: GATCTGAGGATGGTTCTGTTGGAGTG	Bandas com arraste
AGMI 95-95	F: ACTTATTCCCCCGCACTCAA R: ACTCTCGCCCATCTTCATCC	Banda com arraste
Ma 1/16	F: TTTGCCTGGTTGGGCTGA R: CCCCCCTTTCCTCTTTTGC	Bandas com arraste
Ma 1/17	F: AGGCGGGGAATCGGTAGA R: GGCGGGAGACAGATGGAGT	Bandas evidentes
Ma 1/2	F: GATGATGGTGAGAGGCTGATGA R: GGTCGGTATGGGAAGCACC	Não amplificou
Ma 1/24	F: GAGCCATTAAGCTGAACA R: CCGACAGTCAACATAACAATACA	Bandas evidentes
Ma 1/27	F: TGAATCCCAAGTTTGGTCAAG R: CAAAACACTGTCCCCATCTC	Bandas evidentes
Ma 1/139	F: ACTGCTCTCCACCTCAAC R: GTCCCCAAGAACCATATGATT	Bandas evidentes
Ma 3/103	F: TCGCCTCTCTTAGCTCTG R: TGTGGAGGATCTGAGATTG	Bandas evidentes

Tabela 3. Análise de *Bootstrap* com os dados de RAPD e Microsatélites em cultivares e híbridos de bananeira. Cruz das Almas, BA, 2006.

RAPD			Microsatélites		
	Consistência das bifurcações	Repetibilidade (%)		Consistência das bifurcações	Repetibilidade (%)
Prata Graúda	FHIA-01	86,5	Preciosa	Garantida	100
Pacovan Ken	PA42-44	47,3	Preciosa	Pacovan Ken	99,2
Preciosa	Garantida	68,2	Thap Maeo	Prata Graúda	96,8
Prata Graúda	Pacovan Ken	44,9	Thap Maeo	FHIA-02	60,5
Preciosa	Thap Maeo	73,8	FHIA-01	PA42-44	30,4
Preciosa	Prata Graúda	62,5	Thap Maeo	FHIA-01	67,4
Tropical	FHIA-18	100	Preciosa	Thap Maeo	85,7
Tropical	Preciosa	97,6	Tropical	FHIA-18	100
Bucaneiro	Nam	43,8	Preciosa	Bucaneiro	60,2
Tropical	FHIA-02	63,1	Tropical	Preciosa	90,4
Caipira	Bucaneiro	58,7	Caipira	Nam	71,9
Tropical	FHIA-21	87,5	Tropical	Caipira	94,8
Tropical	Caipira	98,3	Tropical	FHIA-21	91,4

¹*Bootstrap* realizado com 1000 simulações.

Tabela 4. Marcadores RAPD e Microsatélites que geram um perfil característico para os cultivares de bananeira avaliados. Cruz das Almas, BA, 2006.

Genótipos	Primers identificados na caracterização	
	RAPD's	SSR's
Tropical	OPH-04; OPA-05; OPF-07	AGMI 24-25
FHIA-18	OPH-04; OPA-05	AGMI 24-25; STMS 1FP-1RP
Preciosa	OPA-05; OPF-15; OPH-09; OPAA-19; OPG-17	*
Thap Maeo	OPF-05	MaO-2C11
Garantida ¹	OPA-13; OPA-18	*
Caipira	OPH-04; OPC-08; OPO-02; OPI-09;	AGMI 24-25; Ma 2-7FR; STMS 1FP-1RP; Ma 3-90; Ma 1-27
Bucaneiro	OPF-12; OPH-09; OPI-06; OPH-14	AGMI 24-25
Prata Graúda	*	MaO-2C11
Pacovan Ken	OPA-04	STMS1FP-1RP
FHIA-01	*	Ma 3-90; STS 1FP-1RP
FHIA-21	OPH-04; OPO-02; OPF-12; OPH-11	AGMI 24-25; Ma 1-27; MaO-2C11, STMS 1FP-1RP
FHIA-02	OPO-02; OPAA-12	*
PA42-44	*	AGMI24-25; STMS 1FP-1RP
Nam	OPO-02; OPH-07	AGMI 24-25; MaO-2D09; STMS 1FP-1RP, Ma 3-103

¹ A 'Garantida' não apresentou banda particular apenas ausência quando comparado a Preciosa e Pacovan Ken com os primers RAPD citado. * Não foram encontradas marcas específicas para essas cultivares.

Tabela 5. Teste de sensibilidade do marcador microsatélites utilizando o primer AGMI 24-25 na identificação de DNA contaminante. Cruz das Almas, BA, 2006.

Simulação da contaminação ¹			
Com um contaminante no lote (T ₁)		Com dois contaminantes no lote(T ₂)	
DNA Tropical (µL)	DNA Prata Graúda (µL)	DNA Tropical (µL)	Prata Graúda + Caipira (µL)
4,5	0,5	4,5	0,5
3,5	1,5	3,5	1,5
2,5	2,5	2,5	2,5
1,5	3,5	1,5	3,5
0,5	4,5	0,5	4,5

¹ Quantidade total de DNA em cada poço foi de 5µL

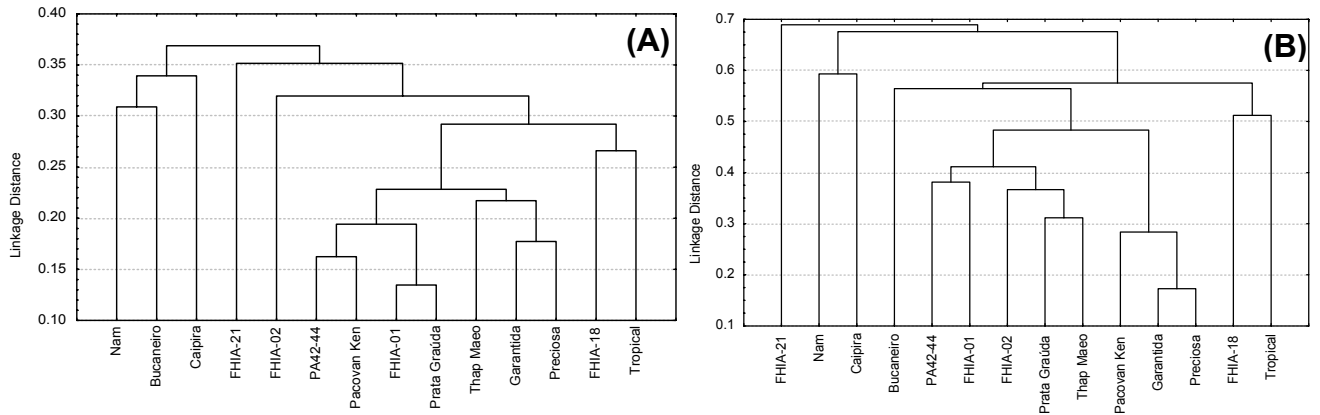


Figura 1. Dendrograma das relações genéticas entre cultivares e híbridos de bananeira obtido por RAPD (A) e Microssatélites (B), gerado pelo coeficiente de dissimilaridade de Jaccard. Cruz das Almas, BA, 2006.

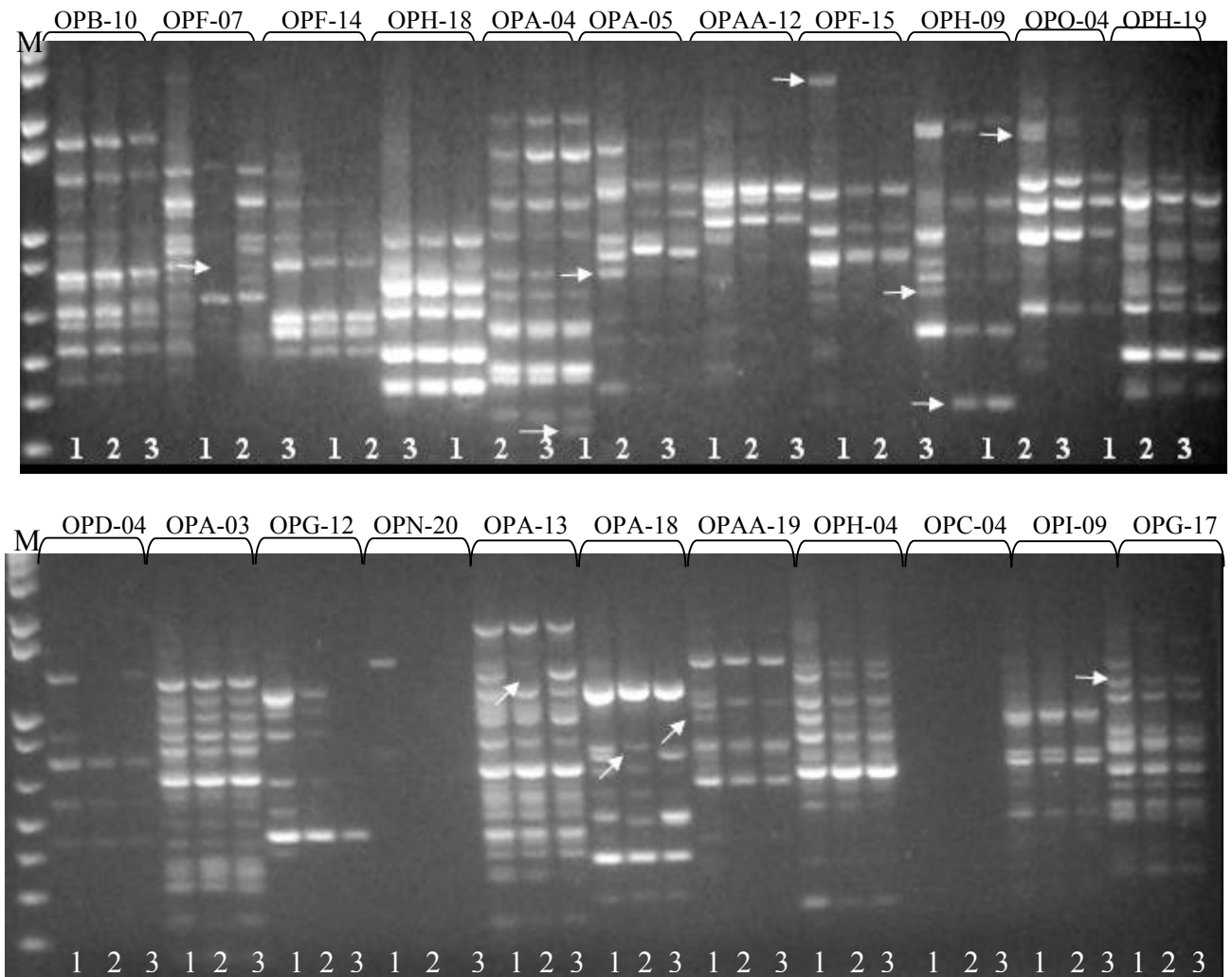


Figura 2. Amplificação com 22 *primers* RAPD para as cultivares de bananeira Preciosa (1), Garantida (2) e Pacovan Ken (3). M = Marcador de 1kb. OPN-20; OPC-04 não amplificou. As setas indicam a presença ou ausência de bandas em um genótipo particular.

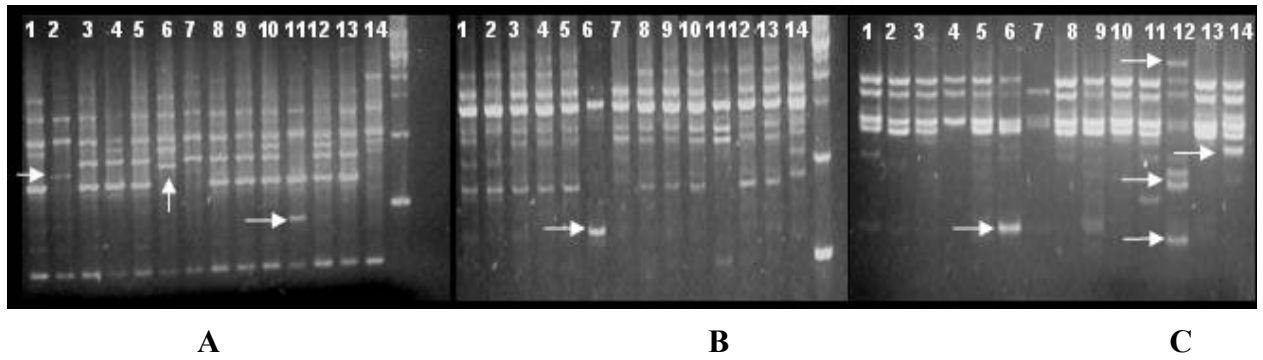


Figura 3. Resultado da amplificação com os *primers* OPH-04 (A), OPC-08 (B) e OPO-02 (C) em cultivares e híbridos de bananeira. 1. Tropical; 2.FHIA-18; 3. Preciosa; 4.Thap Maeo; 5. Garantida; 6. Caipira; 7. Bucaneiro; 8. Prata Graúda; 9. Pacovan Ken; 10. FHIA-01; 11. FHIA-21; 12. FHIA-02; 13. PA42-44 e 14. Nam. M: marcador 1kb. As setas indicam a presença de bandas particulares de cada genótipo.

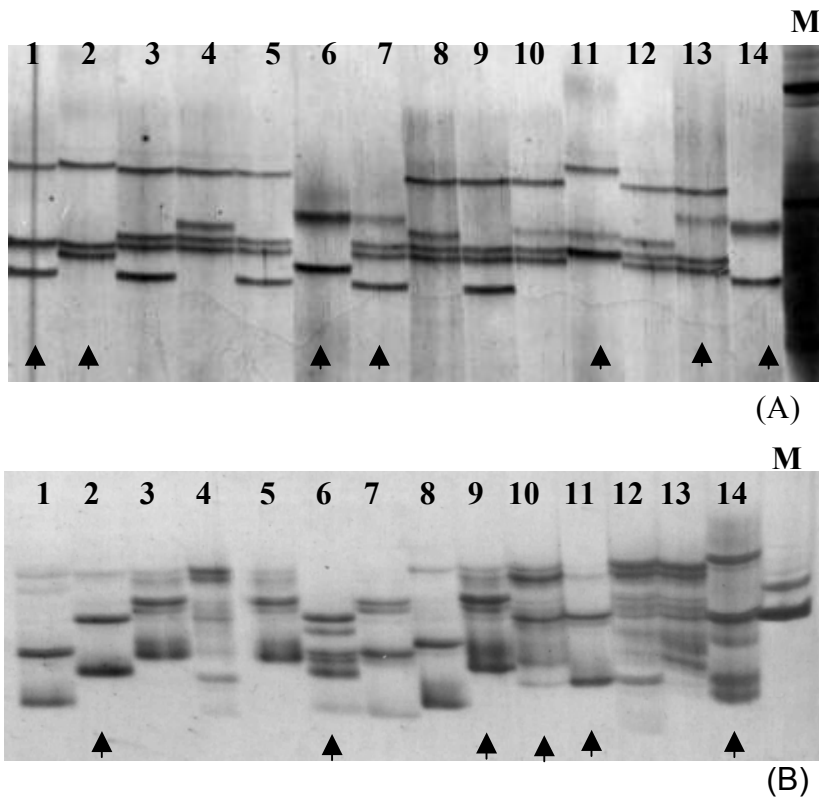


Figura 4. Resultado da amplificação com os *primers* AGMI 24-25 (A) E STMS 1FP-1RP (B) de microssatélites em cultivares e híbridos de bananeira. 1. Tropical; 2. FHIA-18; 3. Preciosa; 4. Thap Maeo; 5. Garantida; 6. Caipira; 7. Bucaneiro; 8. Prata Graúda; 9. Pacovan Ken; 10. FHIA-01; 11. FHIA-21; 12. FHIA-02; 13. PA42-44 e 14. Nam. M: marcador 123pb. Seta na horizontal mostra alelos presentes no genoma B; seta na vertical indica os padrões dos genótipos identificados.

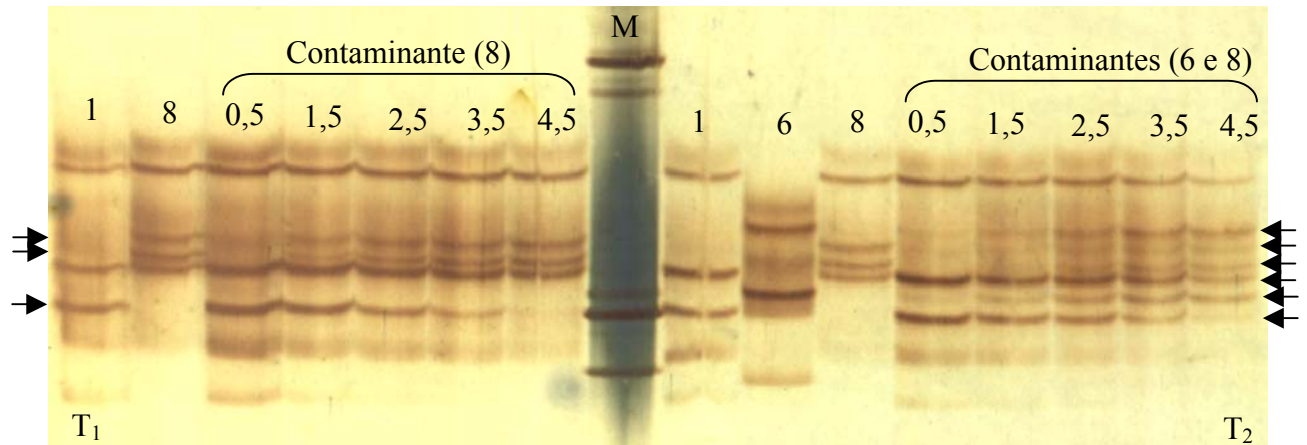


Figura 5. Simulação da sensibilidade do marcador AGMI24-25 em detectar DNA estranho em lotes de muda de bananeira. Tratamento T₁ com apenas um contaminante (8) e tratamento T₂ com dois contaminantes (6 e 8). 1: Tropical; 6: Caipira e 8. Prata Graúda. 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5µL são os volumes adicionados de DNA estranho (6 e 8) na placa, essa com DNA da amostra 1 nos volumes de 4,5; 3,5; 2,5; 1,5 e 0,5µL e M: marcador molecular de 123pb. Setas indicam os alelos identificados.

CONCLUSÕES GERAIS

Os descritores qualitativos e quantitativos mostraram uma ampla variabilidade genética entre os genótipos estudados permitindo sua perfeita caracterização. No entanto, considerando a natureza dos descritores morfológicos um estudo em novos ambientes poderá validar melhor sua utilização.

Os descritores morfológicos juntamente com os de DNA apresentaram uma baixa discriminação para os genótipos Preciosa, Garantida e Pacovan Ken, indicando a necessidade de utilização de novos *primers* para uma melhor caracterização desses genótipos.

Os descritores morfológicos e moleculares agruparam as variedades em função da ploidia e do grupo genômico da bananeira.

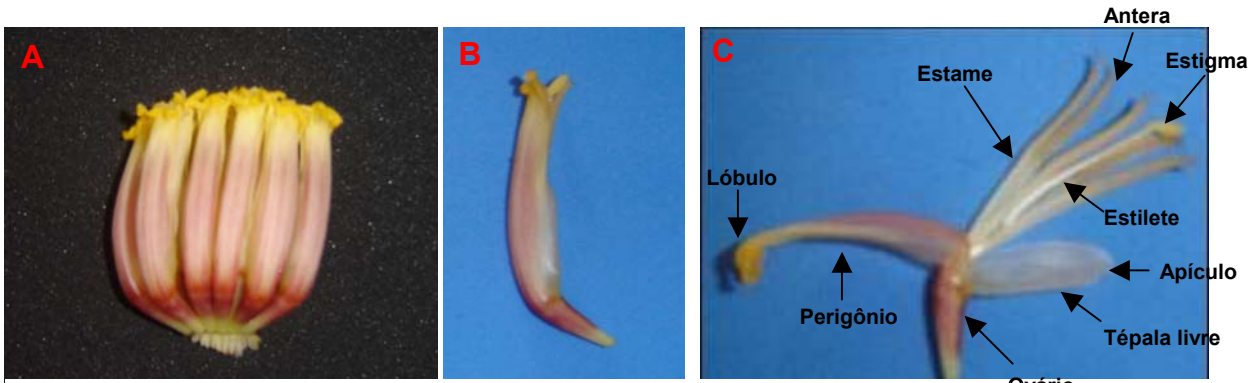
Os descritores baseados em microssatélites foram superiores aos demais pela repetibilidade e alta capacidade discriminatória detectada, permitindo definir padrões moleculares para algumas cultivares avaliadas.

Com os *primers* selecionados, somados aos já indicados, tem-se o início da criação de um banco de dados moleculares para a identificação varietal de bananeiras recomendadas pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*.

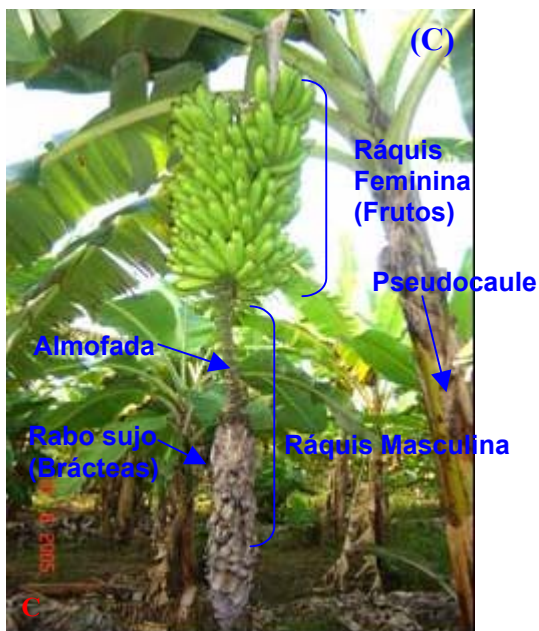
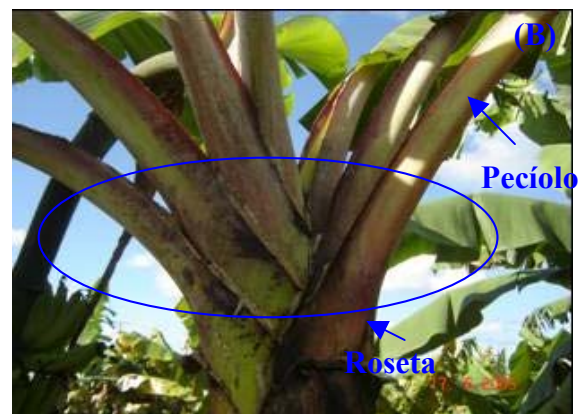
ANEXOS

Primers RAPD utilizados para amplificação de 14 amostras de DNA de bananeira. Cruz das Almas, BA, 2006.

Primers	Seqüência 5'-3'	Primers	Seqüência 5'-3'
OPA-03	AGTCAGCCAC	OPF-12	ACGGTACCAG
OPA-04	AATCGGGCTG	OPF-14	TGCTGCAGGT
OPA-05	AGGGGTCTTG	OPF-15	CCAGTACTCC
OPA-13	CAGCACCCAC	OPF-20	GGTCTAGAGG
OPA-15	TTCCGAACCC	OPG-12	CAGCTCACGA
OPA-18	AGGTGACCGT	OPG-13	CTCTCCGCCA
OPAA-12	GGACCTCTTG	OPG-17	ACGACCGACA
OPAA-19	TGAGGCGTGT	OPG-19	GTCAGGGCAA
OPB-06	TGCTCTGCCC	OPH-09	TGTAGCTGGG
OPB-07	GGTGACGCAG	OPH-02	TCGGACGTGA
OPB-10	CTGCTGGGAC	OPH-03	AGACGTCCAC
OPB-14	TCCGCTCTGG	OPH-04	GGAAGTCGCC
OPB-19	ACCCCGAAG	OPH-14	ACCAGGTTGG
OPC-04	CCGCATCTAC	OPH-15	AATGGCGCAG
OPC-08	TGGACCGGTG	OPH-16	TCTCAGCTGG
OPD-03	GTCGCCGTCA	OPH-18	GAATCGGCCA
OPD-04	TCTGGTGAGG	OPH-19	CTGACCAGCC
OPD-05	TGAGCGGACA	OPI-03	CAGAAGCCCA
OPE-08	TCACCACGGT	OPI-06	AAGGCGGCAG
OPE-10	CACCAGGTGA	OPI-09	TGGAGAGCAG
OPE-16	GGTGACTGTG	OPI-10	ACAACGCGAG
OPE-18	GGACTIONCAGA	OPM-01	GTTGGTGGCT
OPF-07	CCGATATCCC	OPN-20	GGTGCTCCGT
OPO-04	AAGTCCGCTC	-	-



Detalhamento da flor masculina da cultivar Thap Maeo. Conjuntos de flores masculinas (A), flor individualizada (B) e detalhamento da flor (C).



Manchas pretas e grandes Manchas circulares Manchas irregulares

Detalhamento da planta de bananeira.

Inflorescência (A), Roseta (B), Cacho (C),

manchas do pseudocaule (D)



Forma da faixa colorida do pecíolo: Em forma de fita visível (A) e (B), Faixa confunde com a cor do pecíolo (C); Ausente (D).



Bucaneiro

FHIA-21

Thap Maeo

Tropical

FHIA-18

Cor da casca, polpa e a presença de quinas nas cultivares de bananeira avaliadas.

Cruz das Almas-BA, 2006.

NORMAS DAS REVISTAS

BRAGANTIA

ISSN 0006-8705 versão
impressa

ISSN 1678-4499 versão online

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [Objetivos e política editorial](#)
- [Preparação de originais](#)
- [Encaminhamento de trabalhos](#)

Bragantia: revista de ciências agronômicas é um periódico quadrimestral, editado pelo Instituto Agronômico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Tem por objetivo publicar trabalhos científicos originais em português, inglês e espanhol, que contribuam para o desenvolvimento das Ciências Agronômicas, nas áreas de Produção Vegetal, Ciência do Solo e dos Recursos Agroambientais, Mecanização e Automação Agrícolas e Ciências Básicas Aplicadas à Agricultura.

Os trabalhos enviados a **Bragantia** devem ser inéditos e não podem ser publicados ou submetidos à publicação em outra revista simultaneamente. A revista publica artigos, notas científicas e trabalhos de revisão.

Procedimento de análise e aprovação de trabalhos na revista **Bragantia**

Os trabalhos submetidos à análise do comitê editorial são, após registro, encaminhados a um editor-associado para indicar três revisores especialistas na área de conhecimento. Os pareceres emitidos por esses revisores são analisados pelo editor-associado que emite parecer conclusivo em nome do comitê editorial. As revisões, juntamente com o parecer conclusivo, são encaminhadas aos autores para correções, justificativas e apresentação da nova forma, que é em seguida confrontada pelo editor-associado com a versão original do trabalho. Uma vez aceito, o trabalho é encaminhado para revisão de referências, abstract e vernáculo. Após diagramação, o texto é submetido a correções finais pelos autores e pelo comitê editorial, sendo em seguida disponibilizado na página da revista **Bragantia**. O fascículo pronto é encaminhado a Scielo e para a impressão gráfica.

Preparação de originais

Os originais devem ser enviados em três vias, acompanhadas de disquete em Word for Windows, e digitados em espaço duplo, papel formato A4, fonte Times New Roman, tamanho 12; páginas numeradas seqüencialmente, incluindo quadros e ilustrações.

Artigo Científico ou de Revisão: máximo de 25 páginas, incluindo quadros e figuras.

Nota Científica: máximo de 10 páginas, incluindo quadros e figuras.

Página de Rosto: Título do artigo, nome dos autores, endereço profissional completo dos autores, mencionando Departamento/ Instituição, caixa postal, CEP, cidade, Estado, e-mail, telefone e entidade da qual é bolsista. Número total de páginas do trabalho, de quadros e figuras.

Estrutura do Artigo

a) Título; Autor (es).

b) Resumo (no máximo 250 palavras) em português, palavras-chave. Deve incluir as razões e objetivos da investigação, local e data da pesquisa, como foi feita, resultados mais importantes e conclusões.

c) Título em inglês (ou espanhol), Abstract e key words. É a versão para o inglês do

Resumo e das palavras-chave.

d) Introdução (contendo revisão de literatura) com duas páginas, no máximo.

e) Material e Métodos: somente métodos novos e material incomum devem ser descritos detalhadamente, ou descrevê-los resumidamente fornecendo a citação bibliográfica correspondente.

f) Resultados e Discussão.

g) Conclusões.

h) Agradecimentos.

i) Referências Bibliográficas.

Quando o artigo for apresentado em língua estrangeira, o título, resumo e palavras-chave deverão também ser feitos em português. As Notas Científicas não precisam seguir essa subdivisão. Iniciar sempre uma nova página para as seguintes seções ou itens: Referências Bibliográficas; Quadro com título e rodapé; Figura com título.

Preparação de originais

Citações no texto: as citações de autores no texto devem ser em letras maiúsculas (caixa alta reduzida, ou versalete), seguidas do ano de publicação. Para dois autores, usar e ou and se o texto for em inglês. Havendo mais de dois autores, citar o sobrenome do primeiro, seguido de et al. Ex.: STEEL e TORRIE (1980) ou (STEEL e TORRIE, 1980). HAAG et al. (1992) ou (HAAG et al., 1992). Mais de um artigo dos mesmos autores, no mesmo ano, devem ser discriminados com letras minúsculas: HAAG et al. (1992a,b). Comunicações pessoais, trabalhos ou relatórios não publicados devem ser citados no rodapé, não devendo aparecer nas referências bibliográficas.

Referências Bibliográficas: devem ser normalizadas segundo a NBR 6023 da ABNT, estar em ordem alfabética de autores e, dentro desta, em ordem cronológica de trabalhos; havendo dois ou mais autores, separá-los por ponto e vírgula; os títulos dos periódicos devem ser escritos por extenso; incluir apenas os trabalhos citados no texto, em tabelas e/ou em figuras.

Quadros: contêm título, cabeçalho, conteúdo e elementos complementares (fonte, notas e chamadas). Devem ser apresentados em folhas separadas e numerados com algarismos arábicos. Não usar linhas verticais; as horizontais devem separar o título do cabeçalho, o cabeçalho do conteúdo e o conteúdo dos elementos complementares. O título do quadro deve ser auto-explicativo, prescindindo de consulta ao texto.

Unidades: usar exclusivamente o Sistema Internacional de Medidas. Nos quadros, apresentar as unidades no topo das colunas respectivas, fora do cabeçalho do quadro.

Figuras: gráficos, desenhos, mapas, fotografias e fotomicrografias aparecem no texto como figuras. Devem ser numeradas com algarismos arábicos e ter título auto-explicativo. Indicar o local da inserção das figuras no texto. Fotografias e fotomicrografias devem ser remetidas em papel fotográfico. Figuras elaboradas eletronicamente devem vir acompanhadas de seus arquivos originais em Excel, Origin, Corel Draw, etc. Para outras figuras, enviar o original ou cópia xerográfica de boa qualidade. Não inserir quaisquer figuras no texto.

Encaminhamento de trabalhos

O trabalho submetido à publicação em **Bragantia** deve estar aprovado por todos os seus autores e pela Instituição onde foi realizado e ser encaminhado por carta assinada por todos os autores para o seguinte endereço:

BRAGANTIA Av. Barão de Itapura, 1.481
Caixa Postal 28 CEP: 13001-970 Campinas (SP) – BRASIL

NORMAS DAS REVISTAS- PAB

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivos

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas, Novas Cultivares e Revisões a convite do Editor.

Submissão

Os originais submetidos à publicação devem ser enviados por via eletrônica (pab@sct.embrapa.br) acompanhados de mensagem com os seguintes dados: nome, formação profissional, grau acadêmico e endereço institucional e eletrônico dos autores; indicação do autor-correspondente; declaração de não-submissão do trabalho à publicação em outro periódico. Cada autor deve enviar mensagem expressando sua concordância com a submissão do artigo. Os manuscritos podem também ser encaminhados pelos correios, para o seguinte endereço:

Embrapa Informação Tecnológica
Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB
Caixa Postal 040315
70770-901 Brasília, DF

Apresentação

- O artigo deve ser digitado em Word, espaço duplo, Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com páginas e linhas numeradas.
- As figuras, na forma de gráficos, devem ser apresentadas no final do texto, em Excel ou Word.
- As figuras, na forma de fotografias, imagens ou desenhos, com 8,5 cm ou 17,5 cm de largura, devem ser escaneadas com 300 dpi e gravadas, separadas do texto, em arquivos TIF.
- As tabelas devem ser apresentadas em Word, no final do texto, somente com linhas horizontais; os dados devem ser digitados em fonte Times New Roman.

Estrutura e organização

O artigo, com no máximo 20 páginas, deve ser apresentado na seguinte seqüência: título, nome completo dos autores, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, Título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, Tabelas e Figuras.

Título: 15 palavras no máximo, em letras minúsculas.

Autores: nomes completos, com chamada para nota de endereços; autores de uma mesma instituição devem ter a mesma nota de endereço.

Notas de endereços: endereços institucionais e eletrônicos dos autores.

Resumo: máximo de 200 palavras; Abstract deve ser tradução fiel do Resumo.

Termos para indexação: mínimo três e máximo seis.

Conclusões: frases curtas, com o verbo no presente do indicativo, sem comentários adicionais e elaboradas com base nos objetivos do artigo.

Citações: não são aceitas citações de dados não publicados, comunicação pessoal, resumos e publicações no prelo.

Referências: de acordo com a NBR 6023 da ABNT; em ordem alfabética dos nomes dos autores; principalmente dos últimos dez anos e de artigos de periódicos. Exemplos:

Eventos (considerados em parte)

ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.R.; NUNES, A.M.L.; STEIN, R.L.B.; OLIVEIRA, R.P. Comportamento de germoplasma de pimenta-do-reino em áreas de ocorrência de fusariose no Estado do Pará. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. Anais. Belém: Embrapa-CPATU; JICA, 1997. p.269-276.

(Embrapa-CPATU. Documentos, 89).

Artigos de periódicos

BAK, P.; TANG, C.; WIESENFELD, K. Self-organized criticality. *Physical Review A*, v.38, p.364-374, 1988.

Capítulos de livros

DIAS-FILHO, M.B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Ed.). *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.135-147.

Livros

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3.ed. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1998. 220p.

Teses e dissertações

MACHADO, C.A.E. **Padrões isoenzimáticos de superóxido dismutase de alguns genótipos de pessegueiro *Prunus persica* (L.) Batsch**. 1984. 36p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Outras informações

- Todos os manuscritos são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não poderão ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.
- Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos pelos fones: (61) 448-4231 e 273-9616, fax: (61) 340-5483 ou e-mail: pab@sct.embrapa.br.

DECLARAÇÃO DE ENVIO DE TRABALHO