

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias  
Dissertação de Mestrado

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE  
BANANEIRA EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

**JULIANA DA SILVA ALVES**

**CRUZ DAS ALMAS-BA  
FEVEREIRO - 2009**

# ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

**JULIANA DA SILVA ALVES**

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2006.

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para Obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração Fitotecnia.

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

A474

Alves, Juliana da Silva.

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de bananeira em diferentes condições ambientais/Juliana da Silva Alves. – Cruz das Almas, BA, 2009. 63 f. : il., tab., graf

Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo  
Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias).-  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009.

1. Banana – genótipos. 2. Banana – produtividade.  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,  
Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.  
II. Título.

**CDD** 20 ed. 634.772

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

(Orientador)

---

Dr. Edson Perito Amorim

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

---

Dra. Simone Alves Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em.....

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em.....

## DEDICATÓRIA

A Deus pela força

A minha mãe pela existência e pela dedicação sempre.

A meu irmão Ricardo Alves pela preocupação.

E aos amigos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização desse sonho.

Juliana Alves

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela criação e pela força.

A meus pais pela dedicação e pelo apoio em todos os momentos que precisei.

A meu irmão Ricardo pela preocupação e por sempre estar ao meu lado.

Ao meu orientador Carlos Ledo, que mais que um orientador mostrou-me um grande amigo e contribuiu bastante com seus ensinamentos.

Ao meu co-orientador Dr. Sebastião de Oliveira e Silva pela ajuda no desenvolvimento do trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Ensino Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

A Embrapa pela infra-estrutura concedida para a realização do trabalho.

A UFRB pela oportunidade de realizar o Curso de Mestrado em Ciências Agrárias.

A Dr. Edson Perito Amorim pela contribuição significativa para a melhoria da Dissertação.

A Dr. (a) Cláudia Fortes pela colaboração e apoio.

Aos professores e funcionários do curso de Mestrado de Ciências Agrárias da UFRB.

Aos colegas do mestrado pelos momentos de descontração e amizade.

As minhas amigas Taliane Leila e Karoline Gonçalves pelo apoio e ajuda nas horas que mais precisei.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a realizar este trabalho.

**SUMÁRIO**

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO ..... 01

Capítulo 1

COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA  
AVALIADOS EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS..... 09

Capítulo 2

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS..... 29

CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 53

# ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

**Autora:** Juliana da Silva Alves

**Orientador:** Carlos Alberto da Silva Ledo

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de genótipos de bananeira em diferentes locais e identificar genótipos superiores, com vista à sua indicação para mais de um ecossistema. Os genótipos avaliados foram: Japira, Pacovan Ken, Pacovan, Prata Anã, Calipso, Ambrósia e Grande Naine. Foram considerados dados de cinco locais: Campos-RJ, Guanambi-BA, Una-BA, Petrolina-PE e Cruz das Almas-BA, em dois ciclos de produção. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 7 tratamentos e 3 repetições, em um espaçamento de 3,00 m x 2,00 m. A cultivar Grande Naine apresenta características agronômicas promissoras, na maioria dos locais avaliados nos dois ciclos de produção. As cultivares Grande Naine e os híbridos Calipso e Ambrósia figuraram entre as primeiras no ranqueamento, com boa adaptabilidade e estabilidade.

**Palavras-chave:** musa spp., genótipos, produtividade.



# ADAPTABILITY AND STABILITY OF BANANA GENOTYPES IN DIFFERENT ENVIRONMENTS CONDITIONS

**Author:** Juliana da Silva Alves

**Advisor:** Carlos Alberto da Silva Ledo

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the behavior of genotypes of banana, in different locations and identify superior genotypes, aiming to recommend them to more than one ecosystem. The evaluated genotypes were: Japira, Pacovan Ken, Pacovan, Prata Anã, Calispo, Ambrosia e Grande Naine. Data from five locations: Campos-RJ, Guanambi-BA, Una-BA, Petrolina-PE and Cruz das Almas-BA, for two production cycles, were considered. The statistical method was used blocks randomized, with 7 treatments and 3 repetitions, in a spacing of 3,00 m x 2,00 m. The Grande Naine cultivar presented promising agronomic characteristics in most locations evaluated for both production cycles. The cultivars Grande Naine and hybrids Ambrosia and Calipso ranked among the first classifications, with good adaptability and stability.

**Key-words:** *Musa* spp., genotypes, yield.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo produtor mundial de banana, tendo produzido aproximadamente 6,9 milhões de toneladas em 2007, em uma área aproximada de 509 mil hectares. A Índia produziu, no mesmo período, 21,7 milhões de toneladas em 622 mil hectares (FAO, 2009). A baixa produtividade brasileira está associada à falta de variedades comerciais que apresentem, concomitantemente, porte baixo, boas características pós-colheita, entre elas a resistência ao despencamento do fruto e resistência às principais pragas (sigatokas amarela e negra, o mal-do-Panamá, moko, algumas viroses e nematóides) (SILVA et al., 2002). A fruta é a segunda mais consumida no Brasil, perdendo apenas para a laranja. Considerando seu aspecto social, a cultura é explorada por pequenos empresários rurais, permitindo a fixação de mão-de-obra no campo, uma vez que se constitui em uma fonte de renda contínua para estes agricultores (MASCARENHAS, 1997).

A bananicultura gera cerca de um emprego direto e quatro empregos indiretos para cada três hectares cultivados, a depender do nível tecnológico adotado. Tomando esses valores como referência, pode-se inferir que a atividade gera no país, aproximadamente 169.700 empregos diretos e 680.000 empregos indiretos, sendo, portanto, uma atividade estratégica, principalmente se considerarmos que as principais áreas produtoras se localizam em regiões carentes em alternativas de emprego e geração de renda, justificando investimento em conhecimento e difusão de informações que possam melhorar as condições de cultivo (ALVES, 1991).

O cultivo da banana no Brasil apresenta aspectos peculiares em relação a diversidade climática explorada, uso de cultivares e forma de comercialização. Com exceção de algumas plantações nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás e Rio Grande do Norte, o cultivo é conduzido com baixos níveis de capitalização e tecnologia. A maioria das plantações apresenta baixo potencial de produtividade, com média nacional em torno de 11,6 t/ha/ano (SILVA et al., 2002).

Embora exista número expressivo de variedades de banana no Brasil, quando se consideram aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a doenças, nematóides e pragas, resistência à seca, porte e resistência ao frio, restam poucos cultivares com potencial agrônomo para utilização comercial.

As variedades mais difundidas no País são: bananas do tipo Prata (Prata, Pacovan e Prata Anã); Maçã (Mysore), bananas tipo (Terra Terra e D'Angola); e bananas d'água ou tipo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine), preferidas pelo mercado internacional (SILVA et al., 2002).

Uma das estratégias para a solução dos problemas mencionados é a criação de novas variedades resistentes a pragas, mediante programas de melhoramento genético que possibilitem a obtenção de híbridos superiores. Vale ressaltar que o uso de variedades resistentes é uma das alternativas mais efetivas para o controle de doenças, uma vez que não depende da ação do produtor durante a fase de crescimento das plantas, não é prejudicial ao meio ambiente e, geralmente, é compatível com outras técnicas de manejo. Além de aumentos de produtividade e melhoria na qualidade dos frutos, um bom cultivar (resistente a doenças, nematóides e pragas) implicará em menor custo de produção, em virtude do reduzido emprego de defensivos agrícolas e da redução de gastos com o manejo da cultura, aumentando, conseqüentemente, a renda líquida do produtor (SILVA et al., 2002).

Os cultivares Prata e Pacovan (mutante da Prata) são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil. A Prata foi introduzida pelos portugueses e, por essa razão, os brasileiros, especialmente das regiões norte e nordeste, manifestam clara e constante preferência pelo seu sabor. Apresente porte alto, cachos de cor verde-amarelada clara e brilhante, frutos pequenos, de sabor doce a suavemente ácido, excelente para o consumo in natura ou sob a forma de doces. A Pacovan é mais rústica que a Prata, apresentando frutos 40% maiores, com quinas que permanecem mesmo depois da maturação; tem superado em quase 100% a produtividade da Prata, sob irrigação (SILVA et al., 2002).

O programa de melhoramento genético da bananeira no Brasil teve início em novembro de 1982, em Cruz das Almas-BA baseando-se no subgrupo Prata. Desde o início, os genótipos selecionados foram enviados a diversas regiões do Brasil, tais como Petrolina e São Vicente Ferrer-PE; Manaus-AM; Rio Branco-AC; Alfredo Chaves-ES; Lavras, Viçosa, Janaúba e Jaíba-MG; Belém-PA; Bacabal-MA; Piracicaba, Registro e Brotas-SP; Maquiné-RS; Itajaí-SC; Cuiabá e Guarantã do Norte-MT; Guanambi, Juazeiro, Casa Nova, Una e Ilhéus-BA, visando a avaliação das características agronômicas e de qualidade dos frutos. Como resultados práticos destas avaliações até o momento, tem-se a recomendação dos híbridos Pioneira,

FHIA- 18, Prata Graúda, Pacovan Ken, Tropical, Caprichosa, Garantida, Princesa, Bucaneiro, Calipso e Ambrosia e das variedades Caipira, Nam (Prata Baby) e Thap Maeo.

### **Melhoramento genético da bananeira**

As primeiras pesquisas na área de melhoramento genético da bananeira ocorreram em três diferentes locais: Honduras, em 1930 e 1959, pela United Fruits Company; Trinidad, em 1922, pelo Imperial College of Tropical Agriculture; e Jamaica, em 1924, pelo Department of Agriculture, motivadas pela murcha de *Fusarium* (mal-do-panamá), que infestou o cultivar Gros Michel, plantado em grandes áreas da América Central e Jamaica. O Objetivo principal era produzir uma banana com todas as qualidades da Gros Michel, mas com resistência ao mal-do-panamá (SILVA et al., 2002).

O melhoramento da bananeira foi iniciado no Brasil em novembro de 1982 e teve como objetivo básico a obtenção de variedades tetraplóides (AAAB) com frutos tipo Prata, resistente às principais pragas da bananeira. A partir de 1993, uma nova linha de hibridações foi iniciada, com o objetivo de obter híbridos tetraplóides, tipo Maçã, resistentes ao mal-do-panamá. Atualmente, além do melhoramento convencional, técnicas modernas, como hibridação somática e a engenharia genética, vêm sendo utilizadas com sucesso no melhoramento da bananeira (SILVA et al., 2002).

Na bananeira, a variabilidade genética importante localiza-se entre as diversas formas selvagens da espécie *M. acuminata* e nas cultivares do grupo AA. Esta espécie abrange sete subespécies, algumas ainda não bem definidas e cada uma com a sua própria distribuição na Ásia e na Oceania. As diferenças morfológicas são tão acentuadas que, se não fosse a facilidade de se obter híbridos férteis entre estas subespécies, seria possível classificá-las como espécies distintas. As cultivares AA também apresentam uma grande diversidade morfológica, muitas mostrando-se estéreis ou pouco férteis (ALVES e OLIVEIRA, 1997).

Os métodos de melhoramento genético de bananeira são a introdução e seleção de clones, o melhoramento por hibridação (melhoramento de diplóides, produção de tetraplóides a partir de triplóides), melhoramento por mutação, hibridação somática e engenharia genética, sendo que dentre estes, o melhoramento por hibridação, visando a produção de híbridos tetraplóides a partir de

triplóides é o mais eficiente para obtenção de novas cultivares com resistência às principais pragas, produtivas e aceitáveis nos mercados consumidores, e o mais utilizado (ALVES, 1991).

O pré-requisito básico dos programas de pesquisa objetivando produzir novas cultivares tem sido a formação, caracterização e avaliação de amplas coleções de germoplasma. Na utilização desse germoplasma, o aumento da variabilidade desejada ou a eliminação da variabilidade indesejada são etapas de real importância para o melhoramento genético pretendido. De modo geral, quando essa variabilidade é bem adequada ao trabalho do melhorista, não há justificativa para se proceder à indução mutações ou tentar outros métodos modernos, como engenharia genética (SILVA et al., 2002).

A opção atual pela obtenção de novas cultivares tetraplóides, ao invés de triplóides ou outro nível de ploidia, se deve a dois fatores básicos: 1) o processo de obtenção de tetraplóides é mais fácil do que obter triplóides ou diplóides (secundários), já que cruzamentos entre diplóides (AA) e triplóides (AAB), invariavelmente produz indivíduos (AAAB) e 2) as novas cultivares são muito semelhantes aos parentais femininos comerciais, pois destes provem três quartos de seus cromossomos, sendo um quarto restante contribuição dos parentais masculinos associado a baixa probabilidade de obtenção de uma cultivar triplóide, de ampla aceitação comercial, exigindo grande alocação de recursos materiais e humanos no alcance desse objetivo (ALVES, 1991).

O método de melhoramento mais utilizado no Brasil, hibridação para produção de tetraplóides de banana (AAAB), é realizado mediante cruzamento de diplóides melhorados (AA), com cultivares triplóides (AAB) tipos Prata e Maçã, com posterior avaliação e seleção. Este método propicia a obtenção de resultados eficientes, desde que haja disponibilidade de germoplasma diplóide apropriado, pois o genitor masculino deve conferir resistência às pragas e modificar favoravelmente outras características da planta. No entanto, é importante ressaltar ainda, que o híbrido tetraplóide sempre apresenta as características do genitor feminino triplóide, inclusive aquelas relacionadas ao sabor dos frutos (ALVES, 1991).

## **Interação genótipos x ambientes**

Para que o genótipo ideal possa ser identificado, é necessária a realização de experimentos em diferentes locais contrastantes, em que vários genótipos são avaliados. Entretanto, para determinados caracteres de interesse, principalmente rendimento de grãos, ocorre a interação dos genótipos com os ambientes (GxE), que é uma resposta diferenciada dos genótipos frente à modificação do ambiente. Essa resposta diferencial facilita também a identificação dos genótipos superiores, quando ocorre inconstância no desempenho destes nos diferentes ambientes .

TAI (1971) apontou duas estratégias que podem ser utilizadas para contornar a influência da interação genótipos x ambientes: (1) a subdivisão de áreas heterogêneas em subáreas homogêneas, cada uma tendo suas cultivares específicas, e (2) o uso de cultivares de alta estabilidade de rendimento em ambiente variável. Ainda, segundo o autor, a primeira estratégia é pouco eficaz, principalmente pela impossibilidade de reduzir a interação genótipos x anos, pela simples limitação da área de cultivo. EBERHART & RUSSEL (1966) também discutiram este aspecto. E consideraram que, mesmo com a estratificação de ambientes baseada em diferenças macroambientais, a interação de genótipos com locais, dentro de uma sub-região e com ambientes do mesmo local correspondentes a anos diferentes, freqüentemente, permanece alta (PIANA, et al. 1999).

A estimativa da interação genótipos x ambientes torna-se de suma importância tanto para os agricultores quanto para os melhoristas de plantas. Em relação aos agricultores, sua importância está no fato de que as cultivares devem ter o mínimo de interação com locais e ou anos, permitindo, dessa forma, a redução nos riscos da produção agrícola e garantia de lucros com a safra. Para os melhoristas, a existência de tais interações implica na necessidade do desenvolvimento de cultivares específicas para determinado ambiente. O ideal é que se observe na cultivar comportamento estável independente do local e do ano de cultivo, fato de limitada ocorrência (AMORIM et al., 2006).

## **Adaptabilidade e estabilidade**

O estudo da estabilidade e adaptabilidade é uma maneira de avaliar o fenômeno da interação entre genótipos e ambientes, sendo de importância capital

para o melhorista, cujo interesse maior é a obtenção de materiais que se comportem bem não somente em um ambiente particular, mas também sob diferentes condições ambientais. Segundo CRUZ & REGAZZI (2001), entende-se por adaptabilidade a capacidade de os materiais aproveitarem vantajosamente o estímulo ambiental, ao passo que a estabilidade indica a capacidade dos mesmos mostrarem um comportamento altamente previsível de acordo com o ambiente (HOOPERHEIDE, et al., 2007).

As metodologias para estudo da adaptabilidade e da estabilidade diferem quanto aos conceitos associados aos parâmetros estimados, procedimentos biométricos adotados, exigências para utilização e quanto ao número de parâmetros a serem interpretados. Desta forma, todas as metodologias apresentam vantagens e limitações (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Entre os vários métodos desenvolvidos para a caracterização de genótipos quanto à estabilidade fenotípica e adaptabilidade, podem ser citados EBERHART & RUSSEL (1966), CRUZ et al. (1989), ANNICCHIARICO (1992) e LIN & BINNS (1988), que são fundamentados na interação genótipos x ambientes e se distinguem nos conceitos de estabilidade adotados, e em certos princípios estatísticos empregados.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi de estudar o comportamento de genótipos em diferentes locais e identificar genótipos superiores de bananeira em diferentes condições edafoclimáticas, com vista à sua indicação para mais de um ecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, E. P.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; PETTINELLI JUNIOR, A.; GALLO, P. B.; AZEVEDO FILHO, J. A. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 65, n.4, p. 575-582, 2006

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal Genetics Breeding**, Italy , v.46 , n.1 , p. 269-278 , mar.1992.

ALVES, E .J.; OLIVEIRA, M de A. Práticas culturais. In: ALVES, E. J. (Org). A cultura da banana, aspectos técnicos socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: Embrapa-SPI; 1997. EMBRAPA-CNPMPF, 1997. 585p.

ALVES, E. J. **A Cultura da Banana no Brasil e proposições para o seu Melhoramento**. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA/ CNPMPF, 1991. 40p. (CNPMPF. Documentos 32).

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 567-580, 1989.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.

FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Acessado em: 16/01/2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>

HOOGERHEIDE, E. S. S.; FARIAS, F. J. C.; VENCOSKY, R.; FREIRE, E. C. Estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiro no estado do Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 695-698, 2007



LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.

MASCARENHAS, G. Análise do mercado brasileiro de banana. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, n.134, p.4-12, 1997.

PIANA, C. F. de B.; ANTUNES, I. F.; SILVA, J. G. C.; SILVEIRA, E. P. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.553-564, abr. 1999.

SILVA, S. de O.; ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SILVEIRA, J. R. da S. Bananeira. In: BRUCKNER, C. H. (Editor). **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. – Viçosa: UFV, 2002. p. 101-157.

TAI, G.C.C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, v.11, p.184-190, 1971.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

## **CAPÍTULO 1**

### **COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Bragantia.

## **Comportamento agrônômico de genótipos de bananeira em diferentes condições ambientais**

**Resumo** – O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento agrônômico de 7 genótipos (variedades e híbridos) de bananeira de diferentes grupos genômicos, em dois ciclos de produção, nos Estados da Bahia, Pernambuco e Rio de Janeiro. Os experimentos foram conduzidos durante os anos de 2003 e 2004 nos municípios: Guanambi-BA, Una-BA, Cruz das Almas-BA, Campos-RJ, e Petrolina-PE, onde foram avaliados 7 genótipos (variedades e híbridos) de bananeira de diferentes grupos genômicos em dois ciclos de produção. O delineamento foi o de blocos casualizados com 7 tratamentos e 3 repetições. Foram considerados os caracteres: altura de planta, perímetro do pseudocaule, peso do cacho, peso das pencas, número de frutos, comprimento médio do fruto e diâmetro médio do fruto. A cultivar Grande Naine e os híbridos Calipso e Ambrosia apresentam características agrônômicas promissoras, na maioria dos locais avaliados nos dois ciclos de produção e o município de Una-BA foi o local em que os genótipos apresentaram os piores desempenhos, nos dois ciclos avaliados.

**Palavras-chave:** musa spp., características agrônômicas e melhoramento genético

## **Agronomic behavior of banana genotypes evaluated in different locations**

**Abstract** – The objective of the present work was to evaluate the agronomic behavior of seven genotypes (varieties and hybrids) of banana of different genomic groups, in two production cycles, in the states of Bahia, Pernambuco and Rio de Janeiro. The experiments were carried out during 2003/2004 in the municipalities of: Guanambi-BA, Una-BA, Cruz das Almas-BA, Campos-RJ, and Petrolina-PE, where 7 banana genotypes (varieties and hybrids) from different genomic groups were evaluated in two production cycles. The experimental design was in random blocks with 7 treatments and 3 replicates. The following characters evaluated were: plant height, pseudostem perimeter, bunch weight, finger weight, number of fruits, mean fruit length and mean fruit diameter. The Grande Naine cultivar and the Calipso and Ambrosia hybrids presented promising agronomic characteristics in most locations evaluated for both production cycles and the county of Una-BA, was the location where the genotypes presented the worse performance for both cycles evaluated.

**Key-words:** *Musa* spp., agronomic characteristics, genetic breeding

## Introdução

A cultura da banana assume importância econômica e social em todo o mundo, sendo cultivada em mais de 80 países tropicais. O Brasil é o segundo produtor mundial de banana, tendo produzido aproximadamente 6,9 milhões de toneladas em 2007, em uma área aproximada de 509 mil hectares. A Índia produziu, no mesmo período, 21,7 milhões de toneladas em 622 mil hectares (FAO, 2009).

A região Nordeste é responsável pela maior produção, com 2,7 milhões de toneladas, ocupando uma área de 210.374 ha, correspondendo a 38,6% da produção total do País, seguida pelo Sudeste, com 29,8% da produção (IBGE, 2008). A bananicultura possui uma grande importância socioeconômica no Nordeste, sendo geralmente explorada por pequenos agricultores, predominando a mão-de-obra familiar. Constitui parte integrante da alimentação de populações de baixa renda, não só pelo seu alto valor nutritivo, mas também pelo seu baixo custo, tendo papel fundamental na fixação da mão-de-obra no campo.

Segundo SANTOS et al., (2006), apesar de existir um grande número de variedades de bananeira no Brasil, considerando a preferência dos consumidores, produtividade, tolerância às pragas, altura de planta e resistência à seca e ao frio, poucas apresentam potencial agrônomico que podem ser indicadas para fins comerciais. As mais difundidas são: Maçã, Prata, Pacovan, Prata Anã, Mysore, Terra e D'Angola, pertencentes ao grupo genômico AAB, e Nanica e Grande Naine, do grupo AAA, utilizadas principalmente para exportação. Entretanto, todas apresentam pelo menos uma característica indesejável, como altura de planta inadequada ou suscetibilidade a alguma praga. Trabalhos que envolvam avaliações de cultivares em diferentes regiões são importantes e oferecem aos produtores opções de cultivo, além de colaborar com o desenvolvimento regional da cultura (SILVA et al., 2006; DONATO et al., 2006; PEREIRA et al., 2004; SILVA et al., 2000).

A caracterização e avaliação do comportamento de genótipos de bananeira (*Musa spp.*), com posterior seleção dos mais produtivos, que apresentem resistência às principais pragas da cultura, com adaptabilidade específica às condições de solo, clima e manejo da região alvo, e atributos desejados pelo mercado, e que possam ser colocados à disposição dos agricultores, são etapas essenciais ao programa de melhoramento genético e constituem-se numa solução significativa para incrementos em produtividade e qualidade nos sistemas de produção (DONATO et al., 2003).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de 7 genótipos (variedades e híbridos) de bananeira de diferentes grupos genômicos, em dois ciclos de produção, nos Estados da Bahia, Pernambuco e Rio de Janeiro.

### **Material e métodos**

Os experimentos foram conduzidos durante os anos de 2003 e 2004 nos municípios. De Guanambi (14° 13' S, 42° 46' W; altitude 525 m; precipitação média de 663,69 mm), Una (15° 17' S, 39° 04' W, altitude 40 m; precipitação média de 1.300 mm) e Cruz das Almas (12° 40' S, 39° 06' W; altitude 220 m; precipitação média de 1.200 mm), no Estado da Bahia; Campos, Estado do Rio de Janeiro (21° 45' S, 41° 19' W, altitude 12 m; precipitação média de 1020 mm) e Petrolina, Estado de Pernambuco (09° 23' S, 40° 30' W, altitude 365 m; precipitação média de 500 mm) (IBGE, 2009).

Foram avaliadas as cultivares Grande Naine (grupo AAA), Prata Anã e Pacovan (grupo AAB) e os híbridos Japira (Pacovan x diplóide M53), Pacovan Ken (híbridos AAAB tipo Prata obtido pelo cruzamento de Pacovan x diplóide M53), Calypso e Ambrosia (híbridos AAAA tipo Gros Michel) (Tabela 1).

Os caracteres avaliados foram: altura de planta (expresso em m), perímetro do pseudocaule (expresso em m), peso do cacho (expresso em kg), peso das pencas (expresso em

kg), número de frutos por cacho, comprimento médio do fruto (expresso em cm) e diâmetro médio do fruto (expresso em cm).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituído por sete tratamentos (genótipos) e três repetições. Cada parcela foi constituída por 20 plantas, sendo seis úteis, no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos genótipos e dos locais foram submetidas ao teste de agrupamento de Scott & Knott (SCOTT & KNOTT, 1974), utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

### **Resultados e Discussão**

O híbrido Pacovan Ken apresentou altura superior na maioria dos ambientes, em especial nos municípios de Guanambi, Campos e Petrolina com altura de 4,45 m no primeiro ciclo e 5,55 m no segundo ciclo (Tabela 2). O genótipo com menor média de altura foi ‘Grande Naine’, com 1,51 m e 1,65 m no município de Una, no primeiro e segundo ciclos, respectivamente.

A altura de planta reflete o potencial vegetativo da cultura. No entanto, em um cultivo comercial, é indesejável que a bananeira expresse valores muito elevados do referido caráter, o que dificulta a prática da colheita e provoca o tombamento das plantas em decorrência de ventos fortes e de ataques de nematóides. No melhoramento genético da cultura, deve-se priorizar a seleção de genótipos de porte baixo, desde que apresentem um bom potencial de produção e outras características agronômicas favoráveis (DONATO et al. 2003).

O perímetro do pseudocaule no primeiro ciclo variou de 0,89 m (Prata Anã) no município de Cruz das Almas à 0,30 m (Pacovan) em Una, já no segundo ciclo variou de 1,11 m (Pacovan Ken) no município de Campos à 0,53 m (Grande Naine) no município de Una (Tabela 3).

O perímetro do pseudocaule está relacionado com o vigor e reflete a capacidade de sustentação do cacho, sendo que as cultivares que apresentam um maior perímetro do pseudocaule, são menos suscetíveis ao tombamento. Além disso a capacidade de sustentação do cacho está relacionada com a resistência à quebra do pseudocaule, que se correlaciona diretamente com o seu perímetro, embora haja variações entre cultivares. Isto influencia no manejo, pois define, por exemplo, a necessidade ou não de escoramento (DONATO, 2003).

Os descritores peso do cacho e peso das pencas, embora expressam diretamente a produtividade, não podem ser considerados isoladamente na escolha de uma cultivar, pois, outros caracteres mais relacionados ao fruto tais como peso, comprimento, diâmetro, sabor, resistência ao despencamento devem ser considerados no processo de seleção (SILVA et al., 2002).

Em relação ao peso dos cachos, a cultivar Grande Naine apresentou desempenho superior na maioria dos ambientes testados, em especial nos municípios de Campos e Guanambi, com 22,50 kg e 31,97 kg, no primeiro ciclo e 30,38 kg e 44,58 kg, no segundo ciclo e peso das pencas de 20,61 kg e 28,37 kg no primeiro ciclo e 27,49 kg e 40,99 kg no segundo ciclo, respectivamente (Tabela 4). As cultivares Calipso e Ambrósia também apresentaram peso de cacho e peso das pencas elevados em Campos e Guanambi, em ambos os ciclos de produção.

Os baixos valores para peso do cacho e peso das pencas em Una podem estar associados ao período de estiagem iniciado em dezembro de 2002 e prolongando-se até fevereiro de 2003. A precipitação neste período foi de aproximadamente 318 mm, porém, concentrados na primeira quinzena de dezembro e na segunda quinzena de fevereiro, com isso totalizou-se dois meses de estiagem, sendo afetados o crescimento e o desenvolvimento das plantas (LINS, 2005).



LEDO et al. (2008) avaliando 20 genótipos de bananeira nas condições de Propriá, Estado de Sergipe, observaram que os maiores pesos de cacho no primeiro ciclo foram obtidos pelos genótipos Bucaneiro, Ambrósia e Grande Naine, com 29,98; 25,48 e 24,19 kg, respectivamente. Esses genótipos pertencem aos subgrupos Gros Michel e Cavendish, que produzem os maiores cachos entre as bananeiras comestíveis (SILVA et al., 1999). Resultados semelhantes em relação ao peso das pencas para a cultivar Grande Naine também foram observados por Silva et al. (2003) em cinco ambientes contrastantes e PEREIRA et al. (2003) no município de Lavras, Minas Gerais.

O número de frutos por cacho variou de 145,55 (Grande Naine) no município de Campos à 34,55 (Pacovan Ken) no município de Una no primeiro ciclo. No segundo ciclo variou de 202,17 (Grande Naine) no município de Campos à 67,17 (Pacovan Ken) no município de Una (Tabela 6). Pereira et al. (2003) avaliando nove genótipos de bananeiras no estado de Minas Gerais em três ciclos, observaram que a cultivar Grande Naine foi um dos genótipos que se destacaram com maiores médias para o referido caráter.

O número de pencas e o número de frutos revestem-se de importância no melhoramento genético da bananeira, pois influenciam diretamente no tamanho e no peso do cacho, principais variáveis que expressam a produtividade de um genótipo (DONATO et al., 2003) (Tabela 6).

Comparando as cultivares do grupo Prata, em relação ao número de fruto por cacho, a ‘Prata Anã’ se destacou, na maioria dos locais, nos dois ciclos de produção.

Em relação ao comprimento médio do fruto, que pode ser determinante dependendo do mercado consumidor, por ser considerado um parâmetro para a classificação da banana, as médias superiores foram encontradas em Petrolina e Guanambi, pela cultivar Grande Naine, com 21,85 cm e 23,00 cm no primeiro ciclo e 23,00 cm e 24,44 cm no segundo ciclo, e as

piores médias foram encontradas no município de Una, pela cultivar Prata Anã com 9,49 cm no primeiro ciclo e 9,04 cm no segundo ciclo (Tabela 7).

O diâmetro médio do fruto variou de 4,36 cm (Pacovan Ken), em Guanambi, à 2,42 cm (Prata Anã) em Una, no primeiro no ciclo, e 4,47 (Pacovan Ken) em Cruz das Almas, à 2,43 (Prata Anã) em Una no segundo ciclo (Tabela 8).

Em áreas comerciais mais exigentes, o diâmetro do fruto possui uma grande importância, uma vez que frutos muito delgados não apresentam valor comercial. O diâmetro do fruto é ainda um parâmetro que serve como indicação do ponto de colheita, sendo também utilizado na classificação (DONATO, 2003).

Comparando-se o desempenho de todos os genótipos em todos os ambientes avaliados, constata-se que a ‘Grande Naine’ apresentou a menor altura média nos dois ciclos, o que, conseqüentemente, a credencia como um material que permite uma colheita mais fácil e que é menos vulnerável ao tombamento provocado pelo vento, embora não dispense a prática do escoramento, devido ao elevado peso do cacho (BELALCÁZAR CARVAJAL, 1991). Em relação ao peso do cacho, a ‘Grande Naine’ e os híbridos Gros Michel, Calipso e Ambrósia destacaram-se em todos os ambientes e nos dois ciclos.

Pelos resultados obtidos infere-se que os municípios de Campos e Guanambi reuniram as condições mais adequadas para um incremento na produção e Una foi o local que reuniu as piores condições para o bom desempenho dos genótipos avaliados. Os genótipos que se destacaram com adaptação mais ampla foi Grande Naine, Calipso e Ambrósia, nos dois ciclos de produção.

### **Conclusões**

Os ambientes influíram no desempenho dos genótipos na manifestação dos caracteres.

Os genótipos que de descaram na maioria dos locais e nos dois ciclos de produção foram: a cultivar Grande Naine do subgrupo Cavendish e os híbridos Calipso e Ambrósia do subgrupo Gros Michel.

O município de Una-BA foi o local em que os genótipos apresentaram os piores desempenhos, nos dois ciclos avaliados, e as condições de Campos e Guanambi, são favoráveis para expressão da maioria dos caracteres avaliados.

### Referências Bibliográficas

BELALCÁZAR, CARVAJAL, S. L. **El cultivo Del plátano em el trópico**. Cali: Impresora Feriva, 1991. 376p.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O.; LUCCA FILHO, O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. da S. **Comportamento de híbridos e variedades de bananeira (*Musa spp.*), em dois ciclos de produção no Sudoeste da Bahia. Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.139-144, 2006.

DONATO, S. L. R. **Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*musa spp.*), em primeiro ciclo de produção no sudoeste da Bahia, região de Guanambi**. Pelotas, RS: Universidade Federal de Pelotas, 2003. 115 p. (Dissertação de Mestrado).

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O.; PASSOS, A. R.; LIMA NETO, F. P.; LIMA. M. B. Avaliação de variedades e híbridos de bananeira sob irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 348-351, 2003

FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Acessado em: 16/01/2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Acessado em: 10/07/2008 e 05/01/2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>

LEDO, A. S.; SILVA JÚNIOR, J. F.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Avaliação de genótipos de bananeira na região do Baixo São Francisco, Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 691-695, 2008

LINS, R.D. **Avaliação de genótipos de bananeira em dois ciclos de produção no município de Una, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). UFBA: Cruz das Almas. 55p. 2005

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. C.; SILVA, S. O.; CECON, P. R.; PUSCHMANN, R.; JESUS, O. N.; CERQUEIRA, R. C. Suscetibilidade à queda natural e caracterização dos frutos de diversos genótipos de bananeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.499-502, 2004.

PEREIRA, L. V.; SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; SILVA, C. R. R. e. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 27, n.1, p.17-25, 2003

SANTOS, S. C.; CARNEIRO, L. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; PANIAGO JÚNIOR, E.; FREITAS, H. G.; PEIXOTO, C. N. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes a sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 449-453, 2006.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512. 1974.

SILVA, E. A.; BOLIANI, A.C.; CORRÊA, L. de S. Avaliação de cultivares de bananeira (*Musa* sp) na região de Selvíria-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.101-103, 2006.

SILVA, S. O.; PASSOS, A. R.; DONATO, S. R. L.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V.; LIMA NETO, F. P.; BEZERRA, M. Avaliação de genótipos de bananeira em diferentes ambientes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.4, p.737-748, 2003

SILVA, S. de O.; ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SILVEIRA, J. R. da S. Bananeira. In: BRUCKNER, C. H. (Editor). **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 101-157.

SILVA, S. O.; ROCHA, S. A.; ALVES, E. J.; CREDICO, M. D.; PASSOS, A. R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.2, p. 156-160, 2000.

SILVA, S. de O. e; SHEPHERD, K.; ALVES, E. J.; DANTAS, J. L. L. Cultivares de banana. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. p. 85-105.

**Tabela 1.** Características dos genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipo	Grupo	Subgrupo	Características
Japira	AAAB	Prata	PV42-142, híbrido (Pacovan x diplóide M53)
P. Ken	AAAB	Prata	PV42-68, híbrido (Pacovan x diplóide M53)
Pacovan	AAB	Prata	Cultivar mutante da Prata comum, porte alto
Prata anã	AAB	Prata	Cultivar de frutos tipo Prata, de porte baixo
Calipso	AAAA	Gros Michel	Híbrido Gros Michel, de porte médio a alto
Ambrósia	AAAA	Gros Michel	Híbrido Gros Michel, de porte médio a alto
G. Naine	AAA	Cavendish	Mutante da nanica, de porte médio a baixo

**Tabela 2.** Médias de altura de planta (m) de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	2,89 bB	3,28 aA	2,31 aC	3,37 aA	3,15 aA
P. Ken	3,62 aA	4,45 aA	2,11 aC	3,49 aA	3,01 aB
Pacovan	3,10 bA	3,24 aA	2,00 aB	3,24 aA	2,25 bB
Prata anã	2,56 cB	2,47 bB	1,81 bC	2,33 cB	3,21 aA
Calipso	2,88 bA	2,85 bA	1,70 bC	2,77 bA	2,43 bB
Ambrósia	2,74 bA	2,80 bA	2,16 aB	2,76 bA	2,33 bB
G. Naine	1,99 dB	2,73 bA	1,51 bC	2,16 cB	1,82 cB
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	5,23 aA	4,73 aB	3,08 aD	4,66 aB	3,70 aC
P. Ken	5,55 aA	4,95 aB	2,97 aD	4,62 aB	4,10 aC
Pacovan	4,75 bA	4,40 aA	2,87 aC	4,50 aA	3,61 aB
Prata anã	3,39 dA	3,57 bA	2,13 bB	3,21 bA	3,37 bA
Calipso	3,75 cA	3,84 bA	2,13 bB	3,12 bA	3,23 bA
Ambrósia	3,99 cA	3,70 bA	2,44 bC	3,42 bB	2,99 bB
G. Naine	2,82 eA	3,13 cA	1,65 cB	2,06 cB	2,05 cB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Médias do perímetro do pseudocaule (m) de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	0,62 bA	0,69 aA	0,46 aB	0,61 aA	0,52 cB
P. Ken	0,76 aA	0,72 aA	0,43 aB	0,68 aA	0,62 bA
Pacovan	0,61 bA	0,70 aA	0,30 bC	0,62 aA	0,45 cB
Prata anã	0,69 aB	0,75 aB	0,51 aD	0,62 aC	0,89 aA
Calipso	0,75 aA	0,77 aA	0,46 aB	0,71 aA	0,65 bA
Ambrósia	0,69 aA	0,76 aA	0,53 aB	0,70 aA	0,54 cB
G. Naine	0,59 bB	0,75 aA	0,46 aC	0,66 aA	0,56 cB
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	1,10 aA	0,91 bB	0,63 aD	0,79 aC	0,83 bC
P. Ken	1,11 aA	0,94 bB	0,60 aD	0,80 aC	0,72 cC
Pacovan	0,97 bA	0,83 bB	0,55 bD	0,76 aB	0,67 dC
Prata anã	1,00 bA	0,99 aA	0,65 aC	0,80 aB	0,92 aA
Calipso	1,06 aA	1,03 aA	0,57 bB	0,76 aB	0,79 bC
Ambrósia	1,10 aA	0,98 aB	0,63 aD	0,79 aC	0,75 cC
G. Naine	0,89 cA	0,90 bA	0,53 bB	0,59 bB	0,63 dB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Tabela 4.** Médias de peso do cacho (kg) de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	15,10 bA	16,33 cA	2,88 bC	10,50 cB	8,97 cB
P. Ken	17,13 bA	17,13 cA	2,79 bC	12,31 cB	17,43 aA
Pacovan	14,57 bA	17,67 cA	2,38 bC	10,34 aB	7,00 cB
Prata anã	13,78 bB	19,30 cA	2,69 bD	8,18 cC	13,13 bB
Calipso	21,46 aA	20,87 bA	3,68 bC	17,00 bB	17,97 aB
Ambrósia	17,68 bB	23,03 bA	7,89 aC	19,33 bB	9,80 cC
G. Naine	22,50 aB	31,97 aA	6,84 aD	24,67 aB	15,73 aC
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	23,87 bA	23,02 dA	10,57 aB	14,34 bB	22,80 aA
P. Ken	22,17 bA	22,11 dA	9,85 aB	20,50 aA	21,80 aA
Pacovan	17,55 cA	19,66 dA	7,29 bB	14,37 bA	16,73 bA
Prata anã	22,99 bB	28,11 cA	4,94 bD	13,34 bC	16,00 bC
Calipso	29,39 aB	35,69 bA	13,51 aD	18,12 aD	23,27 aC
Ambrósia	29,27 aB	35,17 bA	13,08 aD	23,75 aC	12,53 bD
G. Naine	30,38 aB	44,58 aA	7,09 b D	21,30 aC	20,47 aC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Médias de peso das pencas (kg) de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	13,57 bA	14,03 cA	2,48 bC	9,06 cB	8,33 cB
P. Ken	15,89 bA	14,70 cA	2,57 bC	10,64 cB	16,40 aA
Pacovan	13,14 bA	15,50 cA	2,12 bC	8,97 cB	6,67 cB
Prata anã	12,20 bB	16,83 cA	2,32 bD	7,10 cC	11,87 bB
Calipso	19,69 aA	18,63 bA	3,36 bC	15,29 bB	15,93 aB
Ambrósia	15,93 bA	19,90 bA	7,33 aB	17,83 bA	8,90 cB
G. Naine	20,61 aB	28,37 aA	6,29 aD	22,54 aB	14,70 aC
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	21,76 bA	20,09 dA	9,72 aB	12,46 bB	21,40 aA
P. Ken	20,20 bA	19,17 dA	9,26 aB	19,00 aA	20,43 aA
Pacovan	15,82 cA	17,05 dA	6,55 bB	12,71 bA	17,20 aA
Prata anã	20,61 bA	24,86 cA	4,26 bC	11,90 bB	14,20 bB
Calipso	26,12 aB	32,33 bA	12,84 aD	16,43 aD	21,37 aC
Ambrósia	26,82 aA	31,19 bA	12,78 aC	21,75 aB	11,37 bC
G. Naine	27,49 aB	40,99 aA	6,47 bD	19,47 aC	18,80 aC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

**Tabela 6.** Médias de número de frutos por cacho de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	95,67 bA	87,70 cA	43,40 bB	73,00 dA	61,33 cB
P. Ken	99,39 bA	87,67 cA	34,55 bC	68,89 dB	84,00 bA
Pacovan	103,44 bA	106,87 cA	46,47 bB	71,11 dA	70,33 cA
Prata anã	135,07 aA	132,03 bA	68,71 aC	91,53 cB	134,93 aA
Calipso	132,25 aA	132,07 bA	46,41 bC	87,89 cB	119,67 aA
Ambrósia	121,32 aA	125,40 bA	64,75 aD	100,54 bB	87,33 bC
G. Naine	145,55 aA	104,40 aA	68,42 aD	126,27 aB	98,00 bC
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	129,63 bA	109,18 bA	76,31 bB	79,13 bB	120,33 aA
P. Ken	126,00 bA	103,89 bA	67,17 bB	111,33 aA	80,33 bB
Pacovan	105,45 bA	105,54 bA	67,45 bB	91,83 bA	118,67 cA
Prata anã	173,62 aA	171,77 aA	106,44 aB	90,50 bB	144,00 aA
Calipso	176,65 aA	175,45 aA	91,80 aC	102,87 bC	140,67 aB
Ambrósia	180,14 aA	170,27 aA	119,32 aB	133,67 aB	101,00 bB
G. Naine	192,92 aA	202,17 aA	71,11 cC	99,78 cC	133,00 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

**Tabela 7.** Médias do comprimento médio do fruto (cm) de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	16,25 aB	20,33 aA	10,55 bC	17,50 cB	17,00 aB
P. Ken	17,09 aB	21,17 aA	11,44 bD	19,00 bB	15,50 bC
Pacovan	15,46 aA	18,17 bA	9,88 bB	17,11 cA	11,67 cB
Prata anã	15,46 bB	16,63 bA	9,49 bC	13,46 dB	14,37 bB
Calipso	12,53 aB	21,10 aA	11,75 bC	19,66 bA	19,33 aA
Ambrósia	17,17 aD	22,50 aA	15,10 aD	19,60 bB	18,00 aC
G. Naine	15,67 aB	23,00 aA	15,68 aC	21,85 aA	18,67 aB
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	19,38 aA	21,20 aC	15,94 aB	19,33 bA	19,33 aA
P. Ken	18,66 aA	21,06 aB	15,92 aB	20,67 bA	20,67 aA
Pacovan	17,29 aA	18,78 aB	12,20 bB	19,33 bA	14,00 bB
Prata anã	15,96 aB	19,02 aB	9,04 cC	17,33 bA	16,00 bB
Calipso	19,10 aB	23,02 aB	14,97 aC	22,67 aA	18,67 aB
Ambrósia	17,51 aB	22,11 aB	14,68 aC	20,33 bA	18,00 aB
G. Naine	18,66 aB	24,11 aA	13,76 aC	23,00 aA	14,00 b C

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

**Tabela 8.** Médias do diâmetro médio do fruto (cm) de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	3,99 aA	3,22 aB	2,93 bB	3,14 bB	3,20 bB
P. Ken	4,36 aA	3,35 aB	2,99 bC	3,45 aB	3,98 aA
Pacovan	3,91 aA	3,42 aA	2,50 cC	3,29 bB	3,28 bB
Prata anã	3,51 aA	3,53 aA	2,42 cB	2,74 cB	3,19 bA
Calipso	3,89 aA	3,31 aB	2,98 bB	3,79 aA	3,82 aA
Ambrósia	3,94 aA	3,38 aB	3,46 aB	3,76 aA	3,28 bB
G. Naine	3,99 aA	3,50 aA	3,01 bB	3,86 aA	3,70 aA
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	4,44 aA	3,40 aC	3,26 aC	3,20 bC	3,95 bB
P. Ken	4,45 aA	3,36 aB	3,31 aB	3,43 aB	4,47 aA
Pacovan	4,12 bA	3,41 aB	3,18 aB	3,43 aB	3,50 cB
Prata anã	3,90 bA	3,40 aB	2,43 bC	3,23 bB	3,28 cB
Calipso	4,01 bA	3,53 aB	3,54 aB	3,50 aB	3,43 cB
Ambrósia	4,02 bA	3,58 aB	3,49 aB	3,30 bB	3,47 cB
G. Naine	3,99 bA	3,68 aA	2,74 bB	3,70 aA	3,77 cA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

## **CAPÍTULO 2**

### **ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira

## **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de bananeira em diferentes condições ambientais**

**Resumo** – Estimaram-se parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, por meio de quatro métodos, para peso das pencas, de sete genótipos de banana, avaliados em cinco locais dos Estados da Bahia, Rio de Janeiro e Pernambuco, durante 2003 e 2004. Foram observados efeitos significativos para as fontes de variação genótipos, anos e locais, constatando-se que o comportamento dos genótipos não foi coincidente para os dois anos e para os cinco locais de avaliação. As interações genótipos x anos, genótipos x locais, anos x locais e genótipos x locais x anos foram estatisticamente significativas. Independentemente do método e considerando a análise para os dois anos e os cinco locais, as cultivares Grande Naine e os híbridos Calipso e Ambrósia figuraram entre as primeiras no ranqueamento, com boa adaptabilidade e estabilidade. Os quatro procedimentos forneceram resultados semelhantes, de fácil estimativa e, sobretudo fácil interpretação.

**Termos para indexação:** *Musa* sp., híbridos, produção.

## **Adaptability and stability of banana genotypes under different environmental conditions**

**Abstract** – Adaptability and Stability parameters were estimated by four methodologies hands mean weight in seven banana genotypes, which were evaluated in five locations of Bahia, Rio de Janeiro e Pernambuco States, during 2003 and 2004. Significant effects were observed for genotypes, years and locations, indicating that the performance of the cultivar and hybrids of banana was not coincident for the two years and the five locations. Genotypes x years, Genotypes x locations and years x locations and genotypes x years x locations interactions were significant. Independently of the methodology and considering the analysis for the two years and for the five locations, the cultivars Grande Naine and hybrids Ambrosia and Calipso ranked among the first classifications, with good adaptability and stability. The four methodologies provided similar results with easy estimates and interpretation.

**Index terms:** *Musa* sp., hybrids, production.



## Introdução

O Brasil é o segundo produtor mundial de banana, tendo produzido aproximadamente 6,9 milhões de toneladas em 2007, em uma área aproximada de 509 mil hectares. A Índia produziu, no mesmo período, 21,7 milhões de toneladas em 622 mil hectares (FAO, 2009). A baixa produtividade brasileira está associada à falta de variedades comerciais que apresentem, concomitantemente, porte baixo, boas características pós-colheita, entre elas a resistência ao despencamento do fruto e resistência às principais pragas (sigatokas amarela e negra, o mal-do-Panamá, moko, algumas viroses e nematóides) (Silva et al., 2002). A fruta é a segunda mais consumida no Brasil, perdendo apenas para a laranja. Considerando seu aspecto social, a cultura é explorada por pequenos empresários rurais, permitindo a fixação de mão-de-obra no campo, uma vez que se constitui em uma fonte de renda contínua para estes agricultores (Mascarenhas, 1997).

O melhoramento genético da bananeira apresenta-se com potencial para disponibilizar genótipos produtivos e adaptados as mais diversas condições edafoclimáticas brasileiras, o que proporcionará a elevação da produtividade e por consequência, maior rentabilidade do empreendimento aos agricultores. No entanto, para a recomendação segura de uma nova cultivar, é necessária a sua avaliação em diferentes ambientes contrastantes (locais e anos), visando identificar aquelas cultivares com adaptação ampla e ou específica a determinados locais. Esta adaptação está associada à interação genótipos por ambientes (G x E) e a sua existência exige investigação, por meio de estudos de adaptabilidade e estabilidade, de forma a garantir maior confiabilidade às indicações de cultivo (Gargnelutti Filho et al., 2009).

A quantificação da interação G x E é realizada por meio de metodologias complementares às análises de variância individual e conjunta dos dados experimentais obtidos a partir de uma série de ambientes. Existem várias metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade para este tipo de estudo, dentre as quais se podem citar as

propostas por Eberhart e Russel (1966); Cruz et al. (1989); Lin e Binns (1988); Annichiarico (1992) e Cruz e Carneiro (2003). De maneira geral, essas técnicas diferem quanto às estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade e também em relação à interpretação dos resultados (Amorim et al., 2006).

É interessante que o melhorista tenha conhecimento de tais técnicas para que possa identificar a mais apropriada à sua espécie e aos seus objetivos. Trabalhos visando estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade com a cultura da bananeira são poucos trabalhos encontrados na literatura (Cauwer e Ortiz, 1998; Cauwer et al, 1995 e Ortiz e Cauwer, 1998), porém estes trabalhos foram avaliados em condições adversas às observadas nas condições brasileiras.

Este trabalho teve como objetivos avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de sete cultivares de bananeira em cinco locais e dois ciclos produtivos, nos Estados da Bahia, Rio de Janeiro e Pernambuco.

### **Material e Métodos**

Os experimentos foram conduzidos durante os anos de 2003 e 2004 nos municípios: Guanambi (14° 13' S, 42° 46' W; altitude 525 m; precipitação média de 663,69 mm) Una (15° 17' S, 39° 04' W, altitude 40 m; precipitação média de 1.300 mm) e Cruz das Almas (12° 40' S, 39° 06' W; altitude 220 m; precipitação média de 1.200 mm), no Estado da Bahia, Campos, Estado do Rio de Janeiro (21° 45' S, 41° 19' W, altitude 12 m; precipitação media de 1020 mm) e Petrolina, Estado de Pernambuco (09° 23' S, 40° 30' W, altitude 365 m; precipitação média de 500 mm) (Ibge, 2009).

Foram avaliadas as cultivares Grande Naine (grupo AAA), Prata Anã e Pacovan (grupo AAB) e os híbridos Japira (Pacovan x diplóide M53), Pacovan Ken (híbridos AAAB

tipo Prata obtido pelo cruzamento de Pacovan x diplóide M53), Calipso e Ambrosia (híbridos AAAA tipo Gros Michel). O caracter avaliado foi o peso das pencas (expresso em kg).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituído por sete tratamentos (genótipos) e três repetições. Cada parcela foi constituída por 20 plantas, sendo seis úteis, e no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m.

Em um primeiro momento procedeu-se às análises de variância individuais para cada experimento (local) visando testar a homogeneidade de variâncias (Ramalho et al., 2000) e, posteriormente, à análise conjunta dos locais para os anos de 2003 e 2004, que representam dois ciclos produtivos da bananeira.

A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada separadamente para cada ano (ciclo produtivo) utilizando-se os seguintes métodos: Eberhart e Russel (1966); Cruz et al. (1989); Lin e Binns (1988) e Annichiarico (1992).

O método de Eberhart e Russell baseia-se no seguinte modelo de regressão linear:  $Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{li}I_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$ , que  $Y_{ij}$  é a média da cultivar  $i$  no ambiente  $j$ ;  $\beta_{oi}$  equivale à média geral da cultivar  $i$ ;  $\beta_{li}$  corresponde ao coeficiente de regressão linear, cuja estimativa representa a resposta da cultivar  $i$  à variação do ambiente  $j$ ;  $I_j$  é o índice ambiental codificado;  $\delta_{ij}$  equivale aos desvios da regressão e  $\bar{\varepsilon}_{ij}$  corresponde ao erro experimental médio.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade são a média do genótipo ( $\beta_{oi}$ ) e o coeficiente de regressão linear ( $\beta_{li}$ ). São de adaptabilidade geral as cultivares com  $\beta_{li}=1$ , adaptabilidade específica a ambientes favoráveis aquelas com  $\beta_{li} > 1$  e adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis aquelas com  $\beta_{li} < 1$ . O parâmetro de estabilidade  $\sigma_{di}^2$  é estimado pelo método da análise de variância, a partir do quadrado médio do desvio da regressão de cada cultivar (QMDi) e do quadrado médio do resíduo (QMR),

onde  $\sigma_{di}^2 = \frac{(QMDi - QMR)}{r}$ . A estabilidade diz respeito à previsibilidade da cultivar em relação ao modelo de regressão linear. Consideram-se estáveis as cultivares com desvios de regressão não significativos e instáveis aqueles com desvios significativos.

O método de Cruz et al. (1989) ajusta, em relação a cada genótipo, uma única equação constituída de dois segmentos de reta, com união no ponto correspondente ao valor zero do índice de capacidade de expansão de ambiente. Para Cruz et al (1989), um genótipo ideal seria o que apresentasse média de produção alta, a resposta linear dos ambientes desfavoráveis ( $\beta_1$ ) menor que 1, a resposta linear dos ambientes favoráveis ( $\beta_1 + \beta_2$ ) maior que 1 e desvios de regressão ( $\sigma_{di}^2$ ) iguais a zero.

No método proposto por Lin e Binns (1988), foi empregada como medida para estimar a adaptabilidade e a estabilidade de um dado cultivar, o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima obtida no ambiente. Essa medida de superioridade é obtida por meio da seguinte expressão:

$$P_{ig} = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

em que:  $P_{ig}$  : estimativa da estabilidade e adaptabilidade do cultivar  $i$ ;  $X_{ij}$  : produtividade do  $i$ -ésimo cultivar no  $j$ -ésimo local;  $M_j$  : resposta máxima observada entre todas as cultivares no local  $j$ ;  $n$  : número de locais.

O parâmetro estimado pelo método de Lin e Binns (1988) é uma medida relativa a uma cultivar ideal, de adaptabilidade geral, cujo coeficiente de regressão é igual, ou próximo, à unidade. Por este método representar o quadrado médio da distância em relação à resposta máxima em cada local, e não à distância simples, ele tem propriedade de variância, ponderando de maneira eficiente o comportamento das cultivares ao longo dos ambientes.

Para que a recomendação de uma dada cultivar seja realizada tanto para ambientes favoráveis quanto desfavoráveis, ou seja, ambientes em que há emprego de alta e baixa tecnologia, foi sugerido por Carneiro (1998) a decomposição do estimador  $P_i$  do método de Lin e Binns (1988) nas partes devidas a ambientes favoráveis e desfavoráveis em relação à reta bissegmentada. O parâmetro  $P_i$  foi denominado MAEC (Medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento) e se refere ao desempenho e comportamento diante de variações ambientais.

Desta forma, para os ambientes favoráveis, com índice ambiental positivo, incluindo o valor zero, o parâmetro MAEC seria dado por:

$$P_{ifav} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - Y_{mj})^2}{2f}$$

em que:  $P_{ifav}$  : estimativa do parâmetro MAEC para o ambiente favorável;  $X_{ij}$  : produtividade do  $i$ -ésimo cultivar no  $j$ -ésimo local;  $Y_{mj}$ : estimativa da produtividade do genótipo ideal no ambiente  $j$ ;  $f$  : número de ambientes favoráveis;

Da mesma forma, para os ambientes desfavoráveis, com índice ambiental negativo, este parâmetro seria dado por:

$$P_{idesf} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

em que  $d$  representa o número de ambientes desfavoráveis.

Ao compreender o parâmetro  $P_i$  como estabilidade e adaptabilidade temos que levar em conta que; nos métodos que avaliam a performance dos cultivares perante a análise de regressão, o índice ambiental; definido como a diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral, representa a variável independente. Portanto, o coeficiente de regressão da média dos genótipos avaliados em cada ambiente em função dos índices

ambientais, que nesse caso é a variável dependente sendo a média dos genótipos em cada ambiente menos uma constante (essa por sua vez é a média geral), é igual a um (1). Assim, a regressão do valor máximo, ou resposta máxima de cada local em função dos índices ambientais, também apresentará coeficiente de regressão igual, ou muito próximo, à unidade; empiricamente, tem sido demonstrado ser esse fato verdadeiro (Cruz e Carneiro, 2003).

No método proposto por Annichiarico (1992) a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança (ou índice de recomendação) de um determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior (Cruz e Carneiro, 2003). Valores superiores a 100 para o índice de confiança são aceitáveis, sendo os melhores genótipos aqueles que apresentarem os mais altos valores.

Este índice é obtido a partir da seguinte expressão:

$$\omega_i = \mu - z_{(1-\alpha)} \sigma_{zi}$$

em que:  $\omega_i$ : índice de confiança, expresso em percentagem;  $\mu$ : média do genótipo  $i$  em percentagem;  $Z$ : percentil da função de distribuição normal acumulada;  $\alpha$ : nível de significância;  $\sigma_{zi}$ : desvio padrão dos valores percentuais.

Os maiores valores deste índice serão obtidos pelos genótipos que apresentarem concomitantemente maior média percentual ( $\mu$ ) e menor desvio ( $\sigma_{zi}$ ). Com isso, considera-se que  $\omega_i$  expressa a estabilidade e, também, a adaptabilidade genotípica (Cruz e Carneiro, 2003). A técnica ainda classifica os ambientes em favoráveis e desfavoráveis segundo seu índice de ambiente ( $I$ ), sendo este índice positivo para aqueles ambientes favoráveis e negativo para os desfavoráveis.

Tanto para as análises de variância quanto para as análises de adaptabilidade e estabilidade utilizou-se o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2005).

## Resultados e Discussão

Por meio da análise conjunta, foi observado efeito significativo para as fontes de variação genótipos, anos e locais para peso das pencas (Tabela 1). Da mesma forma, observa-se que tanto os anos quanto os locais foram distintos. Para o coeficiente de variação experimental, observou-se magnitude de 16,12%, podendo ser considerado compatível com aqueles verificados para caracteres associados com a produtividade, geralmente com herança quantitativa e altamente influenciados pelo ambiente (Falconer e Mackai, 1996).

Em relação às interações, todas foram significativas, revelando que o comportamento dos genótipos, em média, não foi coincidente de um ano para outro, assim como entre locais (Tabela 1). A cultivar Grande Naine apresentou desempenho superior na maioria dos ambientes testados, em especial nos municípios de Campos e Guanambi, com peso das pencas de 20,61 kg e 28,37 kg no primeiro ciclo e 27,49 kg e 40,99 kg no segundo ciclo, respectivamente (Tabela 2). As cultivares Calipso e Ambrósia também apresentaram peso das pencas elevados em Campos e Guanambi, em ambos ciclos de produção.

Os baixos valores para peso das pencas (Tabela 2) em Una podem estar associados ao período de estiagem iniciado em dezembro de 2002 que prolongou-se até fevereiro de 2003. A precipitação neste período foi de aproximadamente 318 mm, porém, concentrados na primeira quinzena de dezembro e na segunda quinzena de fevereiro, com isso totalizou-se aproximadamente dois meses de estiagem, sendo afetados o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Lins, 2005).

Ledo et al. (2008) avaliando 20 genótipos de bananeira nas condições de Propriá, Estado de Sergipe, observaram que os maiores pesos de cacho no primeiro ciclo foram obtidos pelos genótipos Bucaneiro, Ambrosia e Grande Naine, com 29,98; 25,48 e 24,19 kg, respectivamente. Esses genótipos pertencem aos subgrupos Gros Michel e Cavendish, que produzem os maiores cachos entre as bananeiras comestíveis (Silva et al., 1999). Resultados

semelhantes em relação ao peso das pencas para a cultivar Grande Naine também foram observados por Silva et al. (2003) em cinco ambientes contrastantes e Pereira et al. (2003) no município de Lavras, Minas Gerais.

Por meio da significância das interações, um comportamento diferenciado dos genótipos de bananeira em relação aos locais e anos de avaliação foi observado, justificando um estudo mais detalhado das diferenças entre os materiais com relação à adaptabilidade e à estabilidade.

As estimativas dos índices ambientais são úteis, pois indicam a qualidade dos ambientes avaliados. Índices negativos identificam ambientes desfavoráveis, que são regiões de condições climáticas ou de solo adversas, ou áreas de utilização de baixa tecnologia. Índices positivos identificam ambientes favoráveis, que são regiões com condições edáficas e climáticas apropriados ao cultivo da cultura (Carvalho et al. 2002).

Os índices ambientais calculados estão apresentados na Tabela 3. A variação do peso das pencas verificada a cada ano evidencia a instabilidade nas condições edafoclimáticas durante o período estudado, com apenas dois ambientes (Campos e Guanambi), sendo classificados como favoráveis nos dois ciclos de produção (2003 e 2004).

Considerando as esperanças dos quadrados médios, foram estimados os componentes de variância das interações: genótipos x locais e genótipos x anos. Constatou-se que a magnitude da variância da interação genótipos x locais ( $\sigma_{GxL}^2 = 8,78$ ) foi mais expressiva do que a magnitude da interação genótipos x anos ( $\sigma_{GxA}^2 = 0,91$ ), deduzindo que a avaliação dos genótipos em maior número de locais é mais vantajosa do que em maior número de anos; essa informação é importante para orientar trabalhos futuros de avaliação de genótipos de bananeira e sua recomendação para o cultivo pelos agricultores.

A classificação dos genótipos quanto à adaptabilidade e a estabilidade foi, de maneira geral, semelhante nos quatro métodos (Tabelas 4 a 7).



Os resultados das análises de adaptabilidade e estabilidade, obtidas por meio do método proposto por Eberhart & Russel (1966), estão apresentados na Tabela 4. A cultivar ideal será aquela que apresentar alta produção de peso das pencas, adaptabilidade geral ( $\beta_{li}=1$ ) e boa previsibilidade ( $\sigma_{di}^2=0$ ). Dos sete genótipos, apenas a cultivar Grande Naine apresentou adaptabilidade geral, considerando os dois ciclos de produção (2003 e 2004). No entanto, a cultivar não apresentou estabilidade ou previsibilidade, como pode ser observado nos valores para peso das pencas (Tabela 2).

As cultivares Pacovan, Japira e Pacovan Ken apresentaram adaptabilidade geral somente no segundo ciclo (Tabela 4). Em relação à previsibilidade, somente a ‘Pacovan’ apresentou  $\sigma_{di}^2=0$ .

Os resultados das análises considerando o modelo proposto por Cruz et al. (1989) está apresentado na Tabela 5. Considerando o primeiro e segundo ciclos, a ‘Grande Naine’ apresentou valores de  $\beta_1 > 1$ , indicando que essa cultivar é responsiva a condições desfavoráveis de ambiente.

As estimativas de  $\beta_1 + \beta_2$ , que avalia o comportamento das cultivares em ambientes favoráveis indicaram que no primeiro ciclo a cultivar Prata Anã foi a única a apresentar comportamento responsivo à melhoria do ambiente (Tabela 5). Em relação ao segundo ciclo, a cultivar Grande Naine também apresentou comportamento semelhante.

Em relação aos desvios da regressão ( $\sigma_{di}^2$ ), as cultivares Pacovan e Prata Anã apresentaram comportamento previsível nos ambientes considerados (Tabela 5). De acordo com Cruz et al. (1989) genótipos com valores de  $R^2 > 80\%$  devem ter o seu grau de previsibilidade adequado, fato observado na maioria dos cultivares e híbridos de bananeira avaliados nos cinco ambientes durante os dois ciclos produtivos.

De acordo com o modelo proposto por Cruz et al. (1989), a cultivar preconizada como ideal deve possuir (média alta,  $\beta_1 < 1$ ,  $\beta_1 + \beta_2 > 1$  e  $\sigma_{di}^2 = 0$ ). Em função destas exigências, nenhum genótipo avaliado apresentou estas características.

Os resultados das análises de estabilidade para os dois ciclos de produção de bananeira, obtidos pelo método de Linn e Binns (1988) estão apresentados na Tabela 6. Esta metodologia obtém uma estimativa de  $P_i$ , que é o desvio da cultivar  $i$  em relação à que apresenta o desempenho máximo em cada local. De maneira geral, os genótipos de melhor desempenho foram Grande Naine, Calipso e Ambrosia, por apresentarem menores valores para  $P_i$ . A cultivar Grande Naine teve os menores valores tanto para ambientes gerais quanto para favoráveis, no entanto, para ambientes desfavoráveis, as cultivares Pacovan Ken e Calipso, no segundo ciclo, apresentaram menores valores.

Considerando a metodologia proposta por Annicchiarico (1992), a escolha de uma dada cultivar, para ser recomendada aos agricultores, será realizada a partir da estimativa do índice de confiança ( $\omega_i$ ), que considera o risco de uma dada cultivar. Os genótipos com maiores valores para  $\omega_i$  foram Calipso, Ambrosia e Grande Naine, estes apresentaram o menor risco, podendo ser recomendados para cultivo pelos agricultores (Tabela 7). De acordo com o índice de confiança, estas cultivares produziram, em média, 20% acima da média do ambiente, considerando o primeiro ciclo e 10% no segundo. Os piores desempenhos foram observados pelos genótipos Japira e Pacovan nos dois ciclos avaliados.

Independentemente do método e considerando a análise para os dois ciclos produtivos e os cinco ambientes, 'Grande Naine', 'Calipso' e 'Ambrósia' sempre figuraram entre as primeiras na classificação, com boa adaptabilidade e estabilidade, destacando-se Grande Naine. Essas cultivares tem sido utilizadas pelos agricultores em função de uma série de características agronômicas de interesse, entre elas resistência as Sigatokas e ao mal-do-Panamá (Calipso); porte médio (Ambrósia e Grande Naine).

Os procedimentos citados forneceram resultados semelhantes com fácil estimativa e, sobretudo, fácil interpretação e deveriam ter seu uso incrementado em programas de melhoramento de bananeira. De acordo com Murakami et al. (2004) a metodologia de Lin e Binns (1988) é mais discriminante e por isso mais eficiente que a metodologia de Eberhart e Russel (1966), ainda muito utilizada em estudos de estabilidade e adaptabilidade.

### **Conclusões**

Os genótipos diferem quanto à estabilidade e adaptabilidade para peso de pencas, com destaque para as cultivares Grande Naine, Calipso e Ambrósia.

As técnicas para estimativa de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade revelam resultados semelhantes, com fácil estimativa e, sobretudo, fácil interpretação, devendo ter seu uso incrementado em programas de melhoramento de bananeira.

### **Referências Bibliográficas**

- AMORIM, E.P.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; PETTINELLI JUNIOR, A.; GALLO, P.B.; AZEVEDO FILHO, J.A. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 65, n.4, p. 575-582, 2006.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal Genetics Breeding** , Italy , v.46 , n.1 , p. 269-278 , mar.1992.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.
- CAUWER, I de.; VUYLSTEKE, D.; ORTIZ, R. Yield stability of Musa germplasm in Nigéria and Cameroon. **MusAfrica**, v. 6, p. 15-16, 1995.

CAUWER, I de.; ORTIZ, R. Analysis of the genotype x environment interaction in musa trials. **Experimental. Agriculture**, v. 34, p177-188, 1998.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 567-580, 1989.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 2. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.

CRUZ C. D. **Genes**: aplicativo computacional em genética e melhoramento de plantas. Versão 2005. Viçosa: UFV, 2005.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FALCONER, D.S. e MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 1996.

FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Acessado em: 16/01/2009.

Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>

GARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBOLDI, J.; GUADAGNIN, J. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, v.39, 2009. [Online].

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Acessado em: 05/01/2009.

Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>

LEDO, A. S.; SILVA JÚNIOR, J. F.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Avaliação de genótipos de bananeira na região do Baixo São Francisco, Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 691-695, 2008.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.

LINS, R.D. **Avaliação de genótipos de bananeira em dois ciclos de produção no município de Una, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). UFBA: Cruz das Almas. 55p. 2005.

MASCARENHAS, G. Análise do mercado brasileiro de banana. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, n.134, p.4-12, 1997.

MURAKAMI, D. M.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; BIZÃO, N. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 71-78, 2004.

ORTIZ, R. ; CAUWER, I de. Genotype-by-environment interaction and testing environments for plantain and banana (*Musa spp. L* ) breeding in West Africa. **Tropicultura**, v. 16, p. 97-102, 1998.

PEREIRA, L. V.; SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; SILVA, C. R. R. e. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 27, n.1, p.17-25, 2003.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C.; **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000. 326p.

SILVA, S. O.; PASSOS, A. R.; DONATO, S. R. L.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V.; LIMA NETO, F. P.; BEZERRA. M. Avaliação de genótipos de bananeira em diferentes ambientes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.4, p.737-748, 2003.

SILVA, S. de O.; ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SILVEIRA, J. R. da S. Bananeira. In: BRUCKNER, C. H. (Editor). **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 101-157.

SILVA, S. de O. e; SHEPHERD, K.; ALVES, E. J.; DANTAS, J. L. L. Cultivares de banana. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e**

**agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. p. 85-105.

**Tabela 1.** Análise de variância conjunta e significância do quadrado médio (QM) das fontes de variação em relação ao peso das pencas, em kg, e média, coeficiente de variação experimental (CV) em cinco locais de experimentos de bananeira. Cruz das Almas, BA, 2009.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
(B/L)/A	20	6,090
Genótipos (G)	6	328,183**
Anos (A)	1	1803,942**
Locais (L)	4	1548,903**
G x A	6	13,761*
G x L	24	58,929**
A x L	4	37,924**
G x A x L	24	21,907**
Resíduo	120	6,244
Média		15,49
CV (%)		16,12

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 2.** Médias de peso das pencas (kg) de sete genótipos de bananeira avaliados em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipos	Locais				
	Campos	Guanambi	Una	Petrolina	Cruz das Almas
<b>Primeiro ciclo</b>					
Japira	13,57 bA	14,03 cA	2,48 bC	9,06 cB	8,33 cB
P. Ken	15,89 bA	14,70 cA	2,57 bC	10,64 cB	16,40 aA
Pacovan	13,14 bA	15,50 cA	2,12 bC	8,97 cB	6,67 cB
Prata anã	12,20 bB	16,83 cA	2,32 bD	7,10 cC	11,87 bB
Calipso	19,69 aA	18,63 bA	3,36 bC	15,29 bB	15,93 aB
Ambrósia	15,93 bA	19,90 bA	7,33 aB	17,83 bA	8,90 cB
G. Naine	20,61 aB	28,37 aA	6,29 aD	22,54 aB	14,70 aC
<b>Segundo ciclo</b>					
Japira	21,76 bA	20,09 dA	9,72 aB	12,46 bB	21,40 aA
P. Ken	20,20 bA	19,17 dA	9,26 aB	19,00 aA	20,43 aA
Pacovan	15,82 cA	17,05 dA	6,55 bB	12,71 bA	17,20 aA
Prata anã	20,61 bA	24,86 cA	4,26 bC	11,90 bB	14,20 bB
Calipso	26,12 aB	32,33 bA	12,84 aD	16,43 aD	21,37 aC
Ambrósia	26,82 aA	31,19 bA	12,78 aC	21,75 aB	11,37 bC
G. Naine	27,49 aB	40,99 aA	6,47 bD	19,47 aC	18,80 aC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Tabela 3.** Estimativas do índice ambiental peso das pencas (PPE), em Campos (RJ), Guanambi (BA), Una (BA), Cruz das Almas (BA) e Petrolina (PE) no primeiro e segundo ciclos de produção. Cruz das Almas, BA, 2009.

<b>Ambientes</b>	<b>Índice ambiental</b>
<b>Primeiro ciclo</b>	
Campos	3,298
Guanambi	5,717
Una	-8,778
Petrolina	0,496
Cruz das Almas	-0,734
<b>Segundo ciclo</b>	
Campos	4,263
Guanambi	8,102
Una	-9,585
Petrolina	-2,179
Cruz das Almas	-0,601

**Tabela 4.** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de sete genótipos de bananeira cultivados em cinco ambientes, em dois ciclos de produção, segundo o método de Eberhart e Russel (1966). Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipo	$\beta_{li}$	$\sigma_{di}^2$	$R^2$ (%)
<b>Primeiro ciclo</b>			
Japira	0,836*	-0,585ns	96,685
Pacovan Ken	0,882*	11,109*	71,314
Pacovan	0,929*	0,703ns	93,909
Prata Anã	0,913*	5,453*	82,812
Calipso	1,135*	3,171*	91,691
Ambrosia	0858*	9,080*	72,404
Grande Naine	1,444 <sup>ns</sup>	7,896*	89,927
<b>Segundo ciclo</b>			
Japira	0,677 <sup>ns</sup>	11,501**	66,195
P. Ken	0,547 <sup>ns</sup>	8,910**	61,070
Pacovan	0,579 <sup>ns</sup>	3,800 <sup>ns</sup>	75,958
Prata Anã	1,183*	-2,307 <sup>ns</sup>	99,647
Calipso	1,114*	2,0949 <sup>ns</sup>	94,093
Ambrosia	1,052*	30,08**	67,138
G. Naine	1,845 <sup>ns</sup>	7,770*	95,187

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. <sup>ns</sup> Não significativo (Ho:  $\beta_{li} = 1$ ) e pelo teste F (Ho:  $\sigma_{di}^2 = 0$ ).

**Tabela 5.** Parâmetros de estabilidade e adaptabilidade estimados pelo método proposto por Cruz et al. (1989) para peso das pencas de sete genótipos de bananeira cultivados em cinco ambientes, em dois ciclos de produção. Cruz das Almas, BA, 2009.

Genótipos	Médias nos ambientes			$\beta_1$	$\beta_1 + \beta_2$	$\sigma_{di}^2$	R <sup>2</sup> (%)
	Geral	Fav.	Desf.				
<b>Primeiro ciclo</b>							
Japira	9,496	5,406	12,222	0,820 <sup>ns</sup>	0,969 <sup>ns</sup>	127,953 <sup>ns</sup>	96,99
P. Ken	12,039	9,486	13,741	0,891 <sup>ns</sup>	0,806 <sup>ns</sup>	141,835**	71,38
Pacovan	9,279	4,395	12,535	0,888 <sup>ns</sup>	1,257 <sup>ns</sup>	159,906 <sup>ns</sup>	95,41
Prata Anã	10,065	7,095	12,045	0,793 <sup>ns</sup>	1,863**	172,792 <sup>ns</sup>	94,15
Calipso	14,582	9,648	17,871	1,195 <sup>ns</sup>	0,665 <sup>ns</sup>	239,902*	93,68
Ambrósia	13,978	8,118	17,884	0,920 <sup>ns</sup>	0,368 <sup>ns</sup>	139,73**	75,38
G. Naine	18,502	10,496	23,838	1,491**	1,069 <sup>ns</sup>	383,031**	90,69
<b>Segundo ciclo</b>							
Japira	17,086	14,525	20,926	0,724*	-0,434*	138,552**	73,77
P. Ken	17,613	16,231	19,685	0,582**	-0,848 <sup>ns</sup>	88,956*	66,81
Pacovan	13,867	12,153	16,436	0,590**	-0,271 <sup>ns</sup>	91,865 <sup>ns</sup>	76,60
Prata Anã	15,163	10,118	22,735	1,186 <sup>ns</sup>	-0,079 <sup>ns</sup>	380,060 <sup>ns</sup>	99,66
Calipso	21,818	16,881	29,225	1,093 <sup>ns</sup>	0,524 <sup>ns</sup>	339,889 <sup>ns</sup>	94,90
Ambrósia	20,781	15,298	29,005	1,048 <sup>ns</sup>	0,091 <sup>ns</sup>	300,629**	67,16
G. Naine	22,644	14,911	34,243	1,774**	1,742**	955,683 <sup>ns</sup>	98,50

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. <sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 6.** Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de sete genótipos de bananeira cultivados em cinco ambientes, para peso das pencas em kg no primeiro e segundo ciclos de produção, com base na metodologia de Lin e Binns (1989), Cruz das Almas, BA, 2009.

<b>Genótipos</b>	<b>Média</b>	<b>P<sub>ig</sub></b>	<b>P<sub>if</sub></b>	<b>P<sub>desf</sub></b>
<b>Primeiro ciclo</b>				
Japira	9,496	52,524	72,764	22,164
Pacovan Ken	12,039	37,341	58,454	5,672
Pacovan	9,279	48,772	73,672	11,421
Prata Anã	10,065	52,746	67,591	30,479
Calipso	14,582	16,415	24,691	4,001
Ambrósia	13,978	17,208	19,305	14,062
Grande Naine	18,502	0,397	0,000	0,994
<b>Segundo ciclo</b>				
Japira	17,086	56,576	117,420	16,013
Pacovan Ken	17,613	55,069	132,338	3,556
Pacovan	13,867	84,844	177,368	23,161
Prata Anã	15,163	53,025	76,916	37,098
Calipso	21,818	10,520	19,234	4,711
Ambrósia	20,781	19,717	24,124	16,778
Grande Naine	22,644	5,263	0,000	8,772

**Tabela 7.** Estimativas do índice de confiança de Annicchiarico ( $\omega_i$ ), em porcentagem, de sete genótipos de bananeira cultivados em cinco ambientes, em dois ciclos de produção. Cruz das Almas, BA, 2009.

<b>Genótipos</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio (%)</b>	<b><math>\omega_i</math> (%)</b>
<b>Primeiro ciclo</b>			
Japira	9,496	7,835	71,396
Pacovan Ken	12,039	27,611	86,181
Pacovan	9,279	13,822	65,971
Prata Anã	10,065	19,541	71,675
Calipso	14,582	18,140	108,381
Ambrósia	13,978	45,258	110,598
Grande Naine	18,502	21,587	143,748
<b>Segundo ciclo</b>			
Japira	17,086	19,719	90,277
Pacovan Ken	17,613	18,792	94,392
Pacovan	13,867	12,287	73,211
Prata Anã	15,163	18,192	72,151
Calipso	21,818	15,872	116,299
Ambrósia	20,781	31,109	107,099
Grande Naine	22,644	29,433	106,787

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bananeira apresenta ampla variabilidade, dentre e entre os tipos, em relação a muitos aspectos como qualidade do fruto, resistências às pragas, exigências de solo e clima, dentre outros.

A avaliação de genótipos tem o propósito de identificar genótipos superiores para recomendação aos produtores, ou fornecer informações para programas de melhoramento genético. Sabe-se que cada genótipo apresenta interação com o meio ambiente propiciando variações. Em relação a produtividade, precocidade e qualidade do fruto, como ficou evidenciado no presente trabalho, em que se verificou diferenças de comportamento entre os sete genótipos nos diferentes ambientes, durante dois ciclos de produção.

Independentemente do método e considerando a análise para os dois ciclos produtivos e os cinco ambientes, 'Grande Naine', 'Calipso' e 'Ambrósia' sempre figuraram entre as primeiras na classificação, com boa adaptabilidade e estabilidade. Essas cultivares tem sido utilizadas pelos agricultores em função de uma série de características agrônômicas de interesse, entre elas resistência as Sigatokas e ao mal-do-Panamá (Calipso); porte médio (Ambrósia e Grande Naine). Os genótipos Japira e Pacovan Ken, superaram em rendimento a Pacovan (genitora), nos locais avaliados, nos dois ciclos de produção.

O município de Una-BA foi o local que obteve as menores médias para todas as características avaliadas, isso devido à estiagem ocorrida no período de floração e enchimento das bananas no primeiro ciclo e o desenvolvimento do bananal, refletindo também no segundo ciclo, comprometendo o desempenho das variedades e híbridos avaliados.