

REPETIBILIDADE E CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES MORFO-AGRONÔMICOS EM BANANEIRAS NO AMAPÁ

GILBERTO KEN ITI YOKOMIZO¹; JUREMA DO SOCORRO AZEVEDO DIAS²

RESUMO: Devido a necessidade de se conhecer o comportamento das cultivares de bananeiras em novos ambientes, mantendo seus padrões de produtividade (repetibilidade), realizou-se este artigo que teve como objetivo comparar diferentes métodos de estimação da repetibilidade nas condições do Amapá. Foram avaliados, em três ciclos produtivos, características relacionadas ao desenvolvimento vegetativo do pseudocaule da bananeira, da resistência à doença Sigatoka-negra e da produtividade de frutos. Observou-se que as características relativas à doença e número de folhas viáveis foram influenciadas pelos diferentes anos. Pelas correlações de Pearson a severidade da doença causa prejuízos diretos em todas as características. As correlações entre as características vegetativas e reprodutivas demonstraram que a melhor estrutura de suporte e maior quantitativo de folhas viáveis permite maior produtividade. Pode-se inferir a possibilidade de seleção por métodos fenotípicos simples nas características vegetativas de altura e circunferência do estipe e no peso médio de cachos, com base nas análises de repetibilidade. A repetibilidade pelo método da análise de variância (ANOVA) foi mais adequado e teve maior coeficiente de determinação em relação a análise dos componentes principais com base na matriz de correlações (CPCOR) e de covariâncias (CPCOV), a análise estrutural com base na matriz de correlações (AECOR) e a de covariância (AECOV).

PALAVRAS-CHAVE: *Musa* spp., MELHORAMENTO GENÉTICO, ANÁLISE MULTIVARIADA, COMPONENTES PRINCIPAIS.

REPEATABILITY AND CORRELATIONS AMONG MORPHO-AGRONOMIC CHARACTERS IN BANANA PLANTS IN AMAPÁ STATE, BRAZIL

ABSTRACT: Because of the need to understand the behavior of banana cultivars in new environments while maintaining their productivity standards (repeatability), this article was made with the objective to compare different repeatability estimation methods in the Amapá conditions. In three-yield cycles were evaluated characteristics related to vegetative growth of the stem, resistance to Black Sigatoka disease and fruit yield. One observed that the characters disease and number of viable leaves have been influenced by the different years. According to Pearson correlations, the severity of the disease causes direct damage to all characters. The correlations between the vegetative and reproductive characters showed that the better support structure and higher amount of the viable leaves enable greater productivity. It is inferred that in the vegetative

¹ Doutor em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas. Embrapa Amapá, Macapá. Email: gilberto.yokomizo@embrapa.br;

² Mestre em Agronomia, área de concentração Fitopatologia. Embrapa Amapá, Macapá. Email: jurema.dias@embrapa.br

characters, in this case the circumference and height of pseudo-stem and in the bunches weight character based in the repeatability analysis the possibility of selection by simple phenotypic methods. The repeatability by the analysis variance of method was more appropriated and with higher coefficient of determination in relation to the principal component analysis based on the correlation matrix (CPCOR) and covariance (CPCOV), structural analysis based on the correlation matrix (AECOR) and covariance (AECOV).

KEYWORDS: *Musa* spp., GENETIC BREEDING, MULTIVARIATE ANALYSIS, MAIN COMPONENTS.

1 INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.) é uma planta de grande importância econômica e social em diversos países do mundo, com o mais alto índice de consumo per capita entre as frutas tropicais. Mundialmente é cultivada em mais de 150 países tropicais e subtropicais, principalmente por pequenos agricultores, somando aproximadamente 105 a 120 milhões de toneladas de frutas frescas, numa área colhida de 4 milhões de hectares (UNCTAD, 2015). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana, com uma produção entre 7,18 e 7,33 milhões de toneladas, e rendimento de US\$ 997 milhões em uma área cultivada de 504.248 hectares (FAOSTAT, 2015 e IBGE, 2014). O mercado interno consome praticamente toda a produção nacional, com um consumo per capita de 31,1 kg/ano (FAOSTAT, 2015), desta forma o volume de exportação é baixo, um aumento de produção seria interessante para aumentar a participação nacional no comércio exterior, porém há dificuldades associadas principalmente quanto a falta de técnicas adequadas para o cultivo e a problemas relacionados à fitossanidade, como as doenças e pragas, podendo gerar perdas de até 100% dos frutos em algumas lavouras (SILVA et al, 2002).

Existe também a falta de variedades comerciais de banana que sejam produtivas e que possuam porte adequado, resistência às principais pragas e doenças, adaptação aos diferentes ecossistemas e ampla aceitação pelos consumidores, para maior expansão da cultura (SILVA et al, 2000; DONATO et al, 2006). A baixa opção de materiais genéticos diferentes deve-se ao plantio pouco diversificado em termos genéticos, abrangendo principalmente as cultivares Prata e Maçã, suscetíveis a diversas doenças. A Sigatoka-negra, causada por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, principal problema da bananicultura mundial, constitui fator limitante para a cultura, notadamente na Região Norte do Brasil. Uma estratégia para viabilizar a bananicultura nessa região é o desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas e resistentes, mediante o melhoramento genético, cuja etapa final do processo consiste na avaliação dos genótipos em diferentes regiões produtoras (RODRIGUES et al, 2006).

No Amapá, assim como em outros Estados da Região Norte, a Sigatoka-negra, também passou a estar presente nas principais áreas produtoras de banana, tendo sido registrada no ano de 2000, na área de Assentamento Nova Vida, no município de Tartarugalzinho, logo após as ocorrências nos estados de Rondônia e Mato Grosso, em 1999. Desde aquela época, a doença

encontra-se disseminada por todas as áreas de produção de banana, causando perdas em cerca de 100% das cultivares exploradas comercialmente (DIAS, 2001).

No momento em que surgem novas cultivares faz-se necessária a verificação do comportamento em novos ambientes, pois pode existir um comportamento diferencial das cultivares frente às variações ambientais denominado de interação genótipos x ambientes (GxA) e a bananeira também sofre estes efeitos, os quais podem dificultar a seleção de genótipos com adaptação ampla ou estáveis. Visando a obtenção de informações pormenorizadas sobre o comportamento dos genótipos sob efeito deste tipo de interação, métodos de adaptabilidade e estabilidade tornam-se extremamente importantes e necessários (CRUZ et al, 2012), pois as mesmas proporcionam informações sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. Estas análises possibilitam a identificação de cultivares de comportamento previsível e que respondam às variações ambientais, em condições específicas ou amplas.

Um aspecto importante, que envolve as bananeiras em programas de melhoramento genético, assim como em diversas fruteiras perenes, é a necessidade da instalação de experimentos em áreas grandes, dificultando a adoção de delineamentos estatísticos adequados em algumas ocasiões e, a estimativa de diversos parâmetros genéticos, entre os quais a herdabilidade. Com base neste aspecto, o conhecimento da estabilidade dos genótipos torna-se fundamental, permitindo antever o sucesso com a seleção de determinado caráter. A alternativa interessante é a estimativa do coeficiente de repetibilidade em características de interesse ao melhoramento (ALBUQUERQUE et al, 2004). Nos delineamentos experimentais, o valor do genótipo sob seleção oferece a possibilidade de se estudar com base em médias. Então quando medidas de cada indivíduo em cada parcela experimental são repetidas no tempo, a repetibilidade pode ser definida como a correlação entre as médias das parcelas experimentais obtidas em sucessivas avaliações (médias sucessivas) de um único genótipo (CRUZ et al 2012; NEVES et al 2010). O coeficiente de repetibilidade permite ao melhorista avaliar se a seleção baseada em alguma característica fenotípica será confiável, ou seja, se os genótipos de bananeira, manterão sua superioridade indefinidamente. Permitindo também determinar o número de avaliações necessárias para se determinar o valor real de um indivíduo, para que haja eficiência na seleção fenotípica entre os genótipos. Isso pode resultar na redução de custos e de mão-de-obra em programas de melhoramento genético, pois valores altos da estimativa da repetibilidade do caráter indicam que é possível prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medições (CRUZ et al, 2012).

Em bananeiras avaliações que visem mensurar medidas repetidas em características morfo-agronômicas e relacionadas a doenças só foram encontradas em um único artigo científico de Lessa et al. (2014), mesmo sendo possível por meio dessa ferramenta, determinar-se o número mínimo de observações fenotípicas que devem ser feitas em cada indivíduo e aumentar a eficiência da seleção de genótipos com baixo custo. Desta forma, o presente artigo tem como objetivos determinar a repetibilidade através de diferentes metodologias em características avaliadas em genótipos de bananeira nas condições experimentais do Amapá e determinar o número mínimo de medições que devem ser conduzidas para se obter uma precisão mínima de 95% e com isso determinar o valor real dos indivíduos de forma a permitir inferir sobre o comportamento dos

genótipos, podendo subsidiar a seleção de indivíduos superiores para o programa de melhoramento da espécie nesta região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de produção, no período de agosto de 2002 a setembro de 2005, na Colônia Agrícola do Matapi, no município de Porto Grande, no Estado do Amapá, AP, Brasil. O clima predominante deste local é do tipo Ami. É caracterizado como tropical chuvoso com pequeno período seco e temperatura média mensal superior a 18°C, constituindo habitat da vegetação megatérmica e onde a oscilação anual de temperatura, de modo geral, é sempre inferior a 5°C. O regime pluviométrico anual define uma estação relativamente seca, porém, com total de pluviosidade suficiente para manter este período acima de 1.900 mm. O estudo foi desenvolvido em ecossistema de Terra Firme, em meio à vegetação do tipo Floresta equatorial subperenifólia (SUDAM, 1990; citado por OLIVEIRA JÚNIOR; MELÉM JÚNIOR, 2000).

Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares Caipira, Thap Maeo, PV03-44, FHIA-01 e FHIA-18, o espaçamento utilizado entre plantas foi de 3 m x 3 m, com delineamento experimental em blocos casualizados e quatro repetições. Cada repetição foi constituída por nove plantas, descartando-se as três de cada extremidade e considerando-se como úteis as três plantas situadas no centro da parcela.

As avaliações foram realizadas para as seguintes características: severidade da doença na folha 10 (SEV10); número da folha mais jovem infectada (FMJI); altura da planta do nível do solo à inserção da inflorescência (APL), circunferência do pseudocaule a 30 cm de altura do solo (CPL); número de folhas viáveis (NFV); peso médio de cachos da parcela (PCA), em kg; peso médio das pencas dos cachos da parcela (PPE), em kg e; número médio de pencas presentes nos cachos da parcela (NPE).

Procedeu-se à análise de variância para todas as variáveis. Para obter as estimativas dos coeficientes de repetibilidade ($\hat{\rho}$) foram empregados cinco diferentes métodos: análise de variância (ANOVA), utilizando o modelo com dois fatores de variação (genótipos e anos de avaliação), análise dos componentes principais com base na matriz de correlações (CPCOR) e de covariâncias (CPCOV), e análise estrutural com base na matriz de correlações (AECOR) e de covariância (AECOV), segundo a metodologia descrita por Cruz et al (2012). Foram obtidas também as estimativas do número de avaliações (η) necessárias para prever o valor real dos genótipos a partir de valores estabelecidos para o coeficiente de determinação (R^2). Todas estas análises foram realizadas com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2013). Correlações fenotípicas de Pearson também foram realizadas para verificar o grau de relação linear entre pares de características avaliadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando é realizado a análise de um conjunto de experimentos faz-se necessário verificar a homogeneidade dos quadrados médios residuais através da relação entre o maior e o menor QM

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural

14ª Ed./JUL-DEZ/2016

ISSN 2178 – 3608

do resíduo. Nesta pesquisa as características apresentaram valores abaixo do limite máximo proposto por Pimentel Gomes (2009), permitindo proceder-se as análises de variância conjunta para as três épocas, sem a necessidade de ajuste nos graus de liberdade para as características. Podendo se observar (Tabela 1) que estas relações variaram entre 2,05 e 7,51.

Caráter	SEV10	FMJI	NFV	APL	CPL	PCA	PPE	NPE
Ambiente								
1	191,06	3,12	1,09	0,02	11,46	5,77	4,70	0,39
2	135,41	8,37	1,12	0,09	26,30	11,96	12,95	2,82
3	38,46	4,49	3,45	0,08	12,35	8,54	7,63	0,38
relação	4,97	2,69	3,17	4,25	2,29	2,07	2,75	7,51

a: SEV10: severidade da doença na folha 10; FMJI: número da folha mais jovem infectada; APL: altura da planta; CPL: circunferência da planta; NFV: número de folhas vivas; PCA: peso do cacho; PPE: peso médio das pencas; NPE: número de pencas presentes no cacho

Tabela 1 - Quadrados médios dos resíduos das análises individuais e relação^b entre $Q_{r_{maior}}/Q_{r_{menor}}$ para oito características^a avaliados em genótipos de bananeira em três anos (Macapá, AP. 2003-2005).

No resumo da análise de variância (Tabela 2) pode-se observar a presença de diferenças significativas entre os genótipos de bananeiras, indicativo do comportamento distinto nas características associadas ao desenvolvimento da planta em altura e circunferência do pseudocaule e também na produção da planta, tanto em termos de peso como número de frutos, demonstrando que existiram materiais que melhor se adaptaram às condições, sendo que a existência de diferenças nestas características também foi observado por Silva et al (2002), Ledo et al (2008); Lessa et al (2010) e Borges et al (2011).

FV	GL	SEV10	FMJI	NFV	APL	CPL	PCA	PPE	NPE
Trat (T)	4	627,88**	9,46 ns	3,87 ns	1,065 **	763,48 **	258,49 **	239,16 **	32,20 **
Amb (A)	2	4463,86**	105,36 **	53,08 **	6,282 **	1611,74 **	29,22 ns	32,75 ns	13,96 **
TxA	8	395,04**	15,44 *	2,49 ns	0,106 ns	50,26 *	33,33 **	30,81 *	8,68 **
Resíduo	45	108,23	6,58	1,85	0,063	20,48	11,13	10,28	1,34
Total	59								
Média		15,70	4,05	11,79	2,86	68,24	15,52	14,32	8,52
CV%		66,26	63,35	11,55	8,79	6,63	21,50	22,39	13,58

a: SEV10: severidade da doença na folha 10; FMJI: número da folha mais jovem infectada; APL: altura da planta; CPL: circunferência da planta; NFV: número de folhas vivas; PCA: peso do cacho; PPE: peso médio das pencas; NPE: número de pencas presentes no cacho

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para oito características^a em genótipos de bananeiras em três anos (Macapá, AP. 2003-2005).

Ao contrário, nas características FMJI e NFV não foram obtidas diferenças significativas em relação à folha mais jovem infectada; isto pode indicar que ambientes quentes e úmidos

permitem o desenvolvimento da doença de forma muito intensa e com isso houve equiparação na resposta dos genótipos avaliados e, da mesma forma na característica número de folhas viáveis.

Em todos as características o efeito de anos causou diferenças significativas, excetuando-se àquelas relacionadas a peso tanto de cacho quanto de pencas. Na fonte de variação da interação GxA pode-se observar que as características NFV e APL não apresentaram diferenças significativas, com isso a ação conjunta entre a contribuição genética e os fatores ambientais interagiram em menor intensidade para a manifestação fenotípica, demonstrando que estes são mais estáveis mesmo com mudanças no ambiente.

Os CVs experimentais foram baixos, variando de 6,63% a 11,55% para as características vegetativas e médios, nas relacionados aos frutos, variando de 13,58% a 23,33%; sendo que as características relativas a peso e número de frutos foram as que apresentaram maiores variações experimentais entre os genótipos, contudo como se referem a aspectos de produção podem ser consideradas aceitáveis, citando-se que a condução da área experimental foi a mais uniforme possível. Portanto, atribuindo-se a maior parte das variações a fatores não controláveis, sendo que todos os valores obtidos foram superiores aos apresentados por Lessa et al (2004). Enquanto que para NFV foi inferior ao observado em Donato et al (2006) e Lessa et al (2010) e para SEV10 o CV experimental foi muito superior aos valores observados por Donato et al (2006) e Lessa et al (2010).

Os parâmetros genotípicos e fenotípicos (Tabela 3) indicam que nas características avaliadas houve maior contribuição genotípica proporcionalmente em relação a residual, demonstrando que muito da manifestação fenotípica deveu-se pelos efeitos genéticos, excetuando-se SEV10, FMJI e NFV, cujas contribuições da interação GxA e residual foram superiores, respectivamente, conduzindo a considerar que os aspectos do ambiente influenciam fortemente o fenótipo das características citadas.

Os coeficientes de determinação com base nas classes apresentadas por Resende (2002) foram considerados como baixos ($10 < R^2_G\% < 40$), médios ou moderados ($40 \leq R^2_G\% \leq 70$) e altos ($R^2_G\% > 70$). Desta forma FMJI apresentou estimativa baixa, NFV média, e as demais características apresentaram altos coeficientes. As características que apresentaram valores altos de coeficientes de determinação tiveram maior contribuição de origem genética para sua manifestação, indicativo de maior possibilidade destas características serem transmitidas a gerações posteriores, enquanto que as que apresentaram valores baixos ou médios geralmente tendem a sofrer maior influência das condições ambientais impostas. Foram observados valores altos dos coeficientes de variação genética para SEV10, PCA e PPE, mas que não refletiram em relações CVg/CVe favoráveis para o primeiro caráter. Relações baixas também para observadas para FMJI e NFV. A relação CVg/CVe demonstra a facilidade de seleção de materiais superiores, quando o valor obtido for superior a 1,0, com indicativos da possibilidade de seleção entre e dentro dos genótipos. Neste trabalho as características avaliadas que envolveram peso e número de frutos apresentaram estimativas acima de 1,0, valores estes entre 1,15 e 1,74, indicativo da possibilidade de serem selecionados materiais superiores, excetuando-se o número de frutos por cacho que apresentou valor abaixo de 1,0, com isso, serão necessárias análises mais apuradas para o processo de seleção neste caráter.

Parâmetros ^b	SEV10	FMJI	NFV	APL	CPL	PCA	PPE	NPE
σ_g^2	43,30	0,240	0,168	0,083	61,92	20,61	19,07	2,57
σ_{gxa}^2	71,70	2,214	0,160	0,011	7,44	5,55	5,13	1,83
σ_r^2	108,23	6,583	1,853	0,063	20,48	11,13	10,28	1,34
R_g^2 %	82,76	30,41	52,13	94,09	97,32	95,69	95,70	95,84
CVg (%)	41,92	12,09	3,48	10,12	11,53	29,25	30,51	19,82
CVg/CVe	0,63	0,19	0,30	1,15	1,74	1,36	1,36	1,39

a: SEV10: severidade da doença na folha 10; FMJI: número da folha mais jovem infectada; APL: altura da planta; CPL: circunferência da planta; NFV: número de folhas vivas; PCA: peso do cacho; PPE: peso médio das pencas; NPE: número de pencas presentes no cacho

Tabela 3 - Parâmetros genéticos e fenotípicos de oito características^a avaliados em genótipos de bananeiras em três anos (Macapá, AP. 2003-2005).

A principal dúvida em experimentos são os limites a serem adotados nas classes de correlações em análises de dados, nesta situação, segundo Cohen (1988) estes limites são geralmente subjetivos e devem ser flexíveis, conforme o contexto e o propósito da pesquisa. Desta forma, como o material avaliado neste artigo não sofreu seleção intensa na região, optou-se por utilizar limites mais amplos. Sendo que, a escala adotada foi semelhante a citada por Santos (2007), considerando correlações entre 0 a 10% como baixas; 10 a 50% como médias baixas; 50 a 80% como médias altas e acima de 80% como altas.

Neste caso os coeficientes de correlações fenotípicas de Pearson foram estimados e apresentados na Tabela 4. Podendo-se observar que todas as correlações que envolveram a severidade da doença foram negativas com as demais características, ou seja na evolução dos sintomas há tendência de prejuízo destes, refletindo em menor desenvolvimento vegetativo e produtividade, não conseguindo a planta contornar os prejuízos causados com a doença. Apesar de que apenas a correlação entre FMJI e SEV10 foi estatisticamente significativa e alta.

As demais características que não envolveram aspectos de fitossanidade apresentaram correlações positivas. O caráter número de folhas viáveis (NFV), que representa a capacidade fotossintética da planta, destacou-se por indicar que com o seu aumento há tendência em causar aumento no desenvolvimento do pseudocaule, no peso dos cachos e, no peso e número de pencas. Os valores obtidos para desenvolvimento da circunferência do pseudocaule foram altos e significativos com as características relacionadas ao peso de cacho, demonstrando que plantas com melhores estruturas vegetativas tendem a suportar e a produzir cachos maiores. Ledo et al (2008) citam que o peso total do cacho que tem como componentes o quantitativo de pencas e o peso das pencas ou frutos, desta forma, genótipos com maiores números de frutos/cacho e de maiores pesos médios tendem a apresentar maior produção por cacho, correspondendo a valores de correlações altos e positivos entre as características PCA, PPE e NPE, sendo observado este comportamento nos dados aqui obtidos. Lima et al (2005) obtiveram comportamento divergente nestas correlações.

Na Tabela 5 é apresentada a análise de repetibilidade ($\hat{\rho}$), os coeficientes de determinação (R^2) e o número de medições (η) necessárias à determinação mais exata dos genótipos. Valores

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural

14ª Ed./JUL-DEZ/2016

ISSN 2178 – 3608

baixos de repetibilidade indicam que a expressão do caráter não pode ser atribuída apenas à herança biológica, mas também pela elevada contribuição ambiental, indicando características as quais não possam ter seus comportamentos preditos. Enquanto que valores altos indicam maiores estabilidades devido à maior contribuição de origem genética (TENKOUANO et al, 2012).

	SEV10	FMJI	NFV	APL	CPL	PCA	PPE
FMJI	-87,97*						
NFV	-57,54	39,65					
APL	-39,65	49,30	16,86				
CPL	-72,71	50,20	96,57**	30,55			
PCA	-62,45	35,48	97,13**	5,74	96,68**		
PPE	-62,77	37,62	98,17**	9,22	97,43**	99,87**	
NPE	-46,15	29,95	82,30	61,48	85,85	75,61	77,72

**,* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t.

a: SEV10: severidade da doença na folha 10; FMJI: número da folha mais jovem infectada; APL: altura da planta; CPL: circunferência da planta; NFV: número de folhas vivas; PCA: peso do cacho; PPE: peso médio das pencas; NPE: número de pencas presentes no cacho

Tabela 4 - Coeficientes de correlações de Pearson em porcentagem para oito características^a avaliados em cinco genótipos de bananeiras (Macapá, AP, 2003-2005).

Caráter	Estimativa	Método				
		ANOVA	CPCOV	CPCOR	AECOR	AECOV
SEV	$\hat{\rho}$	0,35	0,32	0,32	0,27	0,27
	R ² %	61,74	58,11	58,11	52,17	52,17
	η	35,32	41,08	41,08	-	52,25
FMJI	$\hat{\rho}$	0,18	0,41	0,41	0,10	0,10
	R ² %	40,00	67,35	67,35	25,00	25,00
	η	85,50	27,63	27,63	-	171,00
NFV	$\hat{\rho}$	0,28	0,26	0,26	0,20	0,20
	R ² %	54,29	50,71	50,71	42,86	42,86
	η	48,00	55,40	55,40	-	76,00
APL	$\hat{\rho}$	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70
	R ² %	90,00	87,50	87,50	87,50	87,50
	η	6,33	8,14	8,14	-	8,14
CPL	$\hat{\rho}$	0,66	0,62	0,62	0,60	0,60
	R ² %	85,45	82,85	82,85	81,82	81,82
	η	9,70	11,80	11,80	-	12,67

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural

14ª Ed./JUL-DEZ/2016

ISSN 2178 – 3608

PCA	$\hat{\rho}$	0,66	0,63	0,63	0,60	0,60
	R ² %	85,45	83,48	83,48	81,82	81,82
	η	9,70	11,28	11,28	-	12,67
PPE	$\hat{\rho}$	0,60	0,56	0,56	0,53	0,53
	R ² %	81,94	79,22	79,22	77,42	77,42
	η	12,57	14,95	14,95	-	16,63
NPE	$\hat{\rho}$	0,45	0,43	0,43	0,37	0,37
	R ² %	70,76	69,25	69,25	63,46	63,46
	η	23,54	25,31	25,31	-	32,82

η : número de medições desejável para prever o valor real dos indivíduos com 95% de determinação

a: SEV10: severidade da doença na folha 10; FMJI: número da folha mais jovem infectada; APL: altura da planta; CPL: circunferência da planta; NfV: número de folhas vivas; PCA: peso do cacho; PPE: peso médio das pencas; NPE: número de pencas presentes no cacho.

Tabela 5 - Estimativas do coeficiente de repetibilidade ($\hat{\rho}$), coeficiente de determinação (R²) e número de medições (η) calculado para oito características^a em bananeiras, obtidas pelos métodos da análise de variância (ANOVA), Componentes Principais baseados na Matriz de Covariâncias (CPCOV) e de Correlações (CPCOR) e Análise Estrutural baseado na Matriz de Correlações (AECOR) e na Matriz de Covariância (AECOV) (Macapá, AP. 2003-2005).

Valores inferiores a 0,3 para o coeficiente de repetibilidade foram considerados baixos e inexpressivos, fornecendo indícios da não-existência de regularidade nas sucessivas avaliações das variáveis. Nas características relativas a doenças, todas as metodologias apresentaram valores baixos, com exceção das metodologias CPCOV e CPCOR em que foram médios, mesmo assim, a regularidade de expressão pode ser considerada baixa. Na característica NfV a repetibilidade foi baixa em todos os métodos aplicados, distinto no que foi obtido por Tenkouano et al (2012) onde foram constatados valores altos em todos os ambientes testados. Esses resultados indicam que possivelmente existam elevados efeitos ambientais atuando na manifestação das características e com isso em todo novo ambiente é difícil prever o comportamento dos genótipos utilizados.

A regularidade entre avaliações foi considerada alta onde obteve-se valores superiores à 0,6, demonstrando que a expressão das características se deveu em sua maioria devido ao controle genético, a exemplo das características relacionadas ao desenvolvimento da planta (APL e CPL), que apresentaram valores altos, indicando que houve alta repetibilidade das mesmas nas sucessivas avaliações, comparativamente inferiores ao observado por Tenkouano et al (2012) e similar para APL por Lessa et al (2014). Nas características envolvendo aspectos de produção como o peso de cacho (PCA) obteve-se valores altos em todos os métodos de estimação, apresentando alta repetibilidade, enquanto que a características número de pencas (NPE) que apresentou valores médios em todos os métodos, foi a de menor repetibilidade no aspecto produtivo. A característica peso de pencas apresentou estimativas altas para ANOVA apenas e, médias para os demais métodos, e valores intermediários entre PCA e NPE, com isso a característica que seria mais

simples na seleção fenotípica seria PCA. Nas suas avaliações Tenkouano et al (2012) também obtiveram valores médios a altos para estas características, enquanto que Lessa et al (2014) obteve valores inferiores, sendo que apenas PCA teve comportamento similar. Conforme Vencovsky (1973), coeficientes de repetibilidade altos podem ser empregados como parâmetros para medirem a capacidade de repetição da expressão da característica avaliada. Com base nessa constatação, pode-se inferir que as características vegetativas APL e CPL e as reprodutivas PCA e PPE, para esta segunda característica, apenas pelo método da ANOVA, podem ser empregados como parâmetros desejáveis em processos simples de melhoramento para a bananeira, a exemplo da seleção fenotípica simples, com perspectivas de se obter bom ganho genético. Pelo fato das características de manifestação da doença terem apresentado coeficientes de repetibilidade baixos, sendo bastante influenciadas pelos ambientes, sugere-se que, no emprego dessas variáveis, sejam propostos métodos de melhoramento com o máximo de controle ambiental e delineamentos experimentais mais robustos.

Um aspecto observado nos trabalhos que avaliaram estimativas de repetibilidade em plantas perenes pelo método da ANOVA e por métodos multivariados (análise estrutural e componentes principais), araçazeiro (*Psidium cattleianum*) e pitangueira (*Eugenia uniflora*), por Danner et al (2010); bacabi (*Oenocarpus mapora*), por Oliveira; Moura (2010); pupunheira (*Bactris gasipaes*) por Bergo et al (2013); mostraram que as estimativas obtidas pelo método da ANOVA foram sempre inferiores às obtidas pela análise multivariada, diferente do obtido no presente trabalho.

Os coeficientes de determinação para as características avaliadas foram considerados altos, com valores acima de 70% e, conforme Resende (2002), baseado neste limite, as características APL, CPL, PCA, PPE e NPE, foram consideradas confiáveis. As relacionadas ao desenvolvimento dos sintomas de doença (SEV e FMJI), além de NFV e NPE não ofereceram respaldo, havendo a necessidade de avaliações adicionais com números de medições maiores que as efetuadas. Em vista desses resultados, o número de medições desejáveis para uma seleção mais efetiva nas características relacionadas aos frutos, deve ser de, no mínimo, de 17 cachos, ou seja, quase 5,67 vezes a mais do que o usado neste trabalho, mas realizável sem muito dispêndio. Contudo, nas demais características com coeficientes de determinação baixos ou médios, a quantidade de avaliações variou de 27,63 a 171,00, dificultando consideravelmente suas aplicações na seleção de genótipos desejáveis nas condições do Amapá, elevando em demasia a quantidade de avaliações a serem obtidas no campo. Comparativamente ao observado por Lessa et al (2014) o método da ANOVA apresentou um número de medições inferiores para NFV, CPL e PCA, e nas demais metodologias o quantitativo de medições foram superiores.

4 CONCLUSÃO

As características relacionadas a doenças quanto à relação CVg/CVe, repetibilidade e coeficiente de determinação, com estimativas baixas ou inexpressivas, demonstraram possuir maior contribuição ambiental na sua manifestação fenotípica, enquanto que as relacionadas à produtividade foram superiores, oferecendo dessa forma, maior possibilidade de seleção e maior confiabilidade na sua utilização no processo de seleção.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural

14ª Ed./JUL-DEZ/2016

ISSN 2178 – 3608

A característica que seria mais simples na seleção fenotípica com base na repetibilidade seria PCA.

NFV mostrou-se muito semelhante entre todos os materiais avaliados com pouca variação e baixo coeficiente de determinação.

O número de medições para se determinar de forma mais exata os valores reais dos genótipos, nas diferentes características, indicou que há necessidade de se aumentar para um mínimo de 17 cachos e nas demais características a quantidade foi muito superior, dificultando consideravelmente suas aplicações na seleção de genótipos desejáveis, nas condições do Amapá, elevando em demasia a quantidade de avaliações a serem obtidas no campo.

REFERÊNCIAS

BERGO, C.L.; NEGREIROS, J.R. da S.; MIQUELONI, D.P.; LUNZ, A.M.P. 2013. Estimativa de repetibilidade de caracteres de produção em pupunheiras para palmito da raça Putumayo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, p.829-836.

COHEN, J. 1988. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale Lawrence: Earlbaum. 567p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. 2012. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 514 p.

DANNER, M.A.; RASEIRA, M. do C.B.; SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I.; SCARIOT, S. 2010. Repetibilidade de caracteres de fruto em araçazeiro e pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.2086-2091.

DONATO, S.L.R.; SILVA, S.O.; LUCCA FILHO, O.A.; LIMA, M.B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J.S. 2006. Correlação entre caracteres da planta e do cacho em bananeira (*Musa spp.*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.21-30.

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

FAOSTAT 2015. Food Balance Sheets, 2011. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/FB/FBS/E>> Acesso em: 05 de janeiro de 2015.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural

14ª Ed./JUL-DEZ/2016

ISSN 2178 – 3608

IBGE 2014. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v.27, n.11, p.1-86.

LESSA, L.S.; LEDO, C.A. da S.; AMORIM, E.P.; SILVA, S. de O. 2014. Estimativas de repetibilidade de híbridos diploides (AA) de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.2, p.109-117.

LESSA, L.S.; LEDO, C.A. da S.; SANTOS, V. Da S.; SILVA, S. De O.; PEIXOTO, C.P. 2010. Seleção de híbridos diplóides (AA) de bananeira com base em três índices não paramétricos. **Bragantia**, Campinas, v.69, p.525-534.

NEVES, L.G.; BRUCKNER, C.H.; CRUZ, C.D.; BARELLI, M.A.A. 2010. Avaliação da repetibilidade no melhoramento de famílias de maracujazeiro. **Ceres**, Viçosa, v.57, p.480-485.

OLIVEIRA, M. do S.P. de; MOURA, E.F. 2010. Repetibilidade de número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1173-1179.

PIMENTEL GOMES, F. 2009. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba: Fealq, 451 p.

SANTOS, C. 2007. **Estatística Descritiva – Manual de Auto-aprendizagem**. Lisboa: Edições Silabo, 264 p.

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

SILVA, S.O.; MORAIS, L.S.; SANTOS-SEREJO, J.A. 2005. Melhoramento genético de bananeira para resistência a doenças. In: ROMÃO, R.L.; RAMOS, S.R.R. (Ed.). **Recursos Genéticos Vegetais no Estado da Bahia**. Feira de Santana: UEFS, p.49-67.

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

TENKOUANO A.; ORTIZ R.; NOKOE S. 2012. Repeatability and optimum trial configuration for field-testing of banana and plantain. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.140, p.39-44.

UNCTAD 2015. Banana. Disponível em: < <http://www.unctad.info/en/Infocomm/AACP-Products/COMMODITY-PROFILE---Banana/> >. Acesso em: 05 de jan. 2015.