

## Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro<sup>(1)</sup>

Rafael Moysés Alves<sup>(2)</sup>, Antonio Augusto Franco Garcia<sup>(3)</sup>, Eniel David Cruz<sup>(2)</sup> e Antonio Figueira<sup>(4)</sup>

Resumo – O objetivo deste trabalho foi selecionar descritores botânico-agronômicos quantitativos para caracterizar acessos de cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum]. Foram avaliados 53 descritores associados a características de folha (14), de flor (18), de fruto (16), e descritores agrônômicos (5). No descarte dos descritores, foi empregada a técnica multivariada de componentes principais, em duas etapas. Na primeira, a seleção aconteceu dentro de cada grupo. Em seguida, foi realizada análise conjunta para a seleção final. Três critérios foram adotados para descarte das variáveis. Foram descartados 34 descritores, representando redução de 64% dos inicialmente considerados. A lista mínima de descritores para o cupuaçuzeiro ficou assim composta: comprimento do pecíolo foliar, espessura do limbo foliar, largura do acume foliar, angulação das nervuras de base, comprimento do botão estriado, comprimento do pedúnculo floral, diâmetro do pedúnculo floral, diâmetro do ovário, número de óvulos, comprimento da lâmina da pétala, comprimento dos estaminóides, diâmetro transversal da semente, semente chocha, acidez, brix, pH, número de botões caídos ao solo, número de frutos imaturos caídos precocemente e número de vassouras-de-bruxa produzidas.

Termos para indexação: *Theobroma grandiflorum*, recurso genético, análise multivariada.

### Selection of morpho-agronomic descriptors for cupuaçuzeiro germplasm characterization

Abstract – The objective of this work was to select morphological and agronomic quantitative descriptors to characterize accessions of cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum]. Fifty three descriptors were evaluated, including 14 from leaves, 18 from flowers, 16 from fruits, and 5 agronomic traits. To discard redundant or non-discriminating descriptors, a two step multivariate analysis of principal components was applied. The first phase included the selection of descriptors within each group of characteristics individually (leaf; flower; fruit; agronomic). Based on the descriptors selected in this first phase, a joined analysis of principal components for the final selection was done. Three criteria for variable exclusion were adopted. Thirty four descriptors were excluded, representing a reduction of 64%. A minimal list of descriptors for cupuaçuzeiro was proposed, including leaf length, leaf thickness, leaf apex width, leaf base vein angle, flower bud length, flower peduncle length, flower peduncle diameter, ovary girth, number of ovules, flower petal lamina length, staminode length, seed width, flat seeds, acidity, brix, pH, number of fallen flowers buds, number of abscised immature pods and number of witches-brooms.

Index terms: *Theobroma grandiflorum*, genetic resources, multivariate analysis.

### Introdução

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum] é uma das 22 espécies do gênero *Theobroma*, do qual o cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é a espécie economicamente mais importante. É uma fruteira tropical, de fecundação cruzada, diplóide ( $2n = 20$ ), que ocupa normalmente o subdossel da floresta Amazônica de terra firme. Trata-se de uma espécie pré-colombiana que, possi-

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 10 de abril de 2003.

<sup>(2)</sup> Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66095-100 Belém, PA. E-mail: rafael@cpatu.embrapa.br, eniel@cpatu.embrapa.br

<sup>(3)</sup> Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dep. de Genética, Caixa Postal 83, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: aafgarci@carpa.ciagri.usp.br

<sup>(4)</sup> Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: figueira@cena.usp.br

velmente, foi disseminada de seu centro de origem para todos os estados da Região Norte, inicialmente, pela intensa movimentação das nações indígenas no interior da Amazônia (Clement, 1999), e posteriormente, pelo estabelecimento de pequenos cultivos em toda a região. Atualmente pode ser encontrada em vários estados brasileiros e também no exterior (Cavalcante, 1991). Apesar de a Região Amazônica se constituir na única reserva de variabilidade genética do cupuaçuzeiro, as populações naturais encontram-se ameaçadas pela ação antrópica. Acredita-se que mais de 30.000 ha da cultura já tenham sido implantados na região, principalmente no Estado do Pará, maior produtor nacional, com mais de 14.000 ha (Homma et al., 2001).

Como toda espécie em fase inicial de domesticação, o cupuaçuzeiro apresenta, em condições de cultivo, baixa produtividade de frutos, em torno de 10 a 20 frutos/árvore/ano, elevada desuniformidade intrapopulacional e interpopulacional em relação a todos os caracteres produtivos e suscetibilidade à doença vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*. O programa de melhoramento do cupuaçuzeiro busca minorar essas deficiências, tentando desenvolver cultivares com boa produtividade de frutos, e que agreguem resistência à vassoura-de-bruxa. A variabilidade observada nas populações naturais, nas coleções de germoplasma e, até mesmo, nos plantios comerciais, apresenta grande potencial para ser aproveitada pelo melhoramento. Genótipos relativamente próximos do ideótipo poderão ser identificados e selecionados diretamente nessas populações. Além da caracterização de cada acesso e de suas inter-relações, há necessidade da identificação de possíveis polimorfismos associados com as origens dos acessos, o que auxiliará no direcionamento de novas coletas. A manutenção da diversidade genética não é só um meio de salvaguardar contra a vulnerabilidade às doenças, pragas e estresses abióticos, mas também assegura a continuidade do melhoramento genético (Bekele & Bekele, 1996).

O banco ativo de germoplasma do cupuaçuzeiro localizado em Belém, PA, com acessos oriundos dos estados do Pará, Amazonas e Amapá, tem por prioridade a caracterização e avaliação preliminar dos acces-

so, utilizando caracteres botânico-agronômicos e resistência a doenças, para fornecer opções de atributos desejáveis para o programa de melhoramento bem como conservar parte da variabilidade existente *ex situ*. Na caracterização do cupuaçuzeiro tem sido usado número excessivo de variáveis, em razão do completo desconhecimento sobre a importância de cada uma em descrever a variação existente. Nessas circunstâncias, técnicas multivariadas têm se revelado eficientes na descrição e seleção de vários caracteres simultaneamente, resultando em economia de tempo e recursos financeiros (Cruz, 1990), uma vez que muitas variáveis são redundantes por serem correlacionadas, ou dispensáveis, por representarem uma fração desprezível da variação total. Em cacaueiro, Bekele et al. (1994), partindo de um conjunto de 68 variáveis quantitativas e qualitativas, por meio de análise de componentes principais, selecionaram um subconjunto preliminar de 34 variáveis, e após análises de correlações múltiplas, definiram uma lista mínima de 23 descritores para a caracterização de germoplasma dessa espécie.

O objetivo deste trabalho foi selecionar descritores botânico-agronômicos quantitativos para caracterizar acessos de cupuaçuzeiro.

### Material e Métodos

Foram analisados 31 acessos coletados em pomares caseiros, pequenas propriedades rurais e áreas silvestres (Lima et al., 1986), em dez localidades do Estado do Amazonas, seis no Pará e duas no Amapá. Esses materiais foram estabelecidos em 1985 no banco ativo de germoplasma de cupuaçuzeiro, em Belém, PA (1°28' S; 48°27' W; 12,8 m de altitude), na forma de clones. Cada clone foi representado por cinco plantas (rametes), espaçados de 6,0x5,0 m, tendo a espécie ingá (*Inga edulis*) como cobertura definitiva (Lima & Costa, 1998). Foram estudados 53 descritores: associados a características de folha (14), de flor (18), de fruto (16), e descritores agrônômicos (5) (Tabela 1).

Os descritores de folha foram determinados pela coleta em três plantas de cada acesso, em que cada planta foi dividida em quatro quadrantes (Norte, Sul, Leste e Oeste). De cada quadrante, foi escolhido um ramo, localizado na altura mediana da planta, de onde foram removidas três folhas, de número dois, quatro e oito, numeradas a partir

**Tabela 1.** Caracteres botânico-agronômicos avaliados no banco ativo de germoplasma de cupuaçuzeiro.

Abreviatura	Descrição dos caracteres
Folha	
CF	Comprimento foliar, da base ao ápice do limbo foliar (cm) [n = 36]
LLBASE	Largura do limbo foliar, na base (cm) [n = 36]
LLMEIO	Largura do limbo foliar, no meio (cm) [n = 36]
LLTOPO	Largura do limbo foliar, no topo (cm) [n = 36]
CPF	Comprimento do pecíolo foliar (cm) [n = 36]
DPF	Diâmetro do pecíolo foliar, na porção média (cm) [n = 36]
EL	Espessura do limbo, na porção média ( $\mu$ m) [n = 36]
CA	Comprimento da base à extremidade do acume (cm) [n = 36]
LA	Largura do acume, na porção média (cm) [n = 36]
ANB	Angulação das nervuras da base (cm) [n = 36]
ANM	Angulação das nervuras do meio (cm) [n = 36]
ANT	Angulação das nervuras do topo (cm) [n = 36]
DN	Distância entre nervuras (cm) [n = 36]
NPN	Número de pares de nervuras (cm) [n = 36]
Flor	
CBE	Comprimento da base ao topo do botão estriado (mm) [n = 9]
DBE	Diâmetro do botão estriado, na porção média (mm) [n = 9]
TFL	Tamanho da flor, diâmetro da flor aberta (mm) [n = 9]
CLS	Comprimento da lâmina da sépala (mm) [n = 45]
LLS	Largura da lâmina da sépala, na porção média (mm) [n = 45]
CLP	Comprimento da lâmina da pétala (mm) [n = 45]
LLP	Largura da lâmina da pétala, na porção média (mm) [n = 45]
CC	Comprimento da cucula na porção média (mm) [n = 45]
LC	Largura da cucula, na porção média (mm) [n = 45]
CE	Comprimento dos estaminóides (mm) [n = 45]
DEA	Distância entre estigma e anteras (mm) [n = 9]
CP	Comprimento do pedúnculo (mm) [n = 9]
DP	Diâmetro do pedúnculo, na porção média (mm) [n = 9]
CES	Comprimento do estilete (mm) [n = 9]
CO	Comprimento do ovário (mm) [n = 9]
DO	Diâmetro do ovário, na porção média (mm) [n = 9]
NO	Número de óvulos [n = 9]
VGP	Viabilidade de grãos de pólen (%) [n = 9]
Fruto	
DL	Diâmetro longitudinal do fruto (mm) [n = 15]
DT	Diâmetro transversal do fruto, na porção média (mm) [n = 15]
PFR	Peso do fruto (g) [n = 15]
PCA	Peso da casca do fruto (g) [n = 15]
PPO	Peso da polpa (g) [n = 15]
PSE	Peso de sementes (g) [n = 15]
ECA	Espessura da casca (mm) [n = 15]
ES	Espessura da semente (mm) [n = 15]
DLS	Diâmetro longitudinal da semente (mm) [n = 15]
DTS	Diâmetro transversal da semente (mm) [n = 15]
SN	Número de sementes normais [n = 15]
SC	Número de sementes abortadas, chochas [n = 15]
AC	Teor de acidez [n = 15]
BRIX	Teor de Brix (°) [n = 15]
PH	Medida do pH [n = 15]
UM	Teor de umidade (%) [n = 15]
Agronômicos	
PROD	Número de frutos maduros [n = 25]
BOTAO	Número de botões caídos ao solo [n = 25]
FLOR	Número de flores caídas ao solo [n = 25]
FRUIMA	Número de frutos imaturos caídos precocemente [n = 25]
NV	Número de vassouras-de-bruxa produzidas [n = 25]

da extremidade do ramo para a base, totalizando 36 folhas para cada acesso.

Na determinação dos descritores de flor, foram escolhidas em cada acesso, aleatoriamente, três plantas e, em cada planta, três flores, totalizando nove flores por acesso e um total de 279 flores analisadas. Foram considerados caracteres de botão e de flor. Os botões foram avaliados no estágio de botão estriado, poucos minutos antes da antese, e as flores, poucos minutos após a abertura total.

Na determinação dos descritores de fruto, cada um dos acessos foi representado, aleatoriamente, por três plantas e, de cada planta, cinco frutos ( $n = 15$ ). Após colhidos os frutos, os caracteres foram avaliados em laboratório. Na avaliação dos caracteres bromatológicos da polpa, foram retiradas amostras de 20 g de polpa de cada fruto, e enviadas para o laboratório de agroindústria da Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, onde foram medidos brix, acidez, umidade e pH, conforme Alves et al. (1998). O brix foi determinado por refratometria, através de refratômetro modelo ATAGO PR-101. A acidez total, expressa em porcentagem de ácido cítrico, foi determinada por titulometria, mediante solução 0,1 N de NaOH. O pH foi determinado em peagômetro modelo Horiba F-21. Na determinação da umidade, as amostras foram secadas em estufa, a 105°C, até atingir peso constante.

As avaliações de todas as variáveis agronômicas foram realizadas entre 1996 e 2001. Cada acesso foi representado por cinco plantas. A avaliação de produção de frutos foi realizada pela contagem mensal dos frutos maduros. A produção de botões, flores e frutos imaturos foi avaliada semanalmente, no período de floração e frutificação. Na coleta desses dados, a região de projeção da copa das plantas foi forrada com plástico, para facilitar a visualização dos botões, flores e frutos imaturos caídos. As variáveis referentes à produção de botão, flor e fruto imaturo foram agrupadas no conjunto de descritores agronômicos por estarem intimamente integradas ao esforço reprodutivo dos acessos. O número de vassouras-de-bruxa verdes que surgiam em cada planta foi contado a cada 15 dias.

Foi realizada a análise de variância de cada variável para estimar o poder discriminatório de cada uma e o erro experimental. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com 31 tratamentos (acessos) e três e cinco repetições, para as variáveis botânicas e agronômicas, res-

pectivamente. Cada planta representou uma repetição e cada observação foi obtida com a média das medidas tomadas do descritor. Dados de contagem e porcentagem foram transformados pela raiz quadrada e pelo arco seno da raiz quadrada, respectivamente, para que os resíduos apresentassem distribuição normal.

Foi empregado o método de análise multivariada por componentes principais (SAS Institute, 1989) para descartar variáveis com pouca influência na discriminação dos materiais estudados (Cruz & Regazzi, 1997; Strapasson, 1997). Inicialmente, realizaram-se quatro análises de componentes principais, uma para cada conjunto de descritores (folha, flor, fruto e agronômicas), conforme Strapasson (1997), em virtude de o número de acessos (31 clones) ser inferior ao número de descritores (53 variáveis). Foi procedido o primeiro descarte de variáveis dentro de cada conjunto, onde, provavelmente, as variáveis deveriam estar mais fortemente correlacionadas. As variáveis pré-selecionadas foram reanalisadas conjuntamente e então procedida uma última análise, para o descarte final das variáveis.

Para efeito comparativo, foi realizada análise com todas as 53 variáveis (método direto).

Como o procedimento de descarte baseado apenas em componentes principais pode ser drástico (Daher, 1993), foram adotados três métodos para descarte das variáveis: foi indicada para descarte a variável de maior autovalor, em cada componente, sempre que ele era inferior a 0,7 (método I) (Jolliffe, 1972, 1973; Mardia et al., 1979); após cada caráter ser descartado era realizada uma nova análise com os caracteres remanescentes (método II) (Cury, 1993; Dias, 1994); somente foram descartadas as variáveis apontadas para descarte pelos dois métodos, indicando consistência dos métodos (método misto).

Na determinação do grau de associação entre todos os descritores, foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson, estimando-se inicialmente as covariâncias individuais entre pares de caracteres, baseado no modelo descrito por Cruz & Regazzi (1997).

Para comparar os resultados das duas etapas de seleção de variáveis com o processo mais rotineiramente empregado na literatura, que é a seleção em uma única etapa (método direto), foi realizada uma nova análise de componentes principais, envolvendo, conjuntamente, todas as 53 variáveis.

Após a seleção das variáveis, foi verificada a eficiência do descarte levando-se em conta os três métodos. Para tanto, utilizaram-se os três critérios propostos por Jolliffe (1972, 1973), para avaliar a correlação entre componentes principais de conjuntos completos e reduzidos. O primeiro leva em consideração os valores nominais dos coeficientes de correlação  $r_1$  e  $Q_1$ ; o segundo verifica se os componentes reduzidos são mesclas dos componentes completos; o terceiro avalia se a ordenação dos componentes reduzidos obedece à mesma ordenação dos componentes originais.

### Resultados e Discussão

As diferenças foram altamente significativas entre os acessos em quase todas as variáveis dos quatro conjuntos, exceto comprimento do pecíolo foliar e sementes normais, em que foram significativas, e em duas variáveis de fruto que não foram significativas (Tabela 2). Os acessos poderiam ser, então, separados em dois ou mais grupos.

Os valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) na maioria dos caracteres foram superiores a 0,5, reforçando a confiabilidade desses descritores. Os grupos de descritores tiveram comportamento distintos em relação ao coeficiente de variação (CV).

Nos quatro conjuntos de descritores de folha, flor, fruto e agrônômicos, os dois primeiros componentes principais retiveram cerca de 67%, 54%, 58% e 74%, respectivamente, de toda a variação disponível (Tabela 3). Por sua vez, os quatro primeiros componentes principais já respondiam por cerca de 87%, 72%, 77% e 97% dessa variação, demonstrando que os primeiros componentes praticamente explicavam grande parte da variação existente no banco de germoplasma e que o método de descarte deveria ser eficiente. Dentro dos grupos de descritores a diluição dessa variação foi maior à medida que aumentava o número de descritores analisados. Esse efeito já foi descrito em relação à mandioca (Pereira, 1989; Cury, 1993); caju (Barros, 1991); capim-elefante (Daher, 1993; Strapasson, 1997) e cacau (Dias, 1994).

Seguindo o método de descarte estabelecido, foram eliminadas sete variáveis de folha (50%), oito de flor (44%), sete de fruto (44%) e duas agrônômicas (40%).

As estimativas de correlação de Pearson entre o grupo de variáveis descartadas e o grupo das selecionadas indicam que as eliminações não ocasionaram perda significativa de informação (Tabela 4). Cada variável descartada encontrava-se altamente correlacionada com, pelo menos, uma variável que foi selecionada. Entre os descritores de fruto, as variáveis peso de fruto, peso de polpa e peso das sementes, consideradas como de maior relevância para os programas de melhoramento, foram eliminadas nessa primeira fase de descarte, possivelmente porque encontravam-se fortemente correlacionadas com o diâmetro longitudinal do fruto, peso da casca e diâmetro transversal das sementes, mantidas pela seleção. Não houve correlação entre as variáveis produção de frutos e número de vassouras-de-bruxa produzidas na planta, sugerindo que não existiu relação entre maior ou menor capacidade produtiva e suscetibilidade à doença vassoura-de-bruxa. Este resultado, entretanto, não pode ser generalizado, pois tem sido observado que plantas com alta incidência de vassoura-de-bruxa praticamente não produzem frutos.

A análise de correlação dentro do grupo das variáveis selecionadas revelou o efeito discriminativo provocado pelo descarte das variáveis redundantes, com o drástico decréscimo do número de correlações significativas e altamente significativas. Tais resultados indicaram que o método de descarte das variáveis empregadas foi eficiente na identificação e descarte das variáveis redundantes, e que as eliminações não ocasionaram perda significativa de informação.

Em relação a todos os conjuntos de variáveis, o método misto mostrou-se eficiente, com valores de  $r_1$  e  $Q_1$  elevados e, via de regra, apresentou uma ordenação quase perfeita entre os componentes do conjunto original com o conjunto reduzido, sem apresentar muitas mesclas, indicativo de perfeita correlação entre os conjuntos de variáveis (Tabela 5).

**Tabela 2.** Média, desvio-padrão (DP), teste F, coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e coeficiente de variação (CV), referentes a descritores utilizados no banco ativo de germoplasma de cupuaçuzeiro.

Descritor <sup>(1)</sup>	Média	DP	F	R <sup>2</sup>	CV (%)
			Folha		
CF	28,55	2,17	7,89**	0,79	7,59
LLBASE	7,35	0,68	9,35**	0,82	9,27
LLMEIO	9,02	0,73	13,14**	0,86	8,12
LLTOPO	8,17	0,62	11,35**	0,84	7,61
CPF	1,71	0,31	1,71*	0,45	17,95
DPF	4,50	0,49	6,06**	0,74	10,86
EL	28,87	2,64	7,45**	0,78	9,16
CA	3,76	0,30	9,74**	0,82	8,00
LA	1,00	0,19	2,93**	0,59	18,63
ANB	43,01	2,57	3,57**	0,63	5,97
ANM	47,98	4,04	3,53**	0,63	8,42
ANT	47,37	4,77	3,39**	0,62	10,06
DN	7,25	0,52	2,24**	0,52	7,20
NPN	9,03	0,59	8,79**	0,81	6,58
			Flor		
CBE	14,39	0,72	6,64**	0,76	5,03
DBE	12,94	0,66	4,98**	0,71	5,11
TFL	29,38	1,40	6,03**	0,74	4,79
CLS	17,52	1,17	2,42**	0,54	6,70
LLS	8,07	0,53	3,51**	0,63	6,54
CLP	7,17	0,59	3,12**	0,60	8,24
LLP	7,55	0,62	5,07**	0,71	8,20
CC	6,31	0,41	4,88**	0,70	6,45
LC	5,54	0,49	3,69**	0,64	8,82
CE	15,32	1,12	5,30**	0,72	7,17
DEA	5,21	0,31	3,59**	0,63	5,88
CP	15,77	2,47	2,72**	0,57	15,64
DP	2,20	0,14	2,81**	0,58	6,19
CES	2,26	0,17	3,64**	0,64	7,72
CO	2,08	0,11	2,11**	0,50	5,20
DO	1,98	0,12	2,05**	0,50	6,30
NO	47,56	2,47	4,77**	0,70	2,59
VGP	94,51	2,52	2,28**	0,52	6,77
			Fruto		
DL	190,49	16,48	11,61**	0,85	8,65
DT	115,22	4,18	10,19**	0,84	3,62
PFR	1256,09	182,12	8,16**	0,80	14,50
PCA	543,42	82,34	6,85**	0,77	15,15
PPO	498,64	86,23	8,83**	0,82	17,29
PSE	187,02	26,68	7,84**	0,80	14,26
ECA	6,02	0,93	4,33**	0,68	15,41
ES	12,64	1,11	3,71**	0,65	8,76
DLS	26,52	1,12	8,11**	0,80	4,24
DTS	22,03	1,11	4,79**	0,70	5,06
SN	30,19	4,54	1,91*	0,49	7,76
SC	0,64	0,81	1,14 <sup>ns</sup>	0,36	63,84
AC	2,22	0,26	7,04**	0,78	11,83
BRIX	12,70	1,29	3,32**	0,63	10,13
PH	3,49	0,67	0,93 <sup>ns</sup>	0,32	19,29
UM	82,90	2,03	3,90**	0,67	2,45
			Agronômicos		
PROD	9,22	6,92	4,99**	0,47	48,24
BOTAO	96,03	104,81	13,93**	0,62	49,95
FLOR	739,20	723,02	15,77**	0,66	46,64
FRUIMA	6,15	13,65	5,22**	0,52	99,87
NV	45,31	51,39	50,97**	0,82	41,37

<sup>(1)</sup>Ver significado das siglas dos descritores na Tabela 1. <sup>ns</sup>Não-significativo. \* e \*\*Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Assim, baseado nesse método, foram selecionadas foliar, espessura do limbo, comprimento do acume, na primeira etapa as variáveis: 1) no grupo de folha: largura do acume, angulação das nervuras de base e largura do limbo no topo, comprimento do pecíolo distância entre nervuras; 2) no grupo de flor: com-

**Tabela 3.** Estimativas das variâncias (autovalor  $\lambda_j$ ), e porcentagem acumulada das estimativas das variâncias, de descritores de folha, flor, fruto e agronômicos de cupuaçuzeiro, avaliados em 31 acessos do banco ativo de germoplasma de cupuaçuzeiro.

Componentes	Variâncias dos componentes ( $\lambda_i$ )		Porcentagens acumuladas (%)
Folha			
1	6,9749		0,4982
2	2,3569		0,6665
3	1,8219		0,7967
4	1,0409		0,8710
5	0,6168		0,9151
6	0,4698		0,9486
7	0,2374		0,9656
8	0,1879		0,9790
9	0,1548		0,9901
10	0,0640		0,9947
11	0,0351		0,9972
12	0,0256		0,9990
13	0,0117		0,9998
14	0,0018		1,0000
Flor			
1	6,9986		0,3888
2	2,6565		0,5364
3	1,8133		0,6371
4	1,5267		0,7219
5	1,2078		0,7890
6	0,8482		0,8361
7	0,6916		0,8746
8	0,6186		0,9089
9	0,3816		0,9301
10	0,3709		0,9507
11	0,2788		0,9662
12	0,1540		0,9748
13	0,1437		0,9828
14	0,1096		0,9889
15	0,1048		0,9947
16	0,0490		0,9974
17	0,0328		0,9992
18	0,0129		1,0000
Fruto			
1	6,7001		0,4187
2	2,6506		0,5844
3	1,7722		0,6951
4	1,1756		0,7686
5	1,0433		0,8338
6	0,8134		0,8847
7	0,6439		0,9249
8	0,3576		0,9473
9	0,3448		0,9688
10	0,1870		0,9805
11	0,1455		0,9896
12	0,0841		0,9949
13	0,0391		0,9973
14	0,0297		0,9992
15	0,0108		0,9999
16	0,0016		1,0000
Agronômicos			
1	2,3699		0,4740
2	1,3433		0,7426
3	0,8589		0,9144
4	0,2908		0,9726
5	0,1368		1,0000

primento do botão estriado, tamanho da flor, comprimento do pedúnculo, diâmetro do pedúnculo, comprimento do estilete, diâmetro do ovário, número de óvulos, viabilidade de grãos de pólen, comprimento da lâmina da pétala e comprimento dos estaminóides; 3) no grupo de fruto: diâmetro longitudinal, peso da casca, espessura da casca, diâmetro transversal das sementes, sementes normais, sementes chochas, acidez, brix e pH; 4) como variáveis agronômicas: número de botões, número de frutos imaturos e número de vassouras-de-bruxa.

Na segunda análise de componentes principais, com essas 29 variáveis pré-selecionadas, foi possível descartar mais dez variáveis, que apresentavam redundância intergrupo (Tabela 6). A taxa de descarte final foi, portanto, de 64% do total de descritores propostos inicialmente. Após os dois ciclos de seleção, a lista mínima ficou composta por

19 descritores: quatro de folha (CPF, EL, LA e ANB); sete de flor (CBE, CP, DP, DO, NO, CLP e CE); cinco de fruto (DTS, SC, AC, BRIX e pH); e três agronômicos (BOTA, FRUIMA e NV). Os descritores de flor foram os que mais contribuíram para compor essa lista final, o que corrobora os resultados preliminares obtidos. O número de descritores agronômicos manteve-se inalterado da primeira para a segunda etapa, enquanto os grupos de descritores de fruto, folha e flor sofreram reduções de 44%, 43% e 30%, respectivamente. A lista mínima de descritores proposta deve ser complementada com descritores qualitativos, especialmente os relacionados com flor e fruto.

Por meio da análise envolvendo todas as 53 variáveis, denominado método direto, foram selecionados 21 descritores, com uma taxa de descarte de 60,4%. Dentro dos quatro conjuntos de variáveis, a intensidade de descarte não foi uniforme, sendo eli-

**Tabela 4.** Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson, entre os descritores de folha, flor, fruto e agronômicos, selecionados (horizontal) e descartados (vertical), avaliados em 31 acessos do banco ativo de germoplasma de cupuaçuzeiro.

Descritores <sup>(1)</sup> descartados	Descritores selecionados										
	LLTOPO		CPF	EL	Folha CA		LA	ANB	DN		
CF	0,74**		0,54**	-0,19	0,40*	0,03	-0,16			0,28	
LLBASE	0,94**		0,46**	-0,07	0,29	-0,14	-0,58**			-0,12	
LLMEIO	0,97**		0,48**	0,00	0,36*	-0,17	-0,55**			-0,13	
DPF	0,78**		0,62**	0,20	0,60**	-0,36*	-0,34			-0,24	
ANM	-0,62**		-0,15	0,09	-0,02	0,32	0,78**			0,66**	
ANT	-0,60**		-0,29	0,19	-0,12	0,44*	0,59**			0,67**	
NPN	0,74**		0,55**	0,18	0,67**	-0,37*	-0,33			-0,31	
					Flor						
		CBE	TFL	CP	DP	CES	DO	NO	VGP	CLP	CE
DBE		0,74**	0,44*	0,37*	-0,05	0,28	0,19	-0,05	0,43*	0,35	0,23
DEA		0,20	0,47**	0,16	0,03	0,41*	0,50**	0,06	-0,01	0,41*	0,77**
CO		0,01	0,30	0,15	-0,08	0,60**	0,80**	0,30	-0,06	0,12	0,60**
CLS		0,83**	0,66**	0,10	0,03	0,21	0,28	0,09	0,09	0,48**	0,53**
LLS		0,47**	0,58**	0,32	0,00	0,38*	0,38*	-0,15	0,39*	0,47**	0,45**
LLP		0,45*	0,45**	0,30	-0,21	0,05	0,27	-0,11	0,27	0,79**	0,29
CC		0,29	0,50**	0,13	0,10	0,48**	0,34	0,04	0,21	0,32	0,73**
LC		0,09	0,57**	0,08	0,12	0,38*	0,43*	-0,03	0,15	0,32	0,80**
						Fruto					
		DL	PCA	ECA	DTS	SN	SC	AC	BRIX	PH	
DT		0,38*	0,73**	-0,31	0,49**	0,40*	-0,11	0,13	-0,31	0,26	
PFR		0,80**	0,91**	-0,31	0,47**	0,39*	-0,22	-0,06	-0,18	0,29	
PPO		0,72**	0,80**	-0,34	0,51**	0,35	-0,12	0,02	-0,25	0,30	
PSE		0,58**	0,52**	-0,43*	0,75**	0,69**	-0,22	0,30	0,11	0,06	
ES		0,82**	0,72**	-0,32	0,55**	0,29	-0,42*	-0,14	0,07	0,06	
DLS		0,37*	0,35*	-0,47**	0,81**	0,20	-0,01	0,17	0,04	-0,04	
UM		0,07	0,34	0,00	-0,16	-0,12	0,05	-0,42*	-0,72**	0,09	
						Agronômicos					
						BOTA	FRUIMA	NV			
PROD						0,32	0,57**	-0,17			
FLOR						0,83**	0,06	-0,33			

<sup>(1)</sup>Ver significado das siglas dos descritores na Tabela 1. \* e \*\*Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.



minados 68,8% dos descritores de fruto e apenas 40% dos agrônômicos. No conjunto de descritores de folha e flor, o descarte foi de 64,3% e 55,6%, respectivamente. A coincidência entre as listas de descritores pelos dois métodos não é completa, porém dos 19 descritores selecionados em duas etapas, 11 foram selecionados pelo método direto.

Na comparação da eficiência dos conjuntos de descritores selecionados na primeira etapa (29 variáveis), segunda etapa (19 variáveis) e seleção direta

com todas as 53 variáveis (21 variáveis), foram efetuadas medidas de similaridade,  $r_1$  e  $Q_1$ , entre os três conjuntos reduzidos e o original (Tabela 7). Os resultados demonstraram que o conjunto de 29 variáveis, obtido na primeira etapa de seleção, poderia ser usado no estudo de divergência genética do cupuaçuzeiro, pois a perda de informação decorrente da não utilização das outras 24 variáveis seria mínima e só contribuiria para uma análise mais trabalhosa, e não necessariamente mais precisa.

**Tabela 5.** Estimativas de medidas de similaridade,  $r_1(j)$  e  $Q_1$ , entre componentes principais nos conjuntos completo e reduzido dos descritores de folha, flor, fruto e agrônômicos avaliados pelos métodos I, II e misto, no banco ativo de germoplasma de cupuaçuzeiro<sup>(1)</sup>.

Medida de similaridade	Método I	Método II	Método misto
	Folha		
	LLTOPO. EL. CA. DN	CPF. EL. LA. ANB	LLTOPO. CPF. EL. CA. LA. ANB. DN
$r_1(1)$	0,9683(2)	0,7096(1)	0,9404(1)
$r_1(2)$	0,8352(2)	0,9742(3)	0,7823(2)
$r_1(3)$	0,8869(3)	0,7947(1)	0,8241(3)
$r_1(4)$	0,8964(3)	0,8494(3)	0,9688(4)
$r_1(5)$	-	-	0,9165(5)
$r_1(6)$	-	-	0,7562(6)
$r_1(7)$	-	-	0,8209(7)
$Q_1$	0,9243	0,7854	0,8897
Flor			
	CBE. CP. DP. DO. NO. CLP. CE	CBE. TFL. DP. CES. DO. VGP. CLP	CBE. TFL. CP. DP. CES. DO. NO. VGP. CLP. CE
$r_1(1)$	0,8747(1)	0,9690(1)	0,9612(1)
$r_1(2)$	0,8120(3)	0,7418(2)	0,7405(2)
$r_1(3)$	0,6629(2)	0,7246(4)	0,7956(2)
$r_1(4)$	0,6965(2)	0,8475(3)	0,9700(4)
$r_1(5)$	0,7854(6)	0,7126(5)	0,8656(5)
$r_1(6)$	0,8375(5)	0,5067(6)	0,7353(6)
$r_1(7)$	0,7202(7)	0,6992(5)	0,5623(8)
$r_1(8)$	-	-	0,6786(7)
$r_1(9)$	-	-	0,6677(10)
$r_1(10)$	-	-	0,5685(9)
$Q_1$	0,8068	0,8343	0,8508
Fruto			
	DL. PCA. ECA. DTS. SN. AC	ECA. DTS. SN. SC. BRIX. PH	DL. PCA. ECA. DTS. SN. SC. AC. BRIX. PH
$r_1(1)$	0,9898(1)	0,7899(1)	0,9708(1)
$r_1(2)$	0,9865(2)	0,8820(1)	0,9596(2)
$r_1(3)$	0,8876(2)	0,8643(2)	0,8489(3)
$r_1(4)$	0,7051(5)	0,7958(3)	0,8471(4)
$r_1(5)$	0,9286(3)	0,8473(4)	0,7993(5)
$r_1(6)$	0,8984(1)	0,6158(3)	0,8302(6)
$r_1(7)$	-	-	0,8237(7)
$r_1(8)$	-	-	0,9563(8)
$r_1(9)$	-	-	0,7390(9)
$Q_1$	0,9429	0,8111	0,9151
Agrônômicos			
	BOTAQ. FRUIMA. NV	BOTAQ. FRUIMA. NV	BOTAQ. FRUIMA. NV
$r_1(1)$	0,9745(1)	0,9745(1)	0,9745(1)
$r_1(2)$	0,9924(2)	0,9924(2)	0,9924(2)
$r_1(3)$	0,9818(3)	0,9818(3)	0,9818(3)
$Q_1$	0,9811	0,9811	0,9811

<sup>(1)</sup>Ver significado das siglas dos descritores na Tabela 1; números entre parênteses correspondem ao número do componente do conjunto de dados selecionado mais altamente correlacionado com o j-ésimo componente do conjunto de dados completo; método I: descarte da variável de maior autovalor, em cada componente, sempre que ele era inferior a 0,7; método II: para cada caráter descartado era realizada uma nova análise com os caracteres remanescentes; método misto: descartes das variáveis indicadas pelos métodos I e II.

O segundo conjunto, composto por 19 variáveis, indicou também ser suficientemente informativo, sendo proposta sua utilização como uma lista mínima de descritores a serem empregados na caracterização

**Tabela 6.** Descritores selecionados para o cupuaçuzeiro, na primeira e segunda etapa de descarte, empregando-se os métodos I, II e misto<sup>(1)</sup>.

Descritores <sup>(2)</sup>	Pré-seleção (1ª etapa) <sup>(3)</sup>			Seleção final (2ª etapa) <sup>(3)</sup>		
	Método I	Método II	Misto	Método I	Método II	Misto
	Folha					
CF	DESC	DESC	DESC	-	-	-
LLBASE	DESC	DESC	DESC	-	-	-
LLMEIO	DESC	DESC	DESC	-	-	-
LLTOPO	PSEL	DESC	PSEL	DESC	DESC	DESC
CPF	DESC	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
DPF	DESC	DESC	DESC	-	-	-
EL	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	SEL
CA	PSEL	DESC	PSEL	DESC	DESC	DESC
LA	DESC	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
ANB	DESC	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
ANM	DESC	DESC	DESC	-	-	-
ANT	DESC	DESC	DESC	-	-	-
DN	PSEL	DESC	PSEL	DESC	DESC	DESC
NPN	DESC	DESC	DESC	-	-	-
	Flor					
CBE	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	PSEL	SEL
DBE	DESC	DESC	DESC	-	-	-
TFL	DESC	PSEL	PSEL	DESC	DESC	DESC
CLS	DESC	DESC	DESC	-	-	-
LLS	DESC	DESC	DESC	-	-	-
CLP	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	PSEL	SEL
LLP	DESC	DESC	DESC	-	-	-
CC	DESC	DESC	DESC	-	-	-
LC	DESC	DESC	DESC	-	-	-
CE	PSEL	DESC	PSEL	PSEL	DESC	SEL
DEA	DESC	DESC	DESC	-	-	-
CP	PSEL	DESC	PSEL	PSEL	DESC	SEL
DP	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	SEL
CES	DESC	PSEL	PSEL	DESC	DESC	DESC
CO	DESC	DESC	DESC	-	-	-
DO	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
NO	PSEL	DESC	PSEL	PSEL	DESC	SEL
VGP	DESC	PSEL	PSEL	DESC	DESC	DESC
	Fruto					
DL	PSEL	DESC	PSEL	DESC	DESC	DESC
DT	DESC	DESC	DESC	-	-	-
PFR	DESC	DESC	DESC	-	-	-
PCA	PSEL	DESC	PSEL	DESC	DESC	DESC
PPO	DESC	DESC	DESC	-	-	-
PSE	DESC	DESC	DESC	-	-	-
ECA	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	DESC	DESC
ES	DESC	DESC	DESC	-	-	-
DLS	DESC	DESC	DESC	-	-	-
DTS	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
SN	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	DESC	DESC
SC	DESC	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
AC	PSEL	DESC	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
BRIX	DESC	PSEL	PSEL	DESC	PSEL	SEL
PH	DESC	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
UM	DESC	DESC	DESC	-	-	-
	Agronômicos					
PROD	DESC	DESC	DESC	-	-	-
BOTAO	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	PSEL	SEL
FLOR	DESC	DESC	DESC	-	-	-
FRUIMA	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	PSEL	SEL
NV	PSEL	PSEL	PSEL	DESC	PSEL	SEL

<sup>(1)</sup>Método I: descarte da variável de maior autovalor, em cada componente, sempre que ele era inferior a 0,7; método II: para cada caráter descartado era realizada uma nova análise com os caracteres remanescentes; método misto: descartes das variáveis indicadas pelos métodos I e II. <sup>(2)</sup>Símbolos dos descritores conforme Tabela 1. <sup>(3)</sup>DESC: descartado; PSEL: pré-selecionado; SEL: selecionado.

**Tabela 7.** Estimativas de medidas de similaridade,  $r_1(j)$  e  $Q_1$ , entre componentes principais para os conjuntos completo e selecionado dos 53 descritores, com seleção escalonada em duas etapas e seleção direta de todos os descritores de cupuaçuzeiro<sup>(1)</sup>.

Medida de similaridade	Método de descarte - descritores selecionados <sup>(2)</sup>		
	Pré-seleção (1 <sup>a</sup> etapa)	Seleção final (2 <sup>a</sup> etapa)	Seleção direta
	CBE, TFL, CP, DP, CES, DO, NO, VGP, CLP, CE, DL, PCA, ECA, DTS, SN, SC, AC, BRIX, PH, LLTOPO, CPF, EL, CA, LA, ANB, DN, BOTAO, FRUIMA, NV	CBE, CP, DP, DO, NO, CLP, CE, DTS, SC, AC, BRIX, PH, CPF, EL, LA, ANB, BOTAO, FRUIMA, NV	CBE, DEA, CP, CES, DO, NO, LLP, CC, DL, DTS, SC, SN, UM, CF, EL, LA, ANB, NPN, FLOR, FRUIMA, NV
$r_1(1)$	0,9710(1)	0,8824(2)	0,7409(1)
$r_1(2)$	0,8969(2)	0,9041(1)	0,7326(2)
$r_1(3)$	0,7592(3)	0,7786(3)	0,9259(3)
$r_1(4)$	0,6291(4)	0,5505(6)	0,7548(4)
$r_1(5)$	0,7254(4)	0,6105(4)	0,5463(7)
$r_1(6)$	0,5322(6)	0,7838(5)	0,5715(6)
$r_1(7)$	0,5509(6)	0,6393(8)	0,6354(5)
$r_1(8)$	0,6784(8)	0,5991(9)	0,5578(5)
$r_1(9)$	0,6409(10)	0,4325(12)	0,5633(8)
$r_1(10)$	0,5834(13)	0,5641(6)	0,5957(11)
$r_1(11)$	0,6589(9)	0,5679(6)	0,4787(10)
$r_1(12)$	0,7501(12)	0,7768(11)	0,5139(7)
$r_1(13)$	0,8501(11)	0,6941(10)	0,7624(9)
$r_1(14)$	0,7497(14)	0,7018(14)	0,6533(14)
$r_1(15)$	0,6086(15)	0,7317(8)	0,6470(11)
$r_1(16)$	0,6077(16)	0,4959(14)	0,5395(10)
$r_1(17)$	0,5588(17)	0,6411(13)	0,4203(13)
$r_1(18)$	0,5011(18)	0,6092(16)	0,4895(10)
$r_1(19)$	0,5601(21)	0,4905(17)	0,5572(12)
$r_1(20)$	0,5966(18)	-	0,5865(17)
$r_1(21)$	0,6617(19)	-	0,5062(18)
$r_1(22)$	0,7581(20)	-	-
$r_1(23)$	0,5746(25)	-	-
$r_1(24)$	0,6031(23)	-	-
$r_1(25)$	0,5535(24)	-	-
$r_1(26)$	0,4522(26)	-	-
$r_1(27)$	0,4249(19)	-	-
$r_1(28)$	0,7699(24)	-	-
$r_1(29)$	0,4407(24)	-	-
$Q_1$	0,7674	0,7446	0,6883

<sup>(1)</sup>Números entre parênteses correspondem ao número do componente do conjunto de dados selecionados mais altamente correlacionado com o j-ésimo componente do conjunto de dados completo. <sup>(2)</sup>Siglas dos descritores conforme Tabela 1.

ção de coleções de cupuaçuzeiro. Esta lista deverá representar importante instrumento na mensuração da variabilidade dentro das coleções, promovendo conhecimento mais aprofundado das potencialidades das coleções de cupuaçuzeiro existentes na região Amazônica, com uso racionalizado da escassa mão-de-obra especializada existente, propiciando economia de tempo e recursos materiais, porém disponibilizando informações valiosas para a conservação e melhoramento genético da espécie.

### Conclusões

1. A lista mínima de descritores quantitativos para o cupuaçuzeiro é composta pelo comprimento do pecíolo foliar, espessura do limbo, largura do acume,

angulação das nervuras de base, comprimento do botão estriado, comprimento do pedúnculo floral, diâmetro do pedúnculo floral, diâmetro do ovário, número de óvulos, comprimento da lâmina da pétala, comprimento dos estaminóides, diâmetro transversal da semente, semente chocha, acidez, brix, pH, número de botões caídos ao solo, número de frutos imaturos caídos precocemente e número de vassouras-de-bruxa produzidas.

2. O método de descarte de variáveis, utilizando análise de componentes principais, em duas etapas de seleção, possibilita redução de 64% dos descritores inicialmente considerados.

### Agradecimentos

Aos funcionários da Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, José R. Q.

Fernandes, Miguel Loureiro, Marcus V. F. da Silva, Paulo de Tarso O. Santiago, José S. O. de Aviz, Antonias Trindade e às estagiárias Dênmore Araújo e Lucionila Pimentel, pelo apoio nos serviços laboratoriais e de campo.

### Referências

- ALVES, R. M.; HUHN, S.; LOUREIRO, M. do E. S. T. **Caracterização de acessos de cupuaçuzeiro através de caracteres bromatológicos da polpa do fruto**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 4 p. (Pesquisa em Andamento, 200).
- BARROS, L. M. **Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro**. 1991. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.
- BEKELE, F. L.; BEKELE, I. A sampling of the phenetic diversity of cacao in the International Cocoa Gene Bank of Trinidad. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 57-64, 1996.
- BEKELE, F. L.; KENNEDY, A. J.; McDAVID, C.; LAUCKNER, F. B.; BEKELE, I. Numerical taxonomic studies on cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad. **Euphytica**, Wageningen, v. 75, p. 231-240, 1994.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Edições CEJUP/CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279 p.
- CLEMENT, C. R. 1942 and the loss of Amazonian crop genetic resources: I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, New York, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.
- CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1997. 390 p.
- CURY, R. **Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na agricultura autóctone do sul do Estado de São Paulo**. 1993. 103 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1993.
- DAHER, R. F. **Diversidade morfológica e isoenzimática em capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1993. 110 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1993.
- DIAS, L. A. S. **Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 1994. 94 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1994.
- HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, R. A.; MENEZES, A. J. E.A. Extrativismo e plantio racional de cupuaçuzeiros no sudeste paraense: a transição inevitável. Belém: Embrapa-CPATU, 2001. 23 p. (Documentos, 113).
- JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis - I: artificial data. **Applied Statistics**, London, v. 21, n. 2, p. 160-173, 1972.
- JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis - II: real data. **Applied Statistics**, London, v. 21, n. 1, p. 21-31, 1973.
- LIMA, R. R.; ALENCAR, S. A.; FRADE JÚNIOR, J. M.; BRANDÃO, G. R. Coleta e avaliação de plantas amazônicas de cultura ou de exploração pré-colombiana: recursos genéticos da região do Solimões. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v. 4, p. 39-49. (Documentos, 36).
- LIMA, R. R.; COSTA, J. P. C. da. **Coleta de plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia brasileira - II: trabalhos realizados na sede da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 102 p. (Documentos, 107).
- MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic, 1979. 520 p.
- PEREIRA, A. V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1989. 180 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1989.
- SAS INSTITUTE INC. (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT guide for personal computers**: version 6. Cary, 1989. 1686 p.
- STRAPASSON, E. **Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum* através de componentes principais**. 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.