

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA  
(*Bactris gasipaes* Kunth) POR DESCRITORES  
MORFOLÓGICOS**

***Jorge Hugo Iriarte Martel***

**Orientador: Prof.Dr. José Roberto Môro  
Co-orientador: Dr. Charles R.Clement**

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Genética e Melhoramento de Plantas.

Jaboticabal – São Paulo – Brasil  
Agosto – 2002

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JORGE HUGO IRIARTE MARTEL** - Nascido aos treze dias do mês de novembro de 1946, na cidade de Colonia del Sacramento, Uruguai, filho de Francisco L. Iriarte e Maria L. Martel, R.G. 1.370.946.1- AM e CPF 018.112.582-04 . Naturalizou-se brasileiro em 1994. É Engenheiro Agrônomo, formado pela Universidade Federal do Amazonas, em Manaus, no ano de 1984. Obteve o grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP- Campus de Jaboticabal no ano de 1993 e, o título de Doutor em Agronomia na Área de Concentração em Genética e Melhoramento de Plantas pela mesma Universidade, em agosto de 2002. Atualmente exerce as atividades de Pesquisador Titular na Coordenação de Pesquisas de Ciências Agrônomicas, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, do Ministério de Ciências e Tecnologia, desde 1985, atuando na área de fitotecnia de plantas frutíferas tropicais. Tem cursos de especialização em Extensão Rural pela EMATER - AM, em 1985 e de Sistemas Agroflorestais pelo CATIE - Costa Rica, em 1987.

**Aos meus pais**

Francisco Iriarte (in memoriam)

Maria L. Martel

**E a meus irmãos**

Francisco Oscar,

José Maria,

Guillermo Domingo

**Ofereço**

**A minha esposa Virgínia,**

**filha Jaqueline,**

**neto Lucas Leonã,**

**e genro Lucinei,**

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus pela Fé, inspiração e força de vontade para vencer todos os obstáculos;*

*A minha esposa Virgínia pelo incentivo, apoio e carinho durante toda nossa vida juntos;*

*Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, pela liberação e manutenção do salário para realizar o curso;*

*À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Câmpus de Jaboticabal pela oportunidade da realização do curso;*

*Aos Profs. Júlio Durigan e Fernando Mendes Pereira pela obtenção da bolsa de 12 meses da Reitoria;*

*À Dra. Sônia Sena Alfaia pelo apoio na infra-estrutura e amizade;*

*Ao Dr. Charles Clement pela disponibilização dos dados, discussão da metodologia e bibliografias;*

*Ao Prof. Dr. José R. Mouro pela orientação;*

*Aos componentes da Banca de Tese pela contribuição nas correções;*

*Ao Prof. Dr. Antonio S. Ferraudo pelo auxílio nas análises estatísticas e interpretação dos resultados;*

*Aos Obreiros da Augusta e Respeitável Loja Maçônica Major Hilário Tavares Pinheiro do Oriente de Jaboticabal, pela acolhida e Fraternidade durante o tempo que aqui permanecemos;*

*Ao Ir. Carlos Revolti pelo empréstimo de sua casa durante três meses;*

*Aos Profs. Paulo Bellingieri, João Carlos de Oliveira e Antônio Monteiro, pela cordialidade, amizade e experiências transmitidas;*

*Aos colegas do INPA: Ailton, Hara, Olavo, Nobre, Sidney, Suely, Bill, Edivaldo, Rosali, Kaoru e Menezes (este, por guardar o fusca e nossos pertences);*

*Ao casal Sérgio & Mônica (Pará), pelo auxílio e amizade;*

*Ao Agrônomo Wanders Chaves pelas discussões sobre pupunha;*

***Às senhoras Ana Silvia Mariano e Tiêko T. Sugahara pelas correções na Bibliografia;***

***À senhora Luciana dos Santos pelos serviços no data show e diagramação da tese e ao Jefferson pela apresentação;***

***Aos Profs. Lam Sanches e Orlando Mauro pelas correções dos Abstract e ao Prof. Vitorio Barato pelas correções de português;***

***E a todos, que de uma maneira ou outra, ajudaram a vencer mais uma etapa de nossa vida; MUITO OBRIGADO.***

## SUMÁRIO

	Página
<b>SUMÁRIO</b> .....	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	
1. INTRODUÇÃO .....	02
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	04
2.1. Importância dos recursos genéticos .....	04
2.2. Taxonomia .....	05
2.3. Morfologia .....	06
2.3.1. Tronco .....	07
2.3.2. Folhas .....	07
2.3.3. Inflorescências .....	07
2.3.4. Flores .....	08
2.3.5. Polinização .....	08
2.3.6. Frutos .....	09
2.3.7. Sementes .....	10
2.4. Raças e distribuição geográfica .....	10
2.5. Potencial da pupunha .....	16
2.5.1. Palmito .....	16
2.5.2. Frutos .....	17
2.5.3. Óleo .....	18
2.5.4. Farinha .....	20
2.5.5. Ração animal .....	21
2.6. Origem e diversidade genética .....	21
2.7. Ideotipo para pupunha .....	23
2.8. Descritores para pupunha .....	24

2.9. Métodos estatísticos utilizados nas caracterizações.....	33
2.9.1. Medidas de dissimilaridade.....	33
2.9.2. Estatística univariada para escolher descritores.....	35
2.9.3. Estatística multivariada para escolher descritores.....	36
2.9.3.1. Análise de componentes principais.....	36
2.9.3.2. Análise discriminante .....	37
2.9.3.3. Análise de agrupamento por técnicas numéricas.....	39
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41

**CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLOGICA DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth), EM MANAUS: I MORFORRAÇAS 'PARÁ' E 'PUTUMAYO'**

1. INTRODUÇÃO .....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1. Descritores .....	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4. CONCLUSÕES .....	72
5. REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS .....	78

**CAPÍTULO 3 - ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NA DISCRIMINAÇÃO DE RAÇAS AMAZÔNICAS DE PUPUNHEIRAS (*Bactris gasipes* Kunth) EM MANAUS**

1. INTRODUÇÃO .....	84
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	85
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
4. CONCLUSÕES .....	93
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	94

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLOGICA DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth), EM MANAUS: I MORFORRAÇAS 'PARÁ' E 'PUTUMAYO'

<b>Tabela 1.</b> Número de acessos e plantas de 12 populações de pupunheiras das raças Pará, Putumayo, existentes no INPA, em Manaus. ....	57
<b>Tabela 2.</b> Resultados da Análise de Variância de 40 descritores morfológicos das raças Pará e Putumayo, e respectivas significâncias estatísticas. ....	73
<b>Tabela 3.</b> Resultados de 15 descritores morfológicos de pupunha submetidos ao teste Wilk`s-Lambda e significância pelo Qui-quadrado a 0,05 de probabilidade. ....	75
<b>Tabela 4.</b> Correlações entre cada descritor e os respectivos componentes principais para as raças Pará e Putumayo dos 15 descritores morfológicos. ....	75
<b>Tabela 5.</b> Funções discriminantes padronizadas desenvolvidas para discriminar entre 12 populações das raças 'Pará' e 'Putumayo'.....	76
<b>Tabela 6.</b> Matriz de classificação de 216 pupunheiras, das raças Pará e Putumayo pela de Análise de Componentes Principais, com sete descritores morfológicos.....	76
<b>Tabela 7.</b> Matriz de classificação de 216 pupunheiras, das raças Pará e Putumayo, com 15 descritores morfológicos pelo método discriminante "step wise" .....	76

<b>Tabela 8.</b> Matriz de classificação dos acessos de doze populações de pupunheiras das raças ‘Pará’ e ‘Putumayo’, pelo método “step wise”, mediante funções classificatórias associadas às funções discriminantes.....	77
--	----

### **CAPÍTULO 3 - ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NA DISCRIMINAÇÃO DE RAÇAS AMAZÔNICAS DE PUPUNHEIRAS (*Bactris gasipes* Kunth) EM MANAUS**

<b>Tabela 1.</b> Número de acessos e plantas de 16 populações de pupunheiras das raças Pará, Putumayo e Solimões, existentes no INPA. ....	86
<b>Tabela 2.</b> Correlação entre cada descritor e os respectivos componentes principais para as raças Pará, Putumayo e Solimões dos 15 descritores morfológicos.....	91

## LISTA FIGURAS

### CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLOGICA DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth), EM MANAUS: I MORFORRAÇAS 'PARÁ' E 'PUTUMAYO'

- Figura 1.** Modelos de planta, cacho, espigas e frutos de pupunheira, adaptado de Morera Monje (1986) ..... 58
- Figura 2.** Esboço de um fruto de pupunha mostrando a distância morfológica entre a base e o maior diâmetro (adaptado de MORERA MONJE, 1986). ..... 61
- Figura 3.** Classificação das populações das raças Pará e Putumayo, segundo a análise de agrupamento ..... 74
- Figura 4.** Dispersão bidimensional segundo os componentes principais das 12 populações de pupunha das raças Pará e Putumayo ..... 74

### CAPÍTULO 3 - ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NA DISCRIMINAÇÃO DE RAÇAS AMAZÔNICAS DE PUPUNHEIRAS (*Bactris gasipes* Kunth) EM MANAUS

- Figura 1.** Classificação das populações das três raças de pupunha segundo a análise de agrupamento. .... 88
- Figura 2.** Dispersão bidimensional segundo os componentes principais das 16 populações de pupunha das raças Pará, Putumayo e Solimões..... 92
- Figura 3.** Dispersão gráfica da análise discriminante das 16 populações de pupunha das raças Pará, Putumayo e Solimões..... 92

## **CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth) POR DESCRITORES MORFOLÓGICOS**

**RESUMO** - A pupunheira tem um potencial econômico e social muito grande, sendo a palmeira mais importante na América pré-colombiana, constituindo junto com o milho e a mandioca, a base da alimentação dos povos primitivos. Os principais produtos extraídos são o palmito e os frutos para o consumo humano direto, alimento animal, farinhas para consumo humano e óleo vegetal. Os objetivos do presente trabalho foram de utilizar uma lista de descritores morfológicos recomendada, para discriminar primeiramente as raças Pará e Putumayo e após sua validação estatística, verificar também a existência da raça Solimões, que até hoje tem sido negada. Foram aplicadas técnicas estatísticas univariadas e multivariadas na tentativa de discriminar as raças. Dos 42 descritores iniciais, 25 apresentaram diferenças significativas entre as raças e 15 tiveram aproximação normal. A análise discriminante mostrou que a raça Pará possuía 15 % das plantas mal classificadas e Putumayo 14 %, já com a seleção de desenvolver para componentes principais, as percentagens foram 9 e 19 %, respectivamente, para as duas raças. A população de Manacapuru, não formou grupo nas duas primeiras análises de agrupamento e nem com componentes principais. As três análises em conjunto, conseguiram discriminar as raças Pará, Putumayo e Solimões, sendo os descritores mais importantes nesta discriminação e classificação das raças: número de espigas por cacho, comprimento da ráquis, peso dos frutos, espessura das cascas, facilidade para descascar os frutos, peso das cascas, sabor dos frutos, espessura da polpa, distância morfológica dos frutos e peso das sementes.

**Palavras-chaves:** análise de componentes principais, análise discriminante e análise de agrupamento.

## CHARACTERIZATION OF PEACH PALM (*Bactris gasipaes* Kunth) FOR MORPHOMETRIC DESCRIPTORS

**ABSTRACT** - The peach palm has a economic and social potential very great being the palm most important in the América pre-Colombian, contributing together with the maize and the cassava in the indogenous feeds. The target of the present work was: to use a morphological descriptor list recommended, to discriminate between two landraces and descriptors validation , to verify the existence of solimoes landraces. Univariate and multivariate statistical techniques were used to attempt discriminate the landraces. From forty initial descriptors, twenty five had presented significant difference between the landraces and fifteen had presented normal approach. The discriminant analysis have showed that Pará landrace possessed fifteen percent of the plant badly classified and Putumayo about fourteen percent to it. In the analysis of principal component, the percentages were nine and nineteen percent, respectively, for the two landraces. Manacapuru population did not form cluster in the two first one analysis of and nor with principal components. Three joint analysis in the set had obtained to discriminate the Pará, Putumayo and Solimoes landraces and the discriminant analysis with three landraces, classified Manacapuru of the Putumayo landrace inside. The most important descriptors in the discrimination between landraces were: numbers of ears per raceme, rachis length, fruit weight, thickness of fruits bark, facility to peel fruits, weight of fruit bark, fruit flavor, pulp thickness, morphological distance between fruits and seed weight.

**Index terms:** principal components analysis, discriminant analysis and cluster analysis.

## **CAPÍTULO 1**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

A pupunha tem um potencial econômico e social muito grande, como fonte de alimento para o homem e para os animais (MORA URPI, 1983), sendo, sem dúvida, a palmeira mais importante na América pré-colombiana e o principal cultivo dos ameríndios de um extenso território do trópico úmido e de algumas regiões do trópico seco (MORA URPI, 1992).

O desenvolvimento da pupunheira no Brasil começou no final de 1970 e, em 1979, foi instalada a primeira coleção de pupunha no INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia), com 20 acessos e, em 1980, o pesquisador Wanders Chaves coletou 80 acessos de pupunha inermes, de Yurimaguas, Peru. No período compreendido entre 1982 e 1984, foram realizadas mais prospecções e coletas em toda a Bacia Amazônica (CLEMENT e CORADIN, 1988).

Utilizando uma lista mínima de descritores para uso “in situ” e “ex situ” (MORA URPI, 1982; MORA URPI & CLEMENT, 1988; CLEMENT, 1988; CLEMENT, 1995 e MORA URPI, 1999), foi feita a classificação morfométrica das morforraças amazônicas de pupunha. Estas morforraças são um conjunto de populações domesticadas, que têm sido sempre cultivadas como resultado de uma combinação específica de recursos genéticos originais e de distribuição geográfica restrita, associadas a uma história étnica. De acordo com Clement (2000) e Henderson (2001), as morforraças primitivas cultivadas são todas *Bactris gasipaes*, variedade *gasipaes*.

Clement et al. (1998) relatam que estas morforraças seriam o produto dos primeiros povos da Amazônia, estando submetidas a milhares de anos de domesticação, cada uma possuindo características físicas, químicas e bioquímicas próprias, podendo servir como bases genéticas que atendam a vários objetivos dentro de um programa de melhoramento genético.

Mora Urpi et al. (1997) relatam que, na Amazônia, existem, pelo menos, oito raças primitivas de pupunha e, ao noroeste dos Andes, pelo menos mais cinco raças.

Estes autores fornecem também a distribuição geográfica de 15 raças de pupunha, mostrando a existência das raças Pará, Solimões e Putumayo, embora os limites exatos entre as raças não esteja claro, existindo sobreposição dos acessos, entre Pará e Solimões e entre Solimões e Putumayo.

Mora Urpi e Clement (1988) dividiram as raças primitivas de pupunha da Amazônia em três grupos, baseados no tamanho e forma dos frutos, sugerindo que o tamanho reflete o grau de domesticação. As raças do grupo “microcarpa” possuem peso médio de frutos menor que 20 g; “mesocarpa”, peso variando entre 20 e 70 g; e “macrocarpa”, frutos pesando mais de 70 g, podendo chegar a 250 g. Os mesmos ressaltam que as duas raças primitivas mais derivadas, portanto mais modificadas pela seleção humana no processo de domesticação, são do grupo “macrocarpas” e estão localizadas na Amazônia Ocidental, embora não citem quais são essas raças, considerando esta região como o centro de diversidade genética da pupunha, pois contém frutos de todos os tamanhos, com polpa oleosa a amídosa, diversos formatos e cores, plantas com espinhos e inermes.

A presença de acessos duplicados ou malposicionados, em coleções de germoplasma, tem sido apontada como um dos principais problemas para a conservação de Bancos de Germoplasma (STRAUSS et al., 1989; BEUSELINCK e STEINER, 1992; VAN HINTUM e VISSER, 1995).

Existem várias maneiras de se proceder a caracterização de germoplasma, cada uma apresentando características específicas. A caracterização morfológica de frutos e sementes tem sido usada para a delimitação de subfamílias e tribos de Crusiaceae (MOURÃO e BELTRATTI, 2000), portanto, a técnica de análise multivariada pode muito bem ser usada para discriminar as raças e populações de pupunha.

Clement e Bovi (1999) citam que, ao longo dos milênios, ocorreram grandes alterações na forma de utilização dos produtos obtidos da pupunha. Na época da conquista das Américas pelos europeus, a pupunha era uma importante fonte de amido, possivelmente tão importante quanto a mandioca e o milho, em alguns locais das Américas. As populações de pupunheiras domesticadas para diversos fins e adaptadas

a novos ambientes foram perdendo as características originais, passando a adaptar-se a sistemas agrícolas, agroflorestais, jardins caseiros e aldeias indígenas.

Com base no conceito de raças primitivas, uma classificação intra-específica foi proposta por Mora Urpi (1984); Mora Urpi e Clement (1988); Clement (1988); Mora Urpi (1992) e, mais tarde, revisada por Clement (1995). A informação obtida nesta classificação comprovou que a pupunha está em um processo avançado de domesticação (CLEMENT, 1987). Clement (1992), comparando a pupunha com outras palmeiras domesticadas, como coco, tâmara, areca e dendê, concluiu que a pupunha havia sido muito mais modificada geneticamente pela seleção indígena do que as outras palmeiras.

A descrição sistemática de uma espécie facilita ou possibilita o uso potencial do material genético, que é a meta principal dos bancos de germoplasma. Estes estudos foram realizados no banco de germoplasma de pupunha do INPA, aplicando-se uma lista de descritores morfológicos, previamente selecionada por Clement (1986), com algumas modificações. As populações de pupunha, existentes ao longo da calha dos rios Solimões e Amazonas, apresentam grande variabilidade morfológica, que ainda não foi caracterizada e mapeada totalmente. Os principais objetivos destes estudos foram: selecionar entre a lista de descritores recomendada, aqueles que melhor se discriminam entre raças e populações de pupunha; posicionar corretamente os acessos dentro suas respectivas populações, de acordo com suas características morfológicas; verificar a existência de 3 raças ao longo da calha dos rios Solimões-Amazonas e obter dados biogeográficos da qualidade de frutos em cada população/raça.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância dos recursos genéticos**

Vilela Morales et al. (1997) referem-se a germoplasma como sendo o material que constitui a base física da herança e que se transmite de uma geração para outra por meio de células reprodutivas. Já para Valois et al. (1996), germoplasma é a base física que reúne o conjunto de materiais hereditários de uma espécie. O International Plant Genetic Resources Institute-IPGRI (1980) relaciona germoplasma a uma amostra de sementes ou de um indivíduo ou clone, representando um tipo, espécie ou cultura, possível de ser mantido em um repositório.

De acordo com Walter e Cavalcanti (1996), coleta-se germoplasma devido ao pequeno número de plantas utilizadas pelo homem, se comparado com o número existente na natureza. Apenas trinta espécies constituem 95 % da nutrição humana, sendo que oito respondem por 75 % da energia alimentar para a humanidade. O trigo, o arroz e o milho representam 75 % do nosso consumo de cereais, o que significa mais da metade do consumo de alimento pela humanidade. Isto demonstra que a agricultura é extremamente dependente de uma parcela mínima do reino vegetal, da qual se extrai o máximo para suprir a demanda de alimentos. Se estas poucas espécies virem a apresentar problemas de pragas ou doenças, como já aconteceu no passado, diminuirá a oferta de alimentos e a humanidade estará seriamente comprometida, se não existir material resistente (ou variabilidade genética), sob conservação “ex situ” que possa vir a ser usado no melhoramento genético, para contornar o problema. Em resumo, a coleta de germoplasma visa a ampliar a base genética que possa ser utilizada em programas de melhoramento.

## 2.2. Taxonomia

A pupunheira *Bactris gasipaes* Kunth pertence à ordem Arecales, família Arecaceae (Palmae), subfamília Arecoideae, tribo Coccoceae (ULH e DRANSFIELD, 1987). De acordo com Mora urpi (1983), existem muitas controvérsias sobre a taxonomia da pupunheira. A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) tem recebido diversos nomes científicos desde sua descrição original. Martius (1824) descreveu a pupunheira cultivada no Pará como *Guilielma speciosa*.

Sanders (1991) mostrou que o gênero *Bactris* só poderia ser monofilético se *Guilielma* fosse incluído. Devido às controvérsias e confusões a respeito do gênero *Guilielma*, Clement (1995b) sugeriu o uso do conceito do “genepool”, originalmente proposto por Harlan e de Wit (1971). Neste conceito, existem três níveis hierárquicos: o genepool primário (GP1), que seria a pupunheira propriamente dita, representando as espécies domesticadas e podendo ser separado nas populações domesticadas e ancestrais; o secundário (GP2), representando as espécies afins que podem hibridizar com a espécie domesticada e produzir progênies mais ou menos férteis; e o terciário (GP3), que representa as espécies afins que não podem hibridizar com as espécies domesticadas. Cita o autor que existe a possibilidade de hibridação interespecífica entre os níveis desta hierarquia no gênero *Bactris*, afirmando tê-los observado em diversas localidades, de forma que este esquema ainda é apenas uma aproximação da realidade biológica no gênero *Bactris*.

Grant (1981) cita ainda que a população isolada terá, inicialmente, um genótipo similar e um fenótipo iguais aos dos táxons originais. Seria muito difícil determinar fenotipicamente diferenças entre o táxon original e a população isolada; somente seria possível mediante análise de frequência gênica. Com o passar do tempo, o fenótipo pode ficar modificado e uma análise fenotípica pode detectar diferenças entre os táxons.

## **2.3. Morfologia**

Devido às diferenças existentes entre a antese masculina e feminina numa mesma inflorescência, a pupunheira é uma espécie predominantemente alógama, embora esta possa variar entre 0 e 80 % (CLEMENT e ARCKOLL, 1991). A descrição morfológica, a seguir, é baseada em dados de Morera Monge (1981) e Clement (1986).

### **2.3.1. Tronco**

O tronco ou estipe é monopodial, cilíndrico, ereto e delgado, medindo de 10 a 30 cm de diâmetro, apresentando os nós lisos e os entrenós espinhosos ou não. Os espinhos podem medir de 0,5 a 12 cm de comprimento. A madeira é de cor preta com listras amarelas.

### **2.3.2. Folhas**

A copa é composta de folhas pinadas, curvadas, arranjo em espiral. O pecíolo é canaliculado, variando de 30 a 130 cm de comprimento. A ráquis apresenta-se inicialmente côncava na superfície superior, tornado-se bifacial após o primeiro terço de seu crescimento, podendo variar de 1,5 a 3,0 m de comprimento, com numerosos espinhos no pecíolo e na ráquis. As folhas adultas alcançam comprimento variando entre 2 e 4 m e largura de 30 a 50 cm. Os folíolos são de cor verde-escura, brilhantes. As nervuras paralelas podem apresentar espinhos pequenos, que também podem ocorrer nos bordos dos folíolos.

### **2.3.3. Inflorescências**

São monóicas e aparecem no tronco, abaixo das últimas folhas desenvolvidas, protegidas por espatas eretas e fortes, estas medindo de 50 a 110 cm de comprimento por 8 a 15 cm de diâmetro, na parte mais larga. São lenhosas e geralmente cobertas de espinhos curtos, especialmente na parte apical. A inflorescência tem forma de racemo, com um eixo central ou ráquis, variando de 15 a 30 cm de comprimento e estão carregadas por flores unissexuais masculinas e femininas.

### **2.3.4. Flores**

As flores estaminadas são menores, de cor creme, com seis estames, arranjados em três pares, opostos ao lóbulo da coroa. Uma inflorescência pode apresentar de 10 a 15 mil flores estaminadas. As flores pistiladas são maiores, de cor amarelo-pálida, de cálice anular e consistência coriácea. A corola é pequena, redonda, acompanhada de um ovário trilocular com três estigmas sésseis. Uma inflorescência pode ter de 10 a 1000 flores pistiladas.

### **2.3.5 Polinização**

O estudo sobre polinização em pupunheiras permite estabelecer as bases para o desenvolvimento das técnicas de polinização artificial necessárias para a produção de híbridos e, em geral, para as pesquisas em melhoramento genético e que requeiram polinização controlada. O seguinte cronograma de polinização de pupunheiras está baseado em dados de Mora Urpi e Solis (1984). O ciclo de polinização em pupunheiras compreende três dias: (a) as flores masculinas e femininas são unissexuais e encontram-se na mesma inflorescência; (b) a antese feminina ocorre em todas as flores de uma inflorescência ao mesmo tempo; (c) o momento da antese feminina se

determina facilmente porque coincide com a abertura das brácteas que protegem a inflorescência; (d) a fertilidade feminina mantém-se por um período de 24 horas ou mais; (e) a antese masculina ocorre 24 horas depois da abertura das brácteas e início da antese feminina, sendo esta fase facilmente detectada porque as flores masculinas se desprendem quase que imediatamente após; (f) dos parágrafos anteriores, deduzese que a floração não é totalmente protogínica, porque o período de fertilidade feminina sobrepõe-se, em parte, com o de fertilidade masculina; (h) ocorrem dois picos de concentração de pólen no ar, em uma plantação de pupunha: (1) o primeiro ocorre às 18 horas (para as condições de Costa Rica), que corresponde à antese masculina; (2) o outro ocorre às 6h30 cujo pólen é remanescente daquele que ficou depositado durante a antese nas ráquis da inflorescência, na tarde anterior. Este pólen encontrava-se úmido e, agora, uma vez seco, é carregado pelo vento.

O principal agente polinizador é um curculionídeo *Andranthobius* (sin. *Derelomus palmarum*), na América Central, e várias espécies de *Phyllotrox*, na Amazônia. O vento é um importante agente polinizador, mas perde em efetividade para o *Andranthobius*. Nas pupunheiras, existe um sistema de auto-incompatibilidade que parece ser um caráter genético-quantitativo.

Clement et al. (1991) registram que a metaxenia é causada pelo efeito do pólen nos tecidos somáticos que dão origem aos frutos. Embora não tenham achado diferenças significativas em seus estudos, observaram elementos que sugerem a presença de metaxenia na maturação dos frutos, na coloração das cascas ou no teor de óleo. Diferentes polens na mesma planta-mãe causaram variação de até 30 dias na maturação dos frutos e até 16 % no teor de óleo.

### **2.3.6. Frutos**

Apresentam forma de drupa, com mesocarpo carnoso, comestível, variando entre de 1,5 a 8,0 cm de comprimento por 1,5 a 9,0 cm de diâmetro. O cálice é persistente, podendo ser redondo, pré-dentado ou irregular, nas cores verde, vermelha,

alaranjada ou amarela. O fruto geralmente tem forma ovóide, raramente redonda. A base do fruto varia de arredondada a côncava e o ápice pode ser arredondado, agudo, pontiagudo ou, ainda, não truncado. O pericarpo varia de espessura, facilidade para descascar e coloração, geralmente apresentando tonalidades de vermelho, alaranjado ou amarelo. O mesocarpo constitui de 60 a 95 % do peso do fruto e apresenta as mais diversas texturas, dependendo de seu conteúdo de água, óleo, fibras e amido. Sua coloração varia de acordo com a quantidade de caroteno que possui, indo do branco ao vermelho-alaranjado-intenso.

### **2.3.7. Sementes**

Cada fruto apresenta uma semente com tegumento lenhoso, de cor pardo-clara a pardo-escura. A base apresenta três poros. As sementes apresentam formas diversas, podendo ser cônicas, ovóides (estreita e ampla), aplanadas na base, entre outras formas. O endosperma é branco com certo teor de óleo.

## **2.4. Raças e distribuição geográfica**

Mora Urpi e Clement (1988) definem “raça” como sendo uma população ou grupo de populações que têm características semelhantes, dando a impressão de uniformidade dentro do grupo e da região, assumindo, também, que podem ter origem comum.

Grant (1981) refere-se à população como sendo um grupo de indivíduos isolados parcial ou totalmente no espaço, que possuem semelhanças fenotípicas com o táxon original, não existindo barreiras genéticas para o fluxo de genes entre a população e o resto do táxon, e a raça como sendo uma população ou grupo de populações que possuem semelhanças fenotípicas diferentes do táxon original, não existindo barreiras genéticas ao fluxo de genes entre os táxons.

Clement (1999) define “raça silvestre” como sendo uma população natural, cujo genótipo e fenótipo não têm sofrido modificação pela intervenção humana. VALOIS et al. (1996) definem raça como sendo uma população com uma ou mais características peculiares, que as distinguem de outras populações da mesma espécie, não sendo enquadradas sob categoria taxonômica.

A existência de 3 raças de pupunha ao longo da calha dos rios Solimões-Amazonas foi proposta por Mora Urpi & Clement (1988) e (CLEMENT, 2000), baseados em análise morfométrica. De acordo com estes autores, a raça ‘Pará’ pertence ao grupo “microcarpa”, com frutos pesando entre 15 e 30 g. A forma dos frutos é extremamente variada; fáceis de descascar; com teor de água nos frutos muito variável; mesocarpo sem muita firmeza; alguns frutos muito fibrosos; conteúdo de óleo de médio a alto; alto conteúdo de caroteno; sementes muito aderidas ao fruto; frutos partenocárpicos de tamanho reduzidos; corola de cor verde no fruto maduro; produz muitos cachos de tamanho pequeno e frutos muito adensados no cacho. O comprimento médio dos frutos é de 36 mm, largura 32 mm, razão C/L= 0,89. A distribuição geográfica desta raça estende-se do Oceano Atlântico, no Pará, e provavelmente Amapá, até próximo à região de Manaus, no Amazonas, na confluência dos Rios Solimões e Negro. Estende-se por alguma distância, também, ao longo do Rio Negro e seus afluentes. Segundo os mesmos autores, a mais primitiva das raças de “microcarpa” parece ocorrer ao longo dos pés dos Andes e nas margens protegidas brasileiras.

Clement e Coradin (1988) descreveram a raça ‘Putumayo’ como possuindo os maiores frutos de pupunha, variando entre 50 e 250 g. A forma dos frutos varia muito, com exocarpo geralmente opaco, apresenta dificuldade para descascar, tem polpa muito seca e firme, baixo conteúdo de óleo e possivelmente proteínas, conteúdo de baixo a médio de caroteno, poucas fibras, estas sendo grossas, frágeis e restritas à polpa e sementes, fáceis de serem vistas, cachos pesando em média 5,2 kg. A posição dos frutos é bastante uniforme no cacho, com frutos partenocárpicos grandes, semelhantes aos frutos normais, mas sendo apenas sem sementes, a corola dos frutos é geralmente colorida nos frutos maduros, possui folhas relativamente curtas, folíolos estreitos (característica própria desta raça), espinhos esparsos no tronco, presença de

cortiça no tronco de plantas jovens (mais abundantes do que em outras raças amazônicas), a base dos frutos tem forma de bulbo na fase jovem de desenvolvimento, embora esta característica desapareça com a idade, são extremamente suscetíveis à broca-dos-frutos e aos ácaros-das-folhas.

Esta raça ocorre ao longo do Rio Putumayo e seus afluentes, na Colômbia, e ao longo do Rio Caquetá e seus afluentes, no mesmo país, ao longo do alto e médio rio Napo (Equador), desde o encontro dos rios Putumayo e Solimões, Brasil, lado oeste de Letícia, na Colômbia, e próximo à cidade de Pebas, no Peru. Esta raça tem contribuído substancialmente na formação das populações híbridas 'Pebas', 'Iquitos' e 'Yurimaguas'. Clemente e Coradin (1988) citam que, com esta raça, mesmo produzindo os maiores frutos encontrados nessa viagem de coleta, ocorre muita variação entre as populações para esse caráter. Os frutos mais pesados e homogêneos foram encontrados em plantações indígenas, onde práticas estritas de seleção foram observadas, para frutos mais amidosos e plantas inermes.

Os mesmos autores acharam variação de peso de frutos, para Coari, de 31,6 g  $\pm$  8,8 g, variando entre 18,7 e 45,8 g. A população de Fonte Boa teve peso de frutos de 46,7 g  $\pm$  10 g, variando entre 22 e 73,8 g. Os frutos de Benjamim Constant pesaram em média 100,8 g  $\pm$  32 g, variando entre 58 e 148,7 g. Analisando por raça, encontraram: Solimões, média de 39,2 g  $\pm$  13,6 g, variando entre 18,7 e 73,8 g, e um coeficiente de variação de 34,7 %; Putumayo, média de 69,6 g  $\pm$  29,6 g, variando entre 29,4 e 148,7 g, e um cv de 42,5 %. Mostram, também, as espécies primitivas *G. macrocarpa* e *G. sucua*, a primeira pesando 9,6  $\pm$  7,9 g, variando entre 2,6 e 21,9 g, e coeficiente de variação de 82,3 %, e *G. sucua*, 24,7  $\pm$  8,6 g, variando entre 18,2 e 34,5 g, e cv de 34,8 %.

Mora Urpi e Clement (1988) relatam que a raça 'Solimões' pode ser considerada uma referência na comparação de todas as outras raças "mesocarpa". Frutos pesando em torno de 42 g, facilmente encontrados nos mercados e feiras de Manaus, a mais ou menos 500 km de Solimões. A forma dos frutos é cordada, casca fina e fácil de descascar, polpa não muito seca nem muito firme, teor de óleo médio, não muito amidosos, teor de caroteno médio, ocasionalmente fibrosos (principalmente

as populações de Juruá), que ocorre a algumas centenas de quilômetros de Fonte Boa, na desembocadura do rio Juruá, onde os frutos desta raça são mais típicos. As sementes nos frutos geralmente estão pouco aderidas à polpa. Clement (1988) cita que a raça 'Solimões' também ocorre ao longo do rio Solimões, estendendo-se ao leste de Letícia, na Colômbia, e ao oeste de Manaus com peso dos frutos ao redor de 45 g. Segundo o autor, a presença desta raça parece coincidir com a existência dos índios Omagua, tendo selecionado esta raça de pupunha para qualidade de frutos.

Bovi et al. (1991b) relatam que, em palmeiras, o melhoramento genético é complexo e demorado, citando como fatores agravantes o desenvolvimento lento dessas plantas, flores masculinas e femininas na mesma inflorescência com mecanismo de auto-incompatibilidade, ainda não identificado. A ausência de propagação vegetativa constitui outro fator que dificulta o melhoramento, somado ao tipo de sementes recalcitrantes o que impede o armazenamento por muito tempo.

Mora Urpi (1984), usando a Cordilheira dos Andes como um divisor genético, dividiu o complexo de raças primitivas de pupunha em dois grupos: Ocidental, as que ocorrem ao oeste dos Andes (América Central e Norte da América do Sul) e Oriental, com ocorrência ao leste dos Andes, abrangendo a Amazônia e uma parte norte da América do Sul.

Mora Urpi e Clement (1988) separaram as morforraças em classes, de acordo com o tamanho e a forma dos frutos, embora não ofereçam maiores detalhes sobre esta, sugerindo apenas que a forma é determinada por dois fatores: composição genotípica da população silvestre, da qual se deriva, e o acaso, mais do que por manejo humano (MORA URPI, 1993).

Mora Urpi (1993) fornece a distribuição geográfica, peso dos frutos e de sementes, de morforraças de pupunheira cultivadas, que são apresentadas no **Quadro 1**. Segundo este autor, o tamanho reflete o grau de domesticação sofrida. As raças 'microcarpa' têm frutos pesando menos de 20 g; as 'mesocarpas' pesam entre 20 e 70 g; e as 'macrocarpas' produzem os maiores frutos, pesando mais de 70 g. As duas raças primitivas mais derivadas, ou seja, mais modificadas pela seleção humana, no

processo de domesticação, são 'macrocarpas', e estão localizadas na Amazônia Ocidental, embora não definam o lugar exato.

O grupo 'microcarpa', no Brasil, está representado pelas morforraças 'Pará' e 'Jutaí'. A primeira localiza-se ao longo do Rio Amazonas, possui frutos pequenos, fibrosos, oleosos e muitos frutos por cacho (CLEMENT, 1987). A raça 'Juruá' distribui-se ao longo do Alto Rio Juruá, possui frutos com forma ovóide, pesando aproximadamente 20 g e sementes pesando 12 g, sendo, também, oleosos e fibrosos (CLEMENT, 1992; MORA URPI e CLEMENT, 1993). Outra morforraça 'microcarpa' é a Tembé, que ocorre na Bolívia e possui frutos pesando ao redor de 12 g, e sementes de 1,7 g, e os frutos são de forma ovóide (MORA URPI, 1993). A única morforraça 'mesocarpa' identificada no Brasil é a Solimões, que ocorre ao longo do rio com o mesmo nome, no Amazonas sendo uma das melhores para o consumo humano, após cozida. O peso dos frutos varia entre 30 e 80 g, com rendimento de 90 a 95 % de polpa, textura e sabor agradáveis, possuindo teores razoáveis de caroteno e de óleo, o que parece realçar seu sabor (CLEMENT, 1997).

De acordo com Clement (1986), sua posição nas análises discriminantes parece ser "virtual", já que a mesma parece ser artefato da análise morfométrica, devido à não-separação, das morforraças ao leste (Pará), e ao oeste (Putumayo). Outras quatro morforraças têm suas ocorrências ao leste dos Andes: Pampa Hermosa, perto de Yurimaguas, no Peru; Pastaza no sopé dos Andes, no Equador; Inirida, ao longo do rio com mesmo nome, na Colômbia, e, por último, a morforraça 'Tigre', ao longo do rio que lhe deu o nome, no Peru. A primeira delas parece ter sido selecionada pelos índios, para qualidade de frutos e ausência de espinhos no caule. Pastaza parece ser a mais primitiva das 'mesocarpas', pois produz frutos menores e tem muitos espinhos no tronco.

A morforraça Inirida possui frutos maiores e de forma peculiar, sendo mais largos que compridos, semelhantes à raça 'macrocarpa' do Rio Vaupés, na Colômbia (CLEMENT, 1987). A raça Tigre tem frutos pesando 64 g, sementes 5,6 g, forma de frutos ovóides (MORA URPI, 1993). As raças 'macrocarpa' identificadas são Vaupés e Putumayo. A primeira ocorre no Alto Rio Negro, no Município de Vaupés, no Brasil, e

seus tributários, na Colômbia. Os frutos são grandes, amidosos e secos. A raça Putumayo encontra-se ao longo do Rio Solimões, no Brasil, e áreas adjacentes na Colômbia e no Peru. Possui frutos grandes, com muito amido e poucos frutos por cacho (MORA URPI, 1993).

**Quadro 1.** Distribuição geográfica de raças, peso de frutos e sementes de diferentes localidades de acordo com Mora Urpi (1993).

Grupo	Raça	Local	Peso do fruto (g)	Peso da semente (g)	
<b>Microcarpa (&lt;20 g)</b>					
Oriental	Juruá	Alto Rio Juruá (Brasil)	20,0	2,5	
	Pará	Pará (Brasil)	20,0	2,6	
	Tembé	Chaparé, Sta. Cruz e alto Beni (Bolívia)	12,0	1,7	
<b>Mesocarpa (20 a 70 g)</b>					
Oriental	Inirida	Rios Inirida e Guaviare (Colômbia)	62,0	4,6	
	Pastaza	Província de Pastaza (Equador)	23,0	2,6	
	P.Hermosa	Pampa Hermosa (Loreto) (Peru)	36,0	2,5	
	Solimões	Rio Solimões (Brasil)	42,0	4,0	
	Tigre	Rio Tigre (Peru)	63,0	5,6	
	Occidental	Cauca	Valle del Cauca e Buenaventura (Colômbia)	40,0	2,5
		Guatuso	San Carlos (Costa Rica)	36,0	s.d.
		Rama	Vertentes do Caribe (Nicarágua)	31,0	2,1
	Tuíra	Província de Darien (Panamá)	37,0	2,6	
Útilis	Vertentes do Pacífico e Caribe (Panamá) e (Costa Rica)	41,0	3,7		
<b>Macrocarpa (&gt; 70 g)</b>					
Oriental	Putumayo	Rio Putumayo (Colômbia); Alto Rio Solimões (Brasil); rio Napo (Peru); Rio Amazonas (Brasil)	111,0	3,1	
	Vaupes	Rio Vaupes (Colômbia); Alto Rio Negro (Brasil)	139,0	8,8	

A diferença principal entre estas duas raças é o formato dos frutos, sendo os da raça Vaupés mais longos e compridos. Segundo Clement (1987), estas duas raças tiveram maior destaque no processo indígena de domesticação.

Mora Urpi e Clement (1988) relatam que a raça 'Solimões' pode ser considerada uma referência na comparação de todas as outras raças "mesocarpa". Frutos pesando em torno de 42 g são facilmente encontrados nos mercados e feiras de Manaus, a mais ou menos 500 km de Solimões. A forma dos frutos é cordada, casca fina e fácil de descascar, polpa não muito seca nem muito firme, teor de óleo médio, não muito amidosos, teor de caroteno médio, ocasionalmente fibrosos (principalmente as populações de Juruá), que ocorre a algumas centenas de quilômetros de Fonte Boa, na desembocadura do Rio Juruá, onde os frutos desta raça são mais típicos. As sementes nos frutos, geralmente, estão pouco aderidas à polpa. Clement (1988) cita que a raça 'Solimões' também ocorre ao longo do Rio Solimões, estendendo-se a leste de Letícia, na Colômbia, e a oeste de Manaus. O peso dos frutos está ao redor de 45 g. Segundo o autor, a presença desta raça parece coincidir com a existência dos índios Omagua, tendo selecionado esta raça de pupunha, para qualidade de frutos.

## **2.5. Potencial da pupunha**

Clement e Mora Urpi (1988) recomendam os usos principais e potenciais da pupunha.

### **2.5.1. Palmito**

O Brasil detém 95 % do mercado mundial de palmito em conserva, gerando receitas médias anuais de 30 milhões de dólares com tendências para expansão. No

mercado interno, o produto está estimado em 6 milhões de dólares anuais. Dados do IBGE de 1991 atestam que a produção brasileira anual de palmito gira em torno de 210 mil toneladas, 92 % dos quais obtidos somente no Estado do Pará.

Embora a pupunheira ofereça vários produtos, os dados econômicos são escassos. Atualmente, o produto mais divulgado é o palmito. O Brasil consome anualmente, cerca de 100.000 toneladas (MORA URPI, 1999). Apesar de este produto ser relativamente novo, uma fatia deste mercado já é suprido por palmito de pupunha. Os principais países produtores de palmito são o Brasil (com palmitos do gênero *Euterpe*) e a Costa Rica (extraíndo palmito só de pupunheira) (VILLACHICA, 1994). A França é o principal importador e consumidor de palmito, com 64,0 % das importações mundiais. Em segundo lugar, estão os Estados Unidos da América, com 15,7 % das importações e, logo a seguir, vem a Espanha, com 7,1 % das importações mundiais de palmito (VILLACHICA, 1994). França, USA, Espanha e Itália representaram 96,0 % de todas as importações mundiais de palmito durante o ano de 1993.

Estes valores convidativos têm feito que grandes áreas de matas nativas tenham sido destruídas para a extração de palmito. O ritmo de exploração, sem o correspondente replantio, no Estado de São Paulo, fez cair rapidamente o número de palmeiras nessa região, detendo apenas 4 % da produção nacional de palmitos. O palmito de pupunheiras apresenta coloração amarelada e sabor agradável, apresentando diâmetro de 2,5 cm em média e não escurece após o corte, podendo ser comercializado "*in natura*". O Estado do Pará produz 92 % da produção nacional de palmitos, sendo extraídos de extensas áreas de açazais nativos (CLEMENT, 2000).

Clement (1991) relata que um plantio experimental de pupunha, no INPA, em Manaus, produziu  $1,2 \text{ t.ha}^{-1}$  de palmito de primeira qualidade, e Clement (2000) ressalta que o palmito de pupunha pode ser consumido cozido ou fresco, diferentemente do palmito do gênero *Euterpe*, que necessita ser processado imediatamente para não perder a cor, por oxidação.

### **2.5.2 Frutos**

O fruto cozido é a forma tradicional de consumo dos frutos de pupunha na Amazônia e em diversos países de América Latina. O consumo dá-se após cozidos e a retirada das cascas e sementes. Este alimento é muito popular no café da manhã, untado com maionese ou manteiga, se for do tipo muito amidoso (KERR et al., 1997)

Arkcoll e Aguiar (1984) afirmam que 30 minutos é suficiente para degradar os ácidos oxálicos dos frutos crus, mas que 60 minutos de cozimento resulta em frutos de melhor sabor, degradando os amidos e transformando-os em açúcares.

Iriarte Martel (1992) fornece a composição química em 100 g da parte comestível dos frutos: vitamina A, 1,5 mg; calorias, 184; água, 53 %; proteína, 2,7 g; gorduras, 3,9 g; carboidratos, 40 g; fibras, 2,0 g; cinzas, 0,8 g; cálcio, 100 mg; fósforo, 48 mg; ferro, 0,8 mg; caroteno, 67 mg; tiamina, 0,05 mg; riboflavina, 0,18 mg; niacina, 1,22 mg; e ácido ascórbico, 22 mg.

### **2.5.3. Óleo**

De acordo com Arkcoll e Aguiar (1984), o mesocarpo dos frutos de pupunha é rico em óleo não saturados que pode variar na proporção de 2,2 a 62 %. Clement e Arkcoll (1991) relatam que, embora a pupunha não tenha sido domesticada para produção de óleo, pelos indígenas, têm sido encontradas pupunhas com altos índices. Citam os mesmos que pupunhas com altos índices de óleo significa que foram menos domesticadas e ocorrem mais em populações encontradas no leste, sudeste e nordeste da Bacia Amazônica. Os conteúdos de fibras também são altos nestas populações menos domesticadas, estando negativamente correlacionadas à quantidade de amido. Os frutos, geralmente, são grandes, com altos teores de amido e baixos níveis de óleo e fibras em populações mais domesticadas.

Clement et al. (1998) analisaram amostras aleatórias de Fonte Boa e Coari (Solimões) e Benjamin Constant (Putumayo), ao longo do Rio Solimões. Coari

apresentou mais óleo e menos carboidratos que Fonte Boa e Benjamin Constant. O peso de frutos para Benjamin Constant foi  $102 \pm 32$  g, variando entre 58 e 148 g; Fonte Boa,  $47 \pm 14$  g, variando entre 22 e 74 g; Coari,  $32 \pm 9$  g, variando entre 19 e 46 g. O teor de óleo para Benjamin Constant, foi de  $10,1 \pm 6,6$  %, variando entre 3,2 e 24,9; Fonte Boa,  $8,8 \pm 6,1$ , variando entre 0,3 e 18,1 %; Coari,  $21 \pm 11,6$  %, variando entre 9,1 e 35,4 %. Fibras, para Benjamin Constant foi  $11,6 \pm 3,4$ , variando entre 7,6 e 19,1; Fonte Boa,  $15,8 \pm 8,8$  %, variando entre 8,9 e 37,2 %; Coari,  $16,3 \pm 5,9$  %, variando entre 9,2 e 24,2 %. Apenas esta população não foi diferente significativamente.

Mora Urpi e Clement (1988) relatam a variação entre três raças de pupunha. A raça 'Pará' apresenta peso de frutos de 20 g; óleo 5-9; amido 3-5 e fibras 5-9, sendo: (1) menor e (9) maior expressão. Solimões, peso de frutos de 45 g, óleo 3-5, amido 5-7 e fibras, 3-5, e Putumayo, peso de frutos de 100 g, óleo 1-3, amido 7-9 e fibras 1-3.

Clement et al. (1988) estudaram a progênie 318-P, da raça Pará, "microcarpa", da população de Manaus, encontraram 61,7 % de óleo, e observaram que, na maturação, o teor de óleo aumenta até um nível máximo que coincide com a máxima maturação. Acharam, também, correlação  $-0,91$  entre óleo x carboidratos e correlação de  $-0,42$  entre óleo e fibras.

Arckoll e Aguiar (1984) acompanharam durante cinco anos as pupunhas chegadas ao mercado de Manaus. O material foi extremamente variável: a matéria seca variou entre 18,8 e 74,8 %; óleo, 2,2 a 61,7 %; amido, 14,5-84,8 %; proteínas, 3,1-14,7 %; fibras, 5,2-13,8 %; peso de frutos, 244 g (317-P) a 11 g (318-P) e diâmetro de frutos, variando entre 1 e 9 cm. Destacam que apenas 3,5 % tiveram conteúdo de óleo entre 40 e 50 %, frisando que apenas uma introdução teve 52,2 % de óleo e outra, 61,7 %. Observaram também que a progênie 318-P tem frutos secos e baixo teor de amido, facilitando a extração de óleo.

Clement e Santos (2002), pesquisaram as preferências dos consumidores de pupunha do mercado de Manaus. O fruto preferido é o vermelho, tamanho médio e medianamente oleoso, diferente da oferta, com frutos grandes e secos. Afirmam que os frutos de Coari atenderiam a esta demanda dos consumidores de Manaus. Esta grande variabilidade genética observada na pupunha pode ser, em grande parte, explicada

pela sua origem polifilética (domesticação de várias espécies irmãs), hibridação, introgressão, reprodução alógama, seleção, deriva genética e mutação (MORA URPI, 1991).

Clement (1991) relata que a composição do óleo de pupunha é formada por ácidos graxos como palmítico, palmitoléico; esteárico; oléico; linoléico; e linolénico, em quantidades variáveis, de acordo com as raças. O mesmo autor fornece alguns cálculos para produção de óleo para 400 plantas/ha: cachos pequenos, média de 3,7 kg, frutos pequenos, mas muito numerosos (razão fruto/cacho de 90 %); (razão mesocarpo/frutos de 70 %; razão água/mesocarpo de 50 %; razão óleo/mesocarpo seco de 50 %), 10 cachos por planta. Nestas condições estimadas pelo autor, a produção poderia ser de 2,2 t de óleo por hectare.

#### **2.5.4. Farinha**

Experiências com pupunha, realizadas no Brasil e Costa Rica, apontam para o uso da farinha de pupunha na panificação e na pastelaria, em substituição à farinha de trigo e milho, cereais estes em que a região amazônica é altamente dependente da importação. Clement (1991) mostra que, para a fabricação de pão, foi possível usar até 10 % de farinha de pupunha em substituição à farinha de trigo, sem alterações significativas do produto final, que passou a ter níveis altos de caroteno e óleos, embora com teores reduzidos de proteínas. Na pastelaria foi possível usar 100 % de farinha de pupunha em bolos e 25 % em panquecas e bolachas. Cita, o mesmo autor, que o principal problema, neste caso, seriam os altos teores de água no mesocarpo, o que dificulta a obtenção da farinha.

Clement (1994) estima que as raças 'Putumayo' e 'Vaupés' podem apresentar grau médio de umidade semelhante aos graus mínimos encontrados em Manaus, que está em torno de 25 %, permitindo assim uma secagem mais econômica. Admitindo-se, ainda, cachos de 6,5 kg, taxa de 25 % de umidade e uma relação semente/frutos de 5

%, pode-se estimar uma produção de 15,7 t de farinha por hectare/ano, cálculo para 400 plantas/ha (CLEMENT, 1991).

### **2.5.5. Ração animal**

Pesquisas realizadas na Costa Rica e Colômbia atestam a qualidade da ração de pupunha, após a extração de enzimas e ácidos, para a engorda de suínos e aves. Depois da extração de 2,2 t de óleo, o mesocarpo ainda é rico em resíduos de amido, proteínas e fibras. Estas substâncias podem ser facilmente extraídas, obtendo-se uma torta de alto valor nutritivo. Tomando-se a estimativa da produção de óleo, bastaria fazer os seguintes cálculos, usando os seguintes parâmetros: cachos pesando em média 6,5 kg; umidade 25 %; razão fruto/cacho de 85 %; 12 cachos por planta/ano e 400 plantas/ha. Como resultado, teremos a produção de 19,9 t.ha<sup>-1</sup> de ração animal (CLEMENT, 1991).

## **2.6. Origem e diversidade genética**

Huber (1904) e Mora Urpi (1979, 1984) afirmam que algumas raças de pupunha e outras não descritas aqui podem ter contribuído na formação híbrida da pupunha. O primeiro autor propôs a origem híbrida da pupunheira entre *G. insignis* da Amazônia boliviana e *G. microcarpa* da Amazônia brasileira. Afirma, ainda, que os frutos de *G. microcarpa* não teriam estimulado o interesse na domesticação e que os genes para frutos grandes teriam vindo de *G. insignis*.

Vavilov (1951) cita a pupunheira como originária da América do Sul, mas sem precisar o lugar exato. Seibert (1950) cita que a pupunheira seria originária do nordeste do Peru, baseando sua hipótese na ocorrência de exemplares silvestres encontrados na Bacia do Rio Huallaga. Prance (1994) propôs a origem e domesticação no oeste da Bacia Amazônica, seguida pela introdução da pupunheira domesticada, no oeste e

norte dos Andes: no oeste, através de passagens em locais de menor altitude dos Andes e no norte pelas viagens marítimas dos índios caribenhos.

Clement (1988, 1992, 1995) sugere como lugar de origem e domesticação inicial, o sudoeste da Amazônia, de um ou dois possíveis progenitores (*B. dahlgreniana* ou *G. insignis*). Ele propôs que a grande variação existente na pupunheira reflete a longa história da seleção pelos indígenas, migração de germoplasma, adaptação a diferentes condições ambientais e introgressão com espécies de um “gene pool” secundário.

Mora Urpi (1984, 1993) e Arroyo e Mora Urpi (1996) propõem a origem múltipla da pupunheira, resultado da síntese da domesticação independente com ancestrais silvestres em várias áreas do oeste da Amazônia. Eles sugerem que várias espécies silvestres de frutos pequenos possam ser progenitores da pupunheira cultivada; entretanto, mutações em indivíduos de frutos pequenos promoveram indivíduos de frutos grandes e amiláceos. Estes mutantes amiláceos podem ter sido selecionados inicialmente dentro da pupunheira cultivada.

Mora Urpi et al. (1997) citam que a distribuição silvestre da pupunheira segue um padrão disjunto sobre uma área extensiva no oeste da Bacia Amazônica, norte dos Andes e dentro da América Central. De acordo com estes autores, as populações silvestres encontradas estariam separadas umas das outras por barreiras físicas, tais como rios, montanhas, áreas secas ou pantanosas. Teriam passado por mudanças climáticas que provavelmente afetaram sua distribuição geográfica e subsequente evolução. Citando, como exemplo, a última glaciação ocorrida há 28.000 - 12.000 anos, que pode ter ocasionado seca na Bacia Amazônica e em outras áreas, por milhares de anos, sobrando apenas algumas áreas como refúgio (PRANCE, 1985).

Brunh (1994) cita que diferentes sociedades tribais, nestas áreas, podem ter domesticado diferentes populações silvestres de pupunheira. Já Pickersgill (1977) argumenta que muitos cultivos tropicais tiveram origens múltiplas e foram domesticados independentemente em diferentes áreas, e a pupunheira pode ter sido uma dessas espécies.

Blumer (1992), revisando as evidências das origens múltiplas das espécies cultivadas, considera que elas foram muito raras, mas, ao mesmo tempo, não fornece evidências conclusivas para negar ou afirmar a origem múltipla ou simples da pupunheira.

Sauer (1958) e Mora Urpi (1982 e 1983) sugerem que a pupunheira tenha sido inicialmente domesticada para a produção de frutos amiláceos, como é preferida atualmente, principalmente na Costa Rica.

Clement et al. (1989) sugerem que a domesticação teria sido para a produção de óleo dos frutos, tendo como progenitores da pupunheira a espécie *B. dahlgraniana* silvestre. Eles propõem que a variação contínua próxima do tamanho dos frutos é devida ao acúmulo de amido durante a domesticação.

Patiño (1989) sugere que a madeira do caule teria sido o objetivo da domesticação e, mais tarde, teria sido selecionada para fruto. A madeira extraída do caule teria sido usada na construção de armas, casas e outros artefatos, não sabendo ao certo, onde e que tribos teriam iniciado a domesticação.

Clement (1988), observando a variabilidade apresentada pelas populações modernas de pupunheira, propõe três centros de origem: um no vale do Rio Ucayalli no Peru, onde a espécie *Microcarpa* ocorre; outro na Amazônia boliviana, onde *B. insignis* ocorre, ou no Pacífico, no Vale do Rio Cauca e um terceiro, na Colômbia, onde a raça *Chinamoto* ocorre.

Stone (1951) cita que a civilização pré-colombiana “Chibcha”, da América do Sul, teria introduzido a pupunheira como um gênero alimentício na América Central, fato este atribuído aos restos de sementes, encontrados em fósseis, na Costa Rica.

## **2.7. Ideotipo para pupunha**

Mora Urpi et al. (1997) sugeriram alguns parâmetros para criar um ideotipo de pupunha para a produção de frutos: caule baixo, com pouco incremento anual (< de 1 mm/ano) durante os primeiros cinco anos no campo; folhas curtas, pecíolo ereto,

produção de folhas > 10/ano; alta taxa de assimilação líquida (TAL); perfilhos: desenvolver 5 a 12 perfilhos depois de 12 meses; para cachos, frutos e sementes: maturidade precoce com produção antes de 3 anos; alta relação cacho/biomassa total; produção anual de cachos > 15/ano, cada cacho > de 8 kg (total > 120 kg/ano; peso dos frutos > 85 % do peso do cacho; mais de 100 frutos/cacho; peso dos frutos > 50 g; presença de cera na casca, sem fibras ou estrias, cor vermelha; sementes pequenas, 2 g, e sem aderência ao mesocarpo. Na composição da polpa, recomenda baixo conteúdo de água (< 50 %); alto conteúdo de proteínas, peso seco > 14 %; alto conteúdo de carboidratos (> 60 % de amido); baixo conteúdo de fibras, peso seco < 10 %; alto conteúdo de caroteno (20-70 mg/100 g), de peso fresco; possuir sabor aceitável para os gostos da região; possuir, também, resistência às pragas das folhas e às brocas-dos-frutos e grande adaptabilidade agrônômica.

## **2.8. Descritores para pupunha**

O uso adequado dos descritores é tratar de estabelecer as relações filogenéticas entre os táxons estudados. A relação filogenética entende-se como a relação evolutiva de taxa (espécies, raças ou populações) de um táxon mais alto na hierarquia taxonômica, onde se procura definir o táxon que deu origem a outro e se determinam as relações entre os grupos do mesmo táxon (SNEATH e SOKAL, 1973; HEYWOOD, 1979). Quando se deseja discriminar entre grupos ou populações, Sokal (1965) e Sneath e Sokal (1973) relatam que a seleção de descritores é fundamental.

Sokal (1965) enfatiza que os descritores deveriam ser escolhidos de todas as partes dos organismos; em nosso caso, só serão usadas as partes reprodutivas da pupunheira, devido a existirem evidências de que estas podem discriminar entre raças silvestre e domesticadas de pupunha (CLEMENT et al., 1989).

Sneath e Sokal (1973) fazem referência à importância de escolher descritores adequados para cada estudo, embora não tenham fornecido detalhes de como fazer. Estes autores adotam a escola fenética de classificação, onde o maior número possível de descritores deveriam ser usados.

Morera Monje (1981) foi o primeiro a utilizar uma lista de descritores morfológicos em pupunheira para discriminar entre populações de uma vasta área do canal de Panamá. Ele estudou descritores dos espinhos, estipe, inflorescências, frutos e sementes. Este autor aplicou técnicas recomendadas por ENGELS (1983), que não contemplavam descritores qualitativos.

Mora Zamora (1986) estudou, na Costa Rica, três populações de pupunha, oriundas do Brasil, Costa Rica e Peru, usando a semente como descritor, e verificou suas implicações filogenéticas. A posição da semente no fruto é central em 90 % das populações, exceto uma baixa percentagem da Costa Rica, que apresentou posição basal em frutos pequenos. Nas sementes do Brasil e Peru (41,7 %), são pouco aderidas; 35 % da Costa Rica mostraram aderência média e 25 %, muita aderência.

As formas das sementes do Brasil e Peru foram elípticas em 83%, e na Costa Rica, 66,6 % foram ovóides. Na população do Brasil, 16 % foram ovóides e 83,3 % elípticas; na Costa Rica, 66,6 % ovóides e 33,3 %, elíptica; no Peru, 16,6 % foram cônicas. A autora recomenda este descritor, já que discriminou entre as três populações. O peso das sementes no Brasil e Peru, 28 % variou entre 1 e 1,8 g, Costa Rica e Brasil, 11 % tiveram peso maior que 3,8 g, com as sementes provenientes de um cacho, pesando 12g. O peru teve menor peso de sementes que o Brasil e Costa Rica. O peso correlacionou-se ao comprimento e diâmetro das sementes.

A maioria do comprimento variou entre 16 e 24 mm e, nas sementes do Peru, 5,9 % mediram mais de 16 mm. O Peru apresentou também menor comprimento do que o Brasil e Costa Rica. Setenta por cento do diâmetro variou entre as populações, de 14 a 17 mm. Houve correlação de 0,76 entre peso e diâmetro e alta variabilidade em todas as variáveis quantitativas. Embora não tenha achado poder discriminante em aderência, forma e peso de sementes, recomenda-os como descritores. A aderência separou a Costa Rica do Brasil e Peru, e o peso, separou o Peru do Brasil e Costa Rica. A forma separou Costa Rica do Brasil e Peru. A análise discriminante mostrou que 77,8 % dos acessos estavam corretos dentro das populações; o Brasil teve 7,9 % dentro da Costa Rica e 20,4 % como sendo do Peru; a Costa Rica teve 1,3 % no

Brasil e 1,7 % no Peru, sendo esta a população que apresentou menor erro de amostragem. O Peru teve, 15,8 % dentro do Brasil e 21,7 % como sendo de Costa Rica.

Clement & Coradin (1988) relataram resultados de prospeção e coleta de pupunha, financiada pela Agencia AID-USA, em toda a Bacia Amazônica, usando três listas de descritores. Reconhecendo os aspectos positivos destas coletas, principalmente, pelo pionerismo, pelas dificuldades de reunir pesquisadores de várias instituições nacionais e internacionais, pela inexistência de metodologia comparativa, mesmo assim, conseguiram reunir expressivo material genético que hoje faz parte dos bancos de germoplasma de vários países, incluindo o Brasil.

Mesmo assim, devemos considerar alguns pontos importantes: (1) no planejamento da coleta, foi priorizada a amostragem direcionada “biased” em detrimento da casualizada, por ser mais rápida e de aplicação imediata; (2) a lista IBPGR (1980), aplicada pelos mesmos, fornece pouca informação quantitativa e direcionada só aos frutos, não reproduz informação da planta nem da população; (3) a amostragem foi baseada na autonomia de vôo do inseto polinizador (baseado em informações de MORA URPI e SOLIS, 1980), que seria de 100 m, na Costa Rica; portanto, decorrida esta distância, consideraram a existência de outra subpopulação. Esta estratégia foi logo abandonada, concentrando a coleta na Colônia Bom Jardim e Benjamin Constant, pela grande oferta e facilidade de material; (4) o tamanho original da amostra, de 20 plantas, foi logo reduzido para 10 plantas, devido a distância a percorrer e a dificuldades para coletar, devido à altura das plantas; (5) novamente a metodologia original foi abandonada, voltando para casualização a cada 100 m. Optaram por um assentamento de agricultores, cujos lotes mediam 100 m de frente, coletando um lote sim e outro não, até completar a amostra de 10 plantas. Consideramos que aqui também houve concentração de genes, devido a uma possível origem comum das matrizes; (6) devido à demora na coleta por esta metodologia, mais uma vez esta estratégia de coleta foi abandonada, causando grande discussão na equipe.

Decidindo voltar para Manaus, reuniram-se no INPA com outros pesquisadores da área, onde uma nova lista foi elaborada, contemplando características quantitativas

e dando informações sobre as populações. A validade e utilidade do método aleatório mais uma vez foi questionada, alegando-se consumo excessivo de tempo na sua aplicação, impedindo de fazer amostragem mais representativa da área. De acordo com o relatório US-AID (CLEMENT, 1983), podemos verificar que não houve uniformidade metodológica, principalmente na primeira e na segunda coletas, já que as listas de descritores estavam sendo testadas e foram aplicadas de acordo com as disponibilidades de germoplasma, sendo também supervalorizado “o olho clínico” (clinic eye) dos pesquisadores, em detrimento de metodologias mais científicas e, portanto, mais consistentes. Conseqüentemente, é de se esperar que existam acessos duplicados ou malposicionados dentro dos grupos no Banco de Germoplasma.

Ainda, Clement (1985) analisou as três listas mediante análise discriminante, recomendando mais uma lista, validando esta metodologia para discriminar entre populações.

Clement (1986), aplicando técnicas multivariadas e listas de descritores morfológicos, estudou três raças de pupunheiras da Costa Rica e quatro da Amazônia, ao longo dos Rios Solimões-Amazonas. Embora tenha confirmado a separação das raças Orientais (Amazônicas) e Ocidentais (América Central), as raças amazônicas não foram bem discriminadas, já que os dados dos acessos, ao redor do centróide, se sobrepuseram, afirmando que existe muita introgressão de genes, embora Vencovski (1973) tenha afirmado que a introgressão ocorre mais entre espécies diferentes, quando isoladas por fatores ecológicos, o que, a nosso ver, parece não ser o caso de pupunha.

Ainda no estudo de Clement (1986), a análise discriminante classificou corretamente 85 % dos acessos dentro de Fonte Boa, e esta população teve 10 % dentro de Benjamin Constant e 5 % dentro de Iquitos (Peru). O autor afirmou que a população de Fonte Boa seria uma transição entre a raça Putumayo e Solimões.

Resultados semelhantes têm sido observados com técnicas moleculares. Picanço et al. (1999), Gallego et al. (1999), Rodríguez (2001), Souza et al. (2002) mostraram que a sobreposição dos acessos impediu a separação clara das raças Pará, Putumayo e Solimões, levando a concluir que esta última raça não existe.

Valle (1986) estudou a inflorescência de pupunha procurando, descritores mais úteis e de fácil aplicação. Começou com uma lista de 57 descritores cobrindo toda a inflorescência, inclusive alguns de visualização apenas microscópica, tendo escolhido apenas 17 e nem todos de fácil aplicação.

Valverde (1986) e Valle (1986) estudaram a inflorescência de pupunha nas mesmas populações de Valle (1986), mediante o uso da análise discriminante e escolheram 11 descritores como os mais úteis.

A caracterização realizada por Silva (1994), foi com 10 populações de pupunheiras da Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Panamá e Peru, utilizando 118 descritores, com o objetivo de avaliar a variabilidade entre as populações.

Ferreira (2000) estudou as sementes de pupunha, realizando análise cladística, usando dados morfoanatômicos e mostra aspectos importantes referentes à taxonomia e história da pupunha. Verificou a existência de relações filogenéticas entre raças de pupunha domesticadas e silvestres, e suas relações com outros táxons, tentou também determinar o possível local de domesticação da pupunha.

Iriarte Martel (1984) e Iriarte Martel e Clement (1986/87) utilizaram dois métodos de estimação de área foliar para comparar diferenças entre três populações de pupunheiras. Iriarte Martel (1984) e Martel e Clement (1987/87) acharam que a população de Coari (raça Solimões) teve maior área foliar e foi estatisticamente diferente de Rio Preto da Eva (Pará), e ambas não foram estatisticamente diferentes de Benjamin Constant (Putumayo).

Estudando acessos de pupunheiras da Costa Rica e Panamá, Astorga (1991), achou peso médio dos frutos de  $38,0 \pm 2,4$  g; número de frutos,  $108,7 \pm 36$ ; número de espigas,  $48 \pm 30$ ; comprimento da ráquis,  $348 \pm 121$  mm; peso da ráquis,  $6 \text{ kg} \pm 222$  g; comprimento dos frutos,  $44,7 \pm 6$  mm; diâmetro,  $40 \pm 4$  mm; espessura da polpa,  $12 \pm 2$  mm; comprimento de sementes,  $22,6 \pm 3$  mm; diâmetro,  $16 \pm 2$  mm; gordura,  $9,7 \% \pm 3,5 \%$ . Correlações positivas associaram a presença de listras na casca dos frutos, com comprimento, diâmetro, diâmetro máximo e espessura da polpa. As três primeiras características mostraram correlações positivas com carboidratos, indicando

que frutos grandes têm baixo valor nutritivo e alto valor energético. Os coeficientes de variação variaram entre 4,8 % (carboidratos) a 88,2 % (número de frutos), mostrando a alta variabilidade entre as populações.

No Peru, Pashanasi (1991) estudou acessos de pupunheiras, existentes no Banco de Germoplasma, provenientes da coleta internacional, AID, e de Yurimáguas, Peru. Comparou diversas variáveis entre os dois grupos. O peso médio dos frutos foi de 45,5, variando entre 15-117 g, na coleção Internacional, e de 37,2 g, e variação entre 25,5 e 51,2 g, em Yurimáguas. O comprimento médio de frutos foi de 4,3, variando entre 3,4 e 7,0 cm, na coleção Internacional, e 4,7 variando entre 3,6 e 6,0 cm, para Yurimáguas. O diâmetro médio dos frutos, para a coleção Internacional, foi de 4,3, e máximo de 7 cm, e de 3,9 e máximo de 6,0 cm, para Yurimáguas. A correlação entre diâmetro e peso dos frutos foi igual a 0,789; entre comprimento e peso de frutos foi de 0,697, e para peso e número de frutos, foi de -0,280, para a coleção Internacional, e para Yurimáguas foram: 0,613; 0,423 e -0,521, respectivamente.

Varela Torres (1991) avaliou 17 famílias de pupunheiras provenientes de Costa Rica e 3 acessos da região de Nicarágua, existentes no Banco de Germoplasma, do mesmo país, utilizando 21 descritores morfológicos. O número máximo e mínimo, de frutos por cacho foi de 144 (Yurimáguas) e 13,3 (Nicarágua) e coeficiente de variação de 85,1 %. O peso de frutos foi de 50,7 e 23,9 g, ambos da coleção de Costa Rica, coeficiente igual a 40,2 %. O peso da sementes variou entre 4,4 g (Nicarágua) e 2,1 g (Yurimáguas) e coeficiente igual a 23,4 %. O diâmetro de frutos foi de 44,3 mm (Nicarágua) e 33 mm (Yurimáguas), coeficiente de 12,8 %. O comprimento dos frutos variou entre 48,2 e 35,3 mm, em ambas as populações de Costa Rica, o coeficiente de variação foi de 14,2 %. O peso da ráquis foi de 644 (Nicarágua) e 123 g (Costa Rica), e coeficiente de 64,0 %. O comprimento da ráquis, foi de 271 (Costa Rica) e 147 mm (Nicarágua), e coeficiente de variação de 26 %. O número de espigas por cacho variou entre 48,5 (Yurimáguas) e 23 (Costa Rica), coeficiente de 28,8 %.

Correlacionou o peso do cacho com o número de espigas, peso dos frutos e peso da ráquis e obteve  $R^2 = 1,00$ ; peso x comprimento x diâmetro dos frutos, achando  $R^2 = 0,06$ ; o comprimento x diâmetro de fruto,  $R^2 = 0,404$ ; peso de frutos x

peso de sementes,  $R^2 = 0,384$ . Relata que não houve correlação entre percentagem de óleo x cor dos frutos e brilho das cascas.

A variabilidade genética, em diferentes progênes de pupunheiras, foi estudada por Barbosa (1997), por meio de descritores de crescimento vegetativo e RAPD, em duas famílias de meios-irmãos, procedentes de Yurimáguas, Peru.

Yuyama e Chaves-Flores (1996) estudaram a variabilidade no tamanho das sementes, emergência, presença e ausência de espinhos, em 316 progênes de meios-irmãos, coletadas em Yurimaguas, Peru, e mantidas no INPA.

Usando técnicas moleculares, RAPD, Sawasaki et al. (1998) estudaram a variabilidade genética em algumas espécies e ecótipo de palmeiras dos gêneros *Euterpe*, *Bactris* e *Syagrus*. Verificaram grande variabilidade genética, com reconhecimentos de híbridos. Nishikawa (1995) analisou dados durante toda a fase da cultura da pupunheira, avaliando progênes de meios-irmãos. Conclui que todas as características estudadas apresentaram elevada variabilidade dentro das populações, com alta freqüência de alelos favoráveis.

Em Jaboticabal, progênes de meios-irmãos de pupunheira, provenientes de Yurimaguas, Peru, foram estudadas por Murakami et al. (1994). Obtiveram correlações fenotípicas de variáveis de crescimento, para fins de seleção precoce.

Bovi et al. (1992) conduziram e avaliaram estudos com caracteres vegetativos da planta e do palmito de pupunheiras, no litoral de São Paulo, com o objetivo de identificar caracteres não destrutivos que possam, indiretamente, predizer a produção de palmito.

Clement e Mora Urpi (1988) fornecem dados estatísticos de todas as populações de pupunha coletadas na Bacia Amazônica, dentre os quais selecionamos os descritores que têm a ver com este estudo, para posterior comparação (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Estatística descritiva de oito descritores morfológicos referentes à coleta de germoplasma de pupunha na Amazônia brasileira (CLEMENT e MORA-URPI, 1988).

Descritor	Média	±	Mín.	Máx.	C.V. (%)
Nuesca	43,7	10,1	23,0	80,0	23,1
Comfru	47,6	9,0	22,0	79,0	18,9
Diafru	43,3	3,0	18,0	77,0	20,8
Relac2	0,92	0,17	0,47	1,6	18,5
Pesfru	57,8	32,7	2,6	203,0	56,6
Rendim	91,7	5,0	46,0	98,0	5,4
Numfru	149,4	110,8	11,0	885,0	74,2
Peseme	4,1	2,9	0,8	13,6	70,7

Observaram, também, variação fenotípica muito grande entre e dentro das populações, possivelmente devido à seleção sofrida durante milhares de anos e submetida a diferentes pressões de seleção, exercida por diferentes populações indígenas, pelo comércio e troca de germoplasma entre tribos, resultando em hibridação intra-específica, para diversos caracteres.

Pimentel (1979) apresenta seis critérios para a seleção inicial de variáveis (descritores): (a) Teórico: a revisão da literatura sugere caracteres que podem estar correlacionados às diferenças entre grupos; (b) Exatidão, precisão e custos: deve-se tratar de obter valores próximos de valores reais e possíveis de serem repetidos. Ainda, pode-se levar em consideração os custos para obtê-los ; (c) Natureza da variação: um bom descritor terá mais variação entre grupos que dentro deles; (d) Variáveis inconsistentes: evitar o uso de descritores cujo significado seja igual de um indivíduo para outro; (e) Completo: todo indivíduo deverá estar representado pelo jogo completo de descritores, pois, se faltar um valor, invalida o indivíduo para ser incluído; e (f) Variabilidade: nenhum descritor poderá mostrar valor constante em todos os grupos.

De acordo com os manuais do IBPGR (1982), os descritores devem apresentar alta herdabilidade, mas isto só seria possível para pupunha, no decorrer de longos estudos genéticos. Como exemplo de descritores, podemos citar os trabalhos

realizados por Goodman & Parteniani (1969) onde semearam e avaliaram 54 populações de milho.

Todo processo classificatório baseia-se nas diferenças existentes entre os objetos (populações) a classificar. Esta variação é a fonte da evidência taxonômica, chamada também caráter. De acordo com Sneath e Sokal (1973), o caráter pode definir-se como qualquer propriedade que varia dentro das OTUs (Operational taxonomic unit) em estudo. Os possíveis valores que esses caracteres podem apresentar são considerados seus estados.

Existem diversos caracteres que podem ser avaliados para discriminar entre populações, mas, para nosso estudo, daremos mais importância àqueles de ordem geográficas, como a distribuição, relação entre populações (simpatria, alopatria, etc.) e de ordem morfológicas, como características dos frutos.

Em plantas perenes, principalmente as que têm sido pouco estudadas geneticamente, como a pupunha, os experimentos necessários para estudar a herdabilidade levam no mínimo sete anos, desde a semente até a planta adulta; devido a isto, será necessário começar os estudos morfológicos sem o conhecimento da herdabilidade.

Embora os marcadores moleculares sejam também utilizados para apoiar a seleção fenotípica (STUBER, 1992), principalmente para aqueles descritores morfológicos que são altamente influenciados pelo ambiente, eles têm sido aplicados para avaliar a variabilidade genética em pupunha.

Picanço et al. (1999) examinaram a existência das raças 'Pará', 'Putumayo' e 'Solimões', com base na metodologia de RAPDs (Polifomismo de DNA Modificado ao Acaso), e concluíram que só existem as raças 'Pará' e 'Putumayo'.

Gallego et al. (1999) utilizaram a metodologia de AFLP (Poliformismo de Comprimento de Fragmentos Amplificados), verificando a possibilidade da existência de 3 raças de pupunha, e concluíram que não há evidências da raça 'Solimões', confirmando a existência apenas das raças 'Pará' e 'Putumayo', ao longo da calha dos Rios Solimões-Amazonas.

Rodrigues (2001) utilizou a técnica molecular de RAPDs para estudar a estrutura genética de morforraças de pupunha existentes no INPA, verificando a relação entre raças. Achou que a heterogeneidade média, para as raças da Amazônia, foi de 0,30, com percentagem de poliformismo de 86 %. A diversidade genética entre as morforraças foi de 15 %, enquanto dentro das morforraças foi de 85 %, sugerindo que estas são muito relacionadas. A autora sugere a existência de só uma raça ao longo do Rio Solimões, prevalecendo o nome Putumayo, e a raça 'Solimões' parece ser zona de hibridação ou o resultado de introgressão entre as raças Pará e Putumayo.

Souza et al. (2002) combinaram as técnicas de RAPDs e AFLPs com o objetivo de classificar as 3 raças, ao longo da calha Solimões-Amazonas e detectaram quatro problemas com a análise: (1) a maior similaridade entre indivíduos do grupo foi de 0,85, na raça Pará, sendo mais distante do esperado, já que, para indivíduos de um mesmo acesso (oriundos da mesma matriz), se esperava que tivessem similaridade maior que 0,90; (2) a similaridade entre grupos foi de 0,535, sendo esta uma distância genética que configura espécie e não outra raça dentro de uma espécie; (3) a presença de plantas estranhas em cada grupo, ou seja, que estavam fora do grupo esperado, podendo ser erro de plantio, de coleta de amostras ou manipulação destas, no laboratório, recomenda que cada planta deveria ser reanalisada para determinar-se o erro, ou se de fato pertence a outro grupo; (4) indivíduos do mesmo acesso encontrados em dois ou mais subgrupos. Segundo seus resultados, afirmam que só existem as raças 'Pará' e 'Putumayo'.

## **2.9. Métodos estatísticos utilizados nas caracterizações**

### **2.9.1. Medidas de dissimilaridade**

Nos estudos das divergências genéticas, destinados à identificação de progenitores para hibridação, tem sido mais utilizada a distância Euclidiana média ou a distância generalizada de Mahalanobis, sendo esta última a mais preferida, entretanto, possível de ser aplicada apenas quando se tem matriz de co-variância residual,

estimada a partir de ensaios experimentais, com repetições (CRUZ e REGAZZI, 1994). Apesar de a distância Euclidiana média padronizada contornar os problemas inerentes ao número e à escala dos caracteres avaliados, ela apresenta o inconveniente de não levar em consideração as correlações residuais entre os caracteres disponíveis.

A distância de Mahalanobis ( $D^2$ ) tem a vantagem, em relação a distância Euclidiana, de levar em consideração a correlação entre os caracteres considerados. Quando se dispõe de vários caracteres, o valor  $D^2$  pode ser, alternativamente, estimado a partir das médias dos dados originais e da matriz de co-variância residual (matriz de dispersão) ou a partir dos dados transformados. Esta transformação é equivalente ao processo de rotação de eixos (CRUZ e REGAZZI, 1994).

No método hierárquico, os progenitores são agrupados por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido o dendograma ou o diagrama da árvore. Neste caso, não existe preocupação com o número de grupos, já que a preocupação maior está na “árvore” e nas ramificações que são obtidas. As delimitações podem ser estabelecidas por um exame visual do dendograma e ver os pontos onde ocorrem as mudanças de nível, tomando-os, em geral, como delimitadores do número de progenitores para determinado grupo (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Rao (1952) relatou o uso das variáveis canônicas dentro da análise multivariada. Trata-se de um processo alternativo para a avaliação do grau de similaridade genética entre os progenitores, o qual leva em consideração tanto a matriz de co-variância residual quanto a matriz de co-variância fenotípica entre os caracteres avaliados. A avaliação por variáveis canônicas, quando utilizada em estudos de divergência genética, possibilita a identificação de indivíduos (ou progenitores) similares em gráficos de dispersão bi ou tridimensionais, à semelhança dos componentes principais (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Sneath e Sokal (1973) ressaltam que a vantagem do método de classificação fenético reside em que se pode aplicar a qualquer grupo de organismos, sem necessidade de conhecimentos “a priori” de conhecimentos genéticos nem de suposições a respeito das relações filogenéticas dentro do grupo nem de certos descritores como determinadores filogenéticos. Citam ainda, como limitação deste

método, que os descritores que fornecem pouca informação, possuem a mesma importância que os descritores que podem ser cruciais na evolução e especiação do grupo.

Amorim (1997) define táxon como sendo qualquer sistema cujos elementos são populações biológicas; assim, qualquer espécie isolada ou qualquer agrupamento de espécies construído com base em alguma semelhança corresponde a um táxon. Taxa diz respeito a qualquer nível hierárquico de grupos de plantas relacionadas, como gênero, família, ordem, etc. (RIBEIRO et al., 1999).

Grant (1981) define em termos de nomenclatura: (1) a população isolada parcial ou totalmente no espaço, é um grupo de indivíduos que possuem semelhanças fenotípicas com o táxon original, não existindo barreiras genéticas ao fluxo de genes entre a população e o resto do táxon; (2) a raça é uma população ou grupo de populações que possuem semelhanças fenotípicas que são diferentes do táxon original, mas não existem barreiras genéticas ao fluxo de genes entre os táxons; (3) a semi-espécie é formada por um grupo de populações ou raças que possuem similaridades fenotípicas diferentes do táxon original e podem existir barreiras genéticas ao fluxo de genes entre os táxons e (4) a espécie em si.

### **2.9.2. Estatística univariada para escolher descritores**

Quando são reunidos dados de pesquisas de populações cujas distribuições são desconhecidas, a aplicação indicada é a estatística não paramétrica (YA-LUN CHOU, 1977).

A prova de Kruskal-Wallis é uma estatística extremamente útil para determinar se “k” amostras independentes provêm de populações diferentes. Esta prova confirma a hipótese de nulidade referente à população com relação à média dos dados. Ainda, a prova pressupõe que a variável em estudo tenha distribuição contínua, e exige mensuração, no mínimo, no nível ordinal.

### **2.9.3. Estatística multivariada para escolher descritores**

As técnicas de estatística multivariadas têm a capacidade de estudar todos os descritores como um conjunto sinérgico, e oferece talvez a maneira mais adequada para selecionar descritores e usá-los para estudar raças e populações de pupunheira. Embora, se devam a Francis Galton (1983) as primeiras análises multivariadas, somente com o desenvolvimento dos computadores foi possível desenvolver pacotes estatísticos com diferentes modelos de análises multivariadas.

#### **2.9.3.1 Análise de Componentes Principais**

Atchley e Bryant (1975) citam que, embora este teste tenha sido desenvolvido para estudar a variabilidade dentro das populações, o faz sem indicar quais são realmente os descritores mais importantes.

Tabachnick e Fidell (1983) ressaltam que a maneira de selecionar descritores pela análise de componentes principais pode levar a conclusões errôneas; para evitar isto, recorre-se a examinar a magnitude da estatística Wilks lambda.

Para achar a máxima separação entre as OTUs (Operational Taxonomics United), em uma só dimensão, é necessário projetá-las sobre uma linha. Esta linha deve inclinar-se entre dois eixos. Geometricamente, a disposição inicial das OTUs em relação a dois caracteres correlacionados é o de uma nuvem elíptica. A linha procurada coincide com o eixo maior desta elipse, e esse eixo é o que se procurava ou a primeira componente principal. Quando se quer determinar a máxima separação entre as OTUs, em uma segunda dimensão, a linha procurada será ortogonal à linha anterior e coincide com o eixo menor da elipse, recebendo o nome de segunda componente principal. Se tivermos três caracteres, a elipse se transformará em um elipsóide, e a terceira componente principal estará representada pelo terceiro eixo do elipsóide.

O quadrado da contribuição de um caráter para uma componente representa a variância desse caráter para a citada componente. O somatório das variâncias de todos

os caracteres para uma determinada componente principal recebe o nome de autovalor, “eigen-valor”, ou raiz latente. Os autovalores são diferentes para cada componente. A componente com maior eigen-valor será a primeira componente principal, a que segue, será a segunda componente e, assim, sucessivamente. As relações entre as OTUs se estabelecem por sua proximidade no espaço delimitado pelas componentes: quanto mais próximas, mais relacionadas estão (CRISCI e LOPEZ, 1983). Rohlf (1968) relata que a ACP mostra com maior fidelidade relações entre grupos formados a baixos níveis de similaridades.

Sneath e Sokal (1973) citam que a importância dos autovalores é que, sendo ortogonais, descrevem as relações entre as OTUs com grande economia de tempo e de recursos. Os autovalores fornecem o comprimento do eixo e os auto-vetores “eigen-vectores” determinam sua orientação no espaço tridimensional. Johnson e Wichern (1999) citam que, dependendo dos valores das variáveis, a ACP pode ser grandemente afetada pela padronização.

### **2.9.3.2 Análise Discriminante**

Às vezes, o pesquisador defronta-se com uma situação que tem mais variáveis discriminantes do que as necessárias para separar raças ou populações. Se ele necessita selecionar as variáveis mais úteis, os passos a serem seguidos pela análise discriminante podem ajudar a decidir. A análise começa selecionando a melhor variável discriminante de acordo com determinados critérios. A segunda variável discriminante é selecionada como sendo capaz de melhorar o valor do critério de discriminar em combinação com a primeira variável. A terceira e as conseqüentes variáveis serão similarmente selecionadas de acordo com sua habilidade para contribuir na discriminação dos grupos.

De acordo com Engelman (1997), a Análise Discriminante promove uma ou várias funções lineares ou quadrática das variáveis que melhor separam entre dois ou mais grupos predeterminados, e pode ser considerada uma associação entre análise de variância e regressão múltipla. Pimentel (1979) cita que a análise discriminante não

somente discrimina entre grupos, mas permite obter conclusões sobre as relações fenéticas entre grupos, que podem ter alguma interpretação filogenética.

Fisher (1936) desenvolveu a técnica de análise discriminante especificamente para discriminar entre populações, para classificar grupos. Rao (1948) ampliou esta técnica multivariada para trabalhar com mais de duas populações com rigor estatístico. Mas foi com o uso dos computadores que esta técnica se tornou mais útil em estudos com mais de três variáveis.

Isebrands e Crow (1975) afirmam que a teoria estatística da análise discriminante tem uma distribuição normal multivariada e com uma mesma natureza de variância-co-variância, dentro de cada grupo. Na prática, esta técnica é muito robusta, apresentando grande fidelidade estatística.

Sneath e Sokal (1973) comentam que caracteres bem separados em relação à variância e que não estão altamente correlacionados a outros caracteres, em geral, são os melhores. Ainda estes autores formularam a hipótese da não-especificidade dos caracteres, na qual não existiriam classes diferentes de genes que afetam exclusivamente uma classe de caracteres ou que afetem regiões especiais do organismo. Em outras palavras, um genótipo não pode ser dividido em classes de gene, de tal forma que cada uma destas influencie exclusivamente uma só classe de caracteres fenotípicos.

Em conseqüência, não se poderia esperar, por exemplo, que um conjunto de genes controle caracteres morfológicos e outro conjunto de genes, independente do anterior, seja responsável pelos caracteres químicos. Daí, deduz-se que uma ampla amostragem do genótipo poderia conseguir-se de um grande número de caracteres de uma parte restrita do organismo em questão. Este postulado baseia-se na idéia de que cada caráter é, na realidade, o produto final de muitos genes e que, entre eles, existem inúmeras inter-relações derivadas de fenômenos como ligamento, pleiotropia e a epistasia entre eles.

### **2.9.3.3. Análise de Agrupamento por Técnicas Numéricas**

As técnicas de análise de agrupamento têm como objetivos dividir um grupo original de observações em vários grupos, seguindo algum critério de similaridade e dissimilaridade (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Sneath e Sokal (1973) referem-se à distinção entre fenótipo e genótipo, afirmando que esta distinção tem uma razão vaga devido à natureza da delicada estrutura genética. Embora a taxonomia numérica meça similaridades entre as OTUs, Soule (1977) define como sendo uma manifestação fenética total do genoma de um organismo ou táxon. Mayrs (1969) apud Sneath e Sokal (1973) define caracteres taxonômicos como sendo qualquer atributo de um membro de um táxon que o diferencia de outro. Os passos elementares comuns a quase todas as técnicas numéricas são a escolha das OTUs (SNEATH e SOKAL, 1973). Em nosso caso, as OTUs serão representadas pelos acessos, já que queremos determinar a variação morfológica e geográfica de raças e populações.

Crisci e Lopez (1983) citam, como regra geral, que a técnica numérica, deverá ser internamente o mais homogênea possível, citando também que a classificação fenética deve basear-se exclusivamente na similaridade obtida. Definem fenético como sendo qualquer tipo de caráter utilizável na classificação, incluindo os morfológicos, ecológicos, etológicos, moleculares, anatômicos, citológicos e outros. O caráter, em nosso caso descritor, pode definir-se como qualquer propriedade que varia dentro das OTUs em estudo. Os possíveis valores que esse caráter pode assumir, são considerados seus estados (SNEATH e SOKAL, 1973).

Crisci e Lopez (1983) ainda relatam a impossibilidade de reconhecer a supremacia de um caráter sobre outro. Neste caso, foi atribuído “peso” a cada descritor, ou seja, foram utilizados os descritores que apresentaram significância estatística. A matriz de similaridade é insuficiente para expressar relações entre a totalidade das OTUs, pois só expõe similaridades entre pares destas unidades.

Sneath e Sokal (1973) citam a existência de grandes variedades de técnicas de análise de matrizes de similaridades, tendo como objetivos sintetizar a informação da

matriz de similaridade a fim de permitir o reconhecimento das relações entre as totalidades das OTUs. As técnicas hierárquicas originam conjuntos que representam faixas, nas quais as OTUs, ou grupos de OTUs, subsidiárias formam parte de um grupo maior, inclusive.

Sneath e Sokal (1973) relatam que as técnicas de agrupamento mais utilizadas são as hierárquicas exclusivas. O fenograma é um diagrama da árvore que mostra a relação em grau de similaridade entre duas OTUs ou um grupo de OTUs. A respeito da terminologia, Sokal e Camin (1965); Mayrs (1965) e Wiley (1981) distinguem entre fenogramas, que representam relações fenéticas e cladogramas, onde as ramificações se baseiam nas conexões filogenéticas entre as OTUs. O termo dendrograma inclui os fenogramas e os cladogramas. É comum a todas as técnicas de agrupamento que a primeira matriz derivada se obtenha da matriz de similaridade.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, D. de S. **Elementos básicos de sistemática filogenética**. Ribeirão Preto: (Ed) HOLOS, 1997, 275 p.

ARCKOLL, D.B.; AGUIAR, J.P.L. Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) a new source of vegetable oil from wet Tropics. **Journal of the science of food and agriculture**, v.35, n.5, p.520-526, 1984.

ARROYO, C.; MORA URPI, J. Sobre el origen y diversidad del pejibaye. **Pejibaye**, Costa Rica, v.5, n.1, p.18-25, 1996.

ASTORGA, C. Caracterización de dos poblaciones de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.), procedentes de Costa Rica y Panamá. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA Y INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4. 1991, Iquitos, Peru, **Anais...** p.73-90.

ATCHLEY, W.R.; BRYANT, E.H (E.D.). Multivariate statistical methods: among-groups covariate. **Systematic and evolutionary biology**, p.14-28, 1975.

AYRES, M.; AYRES, Jr, AYRES, M.; AYRES, D.L.; DOS SANTOS, A. **BioEstat 2.0.1** (ed.). Belém, Sociedade Civil Mamairaguá-CNPQ-MCT, 2000, 260 p.

BARBOSA, A.M.M. **Análise da variabilidade genética em progênies de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) por caracteres agronômicos e RAPD**. 1997. 110 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BEUSELINCK, P.R.; STEINER, J.J. A proposed framework for identifying, quantifying and utilizing plant germplasm resources. **Field Crop Research**, v.29, p.261-272, 1992.

BLUMER, M.A. Independent inventionism and recent genetic evidence on plant domestication. **Economical Botany**, v. 46, n.1, p.98-111, 1992.

BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; SPIERING, S.R. Seleção precoce em pupunheiras (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para produção de palmito. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA Y INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4., 1991, Iquitos, Peru, **Anais...** p.177-198.

BOVI, M.L.A.; SÁES, A.; GOGOY JÚNIOR, G. Correlações fenotípicas entre caracteres não destrutíveis e palmito em pupunheiras. **Turrialba**, v.42, n.3, p.382-90, 1992.

BRUNH, M. **Ancient south America**. New york : Cambridge University Press, 1994.

CLEMENT, C.R. Analysis of the descriptors list and a suggestion for a new minimum field descriptor list. In: CLEMENT, C.R ; CORADFIN, L. (Ed) **Final report on the Peach Palm** (*Bactris gasipaes* H.B.K.), **Germplasm Bank. US-AID. Project report**, San José: Universidad de Costa Rica, 1985, p.34-81.

CLEMENT, C.R. Banco ativo de germoplasma de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae). In: RECURSOS GENÉTICOS DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS DO BRASIL, 1997, Brasília. **Anais...** p.177-180.

CLEMENT, C.R. **Descritores mínimos para el pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K. y sus implicaciones filogenéticas**. 1986, 128 f. Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

CLEMENT, C.R. **Pupunha** (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae). Jaboticabal: FUNEP, 2000, 48 p.

CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J. Pejibaye palm (*Bactris gasipaes*, Arecaceae): multiuse potential for the lowland humid tropic. **Economical Botany**, v.41, n.2, p.302-311, 1988.

CLEMENT, C.R.; BOVI, M.L.A. Melhoramento genético da pupunheira: conhecimentos atuais e necessidades. In: SEMINÁRIO DO AGRONEGÓCIOS DE PALMITO DE PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1999. Porto Velho, RO, **Anais...** p.57-70.

CLEMENT, C.R.; CORADIN, L. Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K) Germplasm bank. In: **FINAL report revised**, Manaus, 1988, 195 p.

CLEMENT, C.R. Domestication of the pejobaye palm (*Bactris gasipaes*): past and present. **Advanced in Economic Botany**, New York, Botanical Garden, v.6, p.155-174, 1988.

CLEMENT, C.R.; AGUIAR, J.P.L.; FIRMINO, J.L.; LEANDRO, R.C. Pupunha brava (*Bactris dahlgreniana* Glassman): progenitora da pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) ? **Bol. do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Série Botânica, Belém, v.5, n.1, p.39-56, 1989.

CLEMENT, C.R.; ARCKOLL, D.B. The pejobaye (*Bactris gasipaes* H.B.K. Palmae) as an oil crop: Potential and breeding strategy. **Oleagineux**, Paris, v.46, n.7, p.293-299, 1991.

CLEMENT, C.R. Domesticated palms. **Principes**, v. 36, n.2, p.70-78, 1992.

CLEMENT, C.R. Pejobaye (*Bactris gasipaes* (Palmae) In: SMART, J.; SIMMONDS, N.W. (Org.) **Evolution of crop plants**, Londres: Longman, 1985, p.383-388.

CLEMENT, C.R.; AGUIAR, J.P.L.; ARCKOLL, D.B. Composição química do mesocarpo e do óleo de três populações de pupunha (*Bactris gasipaes*) do rio Solimões, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.20, n.1, p.115-118, 1998.

CORRALES ULLOA, F.; MORA URPI, J. Sobre el proto-pejobaye en Costa Rica **Pejobaye**, Costa Rica, v.2, n.2, p.1-11, 1990.

CRISCI, J.V.; LÓPEZ, A.M.F. **Introducción a la taxonomía numérica**. Washington: OEA, 1983, 133 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1994, 390 p.

ENGELMAN, L. Discriminant analysis. In: **Systat 7.0-** :Statistics, Chicago: WILKINSO, L., 1997, 751 p.

ENGELS, J.M.M. A systematic description of cacao clones. I The discriminative value of quantitative characterists. **Euphytica**, v.32, p.377-385, 1983.

ENRIQUEZ, G.; SORIA, J. The variability of certain bean characteristics of cacao (*Theobroma cacao* L.) **Euphytica**, p.114-120, 1968.

FERREIRA, E. The phylogeny of punha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) and allies species. In: HENDERSON, A.; BORCHSENIUS, F (Ed) **Evolution, variation and classification of palms**. New York: The New York Botanical Garden, 2000, p.225-236.

FISHER, R.A. The use of multiple measurement in taxonomic problems. **Eugenics** , v.7, p.179-188, 1936.

GALLEGO RODRIGUEZ, F.J.; NÚÑES-Moreno, Y.; PIKANÇO, D.B.; SOUZA, N.R.; CLEMENT, C.R.; ASTOLFI FILHO, S. Utilización de AFLPs para estudiar razas primitivas de la palmera melocotón o pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) en la Amazonia brasileña. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE GENÉTICA, 1999, La Coruña, **Resumen...** p.361.

GOODMAN, M.M.; PARTENIANI, E. The races of mayze. III Choices of appropriate characters for racial classification. **Economical Botany**, v.23, p.265-273, 1969.

GRANT, V. **Plant speciation**. New york: Columbia Univ. Press, 1981.

HARLAN, J.R.; WET, J.M.J. Toward a rational classification of cultivated plants. **Taxon**, n.20, p.509-17, 1971.

HEYWOOD, V.H. **Plants taxonomy**. 2. ed. London, Edward Arnold, 1979. 201 p.

HUBER, J. A origem da pupunha. Boletim do Muesu Paraense Emilio Goelden, Belém, v.4, p.474-476, 1904.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES-IBPGR- **Standardized format for descriptors list**. Roma, 1982, 46 p.

IRIARTE MARTEL, J.H. **Comparação preliminar da área foliar de três acessos de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) oriundos de três populações distintas da Amazônia Ocidental**. 1984. 35 f. Monografia (Graduação em Agronomia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

IRIARTE MARTEL, J.H. Frutíferas da Amazônia. In: ed.: DONADIO, L.C.; MARTINS A.B.G.; VALENTE, J.P. (Ed), **Fruticultura Tropical**: FUNEP, Jaboticabal, 1992, p.203-217.

KERR, L.S.; CLEMENT, R. CLEMENT, C.R.; KERR, W.E. Cozinhando com a pupunha. Manaus, AM:INPA, 1997. 95 p.

MARTEL, J.H.I.; CLEMENT, C.R. Comparação preliminar da área foliar de três acessos de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) oriundos de três populações distintas da Amazônia Ocidental. **Acta Amazônica**, Manaus, v.16, n.17, p.13-18, 1986/87.

MAYRS, E. Numerical Phenetics and taxonomic theory. **System Zoology**, 1965, 73 p.

MORA URPI, J.; CLEMENT, C.R. Races and populations of peach palm found in the Amazon basin. In: FINAL report (revised) Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) germplasm bank. Manaus: INPA/CENARGEN, 1988, p.78-94. (AID project report).

MORA URPI, J. Consideraciones sobre el posible origen del pejibaye cultivado. **Asbana**, San José, v.3, n.9, p.14-15, 1979.

MORA URPI, J. Diversidad genética en pijibaye. II Origen y domesticación. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA Y INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4., 1991, San José, p.21-29.

MORA URPI, J. Origen y domesticación. In: **Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K. Kunth): su cultivo y industrialización**. San José, Costa Rica, p.17-24, 1999.

MORA URPI, J. Pejibaye (*Bactris gasipaes*). In: Cultivos marginados: otra perspectiva de 1442. Roma, 1992, n.26, p.209-220.

MORA URPI, J. Polinización en (*Bactris gasipaes* H.B.K. (Palmae): nota adicional. **Revista de Biología Tropical**, San José, v.30, p.174-176, 1982.

MORA URPI, J.; SOLIS, E.M. Polinización en (*Bactris gasipaes* H.B.K. Palmae), **Revista de Biología Tropical**, San José, v.28, n.1, p.153-74, 1984.

MORA URPI, J.; WEBER, J.C.; CLEMENT, C.R. PEACH PALM: (*Bactris gasipaes* Kunth). In: INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES. Roma, 1997, 83 p.

MORA URPI, J. El Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) : origen, biología floral y manejo agronómico. In: PALMERAS poco utilizadas de América Tropical. San José, CATIE, 1983. p.118-160.

MORA URPI, J. El pejibaye (*Bactris gasipaes* K.B.K.): origen, biología floral y manejo agronomico. In: FAO **In: Palmeras poco utilizadas de América Tropical**. San José, FAO/CATIE, 1984, p.118-160.

MORERA MONJE, J.A. **Descripción sistemática de la colección Panamá de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) del CATIE**. 1981, 122 f., Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE/UCR. Turrialba.

MOURAO, K.S.M.; BELTRATT, C.M. Morphology and anatomy of developing fruits and seed of (*Mammea americana* L) Crusiaceae. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.60, n.4, 2000.

NISHIKAWA, M.A.N. **Avaliação de progênies de meios-irmãos de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.)**, 1995. 90 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PASHANASI, B. Evaluación de los bancos de germoplasma de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en Yurimáguas, Peru, In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA Y INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4. 1991, Iquitos, Peru. **Anais...** p.53-71.

PATIÑO, V.M. Comportamiento de plantas nativas colombianas bajo cultivo: Situación actual del cultivo del chontaduro. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias**, Bogota, v.17, p.259-264, 1989.

PICANÇO, D.B.; SOUZA, N.R.; CLEMENT, C.R.; NAGAO, E.O.; ASTOLFI FILHO, S. Discriminação de raças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes*) na Amazônia brasileira com marcadores moleculares (RAPDs). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 45., 1999, Gramados, RS, **Anais...** p.290.

PIMENTEL, R.A. **Morphometrics**, Iowa: Kendall/Hunt, 1979. 263 p.

PRANCE, G.T. The pejibaye (*Guilielma gasipaes* H.B.K.), and the papaya, (*Carica papaya* L.), In: STONE, D. (Org.) **Pre-colombian plant migration**. Cambridge: Harvard University Press, 1985, p.85-104.

RANZANI, G. Identificação e caracterização de alguns solos da estação experimental de silvicultura Tropical do INPA, **Acta Amazônica**, Manaus, Brasil, v.10, n.1, p.7-41, 1980.

RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York, John Willey, 1952, 390 p.

RODRIGUEZ, D.P. **Análise das morforraças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), mantidas no banco Ativo de Germoplasma, com marcadores moleculares RAPDS**. 2001, 71 f. Dissertação (Mestrado em Biologia), Faculdade de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília.

SANDERS, R.W. Cladistics of *Bactris* (Palmae): survey of characters and refutation of Burret's classification. **Salbyana**, n.12, p.105-133, 1991.

SAUER, C.O. Age and area of american cultivated plants. In: **CONGRESO INTERNACIONAL AMERICANIST**, 23, 1958, San José, p.215-229.

SEIBERT, R.J. The importance of palms in latin america: pejibaye a notable example, **CEIBA**. Chicago, v.1, p.63-74, 1950.

SILVA, L.A.M. Diferenciación de razas de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth-Arecaceae). I Características de la inflorescencia y de la flor. **Agrotropica**, Turrialba, v.6, n.1, p.1-13, 1994.

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomic**: The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H.Freeman, 1973, 573 p.

SOKAL, R.R. Statistical methods in systematics. **Journal of Biology**, San Francisco, v.40, p.337-391, 1965.

SOUZA, N.R.; CLEMENT, C.R; GALLEGO RODRIGUEZ, F.; PIKANÇO, D.B.; MORENO, Y.; ASTOLFI FILHO, S. Discriminação de raças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes*) na Amazônia brasileira com marcadores RAPDs & AFLPs. In: Recursos genéticos para América Latina e Caribe-SIRGEALC, Brasília: SENARGEN-EMBRAPA., 2002.

STONE, D. La de dos culturas distintas vistas en la antropología de la América Central. in: **HOMENAJE al Dr. Alfonso Caso**. Mexico: Inprenta Mundo, 1951. p.353-361.

STRAUSS, M.S. ; PINO, J.A. ; COHEN, J.I. Quantification of diversity in ex-situ plant collections, **Diversity**, v.16, p.30-32, 1989.

TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using multivariate statistics**, California: Harper & Row, 1983, 475 p.

UHL, N.W.; DRANSFIEL, J. Genera Palmarum. In: Bailey, L.H. Hortorium and International Palm Society. Lawrence : Allen-Press, 1987, p.729-743.

VALLE, L. **Descriptores de la inflorescencia del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) de cuatro poblaciones y sus implicaciones filogenéticas.** 1986, 55 f., Tese (Licenciatura), Escuela de Biología, Iniversidad de Costa Rica, San José.

VALOIS, A.C.C.; SALOMÃO, A.N.; ALLEM, A.C. **Glossário de recursos genéticos vegetais.** Brasília, EMBRAPA, 1996, 62 p.

VALVERDE, M.E. **Descriptores de la flor del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en cuatro poblaciones y sus posibles implicaciones filogenéticas.** 1986, 48 f. Tese (Licenciatura), Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José.

VAN HINTUM, J.L.T.; VISSER, D.L. Duplication within and between germplasm collection II. Duplication in four european barley collection. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.42, p.135-145, 1995.

VARELA TORRES, D. Caracterización del banco de germoplasma de (*Bactris gasipaes* H.B.K.) "El Recreo", In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA Y INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4. 1991, Iquitos, Peru. **Anais...** p.39-51, San José, Costa Rica.

VAVILOV, N.I. **The origin, variation, imunity and breeding of cultivated plants.** New york: Ronald Press, 1951.

VILELA MORALES, E.A.; VALOIS, A.C.C.; NASS, L.L. **Recursos genéticos vegetais,** Brasilia, EMBRAPA, 1997, 78 p.

VILLACHICA, H.L. Cultivo del pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para palmito en la Amazonia. Secretaria Pro-Tempore, 1994 (Tratado de Cooperación Amazonica, n.43, 1994.

WALTER, B.M.T.; CAVALCANTI, T.B. Coleta de germoplasma vegetal:teoria e prática. Embrapa, Brasília, 1996, 83 p.

YA-LUN-CHOU. **Análise Estadístico**. 2. ed. Mexico : Americana, 1977, 808 p.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth), EM MANAUS: I MORFORRAÇAS 'PARÁ' E 'PUTUMAYO'**

## CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth), EM MANAUS: I MORFORRAÇAS 'PARÁ' E 'PUTUMAYO'

### RESUMO

A pupunheira apresenta grande variabilidade genética ao longo dos Rios Solimões e Amazonas, ainda não caracterizada totalmente. A existência de acessos mal-posicionados ou identificados incorretamente dentro dos bancos de germoplasma tem sido um entrave para sua caracterização. No caso específico da pupunha, a falta de conhecimentos sobre a origem exata da diversidade do material mantido no banco, também tem representado um problema quanto à seleção para o melhoramento genético e recomendação desse material para produtores e interessados. Neste estudo, foram caracterizados morfometricamente 22 acessos da raça Pará e 45 da raça Putumayo. Foram utilizadas técnicas univariadas e multivariadas para testar a validade estatística dos descritores e análise discriminante para identificar e posicionar corretamente cada planta dentro das morforraças correspondentes. Este trabalho teve como objetivos principais selecionar descritores que melhor discriminem entre as raças e populações de pupunheiras das raças 'Pará' e 'Putumayo' e posicionar corretamente os acessos ou plantas dentro de suas respectivas raças ou populações no banco de germoplasma do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia). Dos 41 descritores iniciais, apenas 25 apresentaram diferenças significativas, e só 15 estavam dentro de um padrão de normalidade. A análise discriminante mostrou que a morforraça 'Pará' tinha 15 % dos acessos malposicionados e Putumayo 14 %, pelo método discriminante "step wise", com 15 descritores. Já pela análise de Componentes Principais, a percentagem foi de 9 e 19 %, para as duas raças, respectivamente.

**Palavras-chave:** análise de componentes principais, análise discriminante, análise de grupos.

**MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PEACH PALM GERMLASM  
(*Bactris gasipaes* Kunth) IN MANAUS, PARA AND PUTUMAYO LANDRACES**

**ABSTRACT**

The peach palm growing along to Amazon and Solimoes rivers present great genetic variability , that is not totally characterized. The existence of outliers access inside germplasm bank it's a problem for the characterization. Specifically peach palm but fault know about exactly origin and diversity of material on bank, also represent a problem for selection and breeding and recomendation of this material for producer and profit . In this study mophological aspects were characterized, in twenty two access of Para landrace and fouthifive of Putumayo. Univariate and multivariate were applied analysis for testing the validity of descriptors, and discriminants analysis for identify and locating each plant as correspondante landrace. The main target of this study, was to select descriptors for best discrimination between two peach palm landraces and population of Para and Putumayo and put exactly access corretly inside of bank in it's landraces or population. Of fourthione inictial descriptors, twenty five had significant differences and only was normal. Discriminants analysis showed that the landraces Para had fihteen percent of the access badly located and Putumayo fourteen, respectively. Manacapuru population did not showing characterist of the two landraces with principal component or discriminant analysis.

**Index terms:** principal components analysis, disriminants analysis, cluster analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

A pupunha tem um potencial econômico e social muito grande como fonte de alimento para o homem e animais. Foi, sem dúvida, a palmeira mais importante na América pré-colombiana, tão importante quanto o milho e a mandioca, e o principal cultivo dos ameríndios de um extenso território do trópico úmido e de algumas regiões do trópico seco (MORA URPI, 1982, 1983).

Mora Urpi et al. (1997) referem-se aos altos custos para manter, avaliar e caracterizar um Banco de Germoplasma “ex-situ”. Clement (2000) afirma que, além dos altos custos, a falta de investimentos para conservação e caracterização têm levado a perdas irreparáveis de material genético.

Quando se deseja discriminar entre grupos ou populações, Sokal (1965) e Sneath e Sokal (1973) afirmam que a seleção de descritores é fundamental. As técnicas de estatística multivariada têm a capacidade de estudar todos os descritores como um conjunto sinérgico e, assim sendo, poderá ser a maneira mais adequada para selecionar descritores e usá-los para estudar raças e populações de pupunheiras.

Tabachnick e Fidell (1983) citam que a maior proposta da análise discriminante é prever, mediante uma ou várias funções discriminantes, qual é a variável ou grupo de variáveis preditivas mais úteis para discriminar entre grupos. De acordo com Engelman (1997), a Análise Discriminante promove uma função linear ou quadrática das variáveis que melhor separam “casos” entre dois ou mais grupos predeterminados, podendo ser considerada uma associação entre análise de variância e regressão múltipla. Pimentel (1979) cita que a análise discriminante não somente discrimina entre grupos, como também permite obter conclusões sobre as relações fenéticas entre grupos, que podem ter alguma interpretação filogenética.

Isebrands e Crow (1975) citam que a teoria estatística da análise discriminante assume que as variáveis têm uma distribuição normal multivariada e com uma mesma natureza de variância-co-variância dentro de cada grupo. Na prática, esta técnica é muito robusta, apresentando grande fidelidade estatística.

As técnicas de análise de agrupamento têm como objetivos dividir um grupo original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade ou dissimilaridade (CRUZ e REGAZZI, 1994). No método hierárquico, os progenitores são agrupados por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido o dendrograma ou o diagrama da árvore. Neste caso, não existe preocupação com o número de grupos, já que a preocupação maior está na “árvore” e nas ramificações que são obtidas. As delimitações podem ser estabelecidas por um exame visual do dendrograma e ver os pontos onde ocorrem as mudanças de nível, tomando-os, em geral, como delimitadores do número de progenitores para determinado grupo (CRUZ e REGAZZI, 1994).

A análise de agrupamento pode ser complementada com a análise de componentes principais, cujo objetivo é tentar explicar a estrutura de variância e covariância das variáveis originais, construindo, mediante processo matemático, um conjunto menor de combinações lineares das variáveis originais que preserve a maior parte da informação fornecida por essas variáveis.

Tabachnick e Fidell (1983) ressaltam que a maneira de selecionar descritores pela análise de discriminante pode levar a conclusões errôneas; para evitar isto, recorre-se a examinar a magnitude da estatística Wilks lambda.

A existência de acessos malposicionados, extremamente variáveis, ou em duplicata, dentro dos Bancos de Germoplasma, tem sido apontada como um dos principais entraves na sua avaliação e conservação (STRAUS et al., 1989; BEUSELINK e STEINER, 1992; VAN HINTUN e VISSER, 1995). A caracterização morfológica de frutos e sementes tem sido usada para a delimitação de subfamílias e tribos de *Crusiaceae* (MOURÃO e BELTRATTI, 2000); portanto, acreditamos, também, que possa ser usada para discriminar entre raças e entre populações de pupunheiras.

No caso específico da pupunheira, a falta de conhecimentos sobre diversidade fenotípica e a origem exata do material mantido no Banco têm representado um problema quanto à seleção para o melhoramento genético e recomendação desse material para produtores e interessados. O propósito deste trabalho é aplicar as três técnicas estatísticas multivariadas, utilizando 15 descritores morfológicos, em duas

raças de pupunha (*Bactris gasipes* Kunth), em Manaus (Brasil), com o objetivo de caracterizá-las morfometricamente e conhecer sua variabilidade.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O banco de germoplasma de pupunha do INPA está localizado no km 38 da Rodovia BR-174 (Manaus-Boa Vista, RR), no município de Manaus. Cada acesso de pupunheira está representado, no banco, por nove plantas de uma única matriz (progênie), em espaçamento de 5 x 5 m. O solo é um Latossolo Amarelo, textura pesada, localizado em um platô suave-ondulado, cuja vegetação original foi floresta alta tropical (RANZANI, 1980). O clima caracteriza-se como Afi, no esquema Köppen (RIBEIRO, 1976). O estudo foi realizado em plantas com oito anos, sendo caracterizado e avaliado um cacho por planta e dez frutos por cacho. Uma equipe do INPA especialmente treinada utilizou, inicialmente, uma lista de 41 descritores morfológicos recomendada para pupunha por Clement (1986). Foram caracterizadas 216 plantas e 2160 frutos das raças Pará e Putumayo (Tabela 1).

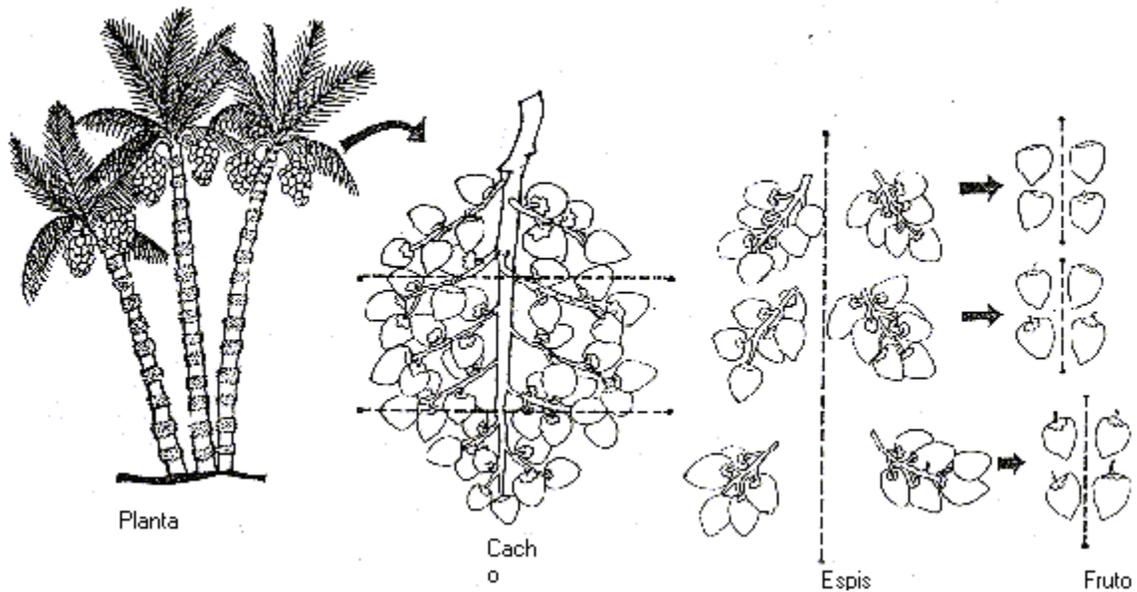
**Tabela 1.** Número de acessos e plantas de 12 populações de pupunheiras das raças Pará e Putumayo, existentes no INPA, em Manaus.

<b>Locais</b>	<b>Número de acessos</b>	<b>Número de matrizes</b>
<b>Totais Raça Pará</b>	<b>22</b>	<b>67</b>
Belém (PA)	07	16
Santarém (PA)	01	03
Rio Preto da Eva (AM)	06	26
Manaus (AM)	08	22
<b>Totais Raça Putumayo</b>	<b>45</b>	<b>149</b>
Manacapuru (AM)	01	04
Alto Solimões (AM)	11	37
Santo A. do Içá (AM)	03	07
Aldeia Vendaval (AM)	05	32
São P. de Olivença (AM)	06	28
Aldeia Umari-Açu (AM)	05	05
Benjamim Constant (AM)	08	21
Tabatinga (AM)	06	15

## **2.1. Descritores**

1. Número de espigas por cacho = Nuesca  
Conta-se o número de espigas por cacho
2. Comprimento da ráquis = Comraq  
Medida de comprimento da ráquis, da primeira espiga até a última (mm).
3. Comprimento do pedúnculo = Comtal  
Medida do comprimento do pedúnculo do cacho, da inserção no estipe, até a primeira espiga, no cacho (mm).

4. Número de frutos por cacho = Numfru  
Contagem de todos os frutos com sementes.
5. Número de frutos por espiga = Numfre  
Contagem de todos os frutos, em cada espiga.



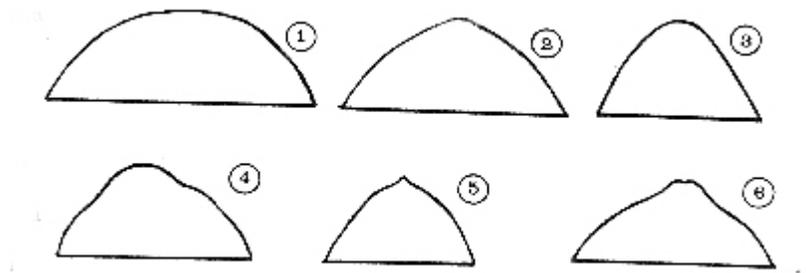
**Figura 1.** Modelos de planta, cacho, espigas e frutos de pupunheira, adaptados de Morera Monje (1981)

6. Forma do fruto fértil = Forfru  
O fruto é cortado em metades, faz-se o esboço de uma metade sobre um papel, compara-se a forma com o esquema abaixo (Adaptado de Morera Monje, 1981, com modificações).
7. Diâmetro máximo dos frutos = Diamax  
Calcula-se o diâmetro médio de 10 frutos, na parte mais larga dos mesmos (mm).

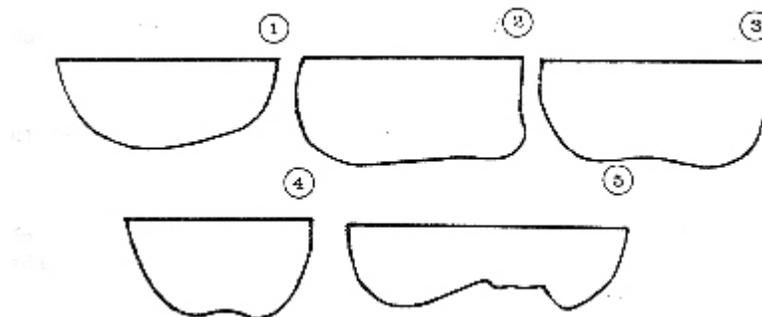
8. Forma dos frutos partenocárpicos = Forpar Idem (1.6)

9. Forma do ápice dos frutos = Forapi

Compara-se a forma dos frutos com o esquema e atribui-se nota de acordo com o esquema.

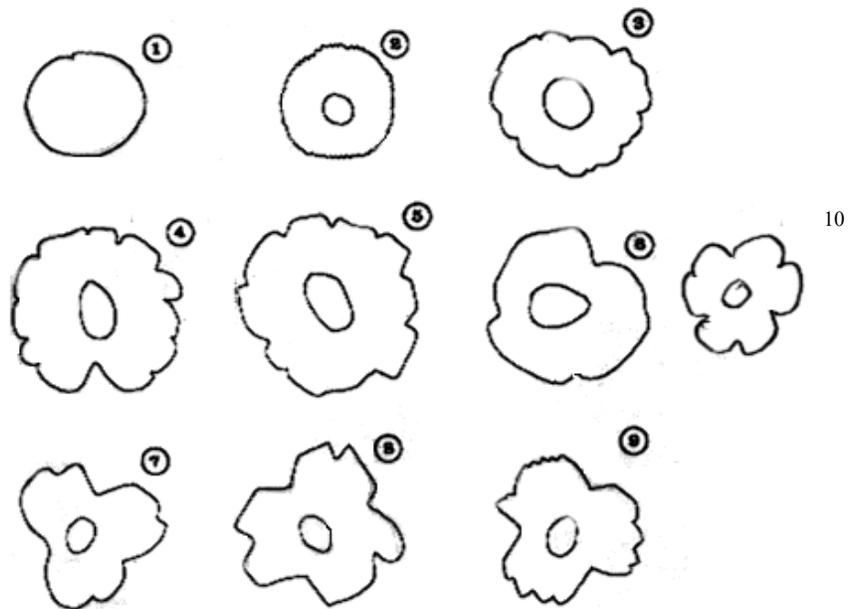


10. Forma da base dos frutos = Forbas Idem 2.12



11. Forma da corola = Forcal

Desenham-se os contornos da corola em uma folha de papel, comparando-os com o modelo.



12. Comprimento dos frutos = Comfru

São escolhidos aleatoriamente 10 frutos no cacho, distribuídos a modo de representar todos os estratos, mede-se o comprimento destes com um paquímetro e calcula-se a média (mm).

13. Diâmetro do fruto = Diafru

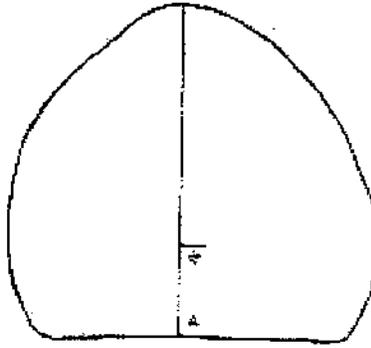
Nos mesmos frutos, antes escolhidos (idem 1.12), mede-se o diâmetro.

14. Relação diâmetro / comprimento dos frutos = Relaç1

O diâmetro médio dos frutos é dividido pelo comprimento médio dos mesmos, para obter esta relação.

15. Distância morfológica dos frutos = Distan

É medida a distância média de 10 frutos, da base do fruto até o maior diâmetro (mm).



**Figura 2.** Esboço de um fruto de pupunha mostrando a distância morfológica entre a base e o maior diâmetro (adaptado de MORERA MONJE, 1981).

16. Relação: distância / comprimento dos frutos = Relaç2

Esta relação é obtida dividindo-se a distância pelo comprimento do fruto fértil.

17. Peso dos frutos = Pesfru

Todos os frutos férteis do cacho são pesados, e dividindo-se pelo número de frutos, para obter-se a média (g).

18. Número de frutos partenocárpicos = Nufpra

São contados todos os frutos sem sementes no cacho.

19. Adensamento dos frutos no cacho = Compca

Usando-se uma escala de 1 a 9, é determinado o adensamento de frutos no cacho: (1) pouco; (9) muito adensado.

20. Peso da ráquis = Pesraq

Após a extração dos frutos, é pesada a ráquis do cacho, expressando seu valor em gramas.

21. Cor dos frutos = Corfru

À coloração das cascas, é atribuída nota de acordo: (1) amarela; (2) vermelha; (3) laranja; (4) outras

22. Padrão de mudança de cor dos frutos = Mudcor

É atribuída uma nota de acordo com a origem da mudança de coloração, durante o amadurecimento, sendo: (1) da base para o centro; (2) do centro; (3) do ápice; (4) irregular, quando não tem um padrão de início de maturação.

23. Brilho das cascas = Bricas

É atribuída uma nota às cascas dos frutos, de acordo com seu brilho, variando de 1 a 9, sendo: (3) opaca; (5) média; (7) brilhante; (9) muito brilhante.

24. Espessura das cascas = Espcas

As cascas de 10 frutos cozidos são retiradas e medidas suas espessuras, com um paquímetro, em mm.

25. Facilidade para descascar = Facilde

Avalia-se a dificuldade para descascar os frutos cozidos, atribuindo-se notas de 1 a 9, sendo: (1) fácil de descascar; e (9) muito difícil.

26. Peso das cascas = Pescas

As cascas retiradas (1.24) são pesadas e calculada a média, em g.

27. Relação = Relaç3

O peso médio das cascas é dividido pelo peso dos frutos, calculando-se esta relação.

28. Cor do mesocarpo = Corpol

À cor da polpa dos frutos crus, é atribuída nota, sendo: (1) amarela; (2) vermelha; (3) laranja; e (4) outras.

29. Textura da polpa =Texpol

A polpa crua é pressionada entre os dedos, determinando sua textura, como sendo: (1) firme; (2) média; (3) mole; (4) muito mole.

30. Sabor dos frutos = Sabfru

A determinação do sabor dos frutos cozidos, sem sal, é determinada pela análise sensorial, com atribuição de notas de 1 a 9, sendo:(3) ruim; (5) regular; (7) agradável; (9) muito agradável; e (1) muito ruim.

31. Irritação causada = Irrita

Um pedaço de polpa crua é colocada na boca para avaliar a irritação causada pelo oxalato de cálcio, atribuindo-se notas: (0) não causa; (1) causa.

32. Forma das sementes = Forsem

A forma das sementes é avaliada de acordo com notas, sendo: (1) cônica; (2) elíptica; (3) ovóide; (4) outras.

33. Comprimento das sementes = Comsem

O descritor refere-se ao comprimento médio de 10 sementes (mm), medidas com paquímetro da base ao ápice.

34. Diâmetro de sementes = Diasem

Diâmetro médio de 10 sementes (mm).

35. Posição da semente no fruto = Poseme

De acordo com a posição da semente no fruto, é atribuída nota de 1 a 9, sendo: (3) basal; (5) central; (7) apical; e (1) muito basal.

36. Espessura da polpa = Esend

Mede-se com um paquímetro a espessura da polpa de 10 frutos (mm).

37. Aderência da semente ao mesocarpo = Aderse

Partir o fruto ao meio, verificando-se a dificuldade para retirar a semente, atribuindo-se notas, variando de 1 a 9, sendo: (3) pouca; (5) média; (7) muita.

38. Peso fresco das sementes = Peseme

Peso médio das sementes de 10 frutos (g).

39. Rendimento dos frutos = Rendim

$$\text{Rendim} = \left( \frac{\text{Pesfru} - \text{Pescas} - \text{Peseme}}{\text{Pesfru}} \right) \times 100$$

40. Conteúdo de água nos frutos crus = Água

Uma porção de polpa crua é esfregada entre os dedos para determinar presença de água, atribuindo-se notas entre 1 e 9; como sendo: (3) muito aquosa; (5) média; (7) seca; (9) extremamente seca; e (1) muito aquosa.

#### 41. Conteúdo de óleo nos frutos = Óleo

Na mesma porção antes utilizada para determinar umidade, também se determina a presença de óleo, atribuindo-se as mesmas notas, sendo: (3) baixo; (5) médio; (7) razoável; (9) alto.

#### 42. Conteúdo de fibra nos frutos = Fibras

Da metade do fruto antes cortada, toma-se a parte não amassada e determina-se, pelo tato, o teor de fibras, atribuindo-se notas de 1 a 9, sendo: (3) poucas fibras; (5) médio; (7) muita; (9) extremamente fibroso; e (1) sem fibras.

Inicialmente, os 42 descritores morfológicos, selecionados por Clement (1986), foram primeiramente submetidos à análise de Variância e a significância dada pelo teste F de Snedecor, para os descritores quantitativos. Os descritores qualitativos foram submetidos ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis, que é o equivalente não paramétrico à análise de Variância, e a significância expressa pelo Qui-quadrado Levin (1987).

Os 25 descritores que apresentaram diferenças significativas entre as duas raças, foram submetidos ao teste de Normalidade de D'Agostino (AYRES et al., 2000). Por este método, foram selecionados 15 descritores: número de espigas por cacho (Nuesca); comprimento da ráquis (Comraq); distância morfológica dos frutos (Distan); peso dos frutos (Pesfru); adensamento dos frutos no cacho (Compca); espessura das cascas (Espcas); facilidade para descascar os frutos (Facilde); peso das cascas (Pescas); textura da polpa (Texpol); sabor dos frutos (Sabfru); espessura da polpa (Esend); peso das sementes (Peseme) e teores de Água, Óleo e Fibras.

Para a aplicação das análises multivariadas, o conjunto de dados foi padronizado, ficando cada descritor com média nula e variância unitária. A análise de agrupamento foi processada segundo a metodologia proposta por Sneath E Sokal (1973) e foi aplicada aos dados utilizando-se como coeficiente de semelhança entre pares de locais a distância euclidiana, que é um coeficiente de dissimilaridade, pois

quanto menor a distância entre dois locais, mais similares eles são, segundo as características consideradas. A estratégia de agrupamento adotada foi a Average Linkage (UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages).

Na análise de componentes principais, a variância contida em cada componente principal é expressa pelos autovalores da matriz padronizada. O maior autovalor é associado ao primeiro componente principal, o segundo maior autovalor ao segundo componente principal, até que o menor autovalor esteja associado ao último componente principal, o que coloca os primeiros como os mais importantes. Sendo assim, os primeiros componentes principais explicam, geralmente, grande parte da variância das variáveis originais. Esta análise permitiu reduzir o espaço de variáveis originais (15 descritores) num conjunto menor (oito descritores), preservando o máximo da variabilidade original dos dados. A esse conjunto aplicou-se a análise discriminante, segundo a metodologia recomendada por Kleka, (1975); Tabachnick e Fidell, (1983) e Engelman, (1997). Como resultado desta análise, foi obtida uma função discriminante que conseguiu reter 100% da variância inicial, para as duas raças e três funções discriminantes, para as doze populações, retendo 80,4 % da variância e, posteriormente, participando da matriz de classificação, permitindo uma reclassificação dos acessos malclassificados nas posições corretas.

Os 15 descritores que apresentaram padrão de normalidade, foram submetidos ao teste multivariado Wilk's-lambda. Posteriormente, os 15 descritores selecionados foram analisados pelos testes multivariados de análise discriminante (KLEKA, 1975); Tabachnick e Fidell (1983); Engelman (1997) e análise de agrupamento, através da distância euclidiana (SNEATH e SOKAL,1973; CRISCI e LOPEZ, 1983; CRUZ e REGAZZI,1994), para determinar as relações fenéticas entre as morforraças e entre as populações. Para as diversas análises, foram utilizados os programas computacionais: Bioestat 2.0, (AYRES et al., 2000), Excell, Statistica 5,1, Systat 7.0, (ENGELMAN et al., 2000) e Word.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 2**, são mostrados os descritores que não apresentaram diferenças significativas, para Comtal, Relaç1, Forbas, Forcal, Corfru, Bricas, Corpol, Irrita e Aderse. Seguindo as recomendações de Clement (1986), não foram utilizados os descritores Forpar e Nufrpa por apresentarem extrema variância ambiental, e Relaç1, por não ter aplicação prática. Comparando os valores dos Quadrados Médios deste estudo com os de Clement (1986), observamos que este autor achou valores menores para Comfru, Diafru e Peseme; já, o valor para peso dos frutos foi muito alto comparado com nossos resultados. O mesmo autor não encontrou diferenças significativas para Comfru. Observa-se, também, a forte influência ambiental mostrada pelos descritores quantitativos em relação aos qualitativos, principalmente os descritores comprimento da ráquis (Comraq), comprimento do pedúnculo do cacho (Comtal), número de frutos (Numfru) e peso da ráquis (Pesraq).

De acordo com Kleka (1975), os descritores com valores menores de Wilk`s são os mais úteis. Observa-se, na **Tabela 3**, que o adensamento de frutos no cacho teve maior utilidade, seguido pelo peso dos frutos e, com exceção dos teores de água e óleo, os descritores seguintes estão muito relacionados com o tamanho dos frutos. Os valores de Texpol e Nuesca estão um pouco acima dos relatados por Clement (1988).

No dendrograma da **Figura 3**, é apresentado o resultado obtido na análise de agrupamento, mostrando a formação de dois grupos. O grupo da direita é formado pelas populações de Manaus, Rio Preto da Eva, Belém e Santarém. Este grupo é formado pelas populações da raça Pará. O segundo grupo é formado com as populações de Aldeia Vendaval, Alto Solimões, Tabatinga, São Paulo de Olivença, Benjamin Constant, Aldeia Umari-Açu e Santo Antônio do Içá, todas pertencendo à raça Putumayo. Observa-se que a população de Manacapuru não pertence a nenhuma das raças, sendo citada na literatura como pertencente à raça Pará (CLEMENT, 2002, comunicação pessoal).

Na análise de componentes principais, mostrada na **Figura 4**, foram considerados os dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2, que, juntos,

concentraram 72 % da variância original dos descritores (**Tabela 4**). O primeiro componente principal caracterizou-se, principalmente, pelo vigor reprodutivo e pela qualidade dos frutos. As correlações entre os descritores: comprimento da ráquis (Comraq), peso dos frutos (Pesfru), espessura das cascas (Espcas), peso das cascas (Pescas) e espessura da polpa (Espend), e o primeiro componente são negativas, indicando que as populações posicionadas à esquerda do eixo "x" possuem cachos com ráquis mais compridas, frutos mais pesados, com cascas mais grossas e mais pesadas, e frutos com maior espessura de polpa, quando comparados com frutos de outras populações localizadas à direita do eixo "x".

As correlações entre os descritores adensamento de frutos no cacho (Compca), facilidade para descascar os frutos (Facilde) e sabor dos frutos são positivas, indicando que as populações localizadas à direita do eixo "x" possuem cachos com maior adensamento de frutos, frutos com maior facilidades para serem descascados e frutos mais saborosos do que aquelas populações localizadas à esquerda do eixo "x". No segundo componente principal, destacam-se as correlações positivas dos descritores número de espigas por cacho (nuesca) e teor de fibras nos frutos, indicando que as populações localizadas mais acima do eixo "x" possuem cachos com maior número de espigas e frutos com maior conteúdo de fibras. Percebe-se, na **Figura 3**, que as populações localizadas à direita do eixo "x" (Belém, Santarém, Rio Preto da Eva e Manaus) fazem parte exatamente do G1, formado pela análise de agrupamento, tendo maior adensamento de frutos no cacho, frutos mais fáceis de serem descascados e frutos mais saborosos.

Ainda na **Figura 3**, à esquerda do eixo "x", estão localizadas as populações: Alto Solimões, Aldeia Vendaval, Aldeia Umari-Açu, Tabatinga, Benjamin Constant, São Paulo de Olivença e Santo Antônio do Içá, que compõem, exatamente, o grupo G2, da análise de agrupamento. Por estar localizado à esquerda do eixo "x", este grupo possui cachos com ráquis mais compridas, frutos mais pesados e com maior espessura de casca, cascas mais pesadas e frutos com maior volume de polpa.

Em relação ao eixo "x", nota-se, na **Figura 3**, destaques apenas para Manacapuru, por estar localizada muito abaixo das demais. Esta população possui

maior número de espigas por cacho, maior teor de fibras nos frutos, menor distância morfológica de frutos e menor peso de sementes, quando comparada com as demais populações. Manacapuru pode ser considerada uma população atípica nestas análises. Esta população, na análise de agrupamento, não formou grupo com nenhuma das raças e, na análise de componentes principais, localizou-se no ponto mais baixo do gráfico, indicando sua dissimilaridade fenotípica em relação às raças Pará e Putumayo,

A matriz de classificação apresentada na **Tabela 7** mostra que a raça Pará, possuía inicialmente 67 plantas, dos quais 57 (85 %) estavam classificadas corretamente, mas 10 pertencem à raça Putumayo. Totalizando a raça Pará, há 57 plantas próprias e mais 21 que incorporaram de Putumayo. Esta possuía, originalmente, 149 plantas, das quais foram classificadas corretamente 128 (86 %), cedeu 21 para Pará e ganhou 10 desta, perfazendo um total de 138 plantas corretamente classificadas.

A análise é discriminante, executada pelo método de passos “stepwise”, utilizando-se dos 15 descritores, selecionou os descritores mais úteis para discriminar entre as populações das raças ‘Pará’ e ‘Putumayo’, e são apresentados na **Tabela 5**, que ilustra o comportamento das três principais funções discriminantes que foram utilizadas na separação das doze populações das raças ‘Pará’ e ‘Putumayo’, utilizando-se dos descritores quantitativos e qualitativos. Observa-se que a primeira função explica-se, principalmente, pelo conteúdo de água nos frutos. O peso dos frutos (Pesfru) e o número de espigas por cacho (Nuesca) também tiveram destaques, embora com menor definição.

A segunda função discriminante explica-se pelo número de espigas por cacho (Nuesca) e pela espessura do mesocarpo (Esend). O teor de água nos frutos teve influência negativa no comportamento desta segunda função discriminante.

A terceira função discriminante explica-se pela espessura das cascas (Espcas), pelo conteúdo de óleo nos frutos (Óleo) e pelo peso das sementes (Peseme). Estes resultados estão de acordo com os dados de Clement e Coradin, (1988), os quais afirmam que os teores de água e de óleo podem ser usados para separar as raças ‘Pará’ e ‘Putumayo’, já que a raça ‘Pará’ se caracteriza por apresentar frutos menos secos em relação à raça ‘Putumayo’.

A matriz de classificação, mostrada na **Tabela 8**, utilizou 15 descritores morfológicos. Pelo método discriminante “step wise”, selecionaram-se os descritores Água (11,5), Óleo (7,5), Pesfru (6,6) e Pescas (4,1), com maior poder discriminantes em valores decrescentes de “F”.

Observa-se que, inicialmente, a Aldeia Vendaval tinha 32 plantas, mas destas só 15 (47 %) estão corretamente classificadas, já que 3 pertencem a Alto Solimões, 4 a Belém, 1 a Santo Antônio do Içá, 1 a Manaus, 1 a Rio Preto da Eva, 1 a Santarém e 2 a Tabatinga. Esta população ficou com 20 indivíduos, já que, além dos 15 bem classificados, ganhou 1 de Alto Solimões, 1 de Belém, 2 de Manaus e 1 de Rio Preto da Eva.

Alto Solimões, no início da análise, tinha 37 plantas, das quais 11 (30 %) estavam corretas, mas 1 pertencia a Vendaval, 5 a Santo Antônio, 1 a Manacapuru, 3 a Manaus, 6 a Rio Preto, 1 a Santarém, 2 a São Paulo de Olivença, 3 a Tabatinga e 4 à Aldeia Umari-Açu. Ao todo, esta população ficou com 20 plantas, já que, além das 11, ganhou mais nove das outras populações.

Inicialmente, Benjamim Constant tinha 21 plantas, das quais apenas 10 (48 %) pertencem a esta: portanto, remanejou 10 e incorporou 18, totalizando 28 plantas corretamente posicionadas. Belém tinha inicialmente 16 plantas, das quais 14 (88 %) estão corretamente classificadas, remanejou 1 para Vendaval e 1 para Rio Preto da Eva, incorporou 13 e ficou com 27 plantas corretamente classificadas.

Santo Antônio, originalmente, tinha 7 plantas, das quais 4 (57 %) estavam bem classificadas, remanejou 2 para Alto Solimões e 1 para Umari-Açu, e incorporou 8, ficando 12 plantas corretamente posicionadas. Manacapuru tinha, no início, 4 plantas, das quais 50 % estavam corretas, remanejou 1 para Vendaval e 1 para Benjamim, ganhou 5, ficando com 7 plantas corretamente classificadas.

A população de Manaus tinha, inicialmente, 22 plantas, mas a análise discriminante mostrou que nenhuma destas pertencia a Manaus, já que distribuiu todas, adquiriu 6 plantas, ficando assim. Esta população seria um Centro de Hibridação, incorporando grande fluxo de genes de outras populações, o que já tinha sido observado por Clement e Coradin (1988) e ficou aqui comprovado.

Rio Preto tinha, inicialmente, 26 plantas, das quais 9 (35 %) estavam corretas, remanejou 17 para outras populações e adquiriu 28, ficando com 28 plantas corretamente posicionadas. Santarém, que iniciou com 3 plantas, mostrou que apenas 1 (33 %) pertencia a ela, já que as outras pertenciam: 1 a Benjamim e outra a Belém. Incorporou 5, ficando com 6 plantas bem classificadas.

São Paulo, tinha no início, 28 plantas, das quais 17 (61 %) tiveram classificação correta, remanejou 11 para outras populações e ganhou 7, ficando com 24 plantas corretamente classificadas. Tabatinga iniciou a análise com 15 plantas, das quais apenas 5 (33 %) estavam bem posicionadas, remanejou 10 indivíduos e ganhou 13, ficando com 18 plantas corretamente classificadas. Aldeia Umari-Açu começou com 5 plantas como próprias, das quais 4 (80 %) pertencem a ela, remanejou 1 planta para Alto Solimões e ganhou 16 de outras populações, totalizando 20 plantas corretamente posicionadas.

Pela matriz de classificação (**Tabela 8**), as populações que mais remanejaram matrizes, foram Alto Solimões e Manaus, com 26 e 22 plantas, respectivamente. Para Alto Solimões, pode ser explicado pelo fato de que a zona de coleta seguiu o gradiente ao longo do rio do mesmo nome, incorporando genes de outras populações. Para Manaus, já foi explicado anteriormente.

As populações que remanejaram menos plantas, foram Belém, Manacapuru, Santarém e Umari-Açu, com 2 plantas as três primeiras e 1 a última. Fazendo ressalva ao baixo número de plantas-matrizes iniciais, para Santarém e Manacapuru, fica a incógnita a respeito de Belém, que também é considerado um Centro de Hibridação: portanto, deveria ter maior número de plantas com posicionamento incorreto. As populações que mais incorporaram plantas de outras populações, foram Rio Preto e Benjamim Constant, com 19 e 18, respectivamente.

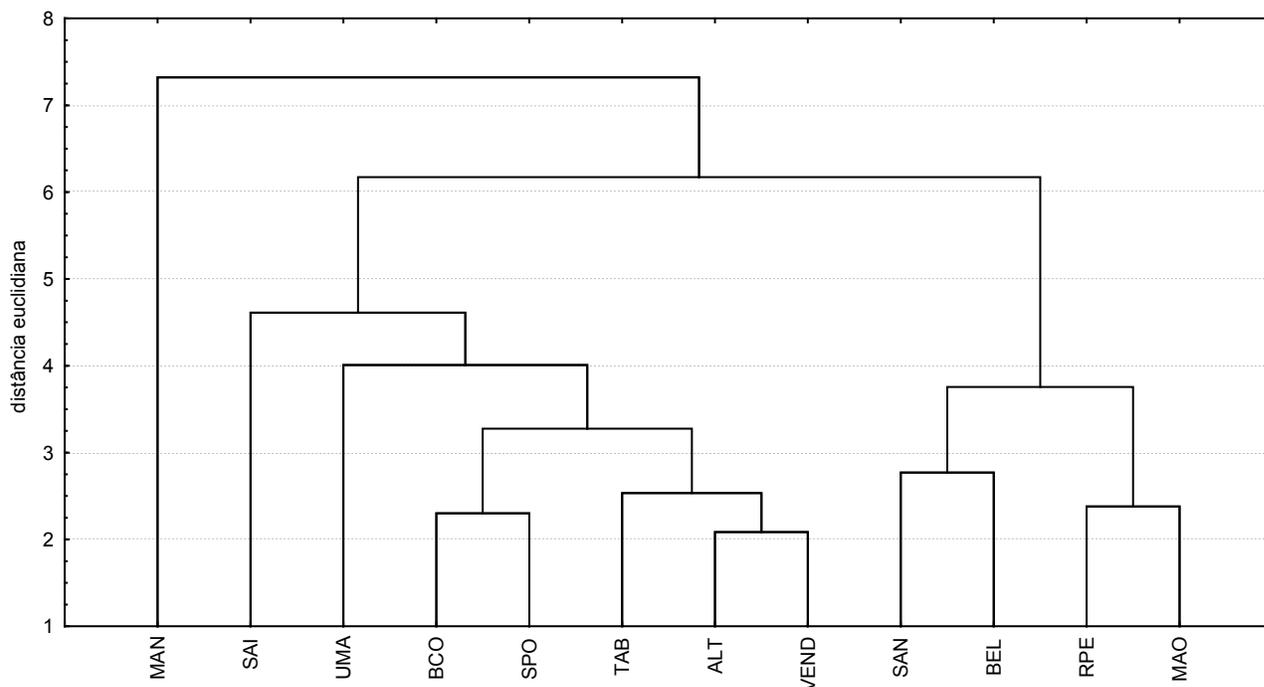
#### **4. CONCLUSÕES**

De acordo com a análise dos dados e a metodologia utilizada, podemos concluir que: dos 42 descritores morfológicos iniciais, apenas 15 tiveram diferenças significativas, padrão de normalidade e alto poder discriminante. A análise discriminante pelo método “stepwise” mostrou que a morforraça ‘Pará’ tinha 15 % dos acessos malposicionados, com 15 descritores, e 9 %, com 8 descritores. A raça Putumayo tinha 14 e 9 % corretamente posicionados, respectivamente, pelos dois métodos. A população de Manacapuru, antes classificada como pertencendo à morforraça ‘Pará’, não mostrou características morfológicas desta raça na análise de agrupamento nem na análise de componentes principais.

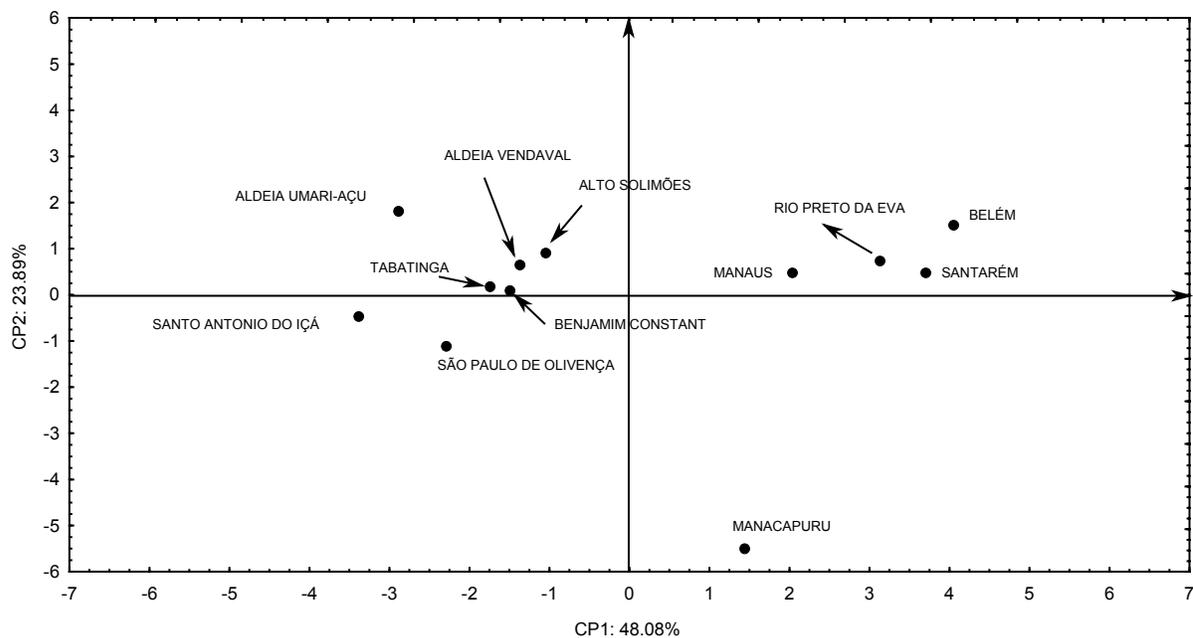
**Tabela 2.** Resultados da análise de variância de 40 descritores morfológicos das raças Pará e Putumayo, e respectivas significâncias estatísticas. Manaus, 2002.

Descritores	Quadrados médios	F	P
1-Nuesca	145,833	2,669	0,003 **
2-Comraq	109086,676	5,826	0,000 **
3-Comtal	4566,515	0,519	0,889 n.s.
4-Numfru	22809,356	4,300	0,000 **
5-Numfre	6,791	2,775	0,002 **
6-Forfru <sup>1</sup>	23,202	20,316	0,041 *
7-Diamax	553,938	10,583	0,000 ***
8-Forapi <sup>1</sup>	15,891	27,954	0,003 **
9-Forbas <sup>1</sup>	5,173	15,557	0,158 n.s.
10-Forcal <sup>1</sup>	10,009	20,816	0,035 n.s.
11-Comfru	608,674	12,968	0,000 ***
12-Diafru	597,269	10,837	0,000 ***
13-Relaç1	0,021	1,663	0,084 n.s.
14-Distan	31,886	2,343	0,010 **
15-Relaç2	0,024	3,507	0,000 ***
16-Pesfru	621,782	10,362	0,000 ***
17-Compca <sup>1</sup>	8,646	28,702	0,003 **
18-Pesraq	106321,412	4,478	0,000 ***
19-Corfru <sup>1</sup>	0,474	13,140	0,284 n.s.
20-Mudcor <sup>1</sup>	1,556	13,690	0,251 n.s.
21-Bricas <sup>1</sup>	1,210	15,386	0,165 n.s.
22-Espcas	0,923	10,218	0,000 ***
23-Facilde <sup>1</sup>	30,490	49,942	0,000 ***
24-Pescas	24,898	7,171	0,000 ***
25-Relaç3	0,127	10,976	0,001 **
26-Corpol <sup>1</sup>	1,679	9,720	0,556 n.s.
27-Texpol <sup>1</sup>	1,107	18,605	0,069 *
28-Sabfru <sup>1</sup>	5,680	35,651	0,000 ***
29-Irrita <sup>1</sup>	0,140	11,072	0,437 n.s.
30-Forsem <sup>1</sup>	0,927	22,207	0,023 *
31-Comsem	131,981	10,840	0,000 ***
32-Diasem	12,410	3,513	0,000 ***
33-Poseme <sup>1</sup>	1,940	24,385	0,011 **
34-Espend	133,686	10,435	0,000 ***
35-Aderse <sup>1</sup>	0,658	6,108	0,866 n.s.
36-Peseme	6,463	5,108	0,000 ***
37-Rendim	168,266	7,497	0,000 ***
38-Água <sup>1</sup>	36,698	95,644	0,000 ***
39-Óleo <sup>1</sup>	24,478	85,095	0,000 ***
40-Fibras <sup>1</sup>	3,241	24,638	0,010 **

<sup>1</sup> Descritores qualitativos; F (1, 214) \* significativo a 0,05 ; \*\* a 0,01 ; \*\*\* a 0,001; Qui-quadrado, com 1 G.L, mesma notação.



**Figura 3.** Classificação das populações das raças Pará e Putumayo, segundo a análise de agrupamento. Manaus, 2002.



**Figura 4.** Dispersão bidimensional segundo os componentes principais das 12 populações de pupunha das raças Pará e Putumayo. Manaus, 2002.

**Tabela 3.** Resultados de 15 descritores morfológicos de pupunha submetidos ao teste Wilk`s-lambda e significância pelo Qui-quadrado a 0,05 de probabilidade. Manaus, 2002.

Descritores	Wilk`s-lambda	P
Compca	0,5845	0,0000 ***
Pesfru	0,6051	0,0000 ***
Água	0,6319	0,0000 ***
Espend	0,6351	0,0000 ***
Espcas	0,6457	0,0000 ***
Óleo	0,6709	0,0000 ***
Pescas	0,6753	0,0000 ***
Fibras	0,7174	0,0000 ***
Compca	0,7763	0,0000 ***
Facilde	0,7835	0,0000 ***
Peseme	0,7975	0,0000 ***
Sabfru	0,8155	0,0000 ***
Texpol	0,8604	0,0010 ***
Distan	0,8684	0,0022 ***
Nuesca	0,8942	0,0215 *

**Tabela 4.** Correlações entre cada descritor e os respectivos componentes principais para as raças Pará e Putumayo dos 15 descritores morfológicos. Manaus, 2002.

Descritores	CP1	CP2
<b>Nuesca</b>	-0,5763	0,6995
Comraq	-0,8630	-0,0148
Distan	0,0249	-0,9594
Pesfru	-0,9239	-0,2641
Compca	0,7394	-0,2456
Espcas	-0,9191	-0,1128
Facilde	0,9365	-0,1537
Pescas	-0,9419	0,1173
Texpol	-0,1149	-0,5684
Sabfru	0,8952	0,1713
Espend	-0,9063	-0,2489
Peseme	-0,4483	-0,8066
Água	-0,2727	-0,2975
Óleo	-0,4000	0,5194
<b>Fibras</b>	-0,2339	0,7549
Variâncias %	48,1	23,9

**Tabela 5.** Funções discriminantes padronizadas desenvolvidas para discriminar entre 12 populações das raças 'Pará' e 'Putumayo'. Manaus, 2002.

Descritores	Função 1	Função 2	Função 3
Nuesca	0,300	0,585	0,227
Comraq	0,118	-0,137	-0,167
Distan	-0,074	-0,044	-0,169
Pesfru	0,305	0,222	-0,406
Compca	0,022	-0,040	0,222
Espcas	0,137	0,217	0,827
Facilde	-0,172	0,135	-0,185
Pescas	0,112	0,278	0,197
Texpol	0,056	0,305	0,036
Sabfru	-0,043	-0,127	0,291
Espend	0,131	0,434	-0,166
Peseme	0,182	0,212	-0,442
Água	0,832	-0,523	0,231
Óleo	-0,012	0,208	0,671
Fibras	0,188	0,287	0,004
<b>Variância %</b>	47,8	19,0	13,4

**Tabela 6.** Matriz de classificação de 216 pupunheiras, das raças Pará e Putumayo pela análise discriminante, com 8 descritores morfológicos. Manaus, 2002.

Raças	Pará	Putumayo	Correta (%)	Total
Pará	61	06	91	67
Putumayo	28	121	81	149
Total	89	127	84	216

**Tabela 7.** Matriz de classificação de 216 pupunheiras, das raças Pará e Putumayo, com 15 descritores morfológicos pelo método discriminante "step wise". Manaus, 2002.

Raças	Pará	Putumayo	Correta (%)	Total
Pará	57	10	85.0	67
Putumayo	21	128	86.0	149
Total	78	138	86.0	216

**Tabela 8.** Matriz de classificação dos acessos de 12 populações de pupunheiras, das raças 'Pará' e 'Putumayo', pelo método "step wise", mediante funções classificatórias associadas às funções discriminantes. Manaus, 2002.

Populações	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cor- reta (%)	Total de planta s
1- A.Vendaval	15	03	0	04	01	00	01	01	01	00	02	04	47	32
2- A.Solimoes	01	11	00	00	05	01	03	06	01	02	03	04	30	37
3- B.Constant	00	01	10	00	00	02	00	03	00	01	04	00	48	21
4-Belém	01	00	00	14	00	00	00	01	00	00	00	00	88	16
5-S.A.Içá	00	02	00	00	04	00	00	00	00	00	00	01	57	07
6-Manacapuru	00	01	01	00	00	02	00	00	00	00	00	00	50	04
7- Manaus	02	00	05	03	00	00	00	05	02	03	00	02	00	22
8- R.P. da Eva	01	00	07	05	00	00	00	09	00	00	00	04	35	26
9- Santarém	00	00	01	01	00	00	00	00	01	00	00	00	33	03
10-S.P.Olivença	00	00	01	00	00	02	00	03	01	17	04	00	61	28
11-Tabatinga	00	01	03	00	02	00	02	00	00	01	05	01	33	15
12-Umari-Açu	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	04	80	05
TOTAL	20	20	28	27	12	07	06	28	06	24	18	20	43	216

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, M.; AYRES, Jr, AYRES, M.; AYRES, D.L.; DOS SANTOS, A. **BioEstat 2.0.1** (ed.). Belém, Sociedade Civil Mamairaguá-CNPQ-MCT, 2000, 260 p.

BEUSELINCK, P.R.; STEINER, J.J. A Proposed Framework for identifying, quantifying and utilizing plant germoplasm resources. **Field Crop Research**. v.29, p.261-272, 1992.

CLEMENT, C.R. **Descriptores mínimos para el pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K. y sus implicaciones filogenéticas**. 1986, 128 f. Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

CLEMENT, C.R. Domestication of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes*): past and present. **Advanced in Economic Botany**, New York, Botanical Garden, v.6, p.155-174, 1988.

CLEMENT, C.R.; CORADIN, L. (ed) **Final Report (revised): Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K) germplasm bank**. Manaus, U.S. Agency for International Development. 1988. 105 p.

CLEMENT, C.R.; SOUZA, N.R.; RODRIGUES, D.P.; ASTOLFI-FILHO, S.; NÚÑES-MORENO, Y.; TORRES-PAQUAL, V.; GALLEGU-RODRIGUEZ, F.J. Use of AFLPs to distinguish landraces of pejibaye (*Bactris gasipaes*) in Brazilian Amazônia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 2002, no prelo.

CRISCI, J.V.; LOPEZ, A.M.F. **Introducción a la taxonomía numérica**. Washington, USA: OEA, 1983, 133 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994, 390 p.

ENGELMANN, L. Discriminant Analysis. In: **SYSTAT 7.0 Statistic**. Chicago: WILKINSON, L. 1997, 751 p.

ISEBRANDS, G.; CROW, R. **Introduction to uses and interpretation of Principal Components Analysis in Forest Biology**, Minnesota, Forest Service, 1975. 461p.

KLEKA, W.R. **Discriminant Analysis: Quantitative application in the Social Science**. California, 1975, p.19-20.

KRUSKALL, J.B. Non-metrics multidimensional scaling: A numerical methods. **Psychometrica**, Illinois, v.29, n.1, p.115-129, 1964.

LEVIN, J. *Estatística aplicada a ciências humanas*. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1987, 292 p.

MORA URPI, J.; WEBER, J.C.; CLEMENT, C.R. PEACH PALM: (*Bactris gasipaes* Kunth). In: INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES. Roma, 1997, 83 p.

MORA URPI, J. El Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In: PALMERAS poco utilizadas de América Tropical; Informe de la Reunion de Consulta organizada por FAO y CATIE. San José, 1983, p.118-160.

MORERA MONJE, J.A. **Descripción sistemática de la colección Panamá de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) del CATIE**. 1986, 122 f., Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE/UCR. Turrialba.

MOURAO, K.S.M. ; BELTRATI, C.M. Morphology and anatomy of developing fruits and seed of (*Mammea americana* L) Crusiaceae. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.60, n.4, 2000.

PIMENTEL, R.A. **Morphometrics**, Iowa: Kendall/Hunt, 1979. 263 p.

RANZANI, G. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazônica**, Manaus, v.10, n.1, p.7- 41, 1980.

RIBEIRO, M.N.G. Aspectos climatológicos de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, v.6, n.2, 1977, p.229-223.

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**: The Principles and Practice of numerical classification. San Francisco : W.H. Freeman. 1973, 573 p.

SOKAL, R.R. Statistical methods in systematics. **Revista de Biologia**. San Francisco, v.40, p.337-391, 1965.

STRAUS, M.S.; PINO, J.A.; COHEN, J.I. Quantification of Diversity in ex-situ. **Plant Collections Diversity**, v.16, p.30-32, 1989.

TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using Multivariate Statistics**. California: Harper & Row. 1983, 445 p.

VAN HINTUN, J.L.T.; VISSER, D.L. Duplication Within and Between Germplasm Collection II. Duplication in Four European Barley Collections. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.42, p.135-145, 1995.

## **CAPÍTULO 3**

### **ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NA DISCRIMINAÇÃO DE RAÇAS AMAZÔNICAS DE PUPUNHEIRAS (*Bactris gasipes* Kunth) EM MANAUS (BRASIL)**

**(Submetido à Revista Brasileira de Fruticultura)**

# ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NA DISCRIMINAÇÃO DE RAÇAS AMAZÔNICAS DE PUPUNHEIRAS (*Bactris gasipes* Kunth) EM MANAUS (BRASIL)

## RESUMO

As raças e populações de pupunheiras ao longo dos Rios Amazonas e Solimões apresentam grande variabilidade genética ainda não totalmente caracterizada. Neste estudo, foram aplicadas técnicas estatísticas multivariadas de agrupamento de componentes principais e análise de discriminante a 15 descritores morfológicos numa tentativa de caracterizar, morfometricamente, três raças existentes ao longo da Bacia desses rios. As três análises em conjunto permitiram uma discriminação das raças, mostrando também que os descritores mais importantes nessa seleção foram: número de espigas, comprimento da ráquis, peso do fruto, espessura das cascas, facilidade para descascar os frutos, peso das cascas, sabor dos frutos, espessura da polpa, distância morfológica dos frutos e peso da semente.

**Termos para indexação:** descritores, análise de componentes principais, análise discriminante, análise de agrupamento.

**MULTIVARIATE ANALYSIS ON DISCRIMINATION OF AMAZONIC LANDRACES OF  
PEACH PALM (*Bactris gasipaes* Kunth) IN MANAUS, BRAZIL**

**ABSTRACT**

Landraces and populations of peach palm growing along the Amazon and Solimões rivers present great genetic variability, that it was not totally characterized . In the present study, multivariate analysis was applied to fifteen morphological descriptors with the objective of morphometric characterizing three existim landraces of this plant along these rivers bacins. The three analysis together allowed to discriminate the studied landraces , showing that the most important descriptors were: numbers of ears per raceme, rachis length, fruit weight, thickness of fruit bark, facility to peel fruits, weight of fruits bark, fruit flavor, pulp thickness, morphological distance of fruits and seed weight.

**Index terms:** Principal components analysis, discriminant analysis and cluster analysis.

# 1. INTRODUÇÃO

A pupunha tem um potencial econômico e social muito grande, como fonte de alimento para o homem e animais, sendo, sem dúvida, a palmeira mais importante na América pré-colombiana. É tão importante quanto o milho e a mandioca, sendo o principal cultivo dos ameríndios de um extenso território do trópico úmido e de algumas regiões do trópico seco (MORA URPI, 1982; 1984). Mora Urpi et al. (1997) relataram que, na Amazônia, existem, pelo menos, oito raças primitivas de pupunheiras e, ao noroeste dos Andes, pelo menos mais cinco raças. Apresentaram a distribuição geográfica de mais 15 raças de pupunha, mostrando a existência das raças Pará, Solimões e Putumayo, embora os limites exatos entre essas raças não seja claro, já que existe muita interseção de acessos entre as raças.

Dados de Mora Urpi e Clement (1988) e Clement (2000), baseados em análise morfométrica, afirmam a existência de três raças ao longo da Bacia Amazônica. Trabalhos realizados com biologia molecular para verificar a existência das três raças negam a existência da raça Solimões (RODRIGUES, 2001; CLEMENT et al., 2002; SOUZA et al., 2002). Quando se deseja discriminar grupos ou populações, Sokal (1965) e Sneath e Sokal (1973) afirmam que a seleção das características é fundamental. As técnicas de estatística multivariada têm a capacidade de estudar características como um conjunto sinérgico, oferecendo um método adequado a ser aplicado em estudos de raças e populações de pupunheiras.

As técnicas de análise de agrupamento têm como objetivo dividir um grupo original de observações em vários grupos, seguindo algum critério de similaridade ou dissimilaridade (CRUZ e REGAZZI, 1994). Sneath e Sokal (1973) relatam que os métodos de agrupamento mais utilizados são os seqüenciais, aglomerativos, hierárquicos e não superpostos. O dendrograma é um diagrama em forma de árvore, que mostra a subdivisão dos grupos formados, buscando máxima homogeneidade entre os indivíduos no grupo e máxima heterogeneidade entre os grupos.

A caracterização morfológica de frutos e sementes tem sido utilizada para a delimitação de subfamílias e tribos de Crusiaceae (MOURÃO e BELTRATTI, 2000).

Sendo assim, a aplicação das técnicas estatísticas multivariadas é importante, na tentativa de discriminar raças e populações de pupunha.

A descrição sistemática de uma espécie facilita ou possibilita o uso potencial do material genético, que é a meta principal dos Bancos de Germoplasma. Assim, este estudo usou a coleção de germoplasma de pupunha do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, visando a examinar a existência de três raças de pupunheiras ao longo dos Rios Amazonas e Solimões.

A análise de grupamento pode ser complementada com a análise de componentes principais, cujo objetivo é tentar explicar a estrutura de variância e covariância das variáveis originais, construindo, mediante processo matemático, um conjunto menor de combinações lineares das variáveis originais, o qual preserve a maior parte da informação fornecida por essas variáveis. A análise multivariada discriminante também foi utilizada numa tentativa de classificar os locais que contêm as raças. O propósito deste trabalho foi aplicar as três técnicas estatísticas multivariadas, utilizando 15 descritores morfológicos, em três raças de pupunha (*Bactris gasipes* Kunth), em Manaus (Brasil), com o objetivo de caracterizá-las morfometricamente.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O banco de germoplasma de pupunha do INPA está localizado no km 38 da Rodovia BR-174 (Manaus-Boa Vista-RR), no município de Manaus. Cada acesso de pupunha está representado por nove plantas de uma única matriz (progênie de meios-irmãos), em espaçamento de 5 x 5 m. O solo é um Latossolo Amarelo, textura pesada, localizado em um platô suave-ondulado, cuja vegetação original foi floresta alta tropical (RANZANI, 1980). O clima caracteriza-se como Afi, no esquema Köppen (RIBEIRO, 1976). A caracterização morfológica de pupunha foi realizada a partir de plantas com oito anos, com um cacho por planta e 10 frutos por cacho. Foi utilizada uma lista de descritores morfológicos, recomendada para pupunha por Clement (1986), sendo

caracterizadas morfológicamente duzentas e sessenta plantas das raças 'Pará', 'Putumayo' e 'Solimões' (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de acessos e plantas de 16 populações de pupunheiras das raças Pará, Putumayo e Solimões, existentes no INPA. Manaus, 2002.

Locais	Número de acessos	Número de matrizes
<b>Totais Raça Pará</b>	<b>22</b>	<b>67</b>
Belém (PA)	07	16
Santarém (PA)	01	03
Rio Preto da Eva (AM)	06	26
Manaus (AM)	08	22
<b>Totais Raça Putumayo</b>	<b>45</b>	<b>149</b>
Manacapuru (AM)	01	04
Alto Solimões (AM)	11	37
Santo A. do Içá (AM)	03	07
Aldeia Vendaval (AM)	05	32
São P. de Olivença (AM)	06	28
Aldeia Umari-Açu (AM)	05	05
Benjamim Constant (AM)	08	21
Tabatinga (AM)	06	15
<b>Totais Raça Solimões</b>	<b>13</b>	<b>44</b>
Coari (AM)	01	12
Tefé (AM)	04	07
Fonte Boa (AM)	06	16
Jutaí (AM)	02	09

Os 15 descritores morfológicos foram: número de espigas por cacho (Nuesca); comprimento da ráquis (Comraq); distância morfológica dos frutos (Distan); peso dos frutos (Pesfru); adensamento dos frutos no cacho (Compca); espessura das cascas

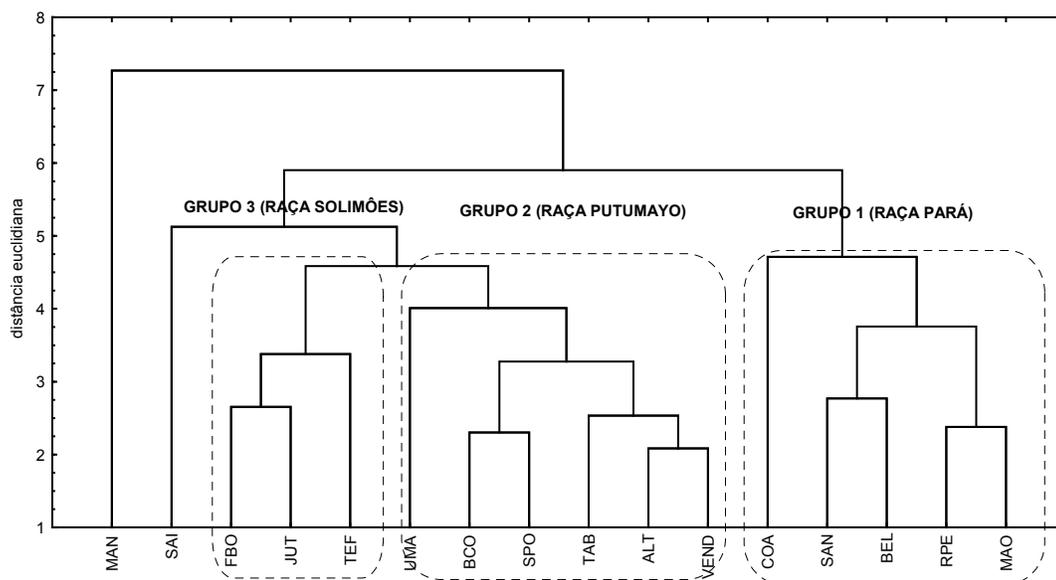
(Espcas); facilidade para descascar os frutos (Facilde); peso das cascas (Pescas); textura da polpa (Texpol); sabor dos frutos (Sabfru); espessura da polpa (Esend); peso das sementes (Peseme) e teores de Água; Óleo e Fibras. Foi verificada a consistência dos descritores entre as raças, pelo do teste Wilk`s-lambda. Para a aplicação das análises multivariadas, o conjunto de dados foi padronizado, ficando cada descritor com média nula e variância unitária. A análise de agrupamento foi processada segundo a metodologia proposta por Sneath e Sokal (1973) e foi aplicada aos dados, utilizando-se como coeficiente de semelhança entre pares de locais a distância euclidiana, que é um coeficiente de dissimilaridade, pois quanto menor a distância entre dois locais, mais similares eles são, segundo as características consideradas. A estratégia de agrupamento adotada foi a Average Linkage (UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages).

Na análise de componentes principais, a variância contida em cada componente principal é expressa pelos autovalores da matriz padronizada. O maior autovalor é associado ao primeiro componente principal, o segundo maior autovalor ao segundo componente principal, até que o menor autovalor esteja associado ao último componente principal, o que coloca os primeiros como os mais importantes. Sendo assim, os primeiros componentes principais explicam, geralmente, grande parte da variância das variáveis originais. Esta análise permitiu reduzir o espaço de variáveis originais (15 descritores) num conjunto menor (oito descritores) preservando o máximo da variabilidade original dos dados. A esse conjunto aplicou-se a análise discriminante segundo a metodologia recomendada por Kleka, (1975); Tabachnick e Fidell (1983); Engelman (1997). Como resultado desta análise, foram obtidas duas funções discriminantes que conseguiram reter 100% da variância inicial, permitindo uma reclassificação dos acessos, anteriormente malclassificados, colocando-os nas posições corretas. As análises foram processadas no software STATISTICA, versão 6.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1**, é apresentado o resultado obtido na análise de agrupamento mostrando a formação de três grupos. O grupo 1 é formado pelas populações de Manaus, Rio Preto da Eva, Belém, Santarém e Coari. Esse grupo é formado por populações da raça Pará, com exceção da população Coari, que é citada na literatura como pertencente à raça Solimões (MORA URPI e CLEMENT, 1988). O grupo 2 é formado pelas populações de Vendaval, Alto Solimões, Tabatinga, São Paulo de Olivença, Benjamim Constant e Umari-Açu, todas da raça Putumayo. O grupo 3 é formado pelas populações de Tefé, Jutai e Fonte Boa, todas da raça Solimões. As populações de Manacapuru e de Santo Antonio do Içá não pertenceram a nenhum grupo. A população de Manacapuru é citada na literatura como pertencente à raça Pará, e Santo Antonio do Içá pertencente à raça Putumayo (MORA URPI e CLEMENT, 1988).

#### DENDROGRAMA



**Figura 1.** Classificação das populações das três raças de pupunha segundo a análise de agrupamento. Manaus, 2002.

Na análise de componentes principais, foram considerados os dois primeiros componentes, CP1 e CP2, que armazenaram 59,2 % da variância original dos descritores (**Tabela 2**). As correlações entre os descritores: número de espigas por cacho (Nuesca); comprimento da ráquis (Comraq); peso do fruto (Pesfru); espessura das cascas (Espcas); peso das cascas (Pescas) e espessura da polpa (Esend) e o primeiro componente são negativas, indicando que as populações localizadas à esquerda do eixo x possuem cachos com maior número de espigas, cachos com maior comprimento de ráquis bem como frutos mais pesados, cascas mais grossas e mais pesadas e maiores espessuras de polpa quando comparados com frutos das populações localizadas à direita do eixo x.

As correlações entre os descritores: facilidade para descascar os frutos (Facilde) e sabor do fruto são positivas, indicando que as populações à direita do eixo x possuem frutos fáceis de serem descascados (frutos pequenos) e mais saborosos do que aqueles das populações localizadas à esquerda do eixo x. No segundo componente principal, destacam-se a distância morfológica do fruto (Distan) e o peso da semente (Peseme) com correlações positivas, e o número de espigas por cacho (Nuesca) com correlação negativa, indicando que populações localizadas mais acima possuem frutos mais alongados com sementes mais pesadas e menor número de espigas por cacho do que aqueles frutos das populações localizadas mais abaixo.

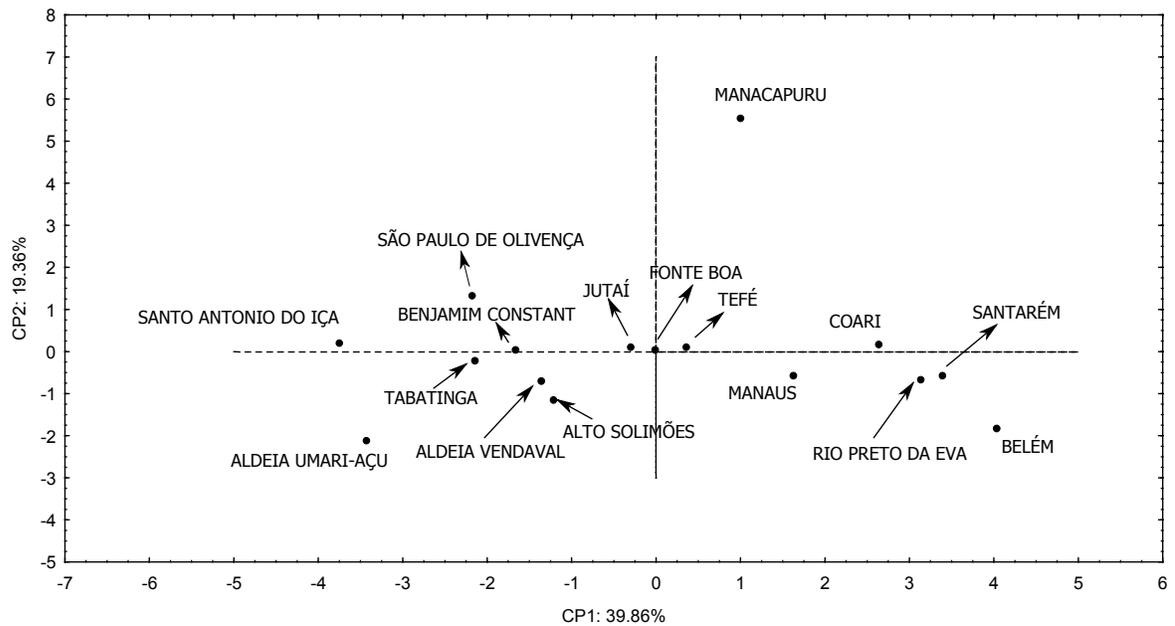
Nota-se, na **Figura 2**, que as populações localizadas à direita do eixo x (Belém, Santarém, Rio Preto da Eva, Manaus e Coari) compõem exatamente o grupo 1, formado pela análise de agrupamento, tendo frutos com maior facilidade de serem descascados, frutos mais saborosos, frutos com menor peso, cascas mais finas, cascas mais leves, com menor espessura de polpa, menor número de espigas por cacho e menor comprimento de ráquis. Ainda na **Figura 2**, à esquerda do eixo x, estão localizadas as populações Vendaval, Alto Solimões, Tabatinga, São Paulo de Olivença, Benjamim Constant e Umari-Açu, que compõem exatamente o grupo 2 da análise de agrupamento. Por se localizar à esquerda do eixo x, este grupo possui frutos mais pesados, cascas mais grossas e mais pesadas, polpa mais grossa, maior dificuldade para serem descascados, frutos com menor sabor, frutos com maior número de espigas

por cacho e maior comprimento de ráquis. O grupo 2 é um grupo intermediário entre o 1 e o 3, concordando com Mora Urpi e Clement (1988).

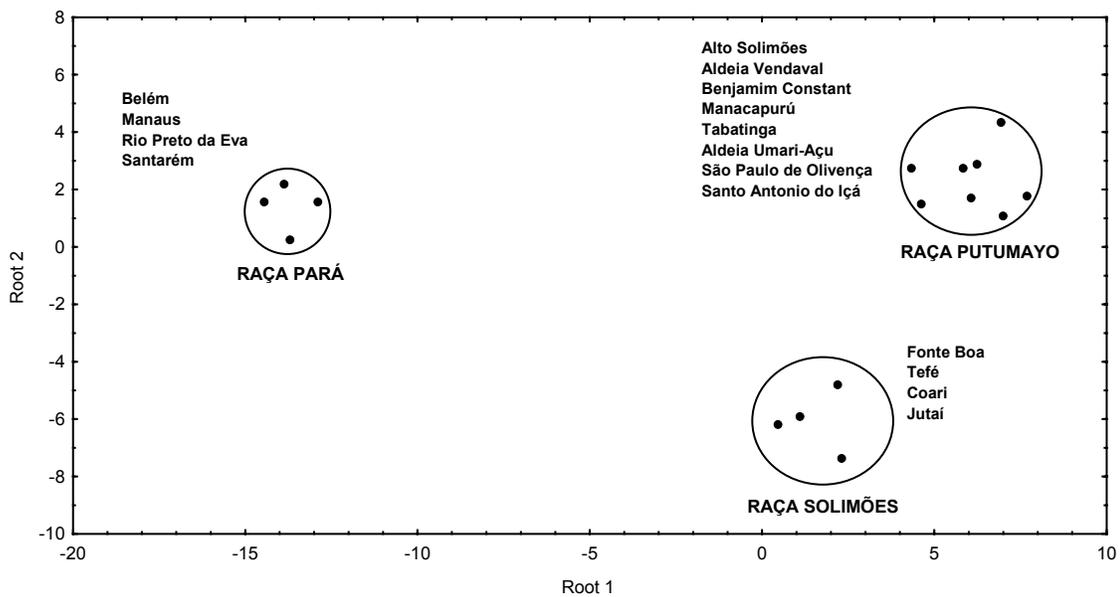
Em relação ao eixo y, nota-se, na **Figura 2**, destaque apenas para a população de Manacapuru por se localizar bem acima das demais. Essa população possui frutos mais alongados e com maior peso em suas sementes, quando comparada às demais populações. As populações de Manacapuru e Santo Antonio do Iça são populações atípicas nestas análises. Na análise de agrupamento, elas não pertenceram a nenhum grupo, e na análise de componentes principais, Manacapuru localiza-se no ponto mais alto do gráfico, enquanto Santo Antonio do Iça, no ponto mais extremo à esquerda.

**Tabela 2.** Correlação entre cada descritor e os respectivos componentes principais para as raças Pará, Putumayo e Solimões dos 15 descritores morfológicos. Manaus, 2002.

Descritores	CP1	CP2
Nuesca	-0,514216	-0,677850
Comraq	-0,626116	-0,019548
Distan	0,031917	0,904945
Pesfru	-0,903428	0,207938
Compca	0,214498	0,081416
Espcas	-0,901844	0,108875
Facilde	0,910060	0,157317
Pescas	-0,896763	-0,106279
Texpol	-0,248301	0,402057
Sabfru	0,823996	-0,132232
Espend	-0,905200	0,219532
Peseme	-0,346412	0,735141
Água	-0,272733	0,348962
Óleo	-0,414689	-0,539043
Fibras	-0,295544	-0,589420
Variância (%)	39,9%	19,4%



**Figura 2.** Dispersão bidimensional segundo os componentes principais das 16 populações de pupunha das raças Pará, Putumayo e Solimões. Manaus, 2002.



**Figura 3.** Dispersão gráfica da análise discriminante das 16 populações de pupunha das raças Pará, Putumayo e Solimões. Manaus, 2002.

A análise discriminante foi realizada com os dez descritores: número de espigas por cacho (Nuesca); comprimento da ráquis (Comraq); peso do fruto (Pesfru); espessura das cascas (Espcas); peso das cascas (Pescas); espessura da polpa (Esend); facilidade para descascar os frutos (Facilde); sabor do fruto, distância morfológica do fruto (Distan) e peso da semente (Peseme), por apresentarem maior poder discriminante. As duas funções discriminantes (raiz 1 e raiz 2) expressaram 100 % da variância, estando a contribuição dos descritores relacionada ao tamanho, qualidade e forma dos frutos. Estes resultados permitiram classificar as raças enquanto que Mora Urpi e Clement (1985; 1988) e Mora Urpi et al. (1997) utilizaram apenas tamanho de frutos para discriminar a existência da raça Solimões. Entretanto, Clement (1986) utilizou descritores morfológicos das plantas e dos frutos, não conseguindo discriminar a raça Solimões das demais. A população de Fonte Boa, segundo o autor, seria muito similar à Putumayo, podendo ser uma transição entre esta e Solimões, e que, neste estudo, esta população ficou caracterizada como pertencente à raça Solimões.

Também estes dados discordam de resultados obtidos com o uso de técnicas moleculares e isoenzimas (PICANÇO et al., 1999; GALLEGO et al., 1999; RODRIGUES, 2001; CLEMENT et al., 2002; SOUSA et al., 2002), onde concluíram que a raça 'Solimões' não existe. As três técnicas estatísticas multivariadas mostraram, em conjunto, a discriminação das raças Pará, Putumayo e Solimões, embora, na análise de agrupamento e de componentes principais, esta separação tenha sido menos evidente.

## **4. CONCLUSÕES**

De acordo com a metodologia e o material utilizado, pode-se concluir que:

1. A população de Manacapuru parece ser atípica já que não formou grupo com as outras populações;
2. As três análises em conjunto permitiram a discriminação das três raças.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLEMENT, C.R. **Descritores mínimos para el pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K. y sus implicaciones filogenéticas**. 1986, 128 f., Dissertação (Mestrado em Biología), Univ. de Costa Rica, San José.

CLEMENT, C.R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, *Palmae*)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 48 p. (Série Frutas Nativas).

CLEMENT, C.R.; SOUZA, N.R.; RODRIGUES, D.P.; ASTOLFI-FILHO, S.; NÚÑES MORENO, Y.; TORRES PASQUAL, V.; GALLEGO RODRIGUES, F.J. Use of AFLPs to distinguish landraces of pejibaye (*Bactris gasipaes*) in Brazilian Amazônia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 2002. No prelo.

CRUZ, C.D. ; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994, 390 p.

ENGELMAN, L. Discriminant Analysis. In: **SYSTAT 7.0** Statistics. Chicago: (Ed) WILKINSON, L., 1997, 751 p.

GALLEGO RODRIGUEZ, F.J.; NÚÑES MORENO, Y.; PIKANÇO, D.B.; SOUZA, N.R.; CLEMENT, C.R.; ASTOLFI FILHO, S. Utilización de AFLPs para estudiar razas primitivas de la palmera melocotón o pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) en la Amazonia brasileña. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE GENÉTICA, **Resumen...** p.361, 1999.

KLEKA, W.R. Discriminant Analysis: Quantitative Application in the Social Science. California, (Ed) Univ. of California, 1975, p.19-20.

MORA URPI, J. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Palmae): nota adicional. **Revista Biología Tropical**, San José, v.30, p.174-176, 1982.

MORA URPI, J. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In: **PALMERAS** poco utilizadas de América Tropical. Turrialba: FAO/CATIE, 1984, p.118-160.

MORA URPI, J.; CLEMENT, C. R. Races and population of peach palm found in the Amazon basin. In: **FINAL report: Peach Palm Germplasm Bank**. Manaus, 1985, p.107-141.

MORA URPI, J.; CLEMENT, C.R. Races and population of peach palm found in the Amazon basin. Manaus, 1988. p.78-94.

MORA URPI, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C.R. **Peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth)**. In: INTERNATIONAL Plant Genetic Resources Institute: Roma, 1997, 83p.

MOURÃO, K.S.M.; BELTRATTI, C.M. Morphology and anatomy of developing fruits and seeds of (*Mammea americana* L. Crusiaceae). **Revista Brasileira de Biologia**. São Carlos, v.60, n.4, p.15-25, 2000.

PICANÇO, D.B.; SOUZA, N.R.; CLEMENT, C.R.; NAGÃO, E.O; ASTOLFI FILHO, S. Discriminação de raças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes*) na amazônia brasileira com marcadores moleculares (RAPDs). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 45., Gramado. **Resumos...** p.293, 1999.

RANZANI, G. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazônica**, Manaus, v.10. n1, p.7- 41, 1980.

RIBEIRO, M.N.G. Aspectos climatológicos de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, v.6, n.2, p.229-223, 1976.

RODRIGUES, D. P. **Análise das morforraças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), mantidas no banco Ativo de Germoplasma, com marcadores moleculares RAPDS**. 2001, 71 f. Dissertação.(Mestrado em Biologia). Faculdade de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília.

SOKAL, R.R. Statistical methods in systematics. **Journal of Biology**, San Francisco, n.40, p.337-391, 1965.

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy: The Principles and Practice of numerical classification**. San Francisco: W.H. Freeman. San Francisco, 1973. 573 p.

SOUZA, N.R.; RODRIGUES, D.P.; CLEMENT, C.R.; NAGÃO, E.O.; ASTOLFI FILHO, S. Discriminação de raças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes*) na amazônia brasileira por meio de marcadores moleculares (RAPDs). **Acta Amazônica**, v.31, n.4, p.539-545, 2002.

TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using Multivariate Statistics**. California: Harper & Row, 1983, 445 p.