

# AS COLEÇÕES DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA DO INPA

Charles R. Clement, Kaoru Yuyama

*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas*

Alguns pesquisadores do INPA tem trabalhado com os recursos genéticos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) desde 1975, ano da criação da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas (Clement *et al.*, 1997). A partir de 1977, as coleções de germoplasma de pupunha começaram a tomar forma e em 1980 a coleção principal passou a ser um Banco Ativo de Germoplasma, dentro do Sistema Brasileira de Recursos Genéticos, coordenado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN). Entre 1975 e 1988 as coleções expandiram. A partir desta data as coleções entraram num período de estagnação e erosão genética, devido a mudanças de pessoal (permanente ou temporário), de prioridades de governos (os governos de José Sarney e Fernando Collor foram especialmente críticos) e do INPA (as coleções entraram e saíram do Programa de Coleções do Instituto), e de falhas cometidas pelo próprio Grupo de Pesquisa de Pupunha (veja Clement *et al.*, 2004). As fragilidades das coleções de pupunha não são exclusivas do INPA, pois outras instituições tem sofrido da mesma forma e chegaram a perder coleções de germoplasma, inclusive de pupunha (*e.g.*, a coleção do ex-IAN, ex-IPEAN, atual Embrapa Amazônia Oriental; veja Clement & Coradin, 1995). As várias coleções de pupunha do INPA serão examinadas aqui, incluindo suas histórias, impacto, situação atual, e propostas para o futuro. Esta examinação é importante para ajudar o ProBio / MMA e a Embrapa CENARGEN a traçar planos para o futuro de coleções de germoplasma de espécies de pouca importância econômica, como a pupunha.

## O BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE PUPUNHA

A coleção principal é o Banco Ativa de Germoplasma de Pupunha. A primeira etapa do BAG-Pupunha foi plantada no campo em 1979, na Estação Experimental de Fruticultura Tropical (EEFT), do INPA, km 38, BR 174, 60 km ao norte da cidade de Manaus, Amazonas. O solo é um latossolo amarelo, álico, de textura argilosa, com excelente estrutura, mas pobre em nutrientes (Ranzani, 1980). O clima é 'Afi' no esquema de Köppen, com médias anuais de 2.450 mm de chuva e 25,6°C, umidade relativa acima de 80%, e uma estiagem (com menos que 100 mm/mês) de julho a setembro (Ribeiro, 1976).

As primeiras prospecções foram realizadas sem metodologia específica e foram desenhadas para obter germoplasma para instalar um ensaio agroflorestal (Clement *et al.*, 1997). Desde o início, e mesmo após as coletas feitas com orientação científica, como as das expedições da US-AID, a maioria das coletas foi feita casualmente.

Em 1983-1984, a US-AID financiou um projeto pan-amazônico que teve como objetivos coletar recursos genéticos de pupunha em todos os cantos da bacia amazônica, avaliar métodos para fazer uma coleção representativa, avaliar uma lista de descritores para uso no campo, e mapear a variabilidade morfo-genética da pupunha (Clement & Coradin, 1988). Essas expedições também formaram o núcleo das coleções do Peru, Equador e da Corporación Araraquara na Colômbia, além de terem enriquecido as coleções do Brasil e Costa Rica. O levantamento mais recente das coleções de germoplasma de pupunha na América Latina é de Mora Urpí *et al.* (1997).

A maioria dessas coleções nacionais teve problemas de continuidade, o que vem prejudicando a caracterização, avaliação e uso do germoplasma (Clement & Coradin, 1995), e a coleção do INPA é um exemplo típico, pois menos de 20% das plantas foram parcialmente caracterizadas antes dos problemas iniciados em 1988. Adicionalmente, falta representatividade à coleção do INPA (Figura 1). A falta de representatividade não é apenas uma consideração teórica, mas limita severamente a variabilidade genética disponível para os programas de melhoramento, quais quer que sejam.

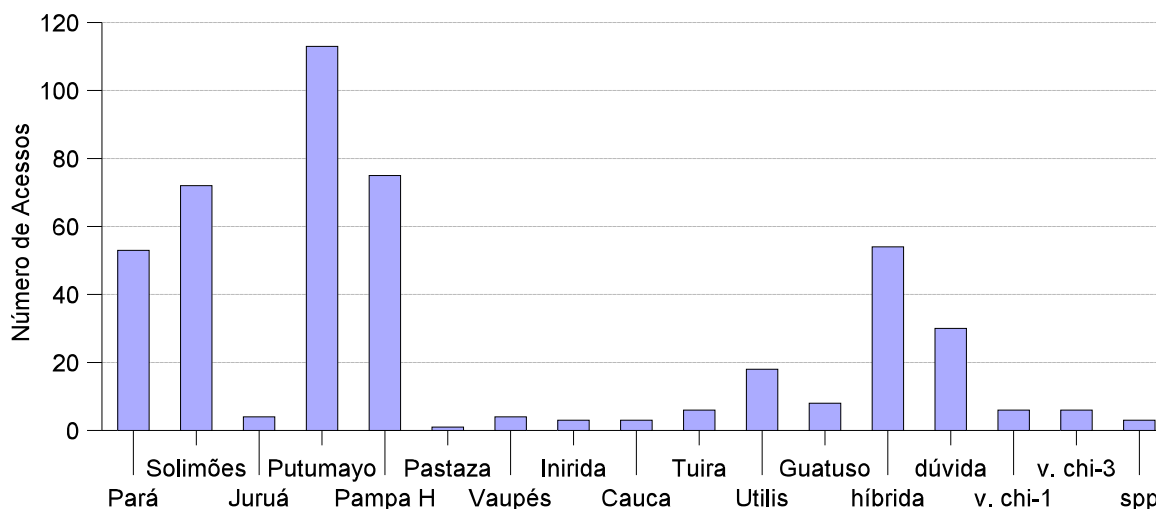


Figura 1. Representatividade do Banco Ativo de Germoplasma de Pupunha (BAG-Pupunha, *Bactris gasipaes*), do INPA, em Manaus, AM, Brasil, em termos do número de acessos por raça primitiva, o conjunto de populações híbridas ao redor de centros urbanos importantes, e acessos com dúvidas de classificação por falta de definição racial.

A análise de representatividade apresentada é baseada nas raças primitivas propostas por Mora Urpí *et al.* (1993). Desde esta análise (Figura 1), Rodrigues *et al.* (2004a) demonstraram que a raça Solimões faz parte da raça Putumayo, e as raças Guatuso e Tuirá fazem parte da raça Utilis. A representatividade das raças ao longo da calha principal da bacia amazônica é razoável, mas a periferia da bacia, tanto sul como norte, é pouco representada.

No entanto, a falta de continuidade é mais importante que a falta de representatividade. Em meia década de quase abandono (1990-1995), o BAG perdeu cerca de 3% de seus acessos e 13% de suas plantas (Tabela 1), pois a pupunha, embora rústica, precisa de manutenção em intervalos frequentes, o que não aconteceu no período mencionado. Desde 1995, o BAG-Pupunha está sendo recuperado com recursos do MCT (via o orçamento do INPA), do PPG-7 e do CNPq, mas se espera uma erosão genética significativa durante o processo. Se as plantas não respondem à adubação e não desenvolvem novos perfilhos (que tem sido a situação até agora), o BAG sofrerá uma erosão de 25% de suas plantas remanescentes após a derrubada dos estípes velhos, reduzindo ainda mais sua representatividade. Esta erosão genética dificultará a criação das coleções nucleares propostas abaixo.

Tabela 1. Erosão genética (%) no Banco Ativo de Germoplasma de Pupunha (*Bactris gasipaes*), INPA, Manaus, entre o plantio e o processo de recuperação apoiado pelo MCT e o PPG-7 a partir de 1996.

Etapa	Número de acessos			Número de plantas			Número c/perfilhos*	
	Original	1998	Erosão	Original	1998	Erosão	1998	Erosão**
1	19	18	5,3	114	96	15,8	48	50,0
2	71	67	5,6	311	250	19,6	152	39,2
3	104	103	1,0	928	821	11,5	603	26,6
4	92	91	1,1	739	653	11,6	594	9,0
5	30	29	3,3	258	228	11,6	161	29,4
6	124	117	5,6	958	833	13,0	576	30,9
7	13	13	0	81	76	6,2	56	26,3
Total	453	438	3,3	3389	2957	12,7	2190	25,9

\* Número de plantas com perfilhos

\*\* Erosão provável com base nas plantas presentes em 1998

### AS COLEÇÕES DE YURIMAGUAS

O INPA mantém duas coleções de trabalho com germoplasma de Yurimaguas, dado a superioridade deste material para o agronegócio de pupunha para palmito (Mora Urpí *et al.*, 1999), bem como muito material no BAG (Figura 1). A primeira é oriunda de uma prospecção realizada por Wanders B. Chávez Flores em 1980. A coleção foi replicada com quatro produtores da região de Manaus, um dos quais (Imar César de Araújo) investiu seriamente no plantio. Ele também convidou o Globo Rural a fazer uma reportagem em meados da década de 1980 que resultou na expansão do agronegócio de pupunha para palmito no Brasil (Clement & Bovi, 1999). Hoje esta coleção tem 300 plantas remanescentes.

Em 1990, W. Chávez organizou um consórcio institucional [INPA, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAVJ/UNESP), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)], que recebeu apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para executar o projeto “Coleção, caracterização genética e melhoramento genético de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.)” cuja base foi a coleção de germoplasma de pupunha inerme da região de Yurimaguas, Peru. A coleção foi realizada em 1991 e o germoplasma foi distribuído à Estação Experimental San Roque, do Instituto Nacional de Investigación Agrária, Iquitos, Peru, ao INPA, à FCAVJ e ao IAC.

A cidade de Yurimaguas se encontra situada na margem ocidental do Rio Huallaga (76°05' W; 05°41' S) a 188 m.s.n.m. (Figura 2), no departamento de Loreto, na Amazônia peruana. O distrito de Yurimaguas ocupa as margens do Rio Huallaga, que forma o eixo do distrito. As bacias dos Rios Parapapura, Shanusi, Yanayacu, Cotoyacu, Mondongo, Zapote e Cuiparillo desembocam no Rio Huallaga, dentro do distrito.

O clima de Yurimaguas é típico da região amazônica, “Afi” no esquema de Köppen: precipitação média anual de 2.200 mm, com déficit hídrico entre junho e agosto; temperatura média anual de 26°C, com máxima de 32,3°C e mínima de 20,1°C. A formação vegetal predominante é bosque úmido tropical, e os solos são principalmente Latossolos e Argissolos (Clement *et al.*, 2001).

Após a prospecção de 1983, financiada pela US-AID, Mora Urpí & Clement (1988) descreveram uma raça primitiva na região de Pampa Hermosa, Rio Shanusi, e uma população híbrida ao redor da cidade de Yurimaguas, no Rio Huallaga. No que segue, a população do Rio Shanusi é equivalente à raça Pampa Hermosa e a do Rio Huallaga é equivalente à população híbrida de Yurimaguas.

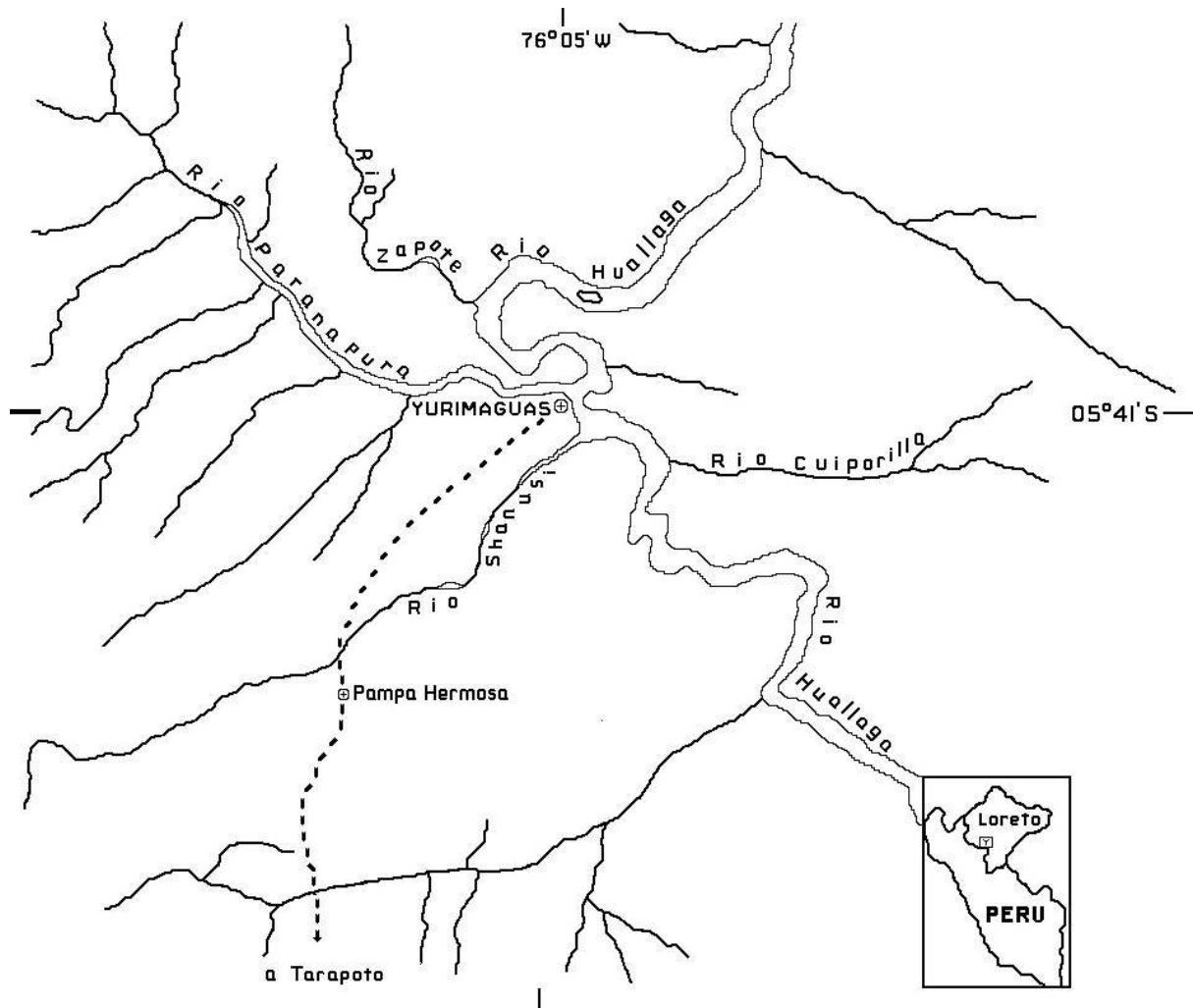


Figura 2. Mapa política e hidrográfico da região de Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto, Peru, onde germoplasma de *Bactris gasipaes* sem espinhos no estipe foi coletado em 1991.

As coleções foram realizadas entre 9 de fevereiro e 13 de março de 1991 nos trechos inferiores dos Rios Cuiparillo, Paranapura e Shanusi, e ao longo do Rio Huallaga, entre a boca do Rio Zapote e a boca do Rio Cuiparillo (Figura 2). Devido ao pouco tempo disponível e à quantidade de acessos coletados (Rio Shanusi - 41; Rio Paranapura - 73; Rio Cuiparillo - 80; Rio Huallaga - 216) e ao número de sementes por acesso (200 a 1.000), registrou-se apenas o local de coleção e a presença ou ausência de espinhos no tronco.

Em Manaus, 391 acessos foram semeados e 316 germinados, sendo os acessos classificados como precoce (< 30 dias) – 39 acessos, intermediária (30 a 45 dias) – 46 acessos, tardia (45 a 60 dias) – 204 acessos, e muito tardia (> 60 dias) – 27 acessos (Figura 3), pois a

germinação poderia ser importante para seleção de progênies precoces (Yuyama & Chávez, 1996). Estes autores observaram ainda que 50% dos acessos do Rio Shanusi (raça Pampa Hermosa) não germinaram e 25% foram precoces (a maior proporção entre as populações). Nas outras localidades, a germinação ficou em torno de 80%, sendo mais de 50% tardias – Rio Cuiparillo (79±12%), Rio Paranapura (78±13%) e Rio Huallaga (77±13%). As porcentagens médias de mudas com espinhos no pecíolo/ráquis foi abaixo de 5% em todas as populações: Rio Shanusi – 2,9±4,6, Rio Huallaga – 3,4±6,3, Rio Cuiparillo – 3,6±5,1 e Rio Pananapura – 4,0±5,3.

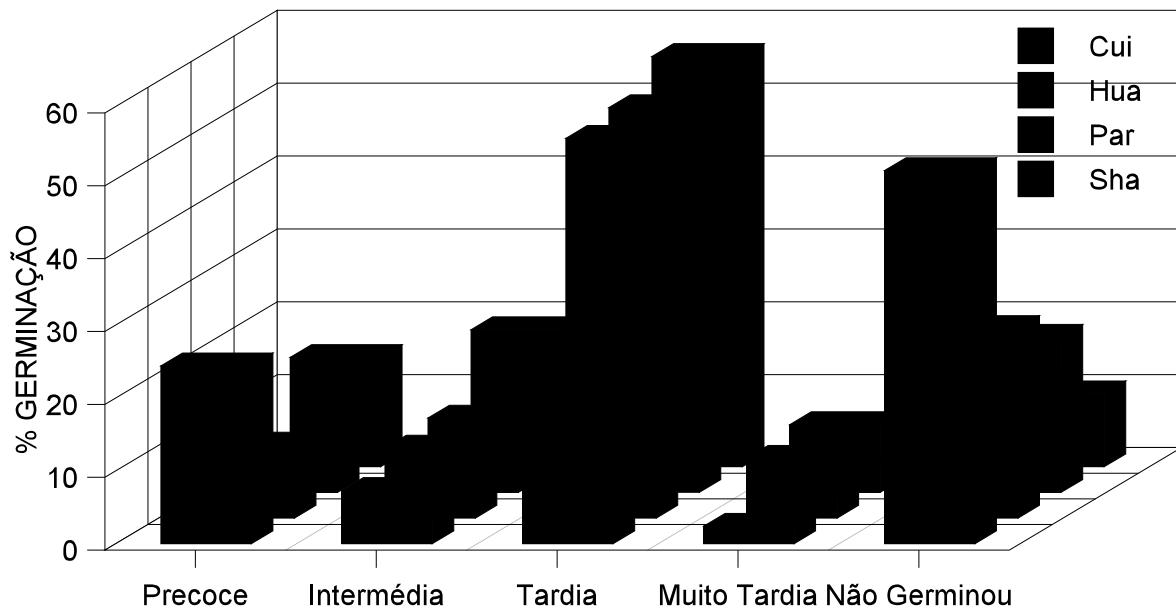


Figura 3. Porcentagem de germinação de sementes dos acessos de pupunha (*Bactris gasipaes*) em função de localidade de coleta na região de Yurimaguas, Loreto, Peru. Cui - Rio Cuiparillo; Hua - Rio Huallaga; Par - Rio Paranapura; Sha - Rio Shanusi.

Em 1992, os 274 acessos com números suficientes foram plantados num ensaio de progênies na EEFT, usando um delineamento de blocos casualizados, com três repetições e 20 plantas por parcela, numa densidade de 5000 plantas/ha (Yuyama *et al.*, 2002), cada repetição num solo diferente. O solo do primeiro bloco é um latossolo amarelo, textura média; o segundo é um argissolo vermelho-amarelo, textura média; e o terceiro é um argissolo vermelho-amarelo, textura arenosa (Newton P. Falcão, com. pess., 2005).

A caracterização e avaliação deste ensaio tem sido completa, e baseado nos descritores de Clement & Bovi (2000), com a adição do diâmetro do estipe e o comprimento da coluna da copa (medida da bifurcação da primeira folha com a folha guia até a inserção da última folha no estipe). A seleção entre progênies é baseada em precocidade, perfilhamento (> 4) e comprimento do palmito (frequência de palmitos > 45 cm, > 54 cm, > 60 cm), e a seleção dentro de progênies é baseada na repetibilidade de comprimento e peso de palmito (> 45 g e > 200 g) (Yuyama *et al.*, 2002).

Além das diferenças entre as populações mencionadas acima, outras diferenças foram detectadas. Na avaliação preliminar observou-se maior vigor das plantas do Rio Shanusi,

devido ao maior número de folhas verdes e ao comprimento da ráquis da terceira folha, bem como maior precocidade e diâmetro do estipe na ocasião da extração do palmito. O comprimento da coluna da copa, de onde se extrai o palmito, foi maior na população do Rio Paranapura e menor na do Rio Huagalla. Outras informações sobre a seleção deste material é apresentado por Yuyama (nesta reunião).

A primeira análise direta do DNA da região de Yurimaguas foi realizada com plantas da população do Rio Shanusi (originalmente o núcleo da raça Pampa Hermosa), usando marcadores RAPDs e plantas do BAG. Observou-se uma heterosigiosidade estimada de 0,26, maior que a observada com isoenzimas (0,19 - Clement *et al.*, 1997); a porcentagem de polimorfismo foi de 75% (Rodrigues *et al.*, 2004a). A análise mostrou que a raça Pampa Hermosa é claramente diferente da raça Putumayo, geograficamente a mais próxima, embora existe uma alto fluxo gênico entre as raças ( $N_m = 11$ ).

Mais recentemente Cirlande C. Silva (2003, não publicado) usou marcadores RAPDs para verificar se existiam outras raças, além da Pampa Hermosa, na região próxima de Yurimaguas, como sugerido por Mora Urpí & Clement (1988). O trabalho analisou um total de 120 plantas das regiões do Rio Paranapura, Rio Shanusi, Alto Rio Huagalla e Rio Cuiparillo (30 de cada), outra vez com plantas do BAG. Os 73 marcadores úteis permitiram estimar uma heterozigosidade de 0,33 (Tabela 2), um pouco mais alta que a de Rodrigues *et al.* (2004a). O dendrograma criado com as similaridades de Jaccard não detectou estrutura populacional que sugeria que as populações são muito distintas. As distâncias de Nei (1978) mostram muito similaridade também, sugerindo a existência de uma só raça na região de Yurimaguas – o nome Pampa Hermosa deve ser conservado.

Tabela 3. Heterozigosidades e % de loci polimórficos (95% e 99%) nas quatro populações de pupunha (*Bactris gasipaes*) da região de Yurimaguas, Peru.

Populações	Nº de Indivíduos	Heterozigosidade	% de polimorfismo	
			95%	99%
Rio Paranapura	30	0,29	79,4	80,8
Rio Shanusi	30	0,31	80,8	82,1
Alto Rio Huallaga	30	0,30	82,1	86,3
Rio Cuiparillo	30	0,31	80,8	84,9
Total	120	0,33	82,2	90,4

Adin *et al.* (2004) usaram AFLPs para analisar o fluxo gênico entre as populações nas comunidades indígenas e tradicionais ao longo dos rios Paranapura e Cuiparillo, e determinaram que o fluxo é tão alto que a diferenciação populacional não ocorre. Estes autores encontraram  $N_m = 5.8$  entre 12 populações manejadas por povos indígenas ao longo do rio Paranapura,  $N_m = 6.4$  entre 4 populações manejadas por povos tradicionais ao longo do rio Cuiparillo, e  $N_m = 4.8$  entre os rios. Esta informação apoia a sugestão de Silva de que a região de Yurimaguas contém apenas a raça Pampa Hermosa.

Ao longo de 2004, quase todas as plantas selecionadas e muitas não selecionadas foram genotipadas com marcadores microsátélites desenvolvidos especificamente para trabalhar com esta coleção de trabalho (Rodrigues *et al.*, 2004b). Espera-se que esta informação permitirá identificar matrizes divergentes o suficiente para gerar vigor híbrido quando cruzadas. Este estudo será a tese de doutorado de Doriane Rodrigues.

## OUTRAS COLEÇÕES

Entre 1976 e 1984, David B. Arkcoll e João Batista Moreira Gomes coletaram pupunha nas regiões de Manaus e Belém, sempre buscando frutos com altos teores de óleo no mesocarpo e/ou sabores especiais. Como resultado destas prospecções, duas pequenas coleções foram formadas, uma contendo um único acesso oriundo de uma matriz com 62% de óleo no peso seco do mesocarpo (plantada no Campus V-8 do INPA), uma contendo diversos acessos oleosos e com sabores distintas (plantada na Escola Agrotécnica Federal de Amazonas, no atual Bairro de São José, Manaus).

A coleção de uma matriz (318P) continha 120 plantas originalmente e tem sido parcialmente caracterizada (Clement *et al.*, 1988), está em razoável condição, mas está perdendo gradualmente o número de plantas (hoje tem 75), pois a cada renovação das touceiras algumas plantas morrem. A coleção também está ameaçada pela expansão da área construída no Campus V-8 e requer o desenvolvimento de técnicas de cultivo de tecidos para ser transferido para outra localidade.

A coleção na Escola Agrotécnica continha 59 acessos (com 1445 plantas) originalmente (J.B. Moreira Gomes, com. pess.), sendo 12 acessos da raça Utilis (Costa Rica) e 47 da raça Pará. Dos acessos da raça Pará, 17 foram seleccionados pelo alto teor de óleo no mesocarpo ( $> 30\%$  no peso seco) e, junto com o acesso 318P serviram para propor um plano de melhoramento para óleo (Clement & Arkcoll, 1991). Esta coleção está em pior situação que as outras, pois foi plantada no limite da Escola e hoje está cercado de seções pobres do Bairro São José. Os habitantes frequentemente cortam plantas para colher frutos e nem todas as touceiras sobrevivem a este tratamento. Como no caso da coleção no V-8, só o desenvolvimento de cultivo de tecidos salvará o que resta desta coleção.

## IMPACTOS

Como comentado acima, a primeira coleção de trabalho de recursos genéticos de Yurimaguas teve um impacto importante, pois estimulou a expansão do agronegócio de pupunha para palmito no Brasil. As outras coleções não tiveram impacto similar. No caso da segunda coleção de trabalho de Yurimaguas (o ensaio de progênies), a falta de impacto é devido à conclusão recente de sua avaliação completa e o colapso do agronegócio de palmito no Estado do Amazonas no mesmo tempo (Clement & Santos, esta reunião).

O impacto do BAG é limitado à expansão do conhecimento sobre a pupunha, especialmente seu origem (Rodrigues *et al.*, 2004a), a hierarquia de raças primitivas (Mora Uprí & Clement, 1988; Rodrigues *et al.*, 2004a) e a estrutura genética destas (Rodrigues *et al.*, 2004a; Silva, 2004). Embora o BAG sempre ofereceu sementes aos interessados, estas sementes sempre foram de polinização aberta e, portanto, provavelmente nunca atenderam as esperanças dos solicitantes. Recentemente foi decidido não atender a maioria de pedidos e, em lugar de atender, recomendar seleção local pelos interessados.

## A RAZÃO BENEFÍCIO / CUSTO DAS COLEÇÕES

Considerando o impacto limitado das coleções de germoplasma de pupunha do INPA, é válido questionar se deveriam ser conservadas. Esta pergunta sempre vem como um choque para uma plateia de especialistas em uso e conservação de recursos genéticos, mas Clement *et al.* (2004) sugeriram explicitamente que a existência do BAG complicou o desenvolvimento

eficiente do cultivo na Amazônia central, porque absorveu recursos escassos que poderiam ser melhor usados num projeto de melhoramento participativo. Clement (2001) afirmou que espécies nativas com pouco demanda no mercado precisam de uma avaliação mais rigorosa da razão benefício / custo de seus programas de melhoramento, e especialmente da criação de coleções, do que é o caso com espécies com maior demanda no mercado, principalmente porque coleções são caras. Esta avaliação não ocorreu com as coleções de pupunha, parcialmente porque era fácil obter recursos para prospecção e coleta.

Os custos envolvidos com a manutenção, caracterização e avaliação do germoplasma coletado geralmente são maiores que os custos de prospecção e coleta, pois são de longa duração e requerem mão de obra especializada durante este período. Este custo é uma das razões que uma grande parte das coleções de germoplasma do mundo inteiro seja subutilizada (FAO, 1996). Se estas ações não são feitas, as coleções não poderão ser usadas pelo melhorista.

No caso do BAG, Clement (2001) estimou os custos de prospecção: Em 1983-84, foi executada uma prospecção e coleta em toda a bacia amazônica (Clement & Coradin, 1988), que resultou na coleta de 385 acessos, de quais 200 foram plantados no BAG. As expedições custaram US\$120.000 na época. Como resultado de outras coleções ocasionais, o banco de germoplasma possuía 455 acessos em 1999. Pela regra de três, os outros 255 acessos custaram US\$153.000 para serem colocados no BAG. Em realidade, no entanto, este valor é inflado pelo tamanho da equipe multinacional que participou das prospecções de 1983-84 e os outros 255 acessos custaram até 50% menos. Portanto, a fase de prospecção e coleta custou ao redor de US\$196.000.

O banco de germoplasma contém ao redor de 3.350 plantas, ocupando uma área de 11 ha. Esta área requer três limpezas por ano, a US\$215/ha/vez = US\$7.100/ano, quando terceirizadas. Desde sua criação em 1979, o BAG recebe esta manutenção, o que equivale a US\$142.000 ao longo do período até 2000 (Clement, 2001). Atualizado até 2004, o custo é US\$177.500.

A caracterização morfológica e a avaliação produtiva requeria uma equipe de quatro auxiliares de campo (salário US\$430/mes) e um técnico (salário US\$650/mes), trabalhando 5 dias por semana durante os três meses da safra principal. É importante enfatizar que estas tarefas não podem ser terceirizadas. A caracterização custaria, só de mão de obra, US\$7.100/ano, e levaria 5 anos para concluir, o que equivaleria a US\$35.500. No caso da pupunha, a avaliação é concomitante à caracterização, mas apenas 20% foi realizada.

Clement (2001) ainda estimou o custo de um programa de melhoramento genético convencional para palmito e comparou o conjunto de informações com o valor estimado do agronegócio de pupunha para palmito, obtendo um razão B/C positivo de 7,2, que é menor que muitos programas de melhoramento (Alston & Pardey, 2001), mas perfeitamente aceitável para uma espécie nativa de pouca importância. No entanto, o BAG nunca foi usado para um programa de melhoramento para palmito e deveria ser avaliado em termos de seu impacto no mercado de frutos na Amazônia central. Neste caso, a razão B/C é negativo e grande, pois o impacto foi perto de zero e os custos foram altos.

Quando esta análise é combinado com a fragilidade institucional típica da periferia é evidente que as conclusões de Clement *et al.* (2004) merecem muita atenção. Projetos com espécies nativas tendem a originar com um pesquisador ou um pequeno grupo, cujo permanência na instituição não pode ser garantida. Se o grupo sai, quem cuida das coleções criadas? O BAG quase foi perdido no início da década de 1990 porque a resposta a esta pergunta foi ninguém! Se o grupo não consegue ter um impacto positivo na expansão do

cultivo alvo, como aconteceu com a pupunha para fruto (Clement *et al.*, 2004), é mais difícil ainda responder a pergunta de “quem cuida”, pois a própria instituição não terá interesse. Frente a esta dilema e à expansão de interesse por parte de outras instituições na Amazônia e no Brasil, propõe-se aqui a criação de duas coleções nucleares de pupunha que possam ser transferidas para estas instituições.

## COLEÇÕES NUCLEARES

O que é uma coleção nuclear? Existem diversas definições, a primeira das quais afirmou que é “Um conjunto de acessos que representa a diversidade genética de um cultivo e seus parentes silvestres, com um mínimo de repetição” (Frankel, 1984). Uma definição que enfoca a criação dentro de uma coleção existente é “Dentro de uma coleção de germoplasma, um número limitado de acessos escolhido para representar a diversidade genética da coleção total” (Brown & Spillane, 1999). Estes últimos autores, no entanto, demonstram que, na prática, uma coleção nuclear pode ser criada para focar uma proporção de uma coleção com alta demanda no mercado, e.g., palmito.

Uma coleção nuclear deveria ser um ordem de magnitude menor que a coleção (10%) e estes 10% dos acessos deveriam representar 70% da diversidade na coleção (Brown & Spillane, 1999); na prática as proporções variam de 5 a 30% dos acessos e 70 a 90% da diversidade. Idealmente, a coleção deveria ser criada com base na caracterização e avaliação completa, mas na prática é geralmente criada com base em informação morfo-geográfica, que em pupunha quer dizer as raças primitivas, muitas das quais já validadas por análise genética (Rodrigues *et al.*, 2004a; Silva, 2004). Dentro de cada raça, o número de plantas selecionadas pode ser simplesmente proporcional ou logaritmicamente proporcional a sua representação na coleção total; no caso de pupunha, uma combinação destas proporções seria mais lógico (Figura 1).

A partir das coleções atuais do INPA seria possível criar uma coleção nuclear geral, uma que enfoca a produção de palmito, e outra que enfoca a produção de frutos meio-oleosos para consumo humano na Amazônia Central e Oriental (na distribuição da raça Pará). As primeiras duas coleções foram propostas para diversos pesquisadores, dos quais apenas o grupo de Embrapa Florestas mostrou interesse na coleção nuclear para palmito. Atualmente, um projeto de CNPq Universal está apoiando o desenvolvimento do modelo; o que falta é um método de propagação vegetativa eficiente, ou via perfilhos ou via cultivo de tecidos (ambas técnicas em estudo em diversas instituições).

## CONCLUSÕES

As coleções de pupunha do INPA são as maiores do Brasil, mas estão sujeitas a erosão genética por razões naturais (envelhecimento de touceiras de estipe único) e devida a fragilidade institucional (típico de instituições na periferia e de coleções de espécies nativas). É muito importante que os ministérios responsáveis para esta área (MAPA, MMA, MCT) tomam decisões sérias sobre o futuro dos recursos genéticos brasileiros, pois o enfoque atual é sobre acesso e não sobre uso e conservação. Enquanto as decisões não são tomadas ao nível de investimentos, as coleções erodem e a criação de coleções nucleares é o único caminho para evitar a perda total de algumas coleções.

## REFERÊNCIAS

- Adin, A.; Weber, J.C.; Sotelo Montes, C.; Vidaurre, H.; Vosman, B.; Smulders, M.J.M. 2004. Genetic differentiation and trade among populations of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) in the Peruvian Amazon—implications for genetic resource management. *Theoretical & Applied Genetics*, 108:1564–1573.
- Alston, J.M.; Pardey, P.G. 2001. Attribution and other problems in assessing the return to agricultural R&D. *Agricultural Economics*, 25:141-162.
- Brown, A.H.D.; Spillane, C. 1999. Implementing core collections - principles, procedures, progress, problems and promise. In: Johnson, R.C.; Hodgkin, T. (Eds.). *Core collections for today and tomorrow*. IPGRI, Roma. pp. 1-9.
- Clement, C.R. 2001. Melhoramento de espécies nativas. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Inglis, M.C. (Eds.). *Recursos genéticos & melhoramento - plantas*. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - Fundação MT, Rondonópolis, MT. pp. 423-441.
- Clement, C.R.; Coradin, L. 1988. *Final report (revised): peach palm (Bactris gasipaes) germplasm bank*. US-AID project report. INPA/CENARGEN, Manaus. 147p.
- Clement, C.R.; Aguiar, J.P.L.; Moreira Gomes, J.B. 1988. Variação centesimal na progênie 318P de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Acta Amazonica*, 18(3-4):317-321.
- Clement, C.R.; Arkcoll, D.B. 1991. The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Palmae) as an oil crop: potential and breeding strategy {A pupunha como cultivo oleaginoso: seu potencial e uma estratégia de melhoramento}. *Oléagineux*, 46(7):293-299.
- Clement, C.R.; Coradin, L. 1995. Case Study - Pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) in Brazil. In: IPGRI Workshop on “Field Genebank Management: Problems and Potential Solutions.” 12-18 November, Mayaguez, Puerto Rico.
- Clement, C.R.; Alfaia, S.S.; Iriarte-Martel, J.H.; Yuyama, K.; Moreira Gomes, J.B.; van Leeuwen, J.; Souza, L.A.G.; Chávez Flores, W.B. 1997. Fruteiras nativas e exóticas. In: Noda, H.; Souza, L.A.G.; Fonseca, O.J.M. (Eds.). *Dois décadas de contribuições do INPA à pesquisa agrônômica no trópico úmido*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. pp. 111-129.
- Clement, C.R.; Aradhya, M.K.; Manshardt, R.M. 1997. Allozyme variation in spineless pejibaye (*Bactris gasipaes* Palmae) {Variação isoenzimática em pupunha inerme}. *Economic Botany*, 51(2):149-157
- Clement, C.R.; Bovi, M.L.A. 1999. Melhoramento genético da pupunheira: conhecimentos atuais e necessidades. In: *1º Seminário do Agronegócio Palmito de Pupunha na Amazônia* (Embrapa-CPAF/RO Documentos 41), Embrapa-CPAF Rondônia, Porto Velho, RO. p. 57-70.
- Clement, C.R.; Bovi, M.L.A. 2000. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. *Acta Amazonica*, 30(3):349-362.
- Clement, C.R.; Yuyama, K.; Chávez Flores, W.B. 2001. Recursos genéticos de pupunha. In: Sousa, N.R.; Souza, A.G.C. (Eds.). *Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. pp. 143-187.
- Clement, C.R.; Weber, J.C.; van Leeuwen, J.; Astorga-Domian, C.; Cole, D.M.; Arévalo-Lopez, L.A.; Argüello, H. 2004. Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America {Por que pesquisa e desenvolvimento intensivo não promoveram o uso do fruto de pupunha na América Latina}. *Agroforestry Systems*, 61(1):195-206.
- FAO. 1996. *Report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. Food and Agriculture Organization, Rome. 75p.
- Frankel, O.H. 1984. Genetic perspectives of germplasm conservation. In: Arber, W.K.; Llimensee, K.; Peacock, W.J.; Starlinger, P. (Eds.). *Genetic manipulation: Impact on man and society*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. pp. 161-170.
- Mora Urpí, J.; Clement, C.R. 1988. Races and populations of peach palm found in the Amazon basin. In: Clement, C.R.; Coradin, L. (Eds.). *Final report (revised): peach palm (Bactris gasipaes) germplasm bank*. US-AID project report. INPA/CENARGEN, Manaus. p.p. 78-94.
- Mora Urpí, J.; Clement, C.R.; Patiño, V.M. 1993. Diversidad genética en pejibaye. I. Razas e híbridos. In: Mora Urpí, J.; Szott, L.T.; Murillo, M.; Patiño, V.M. (Eds.) *Anais do IV Congresso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo*, 1991, Iquitos, Peru. Editorial Universidad de Costa Rica, San José. pp. 11-19.

- Mora Urpí, J.; Weber, J.C.; Clement, C.R. 1997. *Peach palm*. *Bactris gasipaes Kunth*. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 20. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research - IPK, Gatersleben, Alemanha / International Plant Genetic Resources Institute - IPGRI, Roma. 83p.
- Mora Urpí, J.; Bogantes Arias, A.; Arroyo Oquendo, C. 1999. Cultivares de pejibaye para palmito. In: Mora Urpí, J.; Gainza Echeverría, J. (Eds.). *Palmito de Pejibaye (Bactris gasipaes Kunth): Su Cultivo e Industrialización*. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, pp. 41-47.
- Ranzani, G. 1980. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). *Acta Amazonica*, 10(1):7-41
- Ribeiro, M.N.G. 1976. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica*, 6(2):229-233.
- Rodrigues, D.P.; Astolfi Filho, S.; Clement, C.R. 2004a. Molecular marker-mediated validation of morphologically defined landraces of pejibaye (*Bactris gasipaes*) and their phylogenetic relationships {Validação de raças primitivas de pupunha definidas morfologicamente com uso de marcadores moleculares}. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(8):871-882.
- Rodrigues, D.P.; Vinson, C.; Ciampi, A.Y.; Farias, I.P.; Lemes, M.R.; Astolfi-Filho, S.; Clement, C.R. 2004b. Novel microsatellite markers for *Bactris gasipaes* (Palmae) {Marcadores microsatélites novos para pupunha}. *Molecular Ecology Notes*, 4(4):575-576.
- Silva, C.C. 2004. *Caracterização molecular (RAPDs) e validação de raças primitivas de pupunha (Bactris gasipaes)*. Dissertação de mestrado, Univ. São Carlos / Univ. Fed. Amazonas, Manaus.
- Yuyama, K.; Chávez Flores, W.B. 1996. Comportamento de progênies de meios-irmãos de pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 18(1):93-98.
- Yuyama, K.; Chávez Flores, W.B.; Clement, C.R. 2002. Pupunheira. In: Bruckner, C.H. (Ed.). *Melhoramento de fruteiras tropicais*. Editora da Univ. Fed. Viçosa, Viçosa. pp. 411-422.