

## **Melhoramento genético da pupunheira: conhecimentos atuais e necessidades**

Charles R. Clement<sup>1</sup> & Marilene L. A. Bovi<sup>2</sup>

### **Introdução**

O agronegócio palmito de pupunha é novo, mas a pupunha é um cultivo antigo na Amazônia, pois provavelmente começou a ser domesticada há 10.000 anos, quando os primeiros povos iniciaram a prática da agricultura na região. A pupunha encontrada na Amazônia naquela época apresentava frutos pequenos e oleosos, e madeira dura, muito útil para fabricar armas de caça, ferramentas e moradias. Era provavelmente rara na floresta, ocorrendo em pequenas populações em áreas abertas por perturbações naturais, ou nas bordas da floresta. Aventa-se que a espécie foi utilizada primeiramente por sua madeira, e posteriormente pelos seus frutos, ricos em óleo. Por ser útil, suas sementes provavelmente foram plantadas perto dos acampamentos, onde a domesticação começou.

Ao longo dos milênios de domesticação ocorreram alterações na forma de utilização da espécie, bem como na importância relativa de seus produtos. Na época da conquista das Américas pelos europeus, a pupunha foi uma importante fonte de amido, possivelmente tão importante como o milho e a mandioca em alguns locais. Também a adaptação ecológica da pupunha sofreu alterações. As populações domesticadas perderam parte de sua adaptação original e começaram a ser melhor adaptadas aos sistemas agrícolas e agroflorestais e aos jardins caseiros nas aldeias indígenas. O resultado dessa seleção ocorrida ao longo do tempo, se traduziu no fato de a pupunha ser hoje uma planta bem adaptada tanto à agricultura familiar tradicional, como à moderna agricultura de alta utilização de insumos, razão pela qual comporta-se tão bem em plantios para palmito.

Por ser nativa da Amazônia, a pupunha coevoluiu com pragas e doenças da região. Contudo, essa co-evolução provavelmente não gerou tipos de pupunha resistentes a essas pragas e doenças porque a espécie sempre foi relativamente rara nos sistemas onde ocorria. Nos sistemas agroflorestais indígenas geralmente ocorrem de 5 a 10 plantas por hectare, enquanto nos jardins caseiros nas aldeias pode-se ter de 2 a 5 plantas por lote. Essa baixa densidade faz com que a pupunha seja menos atacada por pragas e doenças (uma vez que essas precisam “trabalhar” mais para encontrar a próxima pupunheira). Por outro lado, a pupunha poderá ser suscetível a essas pragas e doenças quando plantada em monocultivo, e esse é um risco que precisa ser considerado pelos produtores e melhoristas modernos.

O melhoramento genético precisa oferecer soluções para essa possível limitação, ao mesmo tempo que atende as demandas do mercado moderno. Felizmente, os primeiros povos que nos deixaram a pupunha, também nos deixaram os meios para resolver esse problema: uma enorme diversidade genética, acumulada em toda a bacia amazônica e outras terras baixas do norte da América do Sul. Aliada a baixa densidade da pupunha nos agroecossistemas indígenas, a diversidade genética ajudou a manter a espécie em produção, a despeito do ataque intenso das pragas e doenças regionais.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA; Cx. Postal 478; 69011-970 Manaus, AM, Brasil; tel. (092) 3643-1862; fax (092) 3642-1845

<sup>2</sup> Instituto Agronômico de Campinas - IAC; Centro de Fruticultura; Cx. Postal 28; 13001-970 Campinas, SP, Brasil; tel. (019) 241-5188 r 398; fax (019) 242-3602

A domesticação da pupunha pelos primeiros povos da Amazônia nos legou um valioso recurso, bem como um acervo de conhecimentos que nos ajudará a manter e incrementar o seu valor. O melhoramento genético moderno é a continuação desse processo, sob a luz de novos conhecimentos e emprego de novas metodologias.

Os objetivos desta apresentação são: (1) descrever as populações nativas usadas para palmito pelo agronegócio moderno - a base genética para o melhorista; (2) descrever e avaliar um ideotipo para o agronegócio moderno - os critérios de seleção usados pelo melhorista; (3) avaliar o conhecimento atual em termos de 1 e 2 - a base científica do melhoramento; (4) descrever algumas das atividades em andamento em diferentes instituições brasileiras - os projetos de melhoramento; e (5) sugerir caminhos futuros - o aperfeiçoamento dos projetos frente às demandas e conhecimentos novos.

### A base genética para os programas de melhoramento

Existem três populações importantes de pupunha inerme: Yurimaguas, Loreto, Peru (população híbrida, com genes das raças “mesocarpa” Pampa Hermosa, “macrocarpa” Putumayo, e outras raças ainda não descritas) e 60-80% de plantas inermes; San Carlos, Alajuela, Costa Rica (raça “mesocarpa” Guatuso), com 15-30% de plantas inermes; e Benjamin Constant, Amazonas, Brasil (raça “macrocarpa” Putumayo), com 15-25% de plantas inermes (Clement et al. 1988). A variação na porcentagem de plantas inermes é devida à sua distribuição em sub-populações na região de origem, que geralmente são amostradas em ocasiões e por coletores diferentes. Existem ainda várias raças com porcentagens menores de plantas inermes, especialmente na Amazônia ocidental, p. ex., as raças “mesocarpa” Solimões e “macrocarpa” Vaupés.

A presença de espinhos é primitiva na pupunha, ou seja, as populações ancestrais foram sempre fortemente armadas com espinhos no estipe, no pecíolo e na ráquis da folha, nas nervuras centrais e laterais dos folíolos, bem como na espata. É provável que as mutações para caracteres inermes tenham ocorrido pelo menos duas vezes: uma vez na Amazônia ocidental e uma vez na América Central. Essa hipótese aparenta estar apoiada pela distribuição geográfica de populações inermes, que parecem isoladas num mar de espinhos!

As três populações citadas são interessantes para a produção de palmito por várias razões, além da porcentagem de plantas inermes (Tabela 1). A maioria das características listadas é representada por componentes do crescimento ou vigor, que, por sua vez, demonstram a adaptação do genótipo, progênie ou população ao ambiente em que se desenvolvem. Vale ressaltar que a maioria das médias apresentadas possui coeficientes de variação entre 20 e 40%, sugerindo uma ampla variabilidade genética para o melhorista explorar.

Tabela 1. Médias populacionais *in situ* de diversas características importantes para o melhoramento da pupunha para a produção de palmito, medidas em plantas adultas (Clement et al. 1988).

População	Diâmetro Estipe (cm)	Comprim. Entrenós <sup>a</sup> (cm)	Número Folhas	Comprim. Raquis (m)	Área Foliar (m <sup>2</sup> )
B. Constant	19,0	20,3	17,2	288	39
San Carlos	17,8	13,3	16,4	298	43
Yurimaguas	18,0	19,2	14,6	3,18	33

<sup>a</sup> Média dos primeiros nove entrenós [veja Clement (1986) para os descritores da pupunha].

Duas das três populações inermes foram comparadas em ensaios de progênies no Havaí, em dois ambientes diferentes (Clement 1995): um similar ao trópico úmido brasileiro, embora com solos melhores (TU); e outro, similar ao trópico semi-árido brasileiro, com irrigação (TSA). Foi avaliada, em ambos, a taxa de crescimento relativo (TCR), que é uma medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com seu tamanho no início do período. Em média, as progênies de Benjamin Constant cresceram igualmente bem nos dois ambientes, embora diferentes progênies tenham mostrado diferentes adaptações aos ambientes (Figura 1). Em comparação, as de Yurimaguas cresceram melhor no TU que no TSA, ao mesmo tempo que mostraram variação adaptativa.

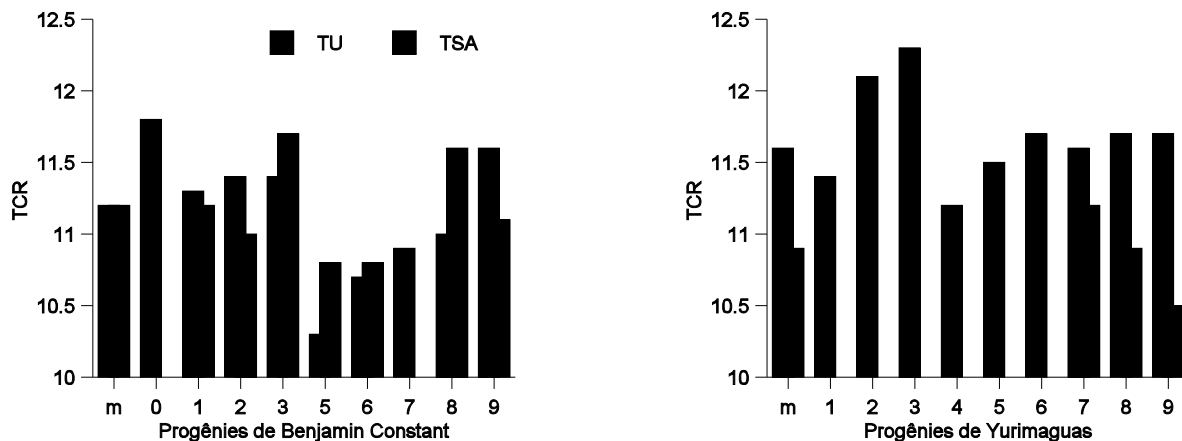


Figura 1. Comparação entre amostras de duas populações de pupunha (Benjamin Constant e Yurimaguas) plantadas no Havaí em ambientes similares ao trópico úmido (TU) e ao trópico semi-árido (TSA), em termos de suas taxas de crescimento relativo (TCR em g/kg/dia). m = média das progênies.

Embora o germoplasma de Benjamin Constant tenha crescido igualmente bem em ambos os ambientes, sua produtividade foi maior no TSA que no TU até o final do primeiro corte (Figura 2). Isso foi devido ao maior tamanho do palmito no TSA. Em contraste, o germoplasma de Yurimaguas foi mais produtivo no TU, embora igual ao germoplasma de Benjamin Constant no TSA. Outra vez, a variação entre as progênies foi muito grande, e deverá permitir um ganho importante no início de um programa de melhoramento.

Ainda não existem análises químicas e organolépticas que permitam comparar os palmitos dessas três populações de pupunha inerme, embora palmitos de pupunheiras oriundas de sementes de Benjamin Constant e Yurimaguas foram recentemente analisados por Barbieri et al. (dados não publicados). Nos experimentos realizados no Havaí observou-se que os palmitos de Yurimaguas eram mais compridos que os de Benjamin Constant, provavelmente devido a um maior conteúdo de fibra nos de BC. Ao mesmo tempo, os palmitos de Yurimaguas eram mais doces e irritavam menos a boca que os de Benjamin Constant (a irritação é causada por cristais de oxalato de cálcio). Essas características são importantes atualmente e serão mais importantes no futuro, para apoiar a expansão do mercado de palmito fresco e minimamente processado.

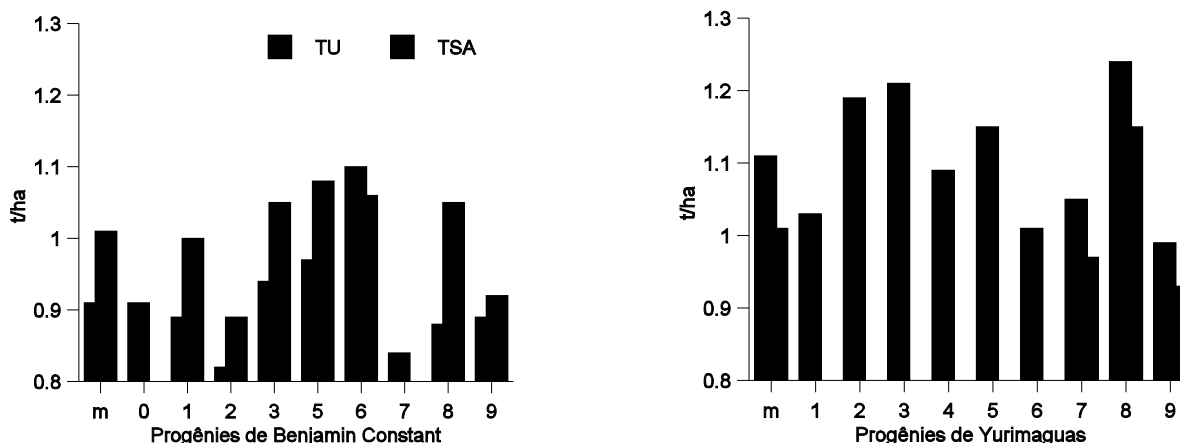


Figura 2. Comparação entre amostras de duas populações de pupunha (Benjamin Constant e Yurimaguas) plantadas no Havaí em ambientes similares ao trópico úmido (TU) e ao trópico semi-árido (TSA) em termos de sua produtividade (t/ha) até o final do primeiro corte.

### O ideotipo e os critérios de seleção

A palavra “ideotipo” quer dizer “o tipo ideal” da espécie em discussão. Em geral, quanto mais resumido o ideotipo, mais rápido será o avanço genético num programa de melhoramento. Mora Urpí et al. (1997) apresentaram um ideotipo de pupunha para a produção de palmito (Tabela 2). Muitos desses caracteres são componentes diretos ou indiretos do vigor, que por sua vez, é medido pela TCR (Clement 1995).

Tabela 2. Características de um ideotipo de pupunha para a produção de palmito (modificado de Mora Urpí et al. 1997).

<b>Estipe</b>	<b>Palmito</b>
Entrenós inermes	1º corte < 12 meses c/diâmetro > 9 cm
Suave, sem muito lignificação precoce	Nº anual > 4/touceira/ano, após 24 meses
<b>Folhas</b>	Tipo “exportação” > 150 g
Pecíolo inerme	Tipo “estipe” > 300 g
Bainha comprida	Cor branco – cremoso
Ráquis e lamina curta e ereta	Bom sabor
Taxa de assimilação líquida elevada	Sem irritação (oxalato de cálcio)
<b>Perfilhos</b>	<b>Resistente</b> ao ácaro e à broca do estipe
Desenvolvem < 6 meses, crescem rápido	<b>Tolerante</b> a competição intra-específica
Numerosos, > 4/touceira/ano	<b>Adaptação</b> agroecológica ampla

Desta lista, os critérios mais importantes são os relacionados ao caráter ‘espinhos,’ ao crescimento rápido, ao perfilhamento, à resistência a pragas e doenças e à qualidade do palmito, tanto física como organoléptica (Clement 1995). Uma vez que as populações base tenham sofrido o primeiro ciclo de seleção massal, geralmente para espinhos e perfilhamento,

os outros critérios de seleção podem ser aplicados com mais intensidade, permitindo maior avanço genético se a base genética tiver variabilidade ampla.

### O conhecimento atual - a base científica do melhoramento

Qualquer programa de melhoramento moderno requer informação básica sobre sua base genética: variabilidade morfológica e genética (via análise de isoenzimas ou marcadores moleculares); herdabilidade (a proporção do genótipo que é devida à herança dos pais); biologia reprodutiva; fisiologia de crescimento; propagação (para que as melhores plantas possam ser propagadas diretamente); susceptibilidade e resistência a pragas e doenças; e qualidades químicas e organolépticas. A seguir, alguma dessa informação é apresentada de forma resumida.

#### *Variabilidade e estrutura genética*

A variabilidade morfológica da pupunha dessas populações inermes foi avaliada por Clement & Mora Urpí (1988) e Clement (1986), e a tabela 1 apresenta médias de algumas características mensuradas. Em geral, as variâncias associadas a essas médias são altas, mas existem poucas informações sobre a proporção genética versus a ambiental. Uma vez que a planta produtora de palmito está sempre em seu estágio juvenil, os caracteres de interesse são os vegetativos. Em outras espécies, caracteres vegetativos tendem a ter muita interação entre o genótipo e o ambiente - a chamada 'plasticidade' do fenótipo.

A variabilidade molecular (isoenzimas e DNA) tem sido menos estudada em pupunha, pois as técnicas são mais novas, mais caras que a análise morfológica, e a pupunha ainda é de pouca expressão econômica. No entanto, Rojas Vargas (1993), Clement (1995), Clement et al. (1997), Barbosa (1997) e Sawazaki et al. (1998) apresentaram algumas informações sobre a variabilidade molecular. Clement et al. (1997) mostraram que existe pouca variabilidade genética dentro de amostras dessas três populações inermes extraídas de plantios do INPA, em Manaus, e do ANAI, em Costa Rica (Tabela 3). Isso por sua vez, demonstra a importância de se utilizar técnicas moleculares em apoio à seleção para evitar a redução excessiva da heterozigosidade nessas populações base.

Tabela 3. Polimorfismo isoenzimático em três amostras populacionais de pupunha inermes introduzidas no Havaí [Benjamin Constant (BC), San Carlos (SC), Yurimaguas (Yu)] baseado em 16 loci prováveis em 9 sistemas enzimáticos (Clement et al. 1997).

População	Número de Alelos	Média±E Alelos / Locus	% Loci Polimórfico <sup>a</sup>		Média±E Observado	Heterozigosidade Esp. H.-W.
			0,95	0,99		
BC	34	2,13±0,27	31,2	56,2	0,066±0,020	0,081±0,026
SC	25	1,56±0,18	37,5	43,7	0,051±0,023	0,149±0,056
Yu	33	2,06±0,23	62,5	68,7	0,141±0,035	0,191±0,047
Nas três	38	2,37±0,29	50,0	68,7	0,086	140

<sup>a</sup> Um locus é considerado polimórfico se a frequência do alelo mais comum não exceder 0,95 ou 0,99.

Alguns caracteres dos 'espinhos' foram os primeiros a ser analisados em termos de estrutura genética e herdabilidades. Chávez et al. (1990) demonstraram que existe relativamente pouca variância aditiva (a parte suscetível à seleção) em uma das populações de Yurimaguas mantida em Manaus e que as herdabilidades eram muito menores que as

esperadas para um caracter, considerado até então, mendeliano. O caracter mais importante - espinhos no pecíolo/ráquis - apresentou uma estimativa da herdabilidade *sensu restricto* de apenas 0,36. Mais tarde, Clement (1995) obteve uma estimativa similar ( $h^2 = 0,27$  ou menos) em materiais de Benjamin Constant.

Clement (1995) também estimou herdabilidades para alguns parâmetros de crescimento, muito importantes para a produção de palmito, e as usou para estimar a resposta esperada à seleção (Tabela 4). Uma observação importante é que os valores variam conforme o intervalo entre medidas, sendo que o intervalo que faz mais sentido biológico (entre o viveiro e o primeiro corte) é o que apresenta menor variância (estimada por  $s$ ), herdabilidade, e portanto, menor resposta à seleção. As pequenas respostas estão de acordo com as observadas em outros cultivos, de forma que não se pode esperar ganhos dramáticos nessas populações de pupunha.

Tabela 4. Comparação entre a resposta esperada (R), calculada para três intervalos de tempo, para a taxa de crescimento relativo (TCR em g/kg/dia) e a razão de área foliar (RAF em  $m^2/kg$ ) na densidade de 3333 plantas/ha em Ninole, Havaí, assumindo que 2% das 189 plantas foram selecionadas ( $i = 2,367$ ) [ $s$  é  $V_p^{1/2}$  e  $h^2$  é estimada com  $F = 0,5$ ]. Os intervalos são:  $v > c$  - viveiro ao corte;  $v > 1$  - viveiro à 1ª avaliação no campo;  $1 > 2$  - da 1ª à 2ª avaliação no campo.

intervalo	média atual	s	$h^2$	R	R em %	média futura
<u>TCR</u>						
$v > c$	11,06	1,1735	0,49	1,36	12,3	1242
$v > 1$	13,40	3,3009	0,89	6,95	51,9	2035
$1 > 2$	10,00	5,3976	0,49	6,26	62,6	1626
<u>RAF</u>						
$v > c$	10,73	0,1033	0,11	0,03	0,3	1076
$v > 1$	12,74	0,9557	0,50	1,13	8,9	1387
$1 > 2$	7,50	1,2738	0,36	1,09	14,5	859

Correlações positivas significativas foram encontradas entre caracteres vegetativos, tais como diâmetro, altura e número de folhas, e componentes diretos da produção em pupunheiras (massa, diâmetro e comprimento do palmito) (Bovi et al. 1988; Bovi et al. 1992; Bovi et al. 1993a; Clement et al. 1988; Moreira Gomes & Arkcoll 1988). Além disso, Bovi et al. (1993b) verificou que essas correlações são válidas desde o início do cultivo, indicando a possibilidade de seleção precoce de plantas superiores para palmito, usando esses mesmos caracteres. Ganhos esperados por ciclo, quando da seleção precoce, são significativos e devem ser explorados. Dentre os caracteres avaliados por Bovi et al. (1993b) merecem destaque, pela facilidade de mensuração, o número de folhas e o diâmetro da planta na altura do solo. Clement (1995) também observou que plantas de crescimento rápido quando juvenis mantinham maior taxa de crescimento quando chegavam à idade do corte. Essas duas observações sugerem que é possível fazer seleção em viveiro, permitindo expressivos ganhos de tempo e dinheiro.

Embora Mora Urpí (1984) tenha afirmado que a pupunha possui uma sistema de auto-incompatibilidade genética, que garantiria sua alogamia, Clement & Arkcoll (1984) observaram que a auto-compatibilidade varia de 0 a 88% na população de Benjamin Constant.

Isso, por sua vez, sugere a possibilidade de altas taxas de endogamia, sugestão apoiada também pelas heterozigosidades observadas (Tabela 3) e o sistema agrícola em que a pupunha foi domesticada (Clement 1988). Essa endogamia é também a razão pela qual Clement (1995) estimou herdabilidades com um  $F = 0,5$  (Tabela 4).

### *Crescimento*

A pupunha manejada para a produção de palmito, é uma planta em permanente estágio juvenil. Existem plantios em Costa Rica que tem produzido continuamente há mais de 20 anos, sem replantio (Mora Urpí et al. 1997). A manutenção da saúde da touceira é, portanto, essencial ao crescimento e sustentabilidade do cultivo.

Dentro da fase juvenil da planta existem duas fases distintas (Clement 1995): a das folhas bífidas e a das folhas pinadas. Durante a fase bífida, a planta se estabelece, recebendo a primeira inoculação com micorrizas nativas, que ajuda na absorção de fósforo e outros elementos, e seu crescimento é essencialmente exponencial. Durante a fase pinada, a planta cresce aceleradamente, também de forma exponencial, mas com uma curva menos acentuada, porque a TCR começa a ser reduzida pela respiração do estipe em formação, quando a planta alcança um metro de altura, como acontece em outras espécies (Causton & Venus 1981).

Em um plantio bem manejado, a eficiência biológica é maximizada se o corte do palmito ocorrer antes da redução da TCR. Isto acontece na Costa Rica, onde se visa a obtenção de palmitos de pequeno diâmetro para o mercado de exportação. Daí a razão de o ideotipo de Mora Urpí et al. (1997) estabelecer mais de quatro palmitos por touceira por ano (Tabela 2). No Brasil, onde a preferência é para um palmito mais grosso, a eficiência máxima poderia ser passada.

Outra coisa importante sobre o crescimento dos perfilhos é que o desenvolvimento deles é essencialmente igual ou ainda mais rápido que o crescimento da muda original. A razão é que o perfilho tem possibilidade de se estabelecer à sombra do estipe principal, com crescimento radicular apreciável e infecção por micorrizas. Quando o estipe principal é cortado, o perfilho começa a crescer logo após aclimatado ao sol. Aí está a importância de se manejar o plantio adequadamente, usando densidade de plantio e adubação apropriada para a minimização desse tempo de aclimação.

### *Propagação*

O produtor compra sementes de populações de pupunha oriundas de polinização aberta. O melhorista também usa esse material no início de seu programa. No entanto, o melhorista também precisa poder combinar plantas com caracteres interessantes ou usar plantas com caracteres específicos. Para isto, é preciso ter métodos de propagação apropriados.

O método de polinização controlada foi desenvolvido por Mora Urpí, na Costa Rica (Mora Urpí et al. 1997). O pólen é coletado na tarde do segundo dia após abertura da espata, sendo usado em outra inflorescência na manhã do primeiro dia após a abertura. O pólen também pode ser secado e congelado para uso futuro. A principal dificuldade desse método é que a emasculação das flores masculinas da inflorescência polinizada é uma operação difícil de ser realizada, causando a queda da maioria das flores femininas. Se a matriz for auto-incompatível, esse problema não existe. Caso contrário, técnicas de análise molecular podem distinguir progênies oriundas da combinação desejada (se o cruzamento é bastante valioso para justificar esse custo adicional).

A propagação vegetativa tem uma longa história popular e muito pouco sucesso. Os primeiros povos informaram aos portugueses e espanhóis que era possível separar perfilhos das matrizes para propagar a pupunha. No entanto, o êxito desse processo é reduzido: 25% de

sobrevivência inicial (Garcia 1988), seguida de morte gradual até ao redor de 90%, produzindo além disso plantas que não perfilham, ou perfilham pouco, e raramente florescem! Sattler (1986) descobriu que a porcentagem de sobrevivência e crescimento normal (ou seja, com perfilhos e flores) melhorava se a separação dos perfilhos de uma touceira ocorresse algum tempo após o corte da planta-mãe para palmito. Este método é mais promissor, mas ainda não foi refinado (Mora Urpí et al. 1997).

Faz 20 anos que pesquisadores de Costa Rica, Brasil e Peru estudam a viabilidade da obtenção de clones de pupunha por meio de cultivo de tecidos. Palmeiras em geral são difíceis de propagar dessa forma, com poucos genótipos se adaptando ao cultivo *in vitro*. Mora Urpí et al. (1997) afirmaram que pesquisadores de Costa Rica têm resolvido os problemas, mas ainda não publicaram resultados, nem ofereceram *in-vitro*-plântulas, nem ofereceram vender a técnica.. Este é um assunto que merece pesquisa, mas principalmente para apoiar os melhoristas, não para a comercialização em larga escala. A razão dessa restrição é, além dos altos custos, o risco de que ocorram ataques mais intensos de pragas e doenças que se adaptarão com facilidade a monocultivos de poucos clones.

#### *Pragas e doenças*

O Dr. Luadir Gasparotto, Embrapa Amazônia Ocidental, apresentou uma avaliação das principais pragas e doenças que ocorrem atualmente em plantações de pupunha (este volume). Falta conhecimento específico sobre a suscetibilidade de cada população base.

#### *Qualidades físico-químicas*

Ferreira et al. (1982a,b) foram os primeiros a publicar análises físico-químicas do palmito de pupunha. Eles mostraram que essa palmeira possui tão pouca peroxidase e polifenoloxidase que seu palmito não oxida e escurece como o das espécies de *Euterpe*. Essa característica é de grande importância para o mercado fresco e minimamente processado, pois permite que o palmito seja exposto por alguns dias sem perder sua aparência. Desde a época de Ferreira et al. foram feitas diversas análises físico-químicas (veja Mora Urpí et al. 1997), mas algumas não são específicas para as populações base, o que reduz sua utilidade para o melhorista.

### **Os projetos de melhoramento em andamento**

Qualquer tipo de seleção seguida por plantio de propágulos das plantas selecionadas é melhoramento genético. A eficiência de um projeto de melhoramento genético depende, no entanto, de sua base genética e do uso da informação disponível. A seguir, comentaremos alguns dos projetos em andamento, reconhecendo que existem outros e que não podemos apresentar todos detalhes sobre os projetos mencionados.

#### *O INPA*

O INPA começou seus trabalhos com pupunha para palmito em 1977 (Clement et al. 1988). Em 1980, seus pesquisadores introduziram germoplasma de Yurimaguas no Brasil pela primeira vez. Infelizmente, os projetos do INPA têm sofrido mais descontinuidades que outra coisa e perderam diversos ensaios que poderiam ter gerado resultados importantes. Esta história triste não será contada aqui.

Em 1990, pesquisadores do INPA, em colaboração com os do IAC e da UNESP-FCAV de Jaboticabal, fizeram nova prospeção da população de Yurimaguas e plantaram ensaios de progênies em três locais. O ensaio do INPA, sob a responsabilidade de Kaoru Yuyama, possui 319 progênies de polinização aberta que foram avaliadas para espinhos, perfilhos, peso e comprimento do palmito, e crescimento após o primeiro corte. Essa avaliação

permitiu uma seleção massal preliminar de 50 progênies inermes, com numerosos perfilhos, palmitos compridos e crescimento rápido. As melhores plantas dessas 50 progênies estão sendo conduzidas para a produção de sementes, com a primeira safra esperada em 2001.

Exemplares das mesmas 50 progênies estão sendo propagadas vegetativamente com a metodologia de Sattler (1986). Os perfilhos serão mantidos em casa de vegetação e submetidos à metodologia de Blaak (1980) para forçar perfilhamento precoce e permitir a divisão das touceiras. Se funcionar como esperado, exemplares dessas progênies serão distribuídas às instituições de pesquisa e produtores de sementes para avaliação. A seqüência metodológica também será aplicada no Banco Ativo de Germoplasma de Pupunha para obter genótipos para todos os programas de melhoramento de pupunha e para a duplicação de partes desse BAG em outras instituições.

### *O IAC*

O IAC começou seus trabalhos com a pupunha visando a produção de palmito em 1973/4, estimulado pela divulgação do trabalho de Camacho e Sória (1970), na Costa Rica. Com as sementes importadas em 1973 daquele país, foram instalados lotes experimentais, que existem até hoje em cinco localidades no Estado de São Paulo. Os primeiros resultados de pesquisa com a pupunheira para a produção de palmito começaram a ser divulgados a partir de 1978 (Germek 1978; Germek et al. 1981; Bovi et al. 1988), comprovando a viabilidade do cultivo dessa palmeira para a produção de palmito. O primeiro material importado consistia de uma mistura de sementes procedentes de Belém, um centro de hibridização que inclui germoplasma das racas Pará, Solimões e Putumayo (Mora Urpi 1984). Cerca de 30% das plantas provenientes dessas sementes não possuem espinhos no estipe e pecíolo/ráquis, e vêm sendo selecionadas para os demais critérios relacionados à produção de palmito.

No início da década de 1980, germoplasma com alta taxa de plantas sem espinhos foi identificado no Peru e enviado para o IAC. Após seleção de plantas, realizada em viveiro e tendo como critério o número de folhas e o diâmetro da planta, foi estabelecido um campo para produção de sementes. Esse campo, embora com base genética restrita, propiciou o aumento de pupunheiras da população de Yurimaguas e a distribuição de sementes em pequena quantidade para alguns agricultores, atestando-se, na prática, a superioridade do material peruano para a produção de palmito e suas vantagens em relação às espécies tradicionais (*Euterpe* spp).

Em 1990, após a nova prospeção da população de Yurimaguas visando o aumento da base genética (realizada em colaboração com pesquisadores do INPA e da UNESP-FCAV de Jaboticabal), foram estabelecidos ensaios de progênies em três locais. Os ensaios do IAC (sob a responsabilidade de Marilene Leão Alves Bovi), assim como os do INPA, possuem 319 famílias de meios irmãos (progênies de polinização aberta) que vêm sendo avaliadas periodicamente para taxa de crescimento, número de perfilhos e componentes diretos da produção (peso, diâmetro e comprimento do palmito), além evidentemente de ausência de espinhos no pecíolo/ráquis e estipe. Por meio das avaliações realizadas selecionou-se as 50 melhores famílias quanto aos caracteres acima mencionados (crescimento e produção). A qualidade do palmito (avaliações físicas, químicas, bioquímicas e organolépticas) das progênies selecionadas foi recentemente avaliada em colaboração com o Instituto de Tecnologia de Alimentos. As melhores plantas dentro das 50 famílias estão sendo conduzidas para a produção de sementes.

Ao mesmo tempo, o IAC realiza seleção massal estratificada em plantios comerciais de empresas conveniadas. Adota-se índice de seleção não maior que 20% e os critérios estabelecidos acima. A superioridade das plantas selecionadas para a produção de sementes

vem sendo avaliada considerando-se ainda o número de frutos férteis por cacho, a porcentagem e o índice de velocidade de germinação, além do vigor das plântulas obtidas.

#### *A Embrapa Acre*

A Embrapa Acre começou um projeto de melhoramento *in situ* em 1997, atualmente sob a responsabilidade de Francisco J. da Silva Lédo e em parceria com os agricultores do projeto RECA. O projeto RECA possui centenas de hectares de sistemas agroflorestais com pupunha como um dos três componentes principais. O material genético pertence à população de Benjamin Constant. Existem ao redor de 25% de plantas inermes que estão sendo selecionadas com base no ideotipo da Tabela 2. Sementes das matrizes selecionadas serão plantadas em ensaios dentro de RECA e na Estação Experimental da Embrapa Acre, constituindo-se no primeiro ensaio de progênies da raça Putumayo no Brasil.

#### *A Embrapa Amapá*

A Embrapa Amapá começou um projeto de melhoramento convencional em 1998, sob a responsabilidade de João Tomé de Farias Neto, com a introdução de 31 progênies de polinização aberta da Embrapa Amazônia Ocidental oriundas de quatro ciclos de seleção massal ( $S_4$ ) praticados em germoplasma restrito de Yurimaguas. A primeira avaliação deste ensaio já foi feita e será publicada em breve (Farias Neto, com. pess., 1999).

A história desse material merece divulgação porque também foi plantado na Embrapa SPSB Petrolina, PE, em 1997. Quatrocentas plantas de quatro progênies de Yurimaguas coletadas pelo INPA em 1980, foram entregues ao Sr. Imar César de Araújo, hoje o principal produtor de sementes de pupunha no Brasil. Em meados da década 1980, o Sr. Araújo fez uma seleção massal ( $S_1$ ) dentro desse material (critérios: inerme, perfilhos, diâmetro do estipe, comprimento entrenós) para expandir sua produção de 1 para 10 ha. No final da década 1980, o Sr. Araújo fez uma seleção massal ( $S_2$ ) dentro do plantio novo para aumentar seu plantio de 10 para 20 ha. No início da década 1990, a Embrapa Amazônia Ocidental fez uma seleção massal ( $S_3$ ) no plantio novo do Sr. Araújo para estabelecer um pequeno plantio de produção de sementes. Em 1997, a Embrapa Amazônia Ocidental fez uma seleção massal ( $S_4$ ) para mandar à Embrapa Amapá. Uma outra seleção massal (também  $S_4$ ) foi feita em 1996 para mandar à Embrapa SPSB Petrolina. Como consequência dessa seqüência de seleções e plantios, esse germoplasma possui uma base genética bastante restrita, embora ainda não analisada geneticamente.

Em 1999, a Embrapa Amapá obteve 100 progênies novas de Yurimaguas, que serão plantadas no campo até o final do ano (Farias Neto, com. pess., 1999). Esta base genética não será restrita e permitirá novos avanços rápidos no programa de melhoramento.

#### **Necessidades atuais e futuras**

O agronegócio pupunha para palmito está se expandindo rapidamente no Brasil (Bovi 1997) e tem potencial para expandir muito mais. No entanto, a expansão de produção será limitada pela qualidade, tanto da matéria prima, como do produto final, entregue ao consumidor. O mercado internacional para palmito envasado da forma convencional (Codex Alimentarius STAN144/85) mostra sinais de saturação (J. Mora Urpí, com. pess., 1998), o que é compreensível, tendo em vista a baixa qualidade organoléptica e culinária desse produto. O mercado brasileiro ainda não mostra sinais de saturação, embora tenha sido abalado por três casos de botulismo, divulgados nos dois últimos anos. A expansão também foi abalada por problemas de importação de sementes, que poderia ser desnecessária se os projetos de melhoramento no Brasil tivessem o adequado apoio financeiro para atender os produtores de sementes. Aqui apresentaremos algumas das necessidades atuais e futuras que precisam ser

atendidas pelos empresários e produtores envolvidos com a pupunha, e que desejam apoiar a expansão deste agronegócio.

#### *Apoio empresarial e político*

Qualquer projeto de melhoramento genético de plantas perenes requer continuidade. O exemplo do INPA mostra o que acontece sem isso. No entanto, o governo federal tem adotado uma política de redução de despesas e ações em áreas que considera de menor prioridade, sendo atualmente notória a falta de apoio à pesquisa no âmbito federal.

Portanto, a primeira necessidade na área de melhoramento genético de pupunha é apoio empresarial, tanto em termos de apoio direto aos projetos (para os quais existem incentivos fiscais do governo federal - a lei Sarney), como em termos de apoio político. Um exemplo de apoio político gerado pelos empresários do agronegócio pupunha, foi o caso do recente embargo à importação de sementes do Peru. Outro exemplo é a decisão do governo do estado de Rondônia de incluir a pupunha como prioridade junto à SUFRAMA (Rondônia foi o único estado da Amazônia que elegeu essa prioridade, a despeito de sua importância no Acre, Amazonas e Pará). Esse mesmo apoio político, agora precisa ser direcionado para dar apoio aos projetos de melhoramento e pesquisa em geral.

Logicamente, o apoio empresarial direto também oferece aos empresários uma oportunidade de ajudar a priorizar as pesquisas, de forma a melhor atender suas próprias necessidades, tanto imediatas, como de mais longo prazo. O agronegócio pupunha não pode se fechar como está acontecendo com o da manga, em que os empresários reduziram a pesquisa a duas ou três variedades com demanda na Europa. Ora, o mercado europeu é um dos que mais procura novas opções, de forma que os empresários de manga estão limitando seu próprio futuro com essas restrições à pesquisa. Algumas das direções futuras para o agronegócio pupunha foram comentadas durante este seminário e outras seguramente aparecerão a cada ano. A interação dos empresários e produtores com os melhoristas, garantirá que a pesquisa possa gerar resultados práticos antes que os mesmos sejam aproveitados em outros países.

#### *Introdução de germoplasma da raça Guatuso*

Os diversos projetos de melhoramento no Brasil estão baseados principalmente em germoplasma de Yurimaguas e secundariamente de Benjamin Constant. O BAG-Pupunha possui poucos acessos de San Carlos (raça Guatuso). A introdução desse germoplasma é importante para ampliar a base genética desses projetos, mas será difícil porque o Brasil é o principal competidor da Costa Rica em palmito, no mercado internacional.

#### *Propagação vegetativa*

O desenvolvimento de métodos de propagação vegetativa é essencial, tanto por técnicas *in vitro* como por técnicas mais convencionais. Os métodos convencionais são bastante simples, mas precisam ser aperfeiçoados, pois uma taxa de sucesso de 10% é inaceitável! Os métodos *in vitro* são mais complicados, mas a médio prazo são mais importantes, porque podem multiplicar genótipos com muito mais rapidez, permitindo a instalação de ensaios de clones em todas as regiões produtoras do Brasil. Esses ensaios, por sua vez, identificarão genótipos adaptados a cada região, que podem ser distribuídos aos produtores de sementes, reduzindo a necessidade futura de importar sementes.

#### *Análises moleculares*

Em consequência da base genética restrita dos projetos de melhoramento, o uso de técnicas moleculares (especialmente de A.D.N.) é essencial para acompanhar os efeitos da

seleção na heterozigiosidade das progênies. Este acompanhamento visa a manutenção da variabilidade genética ao longo das gerações de seleção, pois essa variabilidade é a forma mais econômica de evitar, ou pelo menos minimizar, problemas fitossanitários futuros.

#### *Qualidades que permitam conservação in natura*

Um dos segmentos do mercado que pode crescer rapidamente é o de palmito fresco ou minimamente processado. Esse mercado está relacionado às qualidades do palmito da pupunha que permitem sua exposição ao ambiente sem se oxidar e se tornar amargo. No entanto, ensaios preliminares (Clement et al. no prelo) demonstram que existe muita variabilidade fenotípica (e provavelmente genética) nessas qualidades. A identificação dos caracteres químicos e fisiológicos que influenciam a qualidade do palmito fresco é essencial, seguida pelo desenvolvimento de metodologias que permitam sua avaliação exata (hoje usamos avaliação sensorial, que é subjetiva e muito pouco precisa).

#### **Bibliografia**

- Barbosa, A.M.M. 1997. Análise da variabilidade genética em progênies de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) por caracteres agrônômicos e RAPD. Tese de mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP. 110p.
- Blaak, G. 1980. Vegetative propagation of pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Turrialba 30(3): 258-261.
- Bovi, M.L.A. 1997. Expansão do cultivo da pupunheira para palmito no Brasil. Horticultura Brasileira 15(Suplemento): 183-185.
- Bovi, M.L.A.; Godoy Júnior, G.; Saes, L.A. 1988. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônômico de Campinas. In: Anais 1º Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito, CNPF/IAPAR/IAC, Curitiba, PR. pp. 1-44.
- Bovi, M.L.A.; Saes, L.A.; Godoy Júnior, G. 1992. Correlações fenotípicas entre caracteres não destrutíveis e palmito em pupunheiras. Turrialba, 42(3): 382-390.
- Bovi, M.L.A.; Godoy Júnior, G.; Camargo, S.B.; Spiering, S.H. 1993a. Caracteres indiretos na seleção de pupunheiras inermes (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para palmito. In: Mora Urpí, J.; Szott, L.T.; Murillo, M.; Patiño, V.M. (Eds). IV Congresso Internacional sobre Biologia, Agronomia e Industrialización del Pijuayo. Editorial Univ. Costa Rica, San José. pp. 163-176.
- Bovi, M.L.A.; Godoy Júnior, G.; Camargo, S.B.; Spiering, S.H. 1993b. Seleção precoce em pupunheiras (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para produção de palmito. In: Mora Urpí, J.; Szott, L.T.; Murillo, M.; Patiño, V.M. (Eds). IV Congresso Internacional sobre Biologia, Agronomia e Industrialización del Pijuayo. Editorial Univ. Costa Rica, San José. pp.177-195.
- Camacho, E.; Soria V., J. 1970. Palmito de pejibaye. Proceedings of the Tropical Region, American Society for Horticultural Science, 14: 122-132.
- Causton, D.R.; Venus, J.C. 1981. The biometry of plant growth. Edward Arnold, London.
- Chávez F., W.B.; Noda, H.; Clement, C.R.. 1990. Genetic/phenotypic studies on spines in pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Palmae). Revista Brasileira de Genética 13(2): 305-312.
- Clement, C.R. 1986. Descriptores mínimos para el pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y sus implicaciones filogenéticas. Tese de mestrado, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 216p.
- Clement, C.R. 1988. Domestication of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes*): past and present. In: Balick, M.J. (Ed). The Palm - Tree of Life. Biology, Utilization and Conservation. Advances in Economic Botany 6: 155-174.
- Clement, C.R. 1995. Growth and genetic analysis of pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) in Hawaii. Tese de doutorado, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI, USA. 221p.

- Clement, C.R.; Arkcoll, D.B. 1984. Observações sobre auto-compatibilidade em pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Acta Amazonica* 14(3-4): 337-342.
- Clement, C.R.; Mora Urpí, J. 1988. Phenotypic variation of peach palm observed in the Amazon basin. *In: Clement, C.R.; Coradin, L. (Eds.). Final report (revised): Peach palm (Bactris gasipaes H.B.K.) germplasm bank. U.S. Agency for International Development (grant number DAN-5542-G-SS-2093-00), INPA, Manaus. pp. 20-54.*
- Clement, C.R.; Chávez F., W.B.; Moreira Gomes, J.B.. 1988. Considerações sobre a pupunha como produtora de palmito. *In: Anais 1º Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito, CNPF/IAPAR/IAC, Curitiba, PR. pp. 225-247.*
- Clement, C.R.; Aradhya, M.K.; Manshardt, R.M. 1997. Allozyme variation in spineless pejobaye (*Bactris gasipaes* Palmae). *Economic Botany* 51(2): 149-157.
- Clement, C.R.; Santos, L.A.; Andrade, J.S. Conservação de palmito de pupunha em atmosfera modificada. *Acta Amazonica*, no prelo.
- Ferreira, V.L.P.; Graner, M.; Bovi, M.L.A.; Draetta, I.S.; Paschoalino, J.E.; Shirose, I. 1982a. Comparação entre os palmitos de *Guilielma gasipaes* Bailey (pupunha) e *Euterpe edulis* Mart. (juçara). I. Avaliações físicas, organolépticas e bioquímicas. *Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 12(1): 255-272.
- Ferreira, V.L.P.; Graner, M.; Bovi, M.L.A.; Figueiredo, I.B.; Angelucci, E.; Yokomizo, Y. 1982b. Comparação entre os palmitos de *Guilielma gasipaes* Bailey (pupunha) e *Euterpe edulis* Mart. (juçara). II. Avaliações físicas e químicas. *Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 12(1): 273-282.
- Garcia, T.B. 1988. Afeito de ácido indol 3-butírico no enraizamento de diferentes tamanhos de perfilhos de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Tese de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 36p.
- Germek, E.B. 1978. Cultura experimental da pupunha no Estado de São Paulo. *O Agrônomo*, 29: 96-103.
- Germek, E.B.; Arruda, H.V.; Santos, R.R.; Cione, J.; Scaranari, H.J.; Martins, F.P. 1981. Comportamento da palmeira pupunha (*Guilielma gasipaes* L.H. Bailey) em três localidades do Estado de São Paulo. *Anais do 6º Congresso Brasileiro de Fruticultura, Soc. Bras. Frutic., Recife, pp. 1198-1206.*
- Mora Urpí, J. 1984. El pejobaye (*Bactris gasipaes* HBK.): origen, biología floral y manejo agronómico. *In: Palmeras poco utilizadas de América Tropical; informe de la reunión de consulta organizada por FAO y CATIE, 8-10 Agosto 1983. CATIE, Turrialba. pp. 118-160.*
- 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/International Plant Genetic Resources Institute - IPGRI, Rome. 83p.
- Moreira Gomes, J.B.; Arkcoll, D.B. 1988. Estudos iniciais sobre a produção de palmito de pupunha. *In: Anais 1º Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito, CNPF/IAPAR/IAC, Curitiba, PR. pp. 271-278.*
- Rojas Vargas, S.M. 1993. Establecimiento de una técnica para el análisis isoenzimático de pejobaye (*Bactris gasipaes* Kunth). Tese de mestrado, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 83p.
- Sattler, Z.R. 1986. Propagación vegetativa del pejobaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) por hijuelos. *In: Reconocimiento de nuevas fuentes de aceite y grasa a partir de palmas oleaginosas nativas del trópico húmedo americano. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. pp. 3-9.*
- Sawazaki, H.E.; Bovi, M.L.A.; Sodek, L.; Colombo, C.A. 1998. Diversidade genética em palmeiras através de isoenzimas e RAPD. *Revista Brasileira de Biologia* 58(4): 681-691.