

Novembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 205

Programa de melhoramento genético de pupunha na Embrapa, IAC e Inpa

Antonio Nascim Kalil Filho
Charles Roland Clement
Marcos Deon Vilela de Resende
João Tomé de Farias Neto
Celso Luiz Bergo
Gilberto Ken-Iti Yokomizo
Paulo Emílio Kaminski
Kaoru Yuyama
Valéria Aparecida Modolo

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411-000, Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

www.cnpf.embrapa.br

sac@cnpf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Antonio Aparecido Carpanezi, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Cristiane Vieira Helm, Dalva Luiz de Queiroz, Elenice Fritzsons, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Marilice Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaiad

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Roskamp Câmara

Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté

Fotos da capa: Antonio Nascim Kalil Filho

1ª edição

1ª impressão (2010): sob demanda

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Programa de melhoramento genético de pupunha na Embrapa, IAC e Inpa [recurso eletrônico] / Antonio Nascim Kalil Filho ... [et al.]. Dados eletrônicos - Colombo : Embrapa Florestas, 2010.

CD-ROM. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1679-2599 ; 205)

1. *Bactris gasipaes*. 2. Pupunha. 3. Palmito. 4. Melhoramento genético vegetal. 5. Recurso genético. I. Kalil Filho, Antonio Nascim. II. Clement, Charles Roland. III. Resende, Marcos Deon Vilela de. IV. Farias Neto, São Tomé de. V. Bergo, Celso Luiz. VI. Yokomizo, Gilberto Ken-Iti. VII. Kaminski, Paulo Emílio. VIII. Yuyama, Kaoru. IX. Modolo, Valéria Aparecida. X. Série.

CDD 634.974 (21. ed.)

© Embrapa 2010

Autores

Antonio Nascim Kalil Filho

Engenheiro Agrônomo, Doutor
Pesquisador da Embrapa Florestas
kalil@cnpf.embrapa.br

Charles Roland Clement

Biólogo, Doutor
Pesquisador do Instituto Nacional de
Pesquisas da Amazônia (Inpa)
cclement@inpa.gov.br

Marcos Deon Vilela de Resende

Engenheiro Agrônomo, Doutor
Pesquisador da Embrapa Florestas
deon@cnpf.embrapa.br

João Tomé de Farias Neto

Engenheiro Agrônomo, Doutor
Pesquisador da Embrapa Amazônia
Oriental
tome@cpatu.embrapa.br

Celso Luiz Bergo

Engenheiro Agrônomo, Doutor
Pesquisador da Embrapa Acre
celso@cpafac.embrapa.br

Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Engenheiro Agrônomo, Doutor
Pesquisador da Embrapa Amapá
gilberto@cpafap.embrapa.br

Paulo Emílio Kaminski

Biólogo, Mestre
Pesquisador da Embrapa Roraima
emilio@cpafrr.embrapa.br

Kaoru Yuyama

Engenheiro Agrônomo, Doutor
Pesquisador do Instituto Nacional de
Pesquisas da Amazônia (Inpa)
kyuyama@inpa.gov.br

Valéria Aparecida Modolo

Engenheira Agrônoma, Doutora
Pesquisadora do Instituto Agronômico de
Campinas (IAC)
vamodolo@iac.sp.gov.br

Apresentação

O presente documento constitui um relato dos principais programas de melhoramento genético da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth. var. *gasipaes* Henderson) no Brasil, coordenados pela Embrapa Florestas, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). Apresenta informações sobre a estrutura genética das principais populações de pupunha domesticada para uso econômico, tais como parâmetros de variabilidade genética populacional, endogamia, distâncias genéticas e germoplasma utilizado. Em nível experimental, apresenta as magnitudes de componentes de variância genética, ganhos genéticos, resultados alcançados do processo de seleção genética, resultados esperados nos próximos 10 anos, recursos genéticos oriundos do programa de melhoramento e estratégias de melhoramento futuras.

Ivar Wendling

Chefia de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Introdução	9
Estado da Arte	11
Populações de pupunha nativa para a produção de palmito.....	11
Melhoramento para palmito – IAC	13
Melhoramento para palmito - INPA	16
Características marcantes das progênies	18
Estratégias para o futuro	19
Melhoramento para palmito – Embrapa	20
Recursos genéticos	20
Testes de progênies	21
Melhoramento genético da pupunha na Amazônia, ES e PR	22
Os resultados nos próximos 10 anos	24
Resultados alcançados pela Embrapa Florestas, no Paraná	26
Recursos genéticos	27
Estratégias de melhoramento	27
Desenvolvimento experimental	28

Aplicação ou uso associado de novas metodologias.....	29
Estratégias de conservação genética associados.....	31
Fluxograma das principais etapas	31
Considerações finais	31
Referências	32

Programa de melhoramento genético de pupunha na Embrapa, IAC e Inpa

Antonio Nascim Kalil Filho

Charles Roland Clement

Marcos Deon Vilela de Resende

João Tomé de Farias Neto

Celso Luiz Bergo

Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Paulo Emílio Kaminski

Kaoru Yuyama

Valéria Aparecida Modolo

Introdução

O melhoramento genético é o principal processo que transforma um componente da biodiversidade em um recurso genético e, finalmente, em um produto com valor econômico no mercado. É essencial, porque é raro encontrar um componente da biodiversidade que possa ser usado diretamente no processo produtivo. Isto não representa uma deficiência da biodiversidade, mas um requerimento da competitividade do mercado, o qual exige alta qualidade com baixo custo, uma combinação incomum na natureza (CLEMENT, 2001).

A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth. var. *gasipaes* Henderson), da família das Arecáceas, oriunda da Amazônia e da América Central, apresenta duas variedades: a chichagui ou pupunha brava, com frutos pequenos, e a variedade *gasipaes* ou pupunha domesticada, que apresenta frutos grandes. Esta última é a única palmeira domesticada nos Neotrópicos (CLEMENT, 1988, 1999). Ao longo de milhares de anos, seu fruto amidoso-oleoso tornou-

se mais importante para os povos do noroeste da Amazônia, litoral da Colômbia banhado pelo Oceano Pacífico e sul da América Central (PATIÑO R., 2002). A partir do início do século 20, retornou o interesse pela pupunha na América Central e no Brasil (POPENOE; JIMENEZ, 1921), e instituições de diversos países desenvolveram estudos, gerando importantes informações sobre a propagação da espécie, plantio, qualidade nutritiva, usos e preferências dos consumidores em diferentes locais (MORA-URPÍ et al., 1997).

Na segunda metade do século 20, houve interesse para um produto da pupunha completamente diferente: seu palmito. O primeiro experimento para produção de palmito de pupunha foi conduzido no final da década de 1960 (CAMACHO; SORIA, 1970), definindo o futuro da pupunha. Ao longo da década seguinte, a pupunha foi plantada para a obtenção do palmito, inicialmente na Costa Rica e, posteriormente, no Brasil, Panamá, Equador, Colômbia, Peru, Venezuela e Nicarágua, tornando-se potencial ao agronegócio rentável de muitos países (MORA-URPÍ et al., 1997). A expansão dos plantios para a produção do palmito estimulou a criação de novos programas de melhoramento para esta finalidade, tanto no Brasil como em outros países. Atualmente, o Brasil é o maior produtor, seguido pelo Equador e Costa Rica, sendo estes últimos os maiores exportadores para o mercado mundial, pois o Brasil consome quase tudo o que produz (CLEMENT, 2008).

A pupunha é cultivada de duas formas muito distintas: para a produção de frutos e para a produção de palmito. No caso de frutos, o cultivo ocorre em pomares caseiros, pequenos sistemas agroflorestais e, raramente, pequenos pomares de monocultivo, estes últimos com uma densidade de 50 plantas por hectare, consorciado com 9 a 41 espécies arbustivas. Para a produção de palmito, as plantações ocorrem em monocultivo, em geral, com cinco a dez mil plantas por ha. Se a touceira for bem conduzida,

pode sobreviver décadas de corte contínuo, nunca chegando à fase reprodutiva.

A pupunha é uma palmeira multicaule, podendo apresentar de 0 a 15 perfilhos, possibilitando colheitas anuais de palmito (primórdio foliar), cuja oxidação é lenta, permitindo seu consumo in natura na forma de rodela (basal) ou tolete. Mais de 90% do palmito é comercializado em conserva na forma de picadinho (basal mais palmito de ponta), rodela e toletes (palmito de primeira). Apresenta maior rendimento de toletes nos perfilhos e a fibra de seu palmito é solúvel (maior apelo da nutracêutica). Seu palmito é macio, nutritivo, com baixo valor calórico, rico em fibras, em minerais (cálcio, potássio e fósforo), em vitaminas e aminoácidos importantes, podendo fazer parte de dietas com restrições calóricas. Apresenta frutos sem sementes (partenocarpia) nos primeiros anos, desconhecendo-se sua causa exata, que pode estar relacionada à pequena quantidade de pólen, problemas nutricionais ou deficiência hídrica nas fases de polinização e fertilização.

O ideótipo para a produção de palmito deve apresentar rápido crescimento, passar rápido do estágio de folhas bífidias – período juvenil – para folhas pinadas (folíolos separados) – período adulto –, apresentar máxima produção de palmito em peso (resultante do comprimento e diâmetro do palmito), principalmente de palmito-tolete, apresentar máximo perfihamento e apresentar longevidade (maximização do período de rotação da cultura).

Estado da Arte

Principais populações de pupunha nativa utilizadas no programa de melhoramento genético para a produção de palmito

As principais populações de pupunha cultivadas no mundo (pupunha domesticada) são as de Yurimáguas (Peru), da raça Pampa Hermosa, de Benjamin Constant (AM, Brasil), da raça

Putumayo, melhorada por duas gerações, e a de San Carlo (Costa Rica), da raça Utilis, população Guatuso, esta última rica em espinhos. Os plantios de pupunha para palmito no Brasil estão representados pelas populações de Yurimáguas e de Benjamin Constant melhorada.

A pupunha da raça Pampa Hermosa, de Yurimáguas (Peru), é a mais cultivada para a produção de palmito no Brasil e no mundo, tanto pela disponibilidade de sementes no mercado, como pela baixa quantidade de espinhos. É utilizada nos programas de melhoramento para palmito da Embrapa, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).

A pupunha da raça Utilis é utilizada para produção de palmito na Costa Rica. A pupunha da raça Putumayo, população de Benjamin Constant melhorada, vem sendo cultivada em vários estados do Brasil e é utilizada no programa de melhoramento da Embrapa, não excedendo a 10% de plantas com espinhos no estipe. Originalmente, as sementes foram disponibilizadas pelo Projeto Reça, envolvendo uma associação de produtores catarinenses estabelecidos em Nova Califórnia, Município de Porto Velho. Para o programa de melhoramento genético da pupunha no Paraná, em 2001, foram utilizadas inicialmente populações F_3 , representadas por progênies melhoradas de Benjamin Constant, do Projeto Reça, que possui o seguinte histórico:

Em 1986, houve uma coleta de sementes realizada por pesquisadores do Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), da Embrapa e Inpa, no município de Benjamin Constant, AM. A geração F_1 resultou de seleção para ausência de espinhos e vigor. As sementes foram coletadas e levadas em 1988 ao Projeto Reça, em RO. A geração F_2 resultou de sementes após seleção efetuada pela parceira

Embrapa Acre e RECA para ausência de espinhos e vigor. No ano 2000, a Embrapa Florestas obteve sementes colhidas no Reça e introduziu a geração F_3 em quatro localidades do Paraná: litoral (Morretes e Tagaçaba), nordeste do Paraná (Londrina) e noroeste do Paraná (Cidade Gaúcha). Em 2008, após seleção em Londrina e Morretes, foram colhidas sementes da geração F_4 das palmeiras selecionadas para vigor e formadas progênies que serão implantadas nos mesmos locais da geração F_3 (Londrina e Morretes), em 2010.

Melhoramento para palmito – IAC

Os primeiros materiais de pupunha foram introduzidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), por volta de 1940. Mudanças oriundas desses materiais foram plantadas nos parques de algumas das antigas estações experimentais, mas as pesquisas com pupunha somente iniciaram em 1973, com o estímulo do artigo de Camacho e Soria (1970), que ressaltava o potencial da espécie para a produção de palmito. Nesse ano, com sementes importadas da Costa Rica, Peru e da Amazônia brasileira, foram instalados experimentos em cinco localidades do Estado de São Paulo. Muitos desses experimentos ainda estão vivos e as plantas, das quais cerca de 30% não apresentam espinhos no estipe e pecíolo/ráquis, produzem frutos em abundância e, às vezes, com conformações fora da usual.

No início dos anos 1980, novas introduções foram feitas em Ubatuba, SP. A região do Vale do Paraíba, onde está localizada essa coleção, foi escolhida por apresentar condições ideais de cultivo para a produção de palmito. Ao longo dos anos, verificou-se, no entanto, a pouca habilidade da região para a produção de sementes e estudos têm sido realizados a respeito do florescimento e da entomofauna presente na inflorescência, ainda com poucos resultados gerados.

Torna-se imprescindível ressaltar que, a partir dessa década, a maioria dos estudos realizados pelo IAC, não só em termos

de melhoramento, mas também de adequação de cultivo da pupunheira como produtora de palmito para o Estado de São Paulo, foram conduzidos ou coordenados pela Dra. Marilene Leão Alves Bovi. Tais estudos, aliados à facilidade de adaptação e à precocidade para a produção de palmito, fizeram da pupunheira a espécie mais cultivada para a produção industrial de palmito, na atualidade. De 1990 a 2005 houve uma redução de 71% do palmito extraído de palmeiras nativas, acompanhado do crescimento de quase 90 vezes da área com palmito cultivado (ANEFALOS et al., 2007). Vale ressaltar que a área cultivada refere-se, quase na totalidade, ao cultivo de pupunha.

A terceira e última prospecção de material da população de Yurimaguas ocorreu em 1990, graças ao projeto conjunto entre Inpa, IAC e Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” (UNESP). Com esse material, foram instalados quatro bancos de germoplasma constituídos de progênies de meio-irmãos, em duas regiões distintas: litoral e planalto paulista.

Como estratégia de melhoramento à espécie, foram estabelecidos, concomitantemente, bancos e testes de progênies em diferentes regiões de cultivo do Estado de São Paulo, totalizando sete testes no litoral norte (307 progênies); três no litoral sul (103 progênies) e um teste no planalto paulista (42 progênies). Dessa forma, ao mesmo tempo em que acessos são mantidos e avaliados nos bancos, pelos testes de progênies, podem ser estimados parâmetros genéticos que permitem definir estratégias de seleção e avaliar o ganho genético esperado para cada ciclo de seleção e caráter estudado. Esses testes foram instalados no espaçamento comercial de 2 m x 1 m, com o delineamento de blocos ao acaso, com números de plantas por parcela variando de 9 a 12 e estão sendo conduzidos sem manejo de perfilhos. Esse material foi avaliado ainda no viveiro e, posteriormente, no campo, levando em consideração os caracteres relacionados à taxa de crescimento, número

de perfilhos, ausência de espinhos no pecíolo/ráquis e estipe, além de alguns componentes diretos da produção de palmito. Com base nesses estudos, Bovi e colaboradores avaliaram os caracteres indiretos na seleção de pupunheiras e verificaram a possibilidade de seleção precoce. Tendo por base caracteres relacionados ao crescimento, perfilhamento e produção de palmito, foram selecionadas as melhores progênies que estão sendo conduzidas para a produção de sementes. A qualidade do palmito de algumas dessas progênies também foi avaliada em colaboração com o Instituto de Tecnologia de Alimentos.

Quanto aos bancos de germoplasma, sua variabilidade genética só pode ser eficientemente utilizada se for devidamente caracterizada e avaliada. Nesse sentido, a coleção de trabalho concentra-se no banco estabelecido em Pindorama (21° 13'S e 48° 56'O, 560 m de altitude), SP, que conta com 1.991 plantas provenientes de coleta realizada em Yurimaguas, Peru, sendo 1.048 coletadas do Rio Huallaga, 444 do Rio Cuiparillo, 343 do Rio Parapapura e 156 do Rio Shanusi. As avaliações concentraram em descritores morfoagronômicos de interesse para a cultura: altura e diâmetro do estipe; número de perfilhos; número e dimensão das folhas; forma e tamanho das espátas florais; número, dimensões e coloração das flores masculinas e femininas; número, dimensões e coloração dos frutos; número, tamanho e forma das sementes. Das plantas existentes no banco, somente 377 encontram-se na fase reprodutiva e puderam ser caracterizadas, sendo que o processo de caracterização deverá ter prosseguimento assim que as plantas entrarem na fase de produção de sementes.

A caracterização do banco e o emprego de análises uni- e multi-variadas (GOMES, 2007) permitiram formar agrupamentos dos acessos em função da dissimilaridade genética, definindo-se alguns cruzamentos interessantes; selecionar grupos de plantas com características favoráveis ao melhoramento da

espécie, destacando-se plantas oriundas de Huallaga, Cuiparillo e Paranapura; quantificar a porcentagem da variabilidade existente para cada descritor e descartar descritores de pouca importância (49% na fase juvenil; 22% na fase reprodutiva), o que proporcionará a redução no trabalho, principalmente nas avaliações complementares da fase reprodutiva.

O IAC realiza ainda melhoramento participativo, por meio de seleção massal estratificada, em plantios comerciais de produtores de palmito e de empresas conveniadas. Adota-se o índice de seleção não maior que 20% e critérios que já foram mencionados anteriormente. A superioridade das plantas selecionadas como matrizes vêm sendo avaliadas periodicamente, considerando-se o número de frutos férteis por cacho, porcentagem e índice de velocidade de germinação, além do vigor das plantas obtidas.

Melhoramento para palmito - INPA

O programa de melhoramento da pupunheira para a produção de palmito conduzido pelo INPA baseia-se na seleção de material com as seguintes características: crescimento rápido; mais de quatro perfilhos perfeitos; alta frequência de palmitos com comprimento maior de 45 cm; plantas individuais sem espinhos no estipe e nos pecíolos/ráquis das folhas. Este ideotipo é mais simples que aquele apresentado por Mora-Urpí et al. (1997), o que deveria resultar em um avanço mais rápido no programa de melhoramento genético da espécie.

Este programa iniciou-se no ano de 1991, com 295 acessos de matrizes inermes coletados na região de Yurimaguas, Peru, em quatro sistemas fluviais: Cuiparillo, Huallaga, Paranapura e Shanusi (CLEMENT et al., 2001). Existem pequenas diferenças morfométricas (YUYAMA et al., 2002) e genéticas ($Gst = 0,019$) (RODRIGUES, 2007) entre estas populações, o que significa que são todas partes da raça Pampa Hermosa. Posteriormente, 257 acessos foram plantados na Estação

Experimental de Fruticultura Tropical do Inpa, sob delineamento em blocos casualizados, com três repetições de 20 plantas (espaçamento de 2 m x 1 m). A caracterização e avaliação agronômicas iniciaram em 1994 e foram completadas em 2001, usando os descritores de Clement e Bovi (2000) e alguns adicionais (área foliar e estimativas de biomassa). Com base nessa informação, foram realizadas seleções entre e dentro das progênies, baseada nas seguintes características: a) para a seleção entre as progênies – precocidade, perfilhamento (mais de quatro perfilhos por planta), comprimento do palmito (maior frequência de palmito superior a 45, 54 e 63 cm); b) a seleção dentro de progênies foi baseada na repetibilidade de comprimento e peso do palmito (45 cm e 200 g), bem como no comprimento de palmito superior a 45 cm, plantas sem espinhos no pecíolo, ráquis e estipe, mínimo de quatro perfilhos perfeitos por planta. A primeira seleção identificou 863 plantas com palmitos compridos (Tabela 1), mas a inclusão de outras informações reduziu este número para 132 plantas definitivas, pois muitas não mantiveram o perfilhamento desejado, apresentando espinhos tardios ou morreram por outras razões.

Em seguida, a maioria das plantas selecionadas foi genotipada com oito marcadores microssatélites, bem como uma amostra representativa das plantas não selecionadas nas mesmas progênies (RODRIGUES, 2007). Existe alta variabilidade genética nas progênies e o dendrograma de distâncias de alelos compartilhados entre as progênies mostra alta afinidade genética, com poucas progênies divergentes. A formação de grupos de progênies é independente de sua origem geográfica – apesar de o agrupamento de populações demonstrarem maior afinidade entre os Rios Shanusi e Huallaga, e Paranapura e Cuiparillo – sugerindo a quase ausência de estrutura populacional dentro da raça Pampa Hermosa. Estas informações são úteis para orientar cruzamentos controlados entre progênies dentro de cada população, com base nas características morfológicas e nas divergências genéticas,

para tentar maximizar a heterozigosidade dentro das populações, e posteriormente entre populações (seleção recorrente), permitindo a formação de grupos heteróticos que apresentem maior potencial de ganhos genéticos.

Características marcantes das progênes

Em geral, observou-se maior vigor das progênes do Rio Shanusi, apresentando maior número de folhas verdes e maior comprimento da ráquis da terceira folha, bem como maior precocidade e diâmetro do estipe na ocasião da extração do palmito. O comprimento da bainha foi maior na população do Rio Paranapura e menor na do Rio Huallaga, mostrando-se diretamente relacionado com o comprimento do palmito. Isto sugere que o número de folhas verdes não se correlaciona diretamente com o comprimento do palmito.

As populações dos Rios Cuiparillo, Huallaga e Paranapura tiveram maiores porcentagens de progênes selecionadas, bem como de plantas selecionadas dentro das progênes (Tabela 1). Estas progênes mostraram maiores valores para heterozigosidade observada e menores coeficientes de endogamia média na análise genética. Por outro lado, a população do Rio Shanusi apresentou menores porcentagens de progênes e de plantas selecionadas, bem como o menor valor para heterozigosidade e o maior valor de endogamia. Entre as plantas selecionadas, as do Rio Paranapura tiveram maior percentual ou frequência para tamanho (ou altura) acima de 63 cm, enquanto as do Rio Shanusi tiveram maior porcentagem ou frequência de plantas na classe de tamanho (ou altura) entre 54 cm e 63 cm. Seria prematuro afirmar que os parâmetros genéticos apresentados são determinantes, pois são baseados em apenas oito marcadores, mas sugerem que esta informação poderá assistir ao programa, no futuro.

Tabela 1. Números de progênies e plantas inicialmente selecionadas no período de 1994 a 2001, para o comprimento do palmito, no teste de 257 progênies ($n=60$ /progênie) de pupunha da raça primitiva Pampa Hermosa, na Estação Experimental do Inpa, Km 41 da BR 174, Manaus, AM; heterozigiosidade observada e coeficiente de endogamia de diferentes populações de pupunha da Amazônia.

Características	Rio Cuiparillo	Rio Huallaga	Rio aranapura	Rio Shanusi
Total de progênies	65	128	47	17
Progênies selecionadas	49 (75%)	98 (77%)	36 (77%)	10 (59%)
Plantas selecionadas	230 (6%)	441 (6%)	158 (6%)	34 (3%)
> 45 cm e < 54 cm	175 (76%)	335 (76%)	91 (58%)	20 (59%)
> 54 cm e < 63 cm	53 (23%)	97 (22%)	61 (39%)	14 (41%)
> 63 cm	2 (1%)	9 (2%)	6 (4%)	0
Heterozigiosidade observada	0,68	0,69	0,74	0,64
Coeficiente de endogamia	0,132	0,124	0,111	0,19

As heterozigiosidades observadas e coeficientes de endogamia são de amostras representativas das progênies selecionadas e analisadas com oito marcadores microssatélites (RODRIGUES, 2007).

Estratégias para o futuro

A próxima etapa será a hibridação entre as melhores plantas das progênies selecionadas que mostrarem ser geneticamente divergentes, para determinar se existe vigor híbrido devido às combinações distintas de alelos raros. As mesmas hibridações permitirão avaliar o efeito da heterose, da capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC). As mesmas plantas serão autopolinizadas e plantadas dentro do mesmo teste de progênies. Paralelamente a esse estudo, serão identificadas as progênies com resistência às pragas, para posterior seleção de plantas dentro de progênies.

Caso o vigor híbrido não seja observado neste teste, as plantas inermes do BAG Pupunha serão avaliadas para uso como fontes de alelos novos, por via de polinização controlada. Esta introdução de alelos novos representa um certo risco porque as plantas não podem ser avaliadas em termos de comprimento de palmito, embora o comprimento dos entrenós esteja associado ao crescimento rápido e o número de perfilhos seja conhecido. A raça mais divergente é a Pará (RODRIGUES et al., 2004) que, infelizmente, apresenta baixíssima proporção de plantas inermes, seguida pela raça Utilis, especialmente a população Guatuso, de Costa Rica, também rica em espinhos.

Posteriormente, o projeto poderá incluir outros caracteres sugeridos por Mora-Urpí et al. (1997): folhas com pecíolo e ráquis eretos, e folíolos também eretos; taxa de assimilação líquida elevada; primeiro corte com menos de 12 meses (baseado em altura da planta com 1,5 m; segundo corte entre 6 a 8 meses após o primeiro corte; coloração branca a creme de bom sabor e sem irritação (ausência de oxalato de cálcio). O primeiro caráter deverá permitir maior densidade de plantio e, quando combinado com o segundo, deverá permitir alcançar o terceiro e quarto com razoável facilidade. Os caracteres de aparência e qualidade organoléptica são para o mercado de palmito fresco, que cresce rapidamente no país.

Melhoramento para palmito – Embrapa

Recursos genéticos

A Embrapa possui germoplasma de pupunha das populações de Yurimaguas, Peru, composta de alelos das raças Pampa Hermosa, Putumayo e outras não identificadas com 60% a 80% de plantas inermes (sem espinhos), e de Benjamin Constant, Amazonas, Brasil, da raça Putumayo, com 15% a 25% de plantas inermes (CLEMENT, 1988). Entretanto, o germoplasma de Benjamin Constant presente nas Unidades da Embrapa (RO, AC, AM, RR, AP, PA e PR) foi melhorado para ausência de espinhos e vigor por duas gerações, a primeira no Inpa e a

segunda no Projeto Reca, um assentamento de produtores em Extrema, Rondônia. A segunda geração de melhoramento da população de Benjamin Constant foi resultante de parceria entre a Embrapa Acre e o Projeto Reca, e as matrizes selecionadas estão em áreas dos produtores desse projeto, sendo fonte de sementes para plantios comerciais no Brasil. Estas matrizes dão origem, em média, a 7,4% de indivíduos com espinhos no estipe (KALIL FILHO et al., 2002).

Testes de progênies

As unidades da Embrapa situadas nos estados de RO, AC, AM, RR, AP, PA e PR iniciaram projetos de melhoramento para palmito em diferentes épocas.

No Amapá, as primeiras 31 progênies de Yurimaguas apresentaram baixa variabilidade genética aditiva, com uma estimativa de ganho genético de 8,4% no curto prazo (FARIAS NETO; RESENDE, 2001), o que não surpreende, dada a sua história de seleção. As outras 64 progênies de Yurimaguas e 100 de Benjamin Constant têm apresentado alta variabilidade genética para características de vigor, e as da população de Benjamin Constant apresentaram maior variabilidade genética que as da população de Yurimaguas (FARIAS NETO; BIANCHETTI, 2001). Estas progênies estão, ainda, em processo de avaliação. As estimativas de repetibilidade obtidas apresentaram baixa regularidade na superioridade das progênies de uma avaliação para outra, de tal forma que, para o caráter altura da planta, três avaliações são necessárias para permitir a predição de confiabilidade de 80%. Para os caracteres diâmetro à altura do colo e peso do palmito há necessidade de seis avaliações, para que a seleção possa ser praticada com o mesmo percentual de confiabilidade (FARIAS NETO et al., 2002).

Após apoiar o Projeto Reca na seleção de matrizes, a Embrapa Acre instalou um teste de 100 progênies para avaliar sua qualidade e selecionar os melhores indivíduos para produção de

palmito. O teste de Yurimaguas foi instalado em 2005, ambos estão em avaliação desde 2008 a 2011.

No Paraná, o programa de melhoramento foi iniciado em 2001, com a instalação de 26 das 40 progênies em Morretes (litoral), 17 em Tagaçaba (litoral), 40 em Londrina (nordeste) e 23 em Cidade Gaúcha (noroeste). As avaliações e análises mostraram que: 1) as médias de crescimento, perfilhamento e produção de palmito no litoral foram superiores às obtidas em Londrina e as taxas de sobrevivência foram semelhantes; 2) as interações progênies x ambientes (Londrina e Morretes) foram de natureza complexa, com baixa correlação entre locais, indicando necessidade de melhoramento local; 3) ganhos genéticos em torno de 30% foram obtidos para as características de vigor, perfilhamento e sobrevivência; 4) sob intensidade de seleção de 10%, os ganhos genéticos em altura foram de 25%, variaram de 16,7% a 24,5% para diâmetro, e de 22,4% a 55,3% para número de perfilhos; 5) obteve-se sensível incremento nos ganhos genéticos, variando de 69,9% a 121,8%, através de seleção indireta para produção de palmito e combinado para altura, diâmetro e número de perfilhos (volume de estipe com palmito); 6) a correlação genética entre altura e diâmetro foi de 89,5% em Morretes e de 87,85% em Londrina, entre altura e número de perfilhos foi de 31,85% em Morretes e de 65,56% em Londrina, e entre diâmetro e número de perfilhos foi de 25,64% em Morretes e de 75,61% em Londrina (CLEMENT et al., 2009).

Com base nestas informações, formaram-se as primeiras Áreas de Produção de Sementes, resultantes de processo de seleção de 279 pupunheiras em Londrina e 270 pupunheiras em Morretes.

Melhoramento Genético da Pupunha em Rede na Amazônia, ES e PR

No Amapá, foi introduzido teste de 64 progênies de Yurimáguas, Peru, 100 de Benjamin Constant e 31, também de Yurimáguas,

Peru, enviadas pela Embrapa Amazônia Ocidental. Farias Neto (1999) obteve estimativas de herdabilidade no sentido restrito de 0,24, 0,16, 0,30, 0,23 e 0,33, respectivamente para peso de palmito, diâmetro de palmito, comprimento de palmito, diâmetro do colo e altura da planta. A correlação genética entre altura da planta e comprimento do palmito foi de 0,80, entre altura da planta e peso do palmito foi de 0,86, entre diâmetro e comprimento do palmito foi de 0,99 e entre diâmetro e peso do palmito foi de 0,92, evidenciando a possibilidade de seleção indireta para produção através da altura e do diâmetro da planta. Comparando parâmetros genéticos das populações das raças Pampa Hermosa (Yurimáguas, Peru) e Putumayo (Benjamim Constant, AM, Brasil), Farias Neto e Bianchetti (2001) constataram maior variabilidade genética aditiva na população de Benjamim Constant, Brasil do que na população de Yurimáguas, Peru. O caráter altura apresentou estimativas de variância genética aditiva sensivelmente maiores que o diâmetro da planta, número de folhas vivas e número de perfilhos. As herdabilidades no sentido restrito para a população de Benjamin Constant foram maiores que as de Yurimáguas: para altura, 33% e 48%, respectivamente para Benjamin Constant e Yurimáguas; para diâmetro, 31,8% e 63,3%; para número de folhas vivas, 17,4% e 25,9%, e para número de perfilhos, 49,1% e 67,2%, respectivamente.

No ano 2000, foram introduzidas para teste no Acre 100 progênies de Benjamin Constant, da raça Putumayo. Os valores de médias da produção de palmito das 100 progênies nos anos de 2003, 2004 e 2005 foram 734 g, sendo 425 g de palmito de base, 184 g de palmito de primeira e 125 g de palmito de ponta ou folhas tenras. O número de toletes por haste, na fase de perfilhos (2004 e 2005), foi 2,9 e o número médio de perfilhos foi 7,0. Em média, foram aproveitadas 1.500 hastes (39%) de um total de 5 mil hastes por ha. As herdabilidades no sentido restrito foram de 21,4% para diâmetro, 16,05% para

altura, 44,1% para número de folhas e 56,16% para número de perfilhos. Estas estimativas constituíram médias de duas avaliações, com exceção de número de perfilhos, que considerou a média de três avaliações.

Em 2004, foi iniciado um novo projeto financiado pela Embrapa, com a introdução de novas progênies da população de Benjamin Constant e mais 20 progênies de Yurimaguas, Peru. Esse projeto também prevê a avaliação de testes de progênies já instalados no Amapá, Acre e Paraná. Este projeto unificou, portanto, os programas pontuais de melhoramento anteriormente estabelecidos em diferentes Unidades da Embrapa num programa único, culminando na instalação de uma rede de melhoramento genético de pupunha, abrangendo todos os estados da Amazônia, Espírito Santo e Paraná, composta com equipe de 24 pesquisadores.

Os resultados nos próximos 10 anos

Genes adaptativos local-específicos para tolerância a estresses ambientais deverão ser detectados no futuro, por meio da Rede de Melhoramento da Embrapa. Estes genes serão importantes para garantir uma melhor adaptação da pupunha frente ao aquecimento global, seca e frio, e serão detectados e concentrados em progênies com performance superior para a produção de palmito, em ambientes distintos. Em locais da rede onde ocorrerem temperaturas excessivas, seca ou temperaturas mínimas que prejudiquem as plantas nos experimentos, serão selecionados genótipos fenotipicamente superiores. Sementes dos mesmos serão colhidas e estabelecidos testes de progênies sob condições climáticas que predisponham os mesmos a estresses. Serão selecionados genótipos dos descendentes das plantas originalmente selecionadas e suas sementes serão colhidas para estabelecimento de campos de intercruzamento entre genótipos altamente produtivos e genótipos resistentes a condições de estresses por temperaturas altas, temperaturas baixas e seca.

Cruzamentos entre genótipos superiores de Yurimaguas e Benjamin Constant melhorada, com maior divergência genética, levará a maiores ganhos em produtividade de palmito nos híbridos heteróticos interpopulacionais, caso exista dominância alélica para esse caráter. A produção de sementes melhoradas destas populações levará ao aumento da produtividade da cultura, o que aumentará a viabilidade econômica, principalmente dos pequenos plantios (que são os mais comuns) dentro do agronegócio palmito de pupunha, possibilitando o aumento de renda dos produtores, contribuindo para a melhoria de sua qualidade de vida.

Os resultados a serem obtidos com a execução do projeto desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental deverá disponibilizar sementes melhoradas de pupunheira para frutos adaptados e produtivos capazes de promover o estabelecimento de plantios mais uniformes que atendam os interesses dos produtores, atacadistas e consumidores. Na seleção dos indivíduos visando à propagação por via de sementes, a seleção deverá basear-se nos valores genéticos dos candidatos à seleção, os quais são função apenas dos efeitos gênicos aditivos.

Em programas de melhoramento de espécies alógamas, a busca de divergência genética dentro e entre populações poderia ser usada para orientar os cruzamentos que irão ampliar a variabilidade genética nas populações segregantes, criando grupos heteróticos. Pelo fato das progênies do teste de Yurimaguas demonstrarem alto relacionamento genético e somente algumas progênies serem mais divergentes que outras, a seleção assistida por análises moleculares poderia gerar benefícios importantes. As análises moleculares do ensaio do Inpa estão sendo expandidas com maior número de marcadores microssatélites, o que permitirá examinar melhor as relações entre heterozigosidade, vigor e caracteres específicos ligados à produção de palmito. A inclusão de progênies que não passaram

pelo processo de seleção nas análises moleculares permitirá melhor compreensão sobre a diversidade genética da raça Pampa Hermosa.

Resultados alcançados pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Florestas, no Paraná

Pomares de sementes por mudas

Em 2005, foram estabelecidos os primeiros Pomares de Sementes por Mudas, resultantes da seleção de 279 pupunheiras em Londrina, PR, e 270 pupunheiras em Morretes, PR. Em Londrina, o solo é do tipo nitossolo e em Morretes o solo é do tipo Cambissolo Húmico Háptico Distrófico. Ambos os PSM foram oriundos de teste de progênies sob delineamento experimental de blocos ao acaso e espaçamento 2 m x 1 m. Devido à partenocarpia (frutos sem sementes), a produção de sementes foi incipiente em 2008. Em 2009, foram colhidas sementes de 40 palmeiras em Londrina e de 11 palmeiras em Morretes. As progênies de quarta geração foram plantadas em Londrina em maio/junho de 2010 sob irrigação e, em Morretes, em novembro de 2010 (apenas uma progênie). Prevê-se o lançamento de cultivares em 2013/2014 em nível local (Londrina e Morretes).

Produtividades alcançadas

Assumindo um ganho genético mínimo de 30%, o peso total de palmito por planta aumentará de 550 g para 715 g na próxima geração e a produtividade de 1 ha de palmito aumentará de 2,75 t para 3,58 t com o uso de sementes melhoradas. A produtividade poderá dobrar, se conseguida a clonagem por enraizamento de perfilhos ou um protocolo comercial para cultivo de tecidos.

Recursos genéticos

O germoplasma de pupunha avaliado pelas Unidades da Embrapa encontra-se listado na Tabela 2.

Tabela 2. Números de progênies de polinização aberta de pupunha inerme nas unidades da Embrapa que participam da Rede de Melhoramento de Pupunha.

Unidade de Embrapa	Yurimaguas	Ano*	Projeto Reca	Ano*	Amazonas	Ano*
Acre	20	2005	100	2002		
Amapá	31 ⁽¹⁾ , 64	1999	100	1999		
Amazônia Ocidental	31 ⁽¹⁾		82	2005		
Amazônia Oriental			96	2005	95 ⁽³⁾	1985
Florestas			40 ⁽²⁾ , 95	2005		
Rondônia			50	2005		
Roraima			102	2005		

* Refere-se ao ano de introdução das progênies das procedências respectivas. ⁽¹⁾Oriundos da introdução original do INPA (1980), por meio do produtor Sr. Imar César de Araújo, que realizou duas gerações de seleção massal antes de entregar as progênies à Embrapa Amazônia Ocidental, que realizou a terceira geração de seleção massal, e enviou as progênies à Embrapa Amapá, em 1997;

⁽²⁾Introduzidos em 2001; ⁽³⁾Prospecção de fruteiras de cultivo pré-colombiano que obteve amostras de Fonte Boa, Tefé e Tocantins, Amazonas, coletadas para qualidade de fruto amido e ausência de espinhos.

Estratégias de melhoramento

A estratégia de melhoramento adotada em todos os programas de melhoramento genético da Embrapa é a da seleção recorrente intrapopulacional, baseada em ciclos sucessivos de avaliação de progênies de polinização aberta (meios irmãos).

Como frisado no item Recursos genéticos, o germoplasma da raça Putumayo, população de Benjamin Constant, AM, introduzido em 2001 para o início do programa de melhoramento genético da pupunha no Paraná, constituiu a terceira geração de melhoramento, e das sementes coletadas de palmeiras

selecionadas em Londrina e Morretes, vem sendo formadas mudas para a instalação de testes de progênies que constituem a quarta geração de melhoramento no Paraná.

Por outro lado, a presente fase do Projeto em Rede, a introdução de 2004 (terceira geração de melhoramento) é de avaliação e seleção de genótipos superiores para a produção de palmito e formação de Áreas de Produção de Sementes melhoradas de pupunha em cada estado, o que se espera alcançar até 2011.

Desenvolvimento experimental

Relativo ao germoplasma introduzido em 2001, a maior dificuldade encontrada é a partenocarpia, ou seja, nem todas as palmeiras produzem frutos com sementes. Em parte, este problema tem sido resolvido por meio da nutrição, embora ainda sejam necessários novos experimentos para comprovar realmente a origem da partenocarpia.

Os principais caracteres de vigor considerados no programa de melhoramento são altura do solo até a primeira folha expandida, diâmetro a 1,20 m do solo e número de perfilhos. O principal caráter ligado à produção é o peso de palmito (picadinho, rodela e tolete).

Para a seleção genética, tem sido empregado o programa computacional Selegen, desenvolvido pela Embrapa Florestas (RESENDE, 2002; RESENDE, , 2007a; RESENDE, 2007b).

Embora diversos experimentos, tanto em casa de vegetação, como no laboratório de micropropagação da Embrapa Florestas tenham sido estabelecidos, ainda não foi possível desenvolver um protocolo satisfatório para a propagação vegetativa da pupunha por meio de perfilhos, nem por cultura de tecidos.

Aplicação ou uso associado de novas metodologias: marcadores moleculares, avaliações sensoriais, físico-químicas e fisiológicas.

Com o auxílio de marcadores tipo RAPD, têm sido determinadas as distâncias genéticas entre as raças primitivas de pupunha (SOUSA et al., 2001).

Rodrigues (2007) genotipou progênies de Yurimáguas do Inpa no estudo da variabilidade genética de sub-populações de Yurimáguas, utilizando a técnica de microssatélites.

Pretende-se utilizar marcadores microssatélites para avaliação de progênies de pupunha pertencentes à rede de melhoramento genético da pupunha, no sentido de orientar cruzamentos entre indivíduos com maior distância genética.

A qualidade do palmito de pupunha pode ser expressada por suas características sensoriais, físico-químicas e microbiológicas. Por definição, a análise sensorial envolve a medida e a avaliação das propriedades sensoriais dos alimentos e materiais. Segundo o IFT (Institute of Food Technologists), a análise sensorial é utilizada para definir, medir e interpretar as reações produzidas pelas características dos materiais e percebidas pelos órgãos da visão, olfato, paladar, tato e audição. A qualidade do palmito processado deve ser avaliada quanto à aparência, textura, sabor, coloração e não pode exalar odores estranhos. A análise sensorial poderá prever o tempo de conservação do palmito, definindo uma margem que representará a vida-de-prateleira ou o tempo de validade desse produto (BALLESTEROS, 1995).

O melhoramento da qualidade do palmito baseia-se na influência de fatores genéticos sobre a qualidade pós-colheita do palmito. Provavelmente, maior será a distância genética entre populações, quanto maior a distância geográfica, pois

parte-se do pressuposto da existência de pressões de seleção diferentes dentro de diferentes populações de pupunha. Sams (1999) afirma que fatores genéticos têm influência direta nas características ligadas à qualidade de frutos pós-colheita.

A qualidade do palmito de pupunha in natura pode ser expressa em termos de parâmetros físico-químicos e tem efeito de complementaridade aos programas de melhoramento genético para produtividade. Kalil et al. (2009) monitoraram o pH, acidez titulável e sólidos solúveis do palmito in natura das duas mais relevantes populações de pupunha cultivadas no Brasil (Yurimáguas, Peru e Benjamin Constant, AM), durante a vida-de-prateleira. Os resultados mostram diferenças significativas entre as populações de Benjamin Constant, Brasil, e Yurimáguas, Peru, para acidez titulável (ATT) e sólidos solúveis (SS), mas não para pH, o que evidencia que ATT e SS são adequados para diferenciar populações de pupunha. As diferenças de qualidade do palmito também podem ser avaliadas em nível de progênies ou em nível de indivíduos.

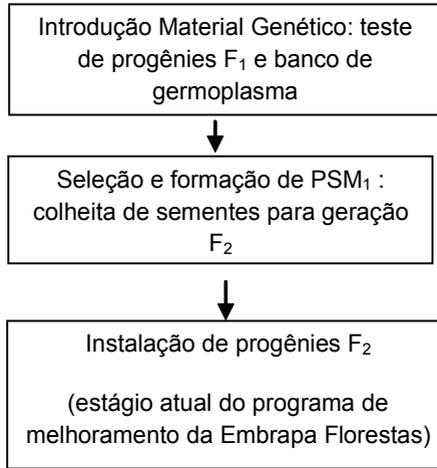
A respiração pós-colheita é um parâmetro fisiológico que pode ser utilizado para diferenciar a qualidade do palmito pós-colheita, se esta estiver associada às diferenças na vida-de-prateleira.

Estratégias de conservação genética associados

Como as sementes de pupunha são recalcitrantes, a conservação de germoplasma somente pode ser feita em bancos de germoplasma (BAGs). Por tratar-se de espécie alógama (fecundação cruzada), uma coleção-núcleo (*core collection*) será representada por, no mínimo, 20 progênies de cada população, que representam 80% dos genes da população (alelos mais comuns). No BAG de Londrina há 40 acessos em Londrina e 26 acessos em Morretes. As condições edafoclimáticas de Londrina

e Morretes são diferentes e a interação genótipos por ambientes é significativa.

Fluxograma das principais etapas



Considerações finais

Os três programas de melhoramento aliado aos bancos de conservação de germoplasma de pupunha proverão materiais genéticos de alta qualidade tecnológica para plantios sob monocultivo, o que impulsionará o agronegócio do palmito, no sentido do abastecimento do mercado interno e exportação, além de reduzir a pressão extrativista sobre a juçara e o açafá. A semente de pupunha melhorada constituirá, assim, mais uma tecnologia agrícola aos planos de desenvolvimento territorial, desde que cuidados com o manejo da cultura sejam tomados. Híbridos interpopulacionais com aproveitamento da heterose compreenderão uma relevante ação de pesquisa em médio e longo prazos, pois um grande remanescente de variabilidade genética está disponível para seleção nas próximas gerações de melhoramento.

Referências

- ANEFALOS, L. C.; TUCCI, M. L. S. 'A.; MODOLO, V. A. Uma visão sobre a pupunheira no contexto do mercado de palmito. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 2, n. 8, jul. 2007. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9012>>. Acesso em: 2 mar. 2009.
- BALLESTEROS, F. R. Poscosecha del tomate para consumo em fresco. In: NUEZ, F. (Ed.). **El cultivo del tomate**. Barcelona: Mundi-Prensa, 1995. p. 589-623.
- CAMACHO, E.; SORIA, J. Palmito de pejibaye. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Tropical Region**, v. 14, p. 122-132, 1970.
- CLEMENT, C. R. Domestication of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes*): past and present. In: BALICK, M. J. (Ed.). **The palm, tree of life: biology, utilization and conservation**. Bronx: New York Botanical Garden, 1988. p. 155-174. (Advances in economic botany, v. 6). Proceedings of a symposium at the 1986 annual meeting of the Society for Economic Botany held at the New York Botanic Garden, Bronx, New York, 13-14 June 1986.
- CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. II. Crop biogeography at contact. **Economic Botany**, New York, v. 53, n. 2, p. 203-216, 1999.
- CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos & melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2001. p. 423-441.
- CLEMENT, C. R. Peach palm (*Bactris gasipaes*). In: JANICK, J.; PAULL, R. T. E. (Ed.). **The encyclopedia of fruit and nuts**. Wallingford: CABI Publ., 2008. v. 1, p. 93-101.
- CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 349-362, 2000.
- CLEMENT, C. R.; KALIL FILHO, A. N.; MODOLO, V. A.; YUYAMA, K.; RODRIGUES, D. P.; VAN LEUWEN, J.; FARIAS NETO, J. T. de; ARAÚJO, M. de C.; FLORES, W. B. C. Domesticação e melhoramento de pupunha. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G. CLEMENT, C. R. (Ed.). **Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas**. 22. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. p. 367-398.

CLEMENT, C. R.; YUYAMA, K.; CHAVES-FLORES, W. B. Recursos genéticos de pupunha. In: SOUSA, N. R.; SOUSA, A. G. C. (Ed.). **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 143-187.

FARIAS NETO, J. T. Estimativas de parâmetros genéticos em progênies de meios irmãos de pupunheira. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 109-117, jul./ dez. 1999.

FARIAS NETO, J. T.; BIANCHETTI, A. Estudo do potencial genético de duas populações de pupunheira (*Bactris gasipaes*, Palmae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 4, p. 413-417, 2001.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V. de. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 320-324, ago. 2001.

FARIAS NETO, J. T.; YOKOMIZO, G.; BIANCHETTI, A. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 731-733, 2002.

GOMES, D. M. **Variabilidade fenotípica de caracteres vegetativos e reprodutivos em população de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.)**. 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo, Campinas.

KALIL FILHO, A. N.; SANTOS, A. F. dos; NEVES, E. J. M.; KALIL, G. P. da C.; SILVA, V. F. O. **Presença / ausência de espinhos em progênies de pupunha (*Bactris gasipaes*) do projeto RECA como fonte de sementes**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 44, p. 127-132, jan./jun. 2002. Nota técnica.

MORA-URPÍ, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C. R. **Peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Rome: IPGRI; Gastersleben: IPK, 1997. 83 p. (Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 20).

PATIÑO R., V. M. **Historia y dispersión de los frutales nativos del Neotropico**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2002. 655 p. (CIAT publication, 326).

POPENOE, W.; JIMENEZ, O. The pejibaye: a neglected food plant of tropical America. **Journal of Heredity**, v. 12, p. 154-166, 1921.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2007a. 561 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Selegen-Reml/Blup**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007b. 361 p.

RODRIGUES, D. P. **Diversidade genética e sistema de reprodução em progênes elite de pupunheira inerme (*Bactris gasipaes* Kunth.) com marcadores microssatélites**: implicações para o melhoramento do palmito. 2007. 103 f. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

RODRIGUES, D. P.; ASTOLFI-FILHO, S.; CLEMENT, C. R. Molecular marker-mediated validation of morphologically defined landraces of pejobaye (*Bactris gasipaes*) and their phylogenetic relationships. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v. 51, n. 8, p. 871-882, 2004.

SAMS, C. E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Physiology and Technology**, Davis, v.15, n.3, p. 249-254, 1999.

YUYAMA, K.; FLORES, W. B. C.; CLEMENT, C. R. Pupunheira. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 411-422.