

Melhoramento para palmito – Embrapa

Antonio Nascim Kalil Filho
Engenheiro Agrônomo, Doutor
Pesquisador da Embrapa Florestas
kalil@cnpf.embrapa.br

1. 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 Reça, 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 Reça, 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., 2001).

2. 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 e 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 e 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 nos anos de 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.

3. 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 pelo

Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA). Estas progênes estão sendo avaliadas pelo pesquisador Gilberto Yokomizo. 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 progênes de Benjamin Constant, da raça Putumayo. Os valores de médias da produção de palmito das 100 progênes 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. O pesquisador Celso Luiz Bergo está selecionando os melhores indivíduos para a produção de palmito.

Em 2004, foi iniciado um novo Projeto do Macroprograma 2, com a introdução de novas progênies da população de Benjamin Constant e mais 20 progênies de Yurimaguas, Peru, como também 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, e conduzida por 24 pesquisadores.

4. 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 microsatélites, o que permitirá examinar melhor as relações entre heterozigosidade, vigor e caracteres específicas 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, em geral.

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

5.1. 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 Háplico 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 estarão sendo 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).

5.2. 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.

5.3. Recursos genéticos

O germoplasma de pupunha avaliado pelas Unidades da Embrapa encontra-se listado adiante (Tabela 1).

Tabela 1. Números de progênies de polinização aberta de pupunha inerme nas unidades da Embrapa que participam do ensaio nacional de competição de progênies.

Unidade de Embrapa	Yurimaguas	Ano*	Projeto Reca	Ano*	Amaz onas	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 Tonantins, Amazonas, coletadas para qualidade de fruto amidoso e ausência de espinhos.

5.4. 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, 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..

5.5. 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.

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.

5.6. Aplicação ou uso associado de novas metodologias: marcadores moleculares, avaliações sensoriais, físicoquímicas 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, embora não tenha funcionado em eucalipto

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 et al., 1980).

O melhoramento da qualidade do palmito baseia-se na influência de fatores genéticos sobre a qualidade pós-colheita do palmito. Quanto maior a distância geográfica, provavelmente maior será a distância genética entre populações, pois parte-se do pressuposto da existência de pressões de seleção diferentes dentro de diferentes populações de pupunha. Sams (1999) e Kays (1999) afirmam 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 haver 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.

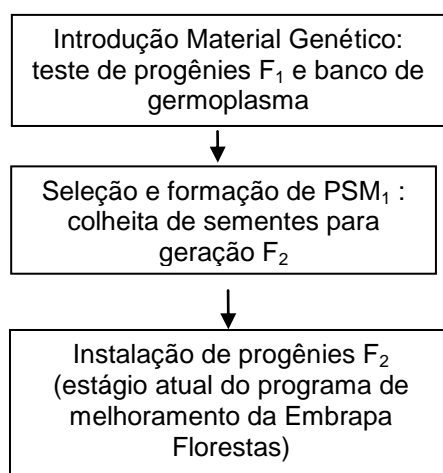
As diferenças de qualidade do palmito também podem ser avaliadas em nível de progênies ou em nível de indivíduos.

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.

5.7. 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.

6. Fluxograma das principais etapas



7. 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 palmito no sentido do abastecimento do mercado interno e exportação, além da redução da pressão extrativista sobre a juçara e o açaí. 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

compreenderá uma relevante ação de pesquisa a médio e longo prazo, pois uma grande remanescente de variabilidade genética está disponível para seleção nas próximas gerações de melhoramento.

8. Referências

BALLESTEROS, F. R. Poscosecha Del Tomate para consumo em fresco. In: 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. New York: The New York Botanical Garden. **Advances in Economic Botany**. v. 6, p. 155-174. 1988.

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, 2001.

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

KALIL FILHO, A. N. ; SANTOS, Álvaro Figueredo dos ; NEVES, Edinelson José Maciel ; KALIL, Geovanita Paulino da Costa ; SILVA, Victor Francisco Oya . Presença/ausência de espinhos em progênies de pupunha (*bactris gasipaes*) do projeto reca como fonte de sementes. Boletim de Pesquisa Florestal. Embrapa Florestas, Colombo, PR, v. 44, p. 127-132, 2002.

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

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. ; ASTOLFI-FILHO, S. ; CLEMENT, Charles Roland . Molecular Marker-Mediated Validation of Morphologically Defined Landraces of Pejibaye (*Bactris gasipaes*) and Their Phylogenetic Relationships. Genetic Resources and Crop Evolution, Netherlands, v. 51, n. 8, p. 871-882, 2004.