

MELHORAMENTO GENÉTICO DA BANANEIRA¹

SEBASTIÃO DE OLIVEIRA E SILVA², ARISTÓTELES PIRES DE MATOS³ e ÉLIO JOSÉ ALVES⁴

RESUMO - Este trabalho objetivou avaliar a eficiência do sistema convencional de melhoramento de banana com vistas à produtividade e resistência a doenças, mediante hibridações e a técnica de cultura de embriões usada no resgate de híbridos tetraplóides (AAAB). Os melhores diplóides (AA) do banco de germoplasma foram inter cruzados, sendo 16 selecionados visando produtividade e resistência a doenças. Estes híbridos, associados ao SH 3263 introduzido da Federación Hondureña de Investigación Agrícola, constituem o campo de polinização. Cruzamentos destes 17 genótipos, ente-si e com cultivares comerciais triplóides (AAB), geraram novos híbridos diplóides e tetraplóides tipo Prata e tipo Maçã. A cultura de embrião tem sido utilizada para aumentar a uniformidade e a porcentagem de germinação de sementes de tetraplóides. Concluiu-se que: o melhoramento de diplóides de banana com vistas a produtividade e resistência a doenças é promissor, a obtenção de sementes tetraplóides depende do diplóide e triploide usados; a cultura de embrião tem sido pouco eficiente no resgate de embriões; e a técnica de melhoramento aplicada em banana tipo Prata pode ser também usada com sucesso para melhorar banana tipo Maçã. O programa de melhoramento para obtenção de tetraplóides tipo Prata produziu onze híbridos produtivos e resistentes à sigatoka-amarela em condições de serem avaliados comercialmente.

Termos para indexação: variedades, clones, diplóide, tetraplóide, cultura de embrião, banana tipo Prata, banana tipo Maçã, resistência, sigatoka-amarela.

GENETIC IMPROVEMENT OF BANANA TREE

ABSTRACT - The objective of this work was to discuss results related to pollination, embryo culture and field evaluations of banana diploid (AA) and tetraploid (AAAB, Prata and Maçã types) hybrids. The best diploids of the Banana Active Germplasm Bank (BAGB), of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMPF) – were intercrossed and 16 of them were selected based on yield and diseases resistance. Those selected hybrids, in addition to SH 3263 introduced from Federación Hondureña de Investigación Agrícola, constitute a pollination field. Intercrossing those 17 diploid, as well as crossing them with commercial varieties, generated new diploids and tetraploids Prata and Maçã types. Embryo culture has been performed in order to increase seed germination of tetraploids. It is concluded that: breeding banana diploid hybrids for yield and resistance to diseases is a promising technique; obtaining tetraploid seeds depends on the diploid and the triploid used; embryo culture has not shown high efficiency on embryo recovery; and the improvement technique applied to the banana Prata type can be also used for improvement of banana Maçã type. The banana improvement program for generation of tetraploid Prata type produced eleven hybrids showing good yield and resistance to yellow Sigatoka, which are ready for commercial evaluation.

Index terms: banana varieties, clones, diploids, tetraploids, embryo culture, Prata banana variety, Maçã banana variety, resistance, yellow Sigatoka.

¹ Aceito para publicação em 12 de novembro de 1997.

Parcialmente financiado pelo Banco Mundial.

² Eng. Agr. Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF), Caixa Postal 07, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. ssilva@cnpmf.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-CNPMPF. apmatos@cnpmf.embrapa.br

⁴ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-CNPMPF. elio@cnpmf.embrapa.br

INTRODUÇÃO

A evolução da maioria das cultivares de banana ocorreu no Continente Asiático a partir das espécies selvagens *Musa acuminata* Colla e *M. balbisiana* Colla, cujas variedades apresentam níveis cromossômicos di, tri ou tetraplóides, com 22, 33 ou 44 cromossomos, em combinações variadas denominadas pelas letras A (*M. acuminata*) e B (*M. balbisiana*) (Simmonds & Shepherd, 1955).

As primeiras tentativas de pesquisa na área de melhoramento genético de bananeira ocorreram no final da década de 1920, em Honduras, Trinidad e Jamaica, motivadas pela murcha-do-fusário (mal-do-panamá) (Shepherd, 1992). No início da década de 1930 foi sintetizado o primeiro tetraplóide a partir do cruzamento de uma cultivar triploide-AAA (Gros Michel) com um diplóide-AA (selvagem). Desta forma, iniciou-se um

sistema de hibridação que permite o melhoramento de algumas cultivares triplóides de banana e também de diplóides (AA), o qual continua sendo universalmente usado com resultados satisfatórios.

No melhoramento de bananeira, o germoplasma AA deverá contribuir com resistência às diversas doenças e com outras características favoráveis. Em relação às resistências já conhecidas, pode-se citar a de *M. acuminata* spp. *burmannica* às sigatokas amarela e negra; a resistência de várias subespécies à raça 1 e/ou 2 do mal-do-panamá e da cultivar AA Pisang Lidi à raça 1, e a resistência da cultivar AA Pisang Jari Buaya ao nematóide *Radopholus similis* (Rowe & Richardson, 1975).

O objetivo do melhoramento do germoplasma AA é concentrar, em um mesmo genótipo, o maior número de características desejáveis, tais como partenocarpia, bom número de pencas, dedos compridos, cachos bem formados, resistência a pragas, doenças e nematóides, para posteriormente tentar transferi-las aos tetraplóides.

A ausência de sementes em cultivos comerciais é uma consequência da inexistência de pólen viável ou, talvez, de polinizadores naturais eficientes. As cultivares que se apresentam sem sementes quando polinizadas, ou que as produzem em quantidades pequenas, podem ser tanto diplóides quanto triplóides. Sem dúvida, a ausência total de sementes está relacionada à intensa seleção humana contra a presença de sementes, e o estado triplóide, por si só, provavelmente, não é a causa mais importante da esterilidade feminina em bananeiras cultivadas (Shepherd et al., 1986).

Os tetraplóides resultantes de cruzamentos de triplóides com diplóides têm a recombinação originária apenas do genitor diplóide masculino. Uma cultivar triplóide com um pouco de fertilidade feminina pode produzir embriões e híbridos com 22 a 33 cromossomos, dependendo da meiose desequilibrada (sacos embrionários com 11 e 22 cromossomos, mais 11 cromossomos do pólen haplóide); pode produzir também embriões e híbridos com 44 cromossomos (33 mais 11) ou 77 cromossomos (duas vezes 33 mais 11). Na prática, entretanto, são os híbridos tetraplóides com 44 cromossomos que têm potencial para serem utilizados como cultivares comerciais. É importante ressaltar que o pólen contribui com apenas 1/4 do novo genótipo, em cada fertilização deste tipo, e portanto é basicamente um processo de implantação de características adicionais, sem provocar outras grandes alterações. Assim, o híbrido tetraplóide sempre apresenta as características do parental feminino triplóide, inclusive as relacionadas ao sabor do fruto (Dantas et al., 1993).

O programa de melhoramento genético da Embrapa-CNPMP objetiva desenvolver bananas resistentes às sigatokas amarela e negra e ao mal-do-panamá, com porte e ciclo reduzidos e produtivos, mediante cruzamentos de diplóides (AA) melhorados com triplóides comerciais, avaliando e selecionando estas novas variedades tetraplóides em diferentes regiões produtoras de banana do País. Avaliações visando resistência a nematóides e à broca-do-rizoma estão também sendo efetuadas nos novos híbridos produzidos.

A banana tipo Prata apresenta, em geral, baixa produtividade, cachos e frutos pequenos, ciclo longo, porte alto, moderada suscetibilidade ao mal-do-panamá e alta suscetibilidade às sigatokas amarela e negra; a 'Pacovan', mutante da Prata, apresenta frutos mais longos e maior produtividade, especialmente quando irrigada; a 'Prata Anã', forma semi-anã, de origem desconhecida, não classificada no subgrupo, mas com frutos idênticos aos da Prata, apresenta porte médio a baixo.

A 'Maçã' tem frutos pequenos, baixa produtividade e alta suscetibilidade à raça 1 do mal-do-panamá, e é mais suscetível do que o subgrupo Gros Michel. As cultivares Yangambi nº 2, e o híbrido AB ('Maçã' x *Musa balbisiana*) apresentam frutos de sabor idêntico e são um pouco mais resistentes ao *Fusarium oxysporum* f. v. *cubenses* quando comparados à 'Maçã' verdadeira. Este fato tem permitido o estabelecimento destes materiais em campo, por períodos superiores aos observados nas cultivares extremamente suscetíveis à doença.

A cultura de embriões vem sendo executada como suporte ao programa de melhoramento genético. Com a cultura de embriões aumenta-se a porcentagem e uniformidade de germinação dos híbridos obtidos, superando as dificuldades causadas pela insuficiência de endosperma e embriões mal formados, sua utilização tem maior importância nos cruzamentos que envolvem as cultivares como genitores femininos. De modo geral, tais materiais produzem poucas sementes, normalmente inviáveis quando semeadas em vasos com substratos convencionais. Um maior número de plantas é recuperado pelo cultivo de embriões *in vitro*, que no entanto é ineficiente para recuperar híbridos com sementes sem endosperma e embriões muito deficientes (Shepherd et al., 1994).

Este trabalho visou avaliar a eficiência do sistema convencional de melhoramento de banana com vistas a produtividade e resistência a doenças, mediante hibridações e a técnica de cultura de embriões usada no resgate de híbridos tetraplóides (AAAB).

MATERIAL E MÉTODOS

O Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Banana, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) situado no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF), conta 280 acessos classificados, havendo 232 já caracterizados e avaliados com o uso de 107 descritores botânico-agronômicos. Dentre esses acessos, 86% são cultivares e 14% são espécies silvestres. As espécies mais frequentes são *M. acuminata* (AA) e *M. balbisiana* (BB), enquanto as espécies *Musa ornata*, *M. velutina*, *M. laterita*, *M. basjoo* e *M. beccari* estão presentes com apenas um acesso. O grupo genômico AAB, cujos representantes mais importantes no Brasil são as cultivares Prata, Maçã e Mysore, é o que ocorre com maior frequência (36%). Em seguida vem o grupo AA (24%), usado como genitor masculino no início do programa de melhoramento. O grupo AAA apresenta também alta ocorrência (24%), e os demais grupos ocorrem com menor frequência (Silva & Shepherd, 1991).

O melhoramento genético de diplóides (AA) e a criação de tetraplóides a partir de cultivares comerciais iniciaram-se simultaneamente a partir das avaliações e seleções de acessos do BAG banana.

Melhoramento genético de diplóides (AA)

A produção e avaliação de diplóides no Brasil foi iniciada em 1983, na Embrapa-CNPMPF. Em sua fase inicial (1983-87), dispunha-se basicamente da espécie silvestre *M. acuminata* (subespécies *banksii*, *burmanica*, *malaccensis*, *microcarpa* e *zebrina*) e de algumas cultivares como Heva, Lidi, Siunwobogi, Tjau Lagada e Tuu Gia. Os primeiros híbridos foram originários de cruzamentos entre estes genótipos, e atualmente todos os diplóides usados no programa são híbridos melhorados com vistas a produtividade e resistência a doenças.

Além do fornecimento de pólen para o melhoramento de cultivares triplóides comerciais, os 17 híbridos diplóides geraram, mediante cruzamentos entre si, 59.300 sementes de 1993 a 1995. Atualmente, 3.072 novos híbridos diplóides encontram-se em fase de avaliação individual, e 46 na fase de avaliação clonal.

O híbrido recém-sintetizado foi inicialmente avaliado individualmente, e posteriormente efetuou-se a avaliação clonal ou de cinco plantas de cada genótipo. Em ambas as etapas foram consideradas 23 características; a altura da planta, o número e comprimento de dedos, a fertilidade masculina e feminina e a resistência à sigatoka-amarela são as mais importantes na seleção de híbridos na Embrapa-CNPMPF; as demais constituíram-se em critérios auxiliares, desde que o genótipo tenha-se enquadrado nos escores mínimos estipulados pelos descritores essenciais. A resistência ao mal-do-panamá foi avaliada segundo o método proposto por Cordeiro et al. (1993), e a resistência à sigatoka-negra, de acordo com INIBAP (1994). A avaliação da fertilidade masculina e feminina foi efetuada com base na presença de pólen e semente nos genótipos, usando-se uma escala numérica de 1 a 5, sendo 1 correspondente à ausência, e 5, abundância da característica. A resistência à sigatoka-amarela foi avaliada mediante a aplicação de uma escala de notas de zero a 8, aplicada na emissão e colheita do cacho. As maiores notas corresponderam aos maiores graus de resistência à doença.

Criação de tetraplóides a partir de triplóides (tipos Prata e Maçã)

Na fase inicial de produção de tetraplóides na Embrapa-CNPMPF, em 1983, foram utilizados, como genitores masculinos, diplóides silvestres e cultivares diplóides disponíveis. Entre estas, a mais utilizada foi a 'Lidi', pela melhor eficiência do pólen. Posteriormente, uma série de híbridos promissores em tamanho e qualidade de frutos foi gerada a partir do genitor masculino M53. Atualmente, as hibridações têm sido feitas com os 17 híbridos diplóides selecionados, descritos na Tabela 1, usando-se preferencialmente nos cruzamentos com plantas altas os diplóides SH 3263 e 0338-2, que possuem porte de médio a baixo; e nos cruzamentos com 'Prata Anã', o 1304-06, 1318-01 e 1319-01, com elevado número de frutos por cacho.

TABELA 1. Características dos diplóides (AA) selecionados (avaliação clonal). Embrapa-CNPMPF, 1995.

Código ¹	Alt. da planta (m)	Nº de dedos		Comp. dos dedos		Fertilidade		Resistência ²		
		Méd.	Máx.	Méd.	Máx.	Fem.	Masc.	MP	SA	SN
0116-01	3,0	137	215	11,5	14	4	2	-	R	-
0304-02	2,8	105	161	10,9	13	2	2	-	R	-
0323-01	2,9	101	168	14,6	15	2	1	-	R	-
0337-01	2,5	97	126	12,8	15	2	2	-	R	RP
0338-02	2,2	123	125	12,6	18	2	2	-	R	RP
1304-01	2,9	141	208	11,1	15	4	3	-	R	-
1304-04	3,5	152	228	11,5	14	3	3	-	R	-
1304-06	3,1	155	216	12,6	14	4	2	-	R	-
1318-01	2,6	120	125	13,0	15	4	4	-	R	-
1319-01	2,8	218	230	10,5	15	2	3	R	R	-
1741-01	2,6	94	130	13,5	14	2	2	-	R	-
2803-01	1,8	84	120	13,9	18	1	2	RP	R	RP

4223-03	2,6	89	134	12,6	16	2	2	-	R	-
4223-06	3,2	104	134	13,3	18	2	2	-	R	-
5119-01	3,4	161	202	11,9	14	2	2	-	R	-
SH 3263	2,1	112	142	13,0	16	2	4	-	R	R
TH03-01	2,3	96	139	13,7	19	2	3	R	R	RP

¹ Os dois primeiros números correspondem ao genitor feminino; os seguintes, ao genitor masculino, e os dois últimos, ao número da seleção. 01: Borneo (*Musa acuminata* spp. *microcarpa*); 03: Calcutta (*M. acuminata* spp. *burmannica*); 04 Madang (*M. acuminata* spp. *banksii*); 13: Malaccensis; 16: Guyod; 17: Jary Buaya; 18: Sinwobogi; 19: Tjau Lagada; 23: Cultivar s/ nome; 28: Tuu Gia; 37: Galeo; 38: Heva; 41: Híbrido Calcutta X Madang; 42: M53; 51: Híbrido selecionado no Equador; SH 3263: Híbrido selecionado em Honduras; TH: Terrinha.

² MP: Mal-do-panamá; SA: Sigatoka-Amarela; SN: Sigatoka-Negra; R: Resistente; RP: Resistência provável.

Polinizações

A proteção das inflorescências femininas com saco de plástico foi realizada no final de cada tarde. Nas manhãs seguintes, foram coletadas as flores masculinas em estágio próximo à antese. Com uma espátula foram retirados os pólen das anteras, e colocados em contato com os estigmas das flores femininas, que se encontravam abertas. Nos dias seguintes, foram repetidas essas operações, até que todas as pencas fossem polinizadas. O saco de plástico protetor foi retirado dois dias após a última polinização.

Durante o ano de 1994 foram polinizados 15.708 flores de cultivares do subgrupo Prata (Prata Comum, Prata Ponta Aparada, Pacovan e Prata Santa Maria), com pólen dos híbridos diplóides 1503-01 (Madu x Calcutta) e 2803-01 (Tuu Gia x Calcutta).

Cultura de embriões em bananeiras

As sementes foram retiradas de frutos maduros, lavadas em água corrente, despolpadas e enviadas ao laboratório para extração imediata dos embriões ou para armazenamento em geladeira. Para a extração imediata, as sementes foram embebidas em água destilada por 24 horas, e, quando armazenadas, a embebição em água destilada foi feita durante quatro dias.

As sementes foram desinfestadas em câmara de fluxo laminar, e tratadas, com nitrato de prata a 0,5%, por dez minutos, com cloreto de sódio a 5%, por cinco minutos. Após cada tratamento, foram feitas três lavagens em água destilada esterilizada.

A extração dos embriões foi realizada sob estereoscópio, sobre papel de filtro estéril, com pinça e bisturi, em câmara de fluxo laminar. Os embriões foram inoculados em placas-de-Petri (25 x 100 mm) contendo 10 mL de meio de cultura MS, suplementado com 30 g.L⁻¹ de sacarose e 7 g.L⁻¹ de ágar.

As sementes foram classificadas, quanto ao endosperma, em: normal, reduzido e ausente; e quanto ao estado do embrião, em: normal, anormal e ausente.

O cultivo de embriões foi realizado por duas semanas, em ambiente escuro. Em seguida, as plântulas foram individualizadas e transferidas para desenvolver e enraizar em tubos de ensaios (25 x 150 mm) contendo o mesmo meio de cultura da fase anterior, sob condições de temperatura de 26±2°C, fotoperíodo de 16 horas, e intensidade luminosa de 1.800 lux. Após o enraizamento, as plântulas foram transferidas para copinhos de plástico de 300 cm³, contendo solo estéril sob condições de casa de vegetação. Após 90 dias, foram plantadas no campo.

Avaliação

Usando um método semelhante ao descrito com relação a diplóides, avaliaram-se os tetraplóides. Assim, os híbridos recém-criados foram avaliados em duas etapas: inicialmente, em cova única; posteriormente, em avaliação clonal, com cinco ou mais plantas. Além das características usadas nos híbridos diplóides, uma série de características organolépticas dos frutos foi considerada no tocante a estes genótipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Melhoramento genético de diplóides (AA)

Desde seu início até o momento, foram gerados 12.613 híbridos, dos quais 16 foram selecionados nas duas etapas de avaliação (individual e clonal). Estes híbridos, juntamente com o genótipo SH 3263, introduzido de Honduras, constituem o campo de polinização.

A altura da planta, o número de dedos, o comprimento de dedos, a fertilidade, e a avaliação de resistência ao mal-do-panamá, sigatoka-amarela e sigatoka-negra dos 17 híbridos usados no campo de polinização estão

apresentados na Tabela 1. Todos os híbridos se mostraram resistentes à sigatoka-amarela, sendo o 1319-01 e o TH03-01 resistentes também ao mal-do-panamá. Nenhum genótipo foi avaliado quanto à resistência à sigatoka-negra, à exceção do SH 3263, que se mostrou resistente. Pode-se observar que existe grande variabilidade disponível para o melhoramento. Em relação à altura de planta, há uma variação de 1,8 m do híbrido 2803-01 a 3,5 m do híbrido 1304-04, e a maioria dos híbridos apresentou altura variando de 2,1 a 3,0 m. Espera-se que não seja difícil obter um porte adequado ao inter cruzar todos os híbridos, visto que os de porte mais alto poderiam ser eliminados na seleção. Com relação ao número máximo de dedos, característica que se procura aumentar, variou de 120 a 230 dedos; o maior valor foi apresentado pelo híbrido 1318-01 (cruzamento entre Malaccensis e Tjau Lagada). Considerando-se que a característica é quantitativa, aumentos significativos na média desta variável são, provavelmente, mais difíceis de conseguir. Análise semelhante pode ser feita quanto ao comprimento máximo dos dedos, cujos valores extremos foram de 19 cm do híbrido TH03-01, e 13 cm do 0304-02, com a maioria dos genótipos apresentando valores entre 14,1 e 16 cm. Parece não haver grandes problemas quanto à fertilidade destes e dos futuros híbridos, já que os atuais são férteis e podem ser usados como genitores femininos ou masculinos, à exceção do 0323-01, que não produziu pólen (Tabela 1).

Criação de tetraplóides a partir de triplóides (tipo Prata e tipo Maçã)

O programa já produziu e avaliou cerca de 1.200 híbridos de constituição genômica AAAB, dos quais a grande maioria é do tipo Prata. Deste total, resultaram 200 genótipos selecionados na fase individual, com base na produção de dois ciclos e na resistência à sigatoka-amarela. Estes híbridos foram posteriormente submetidos a avaliações clonais, nas quais foi possível distinguir um grupo com características superiores, composto de 75 tetraplóides.

Com base em parâmetros agrônômicos, foram selecionados os tetraplóides PV03-44, PV03-76, JV03-15, PA03-22 e PA12-03, que apresentaram, em avaliações clonais, produtividades compatíveis com seus parentais comerciais, e resistência à sigatoka-amarela. Dois destes híbridos, o PV03-44 e PA03-22, mostraram relativa resistência ao mal-do-panamá. Somente o PV03-44 apresentou resistência à sigatoka-negra (Shepherd et al., 1994; Silva et al., 1996). Estes híbridos e algumas variedades selecionadas em Cruz das Almas foram avaliados em diversas regiões agrícolas do Brasil. As avaliações em áreas agrícolas representativas, permitiram recomendar os híbridos PA12-03 (Pioneira) e PV03-44.

Polinizações

O híbrido Tuu Gia x Calcutta, utilizado como progenitor masculino em 1994, mostrou-se mais eficiente que o Madu x Calcutta na produção de sementes por 100 frutos, o que demonstra que no melhoramento de bananeira é importante o uso de combinações específicas dos genitores, e aumenta, assim, a eficiência na obtenção de tetraplóides (Tabela 2). No período de 1992 a 1994, foram polinizados 16.441 frutos de Yangambi nº 2 com M53, que geraram 409 sementes boas, o que representa uma taxa de 2,96 sementes por 100 frutos (Tabela 3).

TABELA 2. Polinizações em cultivares tipo Prata realizadas em 1994. Embrapa-CNPMP, 1995.

Cruzamento ¹	Polinizações	Frutos polinizados	Sementes		Sementes por 100 frutos
			Boas	Ruins	
1503-01 x PC	02	129	-	-	-
1503-01 x PP	03	123	-	-	-
1503-01 x PV	49	2283	10	02	0,53
1503-01 x SM	04	188	01	01	1,06
Subtotal	58	2716	11	03	0,52
2803-01 x PC	16	1202	17	01	1,50
2803-01 x PP	18	1302	11	02	0,99
2803-01 x PV	185	10297	120	30	1,46
2803-01 x SM	04	191	-	02	1,05
Subtotal	223	12992	148	35	1,41
Total	281	15708	159	38	1,25

¹ 1503-01: Diplóide (Madu x Calcutta); 2803-01: Diplóide (Tuu Gia x Calcutta); PC: 'Prata Comum'; PP: 'Prata Ponta Aparada'; PV: 'Pacovan'; SM: 'Prata Santa Maria'.

A taxa de produção de sementes em polinizações da 'Yangambi nº 2' foi bastante superior às observadas no subgrupo Prata. Isto pode ser atribuído ao melhor desempenho do pólen de M53 em relação aos pólenes dos híbridos 1503-01 e 2803-01. Apesar da razoável produção de sementes por 100 frutos, proporcionada pelas polinizações do M53, atualmente este híbrido não tem sido usado nas polinizações de cultivares do subgrupo Prata, porque seu porte é alto, o que é desaconselhável em relação aos tetraplóides obtidos, já que os genitores femininos também são altos. A existência de outros híbridos diplóides mais produtivos e resistentes a doenças já obtidos no programa oferece melhores perspectivas, inclusive em relação à redução do porte.

TABELA 3. Polinizações entre a 'Yangambi nº 2' e o híbrido M-53 de 1992 a 1994. Embrapa-CNPMP, 1995.

Anos	Polinizações	Flores polinizadas	Sementes		Sementes por 100 frutos
			Boas	Ruins	
1992	97	5.583	194	25	3,92
1993	120	5.184	51	16	1,29
1994	116	5.674	164	37	2,89
Total	333	16.441	409	78	2,96

Cultura de embriões

Os resultados da cultura de embriões, relativos a grande parte dos cruzamentos envolvendo banana tipo Prata, são satisfatórios, pois apresentam taxa de germinação de até 75% dentre as poucas sementes produzidas pela bananeira Prata. Embora a grande importância do genitor 'Prata Anã' para o programa de melhoramento, nenhum embrião foi obtido de híbrido desta cultivar no período 08/94 a 05/95, por falta de plantas para polinização. Os resultados apresentados na Tabela 4, apesar de terem sido originados de apenas 177 amostras, evidenciam as diferentes combinações dos três tipos de endosperma e de embriões, que podem ocorrer em sementes de banana obtidas em cruzamentos de diplóides com triplóides tipo Prata. Observa-se que 61% das sementes que apresentavam endosperma e embriões normais germinaram. Grande parte dos embriões anormais germinaram, ocorrendo o mesmo com alguns obtidos de sementes com endosperma reduzido. No entanto, a ausência do endosperma implicou na não-germinação do embrião. Do total de sementes obtidas, somente 45% germinaram. A comparação entre os diversos tipos de Prata não seria apropriado, dado o pequeno número de sementes trabalhadas neste lote (Tabela 4).

TABELA 4. Cultura de embriões de banana de cultivares do tipo Prata polinizadas com diferentes diplóides no período de agosto de 1994 a maio de 1995. Embrapa-CNPMP, 1995.

Endosperma	Embrião	Genótipo ¹	Sementes	Germinação
Normal	Normal	PC	11	4
		PP	8	4
		PV	83	53
		SM	4	4
	Anormal	PC	3	1
		PP	2	1
		PV	10	6
		SM	1	-
Subtotal 1		PC	14	5
		PP	10	5
		PV	93	59
		SM	5	4
Reduzido	Normal e	PC	4	1
		PP	1	1
	Anormal	PV	25	6

		SM	-	-	
Ausente	Normal e	PC	1	-	
		PP	-	-	
	Anormal	PV	8	-	
		SM	-	-	
Normal reduzido e ausente	Ausente	PC	1	-	
		PP	1	-	
		PV	14	-	
		SM	-	-	
Subtotal 2			PC	20	6
			PP	12	6
			PV	140	65
			SM	5	4
Total			177	81	

¹ PC: 'Prata Comum'; PP: 'Prata Ponta Aparada'; PV: 'Pacovan'; SM: 'Prata Santa Maria'.

A maioria das sementes do tipo Maçã, obtidas do cruzamento entre 'Yangambi nº 2' e o híbrido M53, apesar de apresentarem endosperma e embrião normal, não germinaram. A baixa germinação, em torno de 14%, tem sido constante neste genótipo e pode estar relacionado a problemas genéticos/fisiológicos que afetam a habilidade das sementes em germinar (Tabela 5). De todos os embriões anormais e dos advindos de sementes sem endosperma, nenhum germinou. No entanto, 29% dos embriões provenientes de sementes com endosperma reduzido germinaram. A percentagem geral de germinação foi de 18%.

TABELA 5. Cultura de embriões de sementes de banana da cultivar Yangambi Nº 2 polinizada com o híbrido M-53, de agosto/1994 a maio/1995. Embrapa-CNPMPF, 1995.

Endosperma	Embrião	Sementes	Germinação
Normal	Normal	58	8
	anormal	12	2
Subtotal 1		70	10
Reduzido	Normal e	71	21
	anormal	-	-
Ausente	Normal e		
	anormal	9	-
Subtotal 2		150	31
Normal, reduzido e ausente	ausente	23	-
Total		173	31

Pela análise geral dos dados das Tabelas 4 e 5, observa-se que as sementes utilizadas neste trabalho eram de baixa qualidade, haja visto o baixo poder germinativo de seus embriões. A taxa de germinação das sementes depende basicamente do genótipo, embora a época de polinização tenha alguma influência na germinação da semente. Assim, os embriões obtidos da polinização de cultivares do subgrupo Prata têm poder germinativo superior aos da 'Yangambi nº 2'; no entanto, a germinação observada nestas cultivares foi inferior à obtida por Shepherd et al. (1994).

A banana Maçã, apesar de produzir sementes quando polinizada com diplóide, tem germinação difícil, e nenhum tetraplóide foi obtido das sementes produzidas; já a 'Yangambi nº 2', apesar do baixo poder germinativo das sementes, gerou uma série de híbridos tetraplóides. Muitos embriões, após germinarem, não chegam a ser levados para o campo, por apresentarem ploidia inadequada (não são 4x). Assim, não é rara a ocorrência de plantas fracas e aneuplóides apresentando raízes grossas e pequenas que não se desenvolvem.

Avaliação

Em fase de avaliação individual encontram-se, atualmente, 16 híbridos tipo Prata, sendo oito resultantes do cruzamento 'Prata Anã' x M53, cinco de 'Prata Anã' x 1318-01 (Malaccensis x Sinwobogi), um de Prata Anã x 1304-01 (Malaccensis x Madang), um de 'Pacovan' x M53 e um de 'Prata Santa Maria' x M53.

Na Tabela 6 são apresentados dados preliminares sobre o número de dias para emissão do cacho, a altura de planta, o número de dedos, o comprimento de dedos, o peso dos cachos e a avaliação da resistência à sigatoka-amarela na emissão e colheita do cacho de 19 tetraplóides tipo Prata, em avaliação clonal, usando como testemunha o PV03-44. Conforme pode ser observado, 12 híbridos apresentaram produção superior à da testemunha. O híbrido PV42-114, com elevado número de dedos grandes, produziu o cacho mais pesado, provavelmente devido à sua boa resistência à sigatoka-amarela. No entanto, apresenta porte alto. O JV42-149 e o ST42-19, com cachos pesando aproximadamente o dobro do peso da testemunha, produziram bom número e comprimento de frutos, e apresentaram boa resistência à sigatoka-amarela, porém a altura de planta foi superior à da testemunha. Vale destacar, também, que o PV49-08 apresentou o maior número de dedos (123), entre os híbridos avaliados, e produtividade relativa boa, talvez um pouco prejudicada pelo ataque de sigatoka, visto ser pouco resistente. Com relação à precocidade, os híbridos SM42-160, PV42-78 e PV42-320, com boa produção relativa, emitiram cacho mais precocemente que o PV03-44 (Tabela 6).

TABELA 6. Resultados preliminares da avaliação clonal de híbridos tetraplóides tipo Prata. Embrapa-CNPMPF, 1995.

Genótipo ¹	Dias até a emissão	Altura da planta (m)	Dedos (N ^o)	Comp. do dedo (cm)	Peso do cacho	Sigatoka-amarela (emissão/colheita) ²
JV42-43	425	3,00	74	12	5,50	6/4
JV42-41	443	3,10	74	12	5,00	7/7
JV42-130	463	3,70	93	11	5,34	7/7
JV42-149	440	4,10	120	17	18,20	7/7
PC42-78	424	3,80	79	16	13,00	6/4
PI42-02	397	3,50	84	13	8,00	7/6
PP42-30	400	3,80	85	15	10,00	7/6
PV42-78	370	4,00	75	18	15,00	7/7
PV42-110	498	3,60	67	18	12,31	7/7
PV42-114	423	4,60	104	19	20,67	7/7
PV42-320	402	3,70	70	17	12,64	7/7
PV42-360	428	3,20	50	15	8,00	7/7
PV49-01	467	3,70	88	16	16,95	6/6
PV49-03	466	3,30	80	16	9,00	7/7
PV49-04	437	4,10	71	16	12,32	6/6
PV49-08	457	3,80	123	14	15,47	6/6
PV49-12	456	3,70	90	16	10,00	6/6
SM42-160	413	3,80	79	18	15,26	7/7
ST42-19	677	3,90	80	18	17,12	7/7
PV03-44 ³	418	3,30	64	15	9,98	6/4

¹ JV42: 'Prata de Java' x M-53; PC42: 'Prata Comum' x M-53; PI42: 'Prata IAC' x M-53; PV42: 'Pacovan' x M-53; PP42: 'Prata Ponta Aparada' x M-53; PV49: 'Pacovan' x M-49; SM42: 'Prata Santa Maria' x M-53; ST42: 'Prata São Tomé' x M-53.

² As notas atribuídas para sigatoka-amarela variam de 1 a 8; as maiores notas correspondem a maior resistência.

³ Testemunha.

Na Tabela 7 são apresentados os caracteres, número de dias para emissão do cacho, altura da planta, número de dedos no primeiro e segundo ciclo, peso médio de dedos do primeiro e segundo ciclo, e avaliação da resistência à sigatoka-amarela de onze híbridos tetraplóides, selecionados em avaliação clonal em comparação com a testemunha. Todos foram resistentes à sigatoka-amarela produziram número de frutos superior, e ciclo e altura da planta próximos aos da testemunha, à exceção do PV42-68, que apresentou ciclo mais curto, e do PV42-81, com porte mais alto que o PV03-44. Os frutos de todos os híbridos foram grandes e tiveram sabor variando de bom a excelente. O PV42-53 destacou-se em relação à qualidade de frutos, boa produção, excelente resistência à sigatoka-amarela, e provável resistência ao mal-do-panamá (Tabela 7). Estes

híbridos serão testados, agora, em experimentos com maior número de repetições, em áreas agrícolas representativas.

TABELA 7. Resultados da avaliação clonal de híbridos tipo Prata a serem avaliados em diferentes ecossistemas. Embrapa-CNPMPF, 1995.

Genótipo ¹	Dias até a emissão	Altura da planta (m)	Número de dedos ²		Peso médio de dedos (g)		Resistência à sigatoka-amarela ³
			1º	2º	1º	2º	
JV42-29	319	3,8	53	80	179	206	MR
PV42-53	324	3,8	61	95	168	160	R
PV42-68	309	4,1	63	84	213	186	R
PV42-81	336	4,4	56	63	194	182	R
PV42-85	373	4,0	61	67	175	178	R
PV42-129	348	3,8	74	93	181	159	R
PV42-142	344	4,0	54	68	171	192	R
PV42-143	330	3,8	61	79	143	103	MR
SM42-123	-	4,0	71	77	140	124	R
ST12-31	328	3,5	60	62	149	137	R
ST42-08	333	3,5	50	73	196	160	R
PV03-44 ⁴	342	3,7	45	-	87	-	MR

¹ JV42: 'Prata de Java' x M-53; PV42: 'Pacovan' x M-53; SM42: 'Prata Santa Maria' x M-53; ST12: 'Prata São Tomé' x 'Lidi'; ST42: 'Prata São Tomé' x M-53.

² 1º: Primeiro ciclo; 2º: Segundo ciclo.

³ MR: Moderadamente Resistente; R: Resistente.

⁴ Testemunha.

É difícil aumentar o número de dedos através de cruzamentos, e raramente se conseguem híbridos cujos frutos sejam maiores que os da Pacovan. O maior ganho de produção, nos tetraplóides obtidos, provavelmente deve-se à presença da resistência à sigatoka-amarela (Cordeiro, 1990). A maior produtividade deles em relação às variedades parentais, em áreas de grande infecção pela doença, parece comprovar essa afirmativa.

Um aspecto a se considerar é que a banana Prata, mesmo na ausência de doença, é uma cultivar pouco produtiva. Assim, um híbrido pode apresentar atributos superiores, sem necessariamente ter um desempenho muito bom. Atenção deve ser dada para que no processo seletivo se mantenham as características de qualidade do fruto dos genitores femininos, sem as quais todo o esforço de obtenção de híbridos pode ser inútil.

Resultados preliminares da avaliação de híbridos tipo Maçã têm mostrado que a maioria apresenta um grau de resistência ao *Fusarium* bastante superior ao do genitor feminino, embora grande parte deles produzam pequenos cachos, e somente alguns mantenham o sabor característico do tipo Maçã. Alterações como aumento de acidez no fruto têm sido observadas com frequência.

Na fase de avaliação individual encontram-se 43 híbridos tetraplóides resultantes do cruzamento entre 'Yangambi nº 2' e M53 e um híbrido triploide proveniente do cruzamento entre o híbrido AB (Maçã x *Musa balbisiana*) e M53.

Em avaliação clonal encontram-se um híbrido da 'Yangambi nº 2' e três de IAC (AB) (Tabela 8). O uso de áreas infestadas com *Fusarium oxysporum* f.v. *cubense*, a suscetibilidade ao mal-do-panamá dos genitores femininos e a ausência de um híbrido tipo Maçã, de comportamento conhecido, conduziram ao uso, como testemunha, do híbrido tipo Prata PV03-44.

TABELA 8. Resultados preliminares da avaliação clonal de híbridos tetraplóides do tipo Maçã. Embrapa-CNPMPF, 1995.

Genótipo ¹	Dias até a emissão	Altura das plantas (m)	Número de dedos	Comprimento do dedo (cm)	Peso do cacho (kg)	Resistência à sigatoka-amarela ²
YB41-002	381	2,80	73	11	7,56	7/7
10142-061	518	3,00	75	9	4,00	8/7
10142-102	441	3,10	128	14	14,00	7/4
10142-197	406	3,20	128	14	15,00	7/4
PV03-44 ³	415	3,30	60	16	9,80	6/5

¹ YB41: 'Yangambi nº 2' x (Diplóide Calcutta x Madang); 10142: Triplóide ('Maçã' x *Musa balbisiana*) x Diplóide M-53; os três últimos algarismos correspondem ao número da seleção.

² As notas atribuídas para sigatoka-amarela variam de 1 a 8; as maiores notas correspondem a maior resistência.

³ Testemunha.

Resultados preliminares mostraram que os quatro híbridos avaliados apresentaram porte inferior e número de dedos superior aos da testemunha. Quanto à produtividade, dois produziram mais do que o PV03-44. A boa resistência à sigatoka-amarela apresentada pelo 10142-61 é explicada pela resistência de ambos os parentais. Cabe salientar, ainda, que todos os híbridos apresentaram frutos com sabor semelhante aos da Maçã, e que as avaliações foram efetuadas em condições de baixas precipitações e sem uso de irrigação. Nenhum híbrido deste tipo foi liberado para avaliação comercial.

CONCLUSÕES

1. O melhoramento de diplóides (AA) de banana para produtividade e resistência a doenças é promissor, e os híbridos têm pólen ou semente.
2. O sucesso na obtenção de sementes tetraplóides (AAAB) depende dos genitores masculinos (AA) e da cultivar triplóide (AAB) usados.
3. Embora usada para aumentar a taxa de germinação de sementes tetraplóides, a cultura de embriões tem sido pouco eficiente no resgate de embriões.
4. O programa de melhoramento para obtenção de tetraplóides tipo Prata produziu onze híbridos produtivos e resistentes à sigatoka-amarela em condições de serem avaliados comercialmente
5. O melhoramento de banana tipo Maçã é uma prática viável.

REFERÊNCIAS

- CORDEIRO, Z.J.M. Economic Impact of Sigatoka disease in Brazil. In: SIGATOKA LEAF SPOT DISEASES OF BANANAS, 1., 1989, San José, Costa Rica. **Proceedings...** Montpellier: INIBAP, 1990. p.56-60.
- CORDEIRO, Z.J.M.; SHEPHERD, K.; SOARES FILHO, W. dos S.; DANTAS, J.L.L. Avaliação de resistência ao mal-do-panamá em híbridos tetraplóides de bananeira. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, n.4, p.478-483, 1993.
- DANTAS, J.L.L.; SHEPHERD, K.; SOARES FILHO, W. dos S.; CORDEIRO, Z.J.M.; SILVA, S. de O. e; ALVES, E.J.; SOUZA, A. da S.; OLIVEIRA, M. de A. **Programa de melhoramento genético da bananeira em execução no CNPMP/Embrapa**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1993. 43p. (Embrapa-CNPMP. Documentos, 47).
- INIBAP Technical Guidelines for IMTP Phase II: Sigatoka Negra In: GLOBAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL MUSA TESTING PROGRAM, 1994, San Pedro Sula, HON. **Proceedings...** Montpellier: INIBAP, 1994. p.157-168.
- ROWE, P.; RICHARDSON, D.L. **Breeding bananas for disease resistance, fruit quality and yield**. Honduras: SIATSA, 1975. 41p. (Bulletin, 2).

- SHEPHERD, K. History and methods of banana breeding In: MANAGEMENT REVIEW OF THE INTERNATIONAL NETWORK FOR THE IMPROVEMENT OF BANANA AND PLANTAIN, 1., 1992, Washington, DC. **Report ...** Washington, DC: The World Bank, 1992. p.108-110.
- SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L.; ALVES, E.J. Melhoramento genético da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, p.11-19, 1986.
- SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L.; SILVA, S. de O. e. Breeding Prata and Maçã for Brazil. In: GLOBAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL MUSA TESTING PROGRAM, 1994, San Pedro Sula, HON. **Proceedings...** Montpellier: INIBAP, 1994. p.157-168.
- SILVA, S. de O. e; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L.; ALVES, E.J.; BORGES, A.L.; FANCELLI, M.; OLIVEIRA, S.L. de; ALMEIDA, M. de A. **Avanços do programa de pesquisa em Musa no CNPMF, Embrapa, Brasil**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1996. 37p. (Embrapa-CNPMF. Documentos, 65).
- SILVA, S. de O. e; SHEPHERD, K. Análise do germoplasma de banana do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical-CNPMF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.3, n.3, p.115-187, 1991.
- SIMMONDS, N. W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origin of the cultivated bananas. **The Botany Journal of the Linnean Society of London**, London, v.55, p.302-312, 1955.