

EFICIÊNCIA DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DA SERINGUEIRA NO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SERINGUEIRA E DENDÊ - NOVE ANOS DE EXPERIÊNCIAS



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê - CNPSD

EFICIÊNCIA DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DA SERINGUEIRA NO
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SERINGUEIRA E
DENDÊ - NOVE ANOS DE EXPERIÊNCIAS

João Rodrigues de Paiva

Paulo de Souza Gonçalves

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê - CNPSD

Manaus, AM.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao
Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê - CNPSD
Km 28 da Rodovia AM-010
Caixa Postal, 319
69000 - Manaus (AM)
Telefone: (092) 233-5568 e Telex: 922340

Tiragem 500 exemplares

Comitê de Publicação:

Alfio Celestino Rivera Carbajal
Antonio Nascim Kalil Filho
Elainy Botelho Carvalho Pereira
Josefino de Freitas Fialho
Rosa Maria Melo Dutra
Wlamir do Amaral

Paiva, João Rodrigues de

Eficiência do Programa de Melhoramento da Seringueira no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê - nove anos de experiências, por João Rodrigues de Paiva e Paulo de Souza Gonçalves. Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1989.

41p. (EMBRAPA-CNPSD. Boletim de Pesquisa, 2).

1. Seringueira - Melhoramento genético - Programa. I. Gonçalves, Paulo de Souza, colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, Manaus, AM. III. Título. IV. Série.

CDD 633.8952

EMBRAPA - 1989

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos ao colega Afonso Celso Candeira Valois, pelo apoio dado ao programa de melhoramento genético da seringueira, no período de 1976/80, na época, como Chefe Adjunto Técnico do CNPSD. Aos Técnicos Agrícolas Luiz Andrade Pereira e José Orlando Ferreira na execução dos trabalhos de campo. Ao mestre rural "in memorian" Raimundo Freire pela liderança e execução das polinizações controladas. E, finalmente, ao Técnico e auxiliares de laboratório Antonio Pessoa Rebelo, José Arinos M. Araújo e Sérgio de Araújo Silva pelas análises de laboratório, respectivamente.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA UTILIZADA	10
3. RESULTADOS DE PESQUISA	12
3.1. Seleção e coleta de material botânico	12
3.2. Genética biométrica	13
3.3. Eficiência do miniteste de produção	14
3.4. Poliploidização	15
3.5. Avaliação de clones	16
3.6. Germinação de pólen	17
4. PROGRAMA DE CRUZAMENTOS CONTROLADOS	17
4.1. Tipos de cruzamentos	17
4.2. Tipos de progênies	18
4.3. Utilização da <i>Hevea camargoana</i>	20
4.4. Critérios utilizados na seleção em viveiro	21
4.5. Desempenho das progênies selecionadas	22
5. SUGESTÕES PARA MELHORAR A EFICIÊNCIA DO PROGRAMA	26
6. CONCLUSÕES	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
8. TABELAS	35
9. FIGURA	41

EFICIÊNCIA DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DA SERINGUEIRA
NO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DA SERINGUEIRA E
DENDÊ - NOVE ANOS DE EXPERIÊNCIAS¹

João Rodrigues de Paiva²
Paulo de Souza Gonçalves³

RESUMO - Com este trabalho pretende-se preencher uma lacuna existente quanto à informação sobre o desenvolvimento do programa de melhoramento genético da seringueira, executado pelo CNPSD no período de 1976/84. É constituído de duas etapas, sendo que na primeira é feito um breve apanhado sobre os principais resultados de pesquisa alcançados pelo programa, referentes às informações obtidas através de análises de dados de experimentos de competição de clones, a maioria em sua fase juvenil, e de experimentos instalados com o objetivo de elucidar problemas básicos da cultura, porém de capital importância. Na segunda etapa faz-se uma análise detalhada do programa, desde a fase de polinização controlada, iniciada em 1978, até o teste preliminar dos novos clones produzidos. Grande parte do trabalho é dedicado à análise de vários clones, quando utilizados como paternos e a performance de suas progênes. Finalmente, é feita uma análise do desempenho do programa em seus aspectos positivos e negativos, bem como é proposto um novo direcionamento do programa à luz desses conhecimentos.

Termos para indexação: *Hevea* spp, Melhoramento genético, análise crítica.

¹Trabalho financiado com recursos do contrato SUDHEVEA/EMBRAPA.

²Engº Agrº, M.Sc. em Melhoramento Genético, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSD), Caixa Postal 319, CEP 6900 Manaus, AM.

³Engº Agrº PhD. em Melhoramento Genético, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13100 Campinas, SP.

EFFICIENCY OF THE HEVEA BREEDING PROGRAM IN THE NATIONAL
RUBBER AND OIL PALM RESEARCH CENTRE - Nine years of
experience

ABSTRACT - The objective of this research work was to fill a gap in the development of the *Hevea improvement* program carried out by CNPSD between 1976 and 1984. This work is constituted of 2 stages: in the first a survey of the main results of the research work obtained from the program is presented. These results refer to information obtained by the data analysis from clone trial competitions, most of them in their juvenile phase, and from experiments settled with the objective of elucidation of basic problems of the crop, but of great importance. In the second stage a detailed analysis of the program is performed beginning at the hand polination phase in 1978 up to the preliminary test of the new produced clones. A big deal of the work was dedicated the analysis of several clones when used as parent, and the performance of their progenies. To conclude, an analysis of the performance of the program on its positive and negative aspects is presented also a new direction of the program concerning to the knowledge obtained is proposed.

Index Terms: *Hevea* spp, Breeding, analysis.

1. INTRODUÇÃO

O insucesso do plantio da seringueira em Fordlândia e Belterra, no estado do Pará, pela Companhia Ford, determinou o início das pesquisas com o melhoramento da cultura, resultando na criação dos primeiros clones brasileiros.

O programa de melhoramento genético da seringueira desenvolvido pela Companhia Ford, basicamente se pautou no cruzamento entre clones produtivos e sem resistência ao *Microcyclus ulei* (P.Henn.) V. Arx., agente causal do "mal-das-folhas" e clones resistentes, porém de baixa produção. Na época, como fonte de produção foram utilizados os clones orientais PB 86, PB 186, Tjir 1, Tjir 16, AVROS 183 e AVROS 363.

Inicialmente, como fonte de resistência, foram utilizados clones primários de *H. brasiliensis*, que deram origem aos primeiros cruzamentos intraespecíficos. Em virtude da grande suscetibilidade dos genótipos obtidos através dos cruzamentos intraespecíficos, houve necessidade de se ampliarem as fontes de germoplasma resistentes de outras espécies do gênero *Hevea*. Assim foram coletadas e levadas para Belterra plantas representantes das seguintes espécies: *H. benthamiana*, *H. spruceana*, *H. microphylla*, *H. guianensis* e *H. pauciflora* (Brasil 1971).

Os híbridos oriundos dos cruzamentos de *H. brasiliensis* x *H. guianensis*, *H. brasiliensis* x *H. microphylla* e *H. brasiliensis* x *H. spruceana* foram descartados por não satisfazerem aos objetivos preconizados. Os híbridos de *H. benthamiana* (principalmente os do clone F 4542) com *H. brasiliensis*, selecionados em Fordlândia, passaram a constituir o material básico de resistência nos programas de melhoramento genético que se sucederam (Valois 1978).

A partir de 1945 o programa de melhoramento prosseguiu sob os auspícios do Instituto Agrônomo do Norte (IAN), atualmente Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), obedecendo ao seguinte esquema: Seleção e clonagem de plantas resistentes de *H. brasiliensis*, coleta de material de outras espécies de *Hevea* nos seringais da Amazônia, cruzamentos intra e interespecíficos, retrocruzamentos para o paternal oriental, segundo retrocruzamentos e exocruzamentos, também no sentido do paternal produtivo. Além

disso, foram intensificados os cruzamentos entre as espécies *H. brasiliensis* e *H. pauciflora* (Brasil 1971).

A introdução de novos germoplasmas de produção foi incrementada nesse período pela importação de clones orientais de elite, na época, da última geração.

Uma idéia da extensão do trabalho conduzido em Belterra, no período de 1942 a 1957, é dada pelo número de clones resistentes ao *M. ullei*, obtidos de polinização controlada. Datam dessa época os primeiros clones da série IAN, entre os quais, IAN 717 e IAN 873, se destacaram entre muitos outros. O número de clones produzidos nessa época excede à casa dos 10.000, obtidos de 120.000 progênies de polinização controlada, testadas para resistência ao *M. ullei* (Townsend Junior 1961).

Com a criação do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSP), em 1975, novo enfoque foi dado ao programa de melhoramento genético da seringueira. O presente trabalho propõe-se a relatar e analisar os resultados obtidos no período de 1976 a 1984, fazendo uma análise crítica sobre o programa, nos seus principais aspectos negativos e positivos.

2. METODOLOGIA UTILIZADA

O trabalho foi constituído de duas etapas. Na primeira foi feito um breve apanhado sobre os principais resultados de pesquisas alcançados pelo programa, referentes às informações obtidas através de análises de dados de experimentos de competição de clones, em sua fase juvenil, e de experimentos instalados com o objetivo de elucidar problemas básicos, porém de capital importância para o melhoramento da seringueira. Na segunda etapa, fez-se uma análise detalhada do programa, desde a fase de polinização controlada, até o teste preliminar dos novos clones produzidos.

Assim, o programa de melhoramento da seringueira desenvolvido pelo CNPSP, no período de 1976/84, obedeceu à seguinte metodologia, com algumas modificações introduzidas, ao longo da sua execução:

- a) Escolha dos paternos;
- b) Polinização controlada, segundo a técnica descrita por Dijkman(1951);

- c) Estabelecimento dos viveiros de cruzamentos com sementes originadas de polinização controlada e polinização aberta;
- d) Seleção e clonagem das plantas superiores nos viveiros de cruzamentos ;
- e) Teste preliminar de clones nos experimentos em pequena escala;

Na etapa seguinte foi prevista a seleção final de clones nos experimentos em grande escala.

Na escolha dos paternais era observada a performance dos fenótipos dos clones, nos experimentos e também nos plantios comerciais, para as características de produção de borracha e resistência a doenças, quando o objetivo era associar num mesmo indivíduo esses dois caracteres.

A técnica da polinização controlada obedeceu ao seguinte esquema: 1. Emasculação das flores masculinas das inflorescências dos galhos do paternal feminino. Somente as flores femininas que estão amadurecidas e fechadas eram utilizadas no processo de polinização. 2. A coluna estaminal ou "andróforo" da flor masculina do paternal era extraída e inserida sobre o estigma da flor feminina. 3. A flor polinizada era vedada, usando um pequeno chumaço de algodão colocado sobre o estigma onde se encontrava o andróforo. Em seguida colocava-se uma gota de látex, a fim de prevenir contra pólen não desejado. 4. Três a quatro meses após a polinização, o fruto, antes do amadurecimento, era ensacado com objetivo de preservar a legítimidade da semente.

Após a colheita, os frutos eram quebrados e retiradas as sementes, que eram postas a germinar em sacos de plásticos, colocados sob telado e/ou casade-vegetação, até as plantas atingirem de 3 a 4 lançamentos foliares o que ocorria no período de 4 a 6 meses após o plantio. Os "seedlings", nessa idade, eram transplantados para o viveiro no espaçamento de 1,2m x 1,2m. O espaçamento utilizado nos primeiros viveiros instalados no CNPSD foi de 0,60m x 0,60m, intercalados com material altamente susceptível ao *M. ulmi*, utilizado como fonte de inóculo.

Até 1984 não era feito o controle de doenças nos viveiros de cruzamentos. Somente era feito o controle de pragas, quando necessário. As demais práticas eram executadas conforme a recomendação para a cultura.

A seleção conduzida nos viveiros de cruzamentos era baseada principalmente em dados preliminares de teste precoce de produção, vigor e no grau de tole

rância às doenças. Inicialmente a produção era avaliada pelo miniteste de produção ou teste de Mendes (Mendes 1971), quando as plantas atingiam um ano de idade. Aos 3-3,5 anos de idade as plantas mais vigorosas eram submetidas ao teste HMM-modificado (Tan & Subramaniam 1975). Na seleção final eram considerados a produção de borracha, o vigor, a incidência de doença, a performance fenotípica e outras características, quando o objetivo do melhoramento não visava só produção e resistência.

Feita a clonagem das plantas superiores, os novos clones eram avaliados em experimentos em pequena escala, cuja ênfase era testar maior número de clones com menor número de plantas por parcela, numa mesma unidade de área.

Os clones que se destacaram como superiores nos experimentos em pequena escala, foram, a seguir, avaliados em experimentos em grande escala, onde a ênfase era testar menor número de clones com maior número de plantas por parcela, em um número maior de ambientes.

3. RESULTADOS DE PESQUISA

As pesquisas conduzidas na área de melhoramento genético da seringueira no âmbito do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, tiveram objetivos bem definidos, ou seja, orientaram-se principalmente no sentido da criação de clones tolerantes às doenças e que, ao mesmo tempo, apresentassem produção satisfatória de látex. Até a recomendação final de um clone, várias etapas são cumpridas dentro do esquema usual do programa, de certa forma, permitindo a análise e interpretação de dados parciais de experimentos. Todo o esforço da pesquisa nesse sentido, já reúne hoje um substancial acervo de informações nessa área.

3.1. Seleção e coleta de material botânico

O início dos trabalhos de melhoramento genético da seringueira, conduzidos pelo CNPSD, data de 1976, com a condução de coletas de germoplasma autóctone nos seringais nativos da região Amazônica. Desse modo, foram coletadas matrizes de alta produção das espécies *Hevea brasiliensis*, *Hevea benthamiana* e de outras espécies de interesse do melhoramento, tais como: *H. spruceana*, *H. camargoana* e *H. pauciflora* (Viêgas & Paiva 1976; Silva & Paiva

1976; Paiva 1977a, 1977b, 1981; Gonçalves 1978, 1979, 1981, 1982; Lins *et al.* 1981; Santos 1982; Teixeira 1983, 1984). No total foram obtidos 384 novos clones, além de material sexuado -as espécies *H. camargoana* e *H. brasiliensis*. Até o momento, nenhum conhecimento foi obtido acerca do desenvolvimento e da produção de borracha desses novos clones, na fase adulta. Porém, a maioria dos clones encontra-se em experimentação no CNPSD e já foram distribuídos para as unidades de pesquisa que trabalham com seringueira, em outras regiões do país.

3.2. Genética biométrica

A obtenção e utilização de informações sobre o material básico trabalhado, é essencial para orientação e direcionamento das pesquisas com melhoramento genético. A carência de conhecimentos básicos na área de genética da seringueira, principalmente de genética quantitativa, serviram de estímulo para que estudos nesse sentido fossem desenvolvidos, sem entretanto, desviar dos objetivos básicos do programa.

Assim é que, vários estudos sobre as estimativas de parâmetros genéticos em seringueira foram desenvolvido nesse período. Valois & Paiva (1976) estimaram a herdabilidade, no sentido restrito, do tamanho de sementes de seringueira e encontraram ($h^2 = 92,4\%$), valor alto, indicando que esse caráter é pouco influenciado pelo ambiente e facilmente transmitido de pais para filhos. Por outro lado, as estimativas da herdabilidade, no sentido amplo, para o caráter diâmetro do caule, em clones de seringueira, variaram de 0,07% (Gonçalves *et al* 1980), 0,20% (Valois 1974) e 0,77% (Gonçalves *et al* 1983), indicando que dependendo da população de clones estudada, a variabilidade genética aproveitável na seleção para esse caráter, é quase sempre, baixa. Para os caracteres produção de borracha, avaliada pelo miniteste de produção, e altura de planta, os valores do coeficiente de herdabilidade são geralmente altos.

As estimativas desse coeficiente para progênes de meio irmãos, relativos aos caracteres produção de borracha, pelo miniteste de produção, diâmetro do caule e altura de planta, foram de 19,4%, 12,7% e 2,2% (Paiva 1980, Paiva *et al.* 1983a), revelando maior consistência dessas variáveis quando se trabalha com população de "seedlings".

Os estudos conduzidos para avaliar a correlação existente entre os diversos caracteres trabalhados pelo melhoramento da seringueira, indicaram valores altos e positivos para produção de borracha com altura de planta (0,74), produção de borracha com diâmetro do caule (0,72) e produção de borracha com espessura de casca (0,63) (Gonçalves *et al.* 1980). Produção de borracha com diâmetro do caule (0,54) e produção de borracha com espessura de casca (0,32) (Paiva 1980, Paiva *et al.* 1983c). O desdobramento desses coeficientes em seus efeitos diretos e indiretos, através da metodologia do coeficiente de caminhamento, indicou uma influência marcante do caráter espessura de casca, sobre a produção de borracha, revelando que progresso genético adicional pode ser acrescentado à seleção da produção "per si", através da seleção desse caráter (Paiva *et al.* 1982).

Proporcionalmente à variação genética existente entre procedências de seringueira originada dos seringais nativos dos estados do Acre, Mato Grosso e Rondônia, envolvendo 36 amostras, de 14 locais distintos, foi maior para as procedências originadas do Estado do Acre. Ainda, nesse estudo, os parâmetros usados para avaliação da variabilidade genética na população trabalhada, revelaram alta variabilidade aproveitável na seleção (Paiva *et al.* 1984). Como se pode verificar, a obtenção de novos clones, através da exploração da variabilidade genética existente nas populações de plantas advindas de seringais nativos de alta produção, previamente selecionados, tanto permite trabalhar com grandes populações como também a capitalização de progresso genético rápido e substancial no programa de melhoramento da seringueira.

O exercício do uso de metodologias de melhoramento, passíveis de utilização em seringueira, permitiram a que Paiva *et al.* (1982) estimassem o ganho genético esperado com seleção em alguns caracteres de seringueira, em três diferentes esquemas de seleção, assim enumerados: I - Seleção entre famílias de meio irmãos; II - Seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos; e III - Seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos com propagação vegetativa das melhores plantas dentro das melhores famílias. Entre os caracteres estudados, o maior progresso esperado com seleção que utilizou o esquema I, foi para o caráter produção de borracha seca (36,33%). No esquema II, o ganho esperado para este caráter foi superior em mais de 5% em relação ao anterior. Entre os três esquemas de seleção estudados, constatou-se a viabi

lidade e a melhor eficiência do esquema II, no entanto, espera-se maior progresso utilizando o esquema III, devido à exploração adicional da variância genética dominante, embora seu uso seja limitado a um ciclo de seleção.

3.3. Eficiência do Miniteste de Produção (MTP)

A seleção precoce em plantas jovens de seringueira é tanto mais positiva quando se utiliza de parâmetros confiáveis e de fácil aplicação no campo. Desta forma, Gonçalves *et al.* (1982) estudaram a eficiência do miniteste de produção na seleção precoce de seringueira e o relacionamento desse teste com o HMM-modificado. Os resultados mostraram alta e significativa correlação linear entre os três ciclos de minitestes realizados e entre esse teste e o HMM-modificado para plântulas em viveiro, porém não foi detectada significância para clones de seringueira. O número adequado de minitestes utilizados na seleção, sendo que cada teste corresponde a um conjunto de dez cortes, foi de três ciclos de teste que, apresentou alto coeficiente de repetibilidade (0,7737, 0,7946 e 0,7731), calculado através de três metodologias diferentes (Gonçalves *et al.* 1982).

Através do teste de progênies originadas de cruzamentos interespecíficos, entre *H. camargoana* e *H. brasiliensis*, visando à obtenção de clones produtivos, de porte baixo e resistente ao mal-das-folhas, sete ortetes foram selecionados e clonados, conforme Gonçalves *et al.* (1982).

3.4. Poliploidização

A utilização de técnicas especiais no melhoramento da seringueira tem sido especialmente voltada para obtenção de mutantes poliplóides. No CNPSD, desde 1976, vem sendo empregada solução de colchicina, em diferentes concentrações, mais dimetil sulfóxido (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1976), objetivando encontrar a solução adequada à indução da poliploidia. Em prosseguimento a esses estudos, Moares (1980) obteve avanços no conhecimento da organogênese em meristema apical do caule da seringueira, visando contribuir para a orientação e maior eficiência das técnicas de obtenção de poliplóides de seringueira.

Por outro lado, Gonçalves *et al.* (1983) fizeram contagem dos cromossomos em material proveniente do ápice foliar de brotações novas do clone IAN 717, tratados com solução de colchicina a 0,375% mais dimetil sulfoxido a 0,125%, e detectaram um alto grau de mixoploidia. Morfologicamente os clones poliploides diferiram dos clones diploides - testemunha em menor altura, maior diâmetro da haste, menor relação do comprimento e largura do estômato, maior estômato e maior pecíolo. Continuam ainda no CNPSD, as avaliações de novos clones poliplóides, obtidos a partir de novas metodologias de aplicação da colchicina, visando à diminuição do grau de mixoploidia.

3.5. Avaliação de clones

O objetivo final do melhoramento genético da seringueira é a obtenção de clones produtivos e resistente às diversas doenças ocorrentes na Região. Até a recomendação final, várias etapas são cumpridas durante a avaliação do clone obtido, portanto o acompanhamento sistemático do desenvolvimento do material é necessário e importante nas futuras recomendações. Assim é que, Gonçalves *et al.* (1979) não encontraram variação no desenvolvimento do tronco e espessura de casca dos clones IAN 873, IAN 717 e Fx 3899, aos dois anos e meio de idade. Entretanto, avaliação de 48 clones em três experimentos instalados no CNPSD, em Manaus, respectivamente com 10, 3 e 2 anos de idade das plantas, demonstrou que os clones Fx 3899, IAN 717, Fx 4098, IAN 6158 e IAN 6323 têm revelado melhor desempenho em relação à produção e ao vigor (Gonçalves *et al.* 1982, Paiva & Gonçalves 1983).

Em outro estudo, envolvendo 14 clones, aos dois anos de idade, os clones IAN 2925, IAN 873, Fx 3864, IAN 6720 e Fx 2261, se destacaram em produção de borracha, avaliados pelo miniteste, enquanto que os clones IAN 6158, IAN 873 e IAN 6159 apresentaram-se como mais vigorosos (Gonçalves & Rossetti 1982). Paiva *et al.* (1983b) também avaliaram 25 clones de seringueira, em dois estádios de desenvolvimento, e destacaram os clones IAC 207 e IAC 222 como os mais produtivos, avaliados pelo miniteste de produção. Com exceção do clone AC 53, constatou-se pouca adaptabilidade às condições ecológicas de Manaus, dos clones primários provenientes dos seringais nativos do Acre e Rondônia. Em geral, os clones IAN 6158, Fx 4037, AC 53 e IAN 717 apresentaram bom desempenho, entretanto grandes alterações no desenvolvimento vege

tativo desses clones, começaram a se manifestar no segundo ano, em relação ao primeiro, indicando grande influência do efeito da interação tratamento x ano, na expressão dos caracteres produção, espessura de casca, número de anéis de vasos laticíferos e densidade de vasos em 5mm de anel.

3.6. Germinação de pólen

A criação de nova variabilidade genética em populações de plântulas de seringueira, pode ser conseguida através da técnica da polinização controlada. No entanto, devido à baixa percentagem de sucesso no emprego dessa técnica em seringueira e à grande diversidade genética existente entre clones nacionais, foi estimulado o desenvolvimento de estudos sobre germinação de pólen "in vitro". O melhor resultado encontrado por Gonçalves *et al.* (1982), trabalhando com pólen de *H. camargoana*, foi no meio de sacarose a 20%, acrescido de ácido bórico a 0,01%. Por outro lado, Paiva *et al.* (1983a) trabalhando com cinco clones, encontraram respostas diferentes. Os meios contendo sacarose nas concentrações de 10%, 15% e 20% foram mais favoráveis à germinação de pólen dos clones Fx 4098, Fx 3864 e IAN 873 e *H. camargoana*, enquanto que glicose a 10% foi mais eficiente para o clone Fx 3925. É possível que a variação entre clones amazônicos, híbridos intraespecíficos de *H. brasiliensis*, seja tão importante quanto a dos híbridos interespecíficos.

4. PROGRAMA DE CRUZAMENTOS CONTROLADOS

4.1. Tipo de cruzamentos

O número de polinizações realizadas no período de 1978/84, incluindo todos os tipos de cruzamentos, foi de 73.209, obtendo-se um pagamento médio de 8,16% dos frutos, dois meses após a polinização. O total de sementes obtidas foi de 3.119 que apresentaram um percentual médio de germinação de 63,3% (Tabela 1). O aproveitamento da polinização controlada, avaliado pelo percentual de sementes germinadas, em relação ao número de polinizações realizadas, foi de 2,78%, enquanto que em relação ao número de sementes obtidas o aproveitamento foi da ordem de 4,26%. Comparando-se esses resultados com os obtidos desde a época da Companhia Ford, até os tempos do antigo Instituto de

Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (IPEAN), onde, de quase 1.500.000 polinizações controladas, foram obtidas 15.489 seleções, verifica-se que foi conseguido um aproveitamento da ordem de 1% (Brasil 1971), portanto houve uma melhoria na adaptação da técnica de polinização controlada, em uso no CNPSD. O maior ou menor sucesso na polinização depende de fatores tais como: ataque de doenças e pragas, chuva, estado nutricional da planta e clones paternos utilizados. Combinações tais como PFB 5 x Fx 3810, Fx 3899 x PFB 5 e PFB 5 x IAN 873 revelaram-se boas produtoras de frutos, enquanto outras, como IAN 873 x Fx 3899, Fx 4098 x IAN 2388 e Fx 3899 x IAN 717 apresentaram baixo sucesso na polinização controlada.

Um importante aspecto que necessita ser estudado, o mais breve possível, refere-se à queda prematura de frutos entre o período da polinização e a colheita destes frutos. Ross (1960) mostrou claramente que um grande número de frutos imaturos caem durante a primeira metade do período compreendido entre a polinização e a maturidade. Luckwill (1948), em um estudo da queda do fruto da macieira, também observou que existia uma forte queda de frutos jovens, nos primeiros 23 dias após a queda das pétalas e que somente 3,5% das flores originais estavam produzindo frutos, já que a causa da queda não se constituiu em polinização inadequada. Através de observações visuais se tem constatada a queda prematura de frutos de seringueira, durante a execução dos programas anuais de polinizações controladas, conduzidos em Manaus.

No programa foram utilizados 43 tipos de clones diferentes, sendo 14 clones primários, 21 de primeira geração, 6 de segunda geração e 2 de terceira geração (Tabela 2). No total foram produzidas 164 famílias.

4.2. Tipos de progênies

Na Tabela 3 são descritos os tipos de progênies obtidas no período de 1978/84 e seus respectivos aproveitamentos na polinização. Observa-se que apesar da pouca disponibilidade de clones e do número de plantas por clone, em fase de florescimento na época, a ênfase do programa foi dada à produção de híbridos duplos de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana*, para a geração de progênies do primeiro retrocruzamento entre clones de *H. brasiliensis* e para a produção de híbridos interespecíficos entre *H. brasiliensis* e *H. camargoana*. O maior aproveitamento percentual considerando o número de sementes

obtidas, foi para a obtenção do primeiro retrocruzamento de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana*. Quando se considerou o sucesso na polinização, o tipo de cruzamento entre clones primários de *H. brasiliensis* foi o que obteve a mais alta percentagem (9,67%), seguido do cruzamento de híbrido interespecífico de *H. benthamiana* com clone primário de *H. camargoana* com 9,28% e do cruzamento entre clones primários de *H. brasiliensis* com *H. camargoana* que apresentou 8,60% de sucesso. A percentagem média de sucesso na polinização controlada no período de 7 anos, considerando os tipos de cruzamentos expostos na Tabela 4, foi de 5,26%.

Apesar da diversidade de cruzamentos praticados no período, envolvendo um grande número de clones, conseqüentemente a variabilidade genética trabalhada também é grande, o sucesso médio no pegamento da polinização é considerado alto, tendo em vista que a taxa de pegamento da polinização controlada, obtida na Malásia, onde anualmente são feitos de 20 a 40 mil polinizações utilizando variabilidade genética mais restrita, gira em torno de 1 a 5% (Noor 1980).

Na Tabela 4 observa-se a evolução alcançada a cada ano, na produção de "seedlings" legítimos constante de diferentes tipos de progênies. O total de 0.075 plantas foram submetidas a teste de seleção no período de 1979/85, sendo que 2395 plantas são de origem ilegítima e 1680 legítimas. O número de plantas legítimas obtidas nas fases I (1928-1931) e II (1937-1941) do programa de melhoramento do Rubber Research Institute of Malaysia (RRIM) foi de 1534 e 1981 plantas, respectivamente (Ho 1979). Pode-se considerar baixo o rendimento do programa de melhoramento do CNPSD em termos de número de plantas em teste, nesses sete anos de desenvolvimento. As causas principais desse baixo sucesso pode ser resumida pela pouca disponibilidade de clones, número reduzido de plantas por clone em fase de florescimento, intensos e sucessivos ataques de doenças da seringueira (mal-das-folhas, mancha areolada e antracnose) nas plantas polinizadas, pois estas fazem parte de experimentos de competição de clones, onde não é feito controle fitossanitário, e pela dificuldade que certos clones apresentam em produzir sementes, quando em combinação com outros clones.

O baixo número de plantas obtidas no ano de 1981 foi decorrência do baixo sucesso alcançado no programa de polinização de 1980, cerca de 0,36%

(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1982), tendo como causa as anormalidades climáticas havidas nesse ano.

Na Tabela 5 está apresentado o número de clones selecionados nos viveiros de cruzamentos, derivados do programa de polinização, desenvolvido no período de 1978/84. No período, foram obtidos 154 novos clones, sendo 75 derivados de plantas legítimas e 79 de plantas ilegítimas.

O sucesso do programa, avaliado pelo número total de plantas obtidas e o número de clones selecionados ficou em 3,78%. Considerando isoladamente as plantas ilegítimas, o percentual obtido foi de 3,30%, enquanto que para plantas legítimas o percentual foi de 4,46%.

Comparando-se esses resultados com os obtidos nas fase I e II do programa de melhoramento do RRIM, conforme Ho (1979), os percentuais obtidos são respectivamente 63,5% e 95,0%, considerando-se o número de novos clones produzidos em relação ao número de plantas obtidas através da polinização controlada. A maior percentagem de sucesso obtidas no RRIM, comparadas a do CNPSD, pode ser devido aos seguintes fatores: a intensidade de seleção utilizada na Malásia é menor, provavelmente devido à maior uniformidade do material; a agressividade das doenças foliares da seringueira, que nas condições de Manaus é muito maior; a maior variabilidade genética trabalhada no CNPSD, que conduz a uma maior diferenciação de tipos de materiais produzidos, e, como consequência, a intensidade de seleção aplicada no viveiro é maior; finalmente, os critérios adotados no CNPSD nessa época, consideravam o fator doença como muito importante, nessa fase do viveiro, trazendo como consequência um número maior de plantas eliminadas.

4.3. Utilização da *Hevea camargoana*

O programa de melhoramento genético da seringueira, conduzido no CNPSD, através de cruzamentos controlados, teve início em 1978, com cruzamentos realizados entre a *Hevea camargoana* com clones primários de *Hevea brasiliensis* e clones originados de cruzamentos intraespecíficos dessa espécie. Nesse ano foram feitos 2601 polinizações com um índice de pagamento de 3,72%.

A nova espécie, *H. camargoana*, apresenta porte baixo e floresce o ano todo, tendo seu início a partir de 6 meses de idade (Pires 1981). O estudo

da herança e a tentativa de transmissão do caráter porte baixo, para clones de *H. brasiliensis* produtivos, porém sem resistência ao fungo *M. ulei*, possibilitaria o diagnóstico da exequibilidade de continuar nessa linha de pesquisa, objetivando a redução do porte dos clones comerciais, para facilitar o controle fitossanitário com equipamentos terrestres de baixo alcance.

A pouca disponibilidade tanto do número de clones quanto do número de plantas em fase de florescimento, determinou que os trabalhos, nos primeiros anos de polinização, fossem concentrados nos cruzamentos interespecíficos entre *H. camargoana* e clones intraespecíficos de *H. brasiliensis* e *H. benthamiana*. Pela Tabela 1, observa-se que no período de 1978/84 foram realizadas 17.567 polinizações, tendo como um dos paternais a *H. camargoana*, apresentando um pegamento médio de 8,28%. Foram obtidas no período cerca de 771 plantas.

No viveiro de cruzamento as plantas que apresentaram características desejáveis de produção, vigor e porte reduzido foram clonadas. Os novos clones foram avaliados em experimentos de pequena escala. A análise dos dados de cinco anos, dos parâmetros que determinam o vigor da planta, conduziu à conclusão que os clones originados de progênies das quais, um dos paternais seja a *Hevea camargoana*, Não apresentaram crescimento radial do caule satisfatório e que não houve transferência do caráter porte reduzido, para os novos clones, com uma geração de cruzamento.

A redução do porte da seringueira surgiu como uma possibilidade de se conviver com a doença. Este novo enfoque do programa só seria viável caso o caráter "porte baixo" fosse de herança monogênica, facilmente transmissível e preferencialmente dominante. Assim, com um esquema de retrocruzamento associado à técnica de indução do florescimento precoce, considerando um período de tempo médio de dois anos entre uma geração e outra, levar-se-ia 12 anos para atingir a sexta geração com 98,44% de possibilidade de incorporação dos genes favoráveis ao novo clone formado.

4.4. Critérios utilizados na seleção em viveiro

No CNPSD, considerou-se como caracteres importantes na seleção de plantas superiores, nos viveiros de polinização controla o vigor da planta e a produ

ção de borracha. Esse critério foi utilizado devido a não ser feito o controle de doenças nessa fase do desenvolvimento das plantas, portanto, se as plantas apresentam bom vigor, é possível que elas apresentem algum tipo de resistência ou grande possibilidade de se desenvolver sob condições fitossanitárias adversas. Assim, a seleção é primeiramente direcionada ao vigor, obtendo-se plantas mais vigorosas e em seguida é direcionada à produção, no sentido de determinar o potencial produtivo dessas plantas através de testes precoces. A avaliação de doenças normalmente é feita nos novos clones, quando são avaliados nos experimentos em pequena escala, a partir da sincronização da queda de folhas, pois até essa fase deverá ser feito o controle fitossanitário. Experiências anteriores indicam que quando não é feito o controle fitossanitário desde o início do desenvolvimento das plantas, a pressão de seleção é tão forte que chega a comprometer o desenvolvimento das plantas, numa fase crítica de formação de uma planta vigorosa.

A utilização desse critério difere daquele utilizado pela Companhia Ford, posteriormente seguido pelo antigo IPEAN, que na época executava a seleção exclusivamente direcionada à tolerância ao mal-das-folhas e, em segundo plano, à produção de borracha (Brasil 1971). Esse procedimento conduz à obtenção de um grande número de clones, que na fase adulta revelam-se de baixa produção, porém bastante resistentes ao *M. ulmi*, além de uma erosão genética de germoplasma potencialmente produtivo que não apresenta resistência a doenças. A obtenção de um excessivo número de clones, visando submetê-los à avaliação, em experimento de pequena escala, além de onerosa não vem apresentando muito sucesso nas condições climáticas de Manaus, haja à vista observações feitas nos experimentos em pequena escala, instalados no CNPSD. Quando se trabalha com muita variabilidade genética em condições adversas, há necessidade de submeter as plantas a uma pressão de seleção em uma fase intermediária entre o viveiro de cruzamento e o experimento em pequena escala, visando reduzir o número de novos clones a serem avaliados sob espaçamento normal.

4.5. Desempenho das progênies selecionadas

O desenvolvimento vegetativo das progênies e sua produção de borracha, avaliadas no primeiro e terceiro ano de idade são apresentados na Tabela 6,

considerando os diversos tipos de cruzamentos executados no CNPSD, no período de 1978/84. O número de plantas obtidas foi maior para os cruzamentos efetuados entre *H. brasiliensis* x *H. camargoana*, o que já era esperado considerando as prioridades do programa nesse período.

No primeiro ano de idade as progênies mais vigorosas foram aquelas obtidas através do cruzamento entre clones primários e entre híbridos simples de *H. brasiliensis*. Resultado surpreendente foi obtido para as progênies originadas de autofecundação de híbridos entre *H. brasiliensis* e *H. benthamiana* com média de 2,08cm de diâmetro do caule. Normalmente a autofecundação na maioria das plantas alógamas, conduz à formação de progênies fracas e de baixo vigor (Allard 1960).

O fenômeno da endogamia em seringueira já foi observado há bastante tempo (Sharp 1940 e 1951; Ross & Brookson 1960). Tan & Subramaniam (1976) mostraram que progênies autofecundadas são inferiores às progênies exocruzadas em relação ao vigor e à produção. Acredita-se que o efeito da endogamia é muito comum em seringueira, porém a sua intensidade pode ser variável nos diferentes clones. No entanto, em função dos resultados apresentados no que se refere ao vigor, cinco hipóteses podem explicar esses resultados: 1) Contaminação com pólen estranho durante ou após a polinização; 2) a diversidade genética latente no clone híbrido exteriorizou-se somente em estádios avançados de homozigose; 3) ocorrência de troca de material e/ou erro na tabulação do dados; 4) o tamanho da mostra determinou a obtenção de resultados tendenciosos; e 5) a manifestação dos efeitos da endogamia nas progênies foi visível a partir do terceiro ano de desenvolvimento vegetativo.

A variação existente entre plantas, na produção de borracha, avaliada pelo miniteste de produção, é tanto maior quanto menor o número de plantas por progênie. Assim é que este teste foi utilizado no programa, em caráter de estudo e não como "ferramenta" na seleção de plantas. Recentemente, Marques & Gonçalves (s.d.) atestaram sua inviabilidade no processo de seleção de plantas em viveiro.

As variações entre plantas e médias de progênies, no que se refere ao vigor e à produção no terceiro ano de idade das plantas, são bem mais consistentes e confiáveis, permitindo que se proceda uma seleção das plantas. As plantas superiores individualmente são selecionadas e em seguida clonadas.

A propósito do maior vigor da progênie oriunda do cruzamento de clones primários de *H. brasiliensis*, apesar da existência de somente uma planta, este deve ser um caminho a ser explorado mais intensamente, por várias razões: 1. Os clones nacionais e estrangeiros que foram destaque, inclusive alguns ainda continuam sendo, em relação aos clones de gerações mais avançadas, foram originados de cruzamentos entre clones primários, como por exemplo: RRIM 600, 527, 623, IAN 717, 710, 713, 873, Fx 25, 985, 2261, 4098, 3864, PB 5/51, PR 251, 255 e 261. 2. Os estudos conduzidos por Bouychou (1956), citado por Polhamus (1962), com os materiais originados das sementes de Wickham (primeiras sementes de seringueira introduzidas no oriente), surpreenderam com o desempenho do vigor, na primeira geração de plantas produzidas. 3. A introdução de mais variabilidade genética nos programas de melhoramento pode ser feita através da coleta de sementes nativas em áreas de reconhecida produção, tanto da *H. brasiliensis* como da *H. benthamiana*, após aplicar uma forte pressão de seleção nessas populações, partir para a produção de híbridos F_1 .

A hipótese de Bouychou (1956), citado por Polhamus (1962), sobre a produção de linhas endogamas, em seringueira, não está totalmente fora de propósito. Polhamus (1962) levanta a idéia de ser difícil de aceitar essa hipótese devido as evidências experimentais demonstrarem ao contrário. Porém, relata que os outros caminhos já foram seguidos e que a endogamia foi o único deixado de lado e que isto deveria ser considerado no melhoramento futuro.

O isolamento da seringueira nas condições nativas associado a grande produção de sementes, conhecendo-se ainda que os agentes polinizadores das seringueiras são insetos, e que a probabilidade de um inseto carregando pólen de uma planta, visitar uma flor de outra planta é muito menor do que a de o inseto visitar outra flor da mesma planta. Dessa forma, admitir-se-ia que parte da produção de sementes nativas seria proveniente de autofecundação. A aceitação dessa hipótese explicaria o vigor heterótico manifestado nos híbridos F_1 e o sucesso relativo desses clones.

Segundo Ferwerda (1969) a seringueira não mostra nenhuma preferência pela polinização cruzada em relação a autopolinização, embora a percentagem de frutificação obtida na indução da autopolinização seja levemente mais baixa, quando comparada com a percentagem de frutos da polinização cruzada.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bouharmont (1962) que não detectou grandes diferenças no processo de desenvolvimento após a fertilização, no percentual de frutos obtidos nas duas formas de polinização. Conclui-se assim que a maioria das sementes, em qualquer seringueira, é geralmente originada de autopolinização, considerando que a transferência entre planta ocorre mais frequentemente do que a transferência entre plantas. Esse fato, segundo Ferwerda (1969), além de outras coisas, apresenta implicações remotas para jardins de sementes biclonais para produção de sementes do cruzamento de dois clones envolvidos, podendo produzir uma grande percentagem de sementes endogâmicas, a menos que um dos paternais seja estéril.

A análise do programa de melhoramento genético desenvolvido no período de 1976/84, proporcionou a capitalização de experiências positivas e negativas devidamente registradas, que preencheram uma lacuna existente nessa área, ou seja, a falta de conhecimentos básicos. É conveniente ressaltar ainda os seguintes pontos: a falta de controle fitossanitário, na fase inicial do viveiro de polinização controlada, se por um lado facilita a seleção no sentido de plantas resistentes às doenças, por outro, induz a perda de genótipos produtivos, passíveis de uso associado à técnica de enxertia de copa e/ou em áreas de escape; a carência de informações básicas, no que diz respeito ao potencial dos clones como paternais, determinou grande diversificação de diferentes combinações; a falta de controle fitossanitário na fase inicial dos experimentos de competição de clones, em pequena escala, determinou grande diferença no comportamento dos clones na fase juvenil, além de submeter a uma pressão forte de seleção, nas condições altamente adversas de Manaus; a utilização de grande número de clones nos experimentos de competição em pequena escala, constituiu também um fator de aumento dessa diferença precoce do comportamento; finalmente, a rápida expansão do número e tamanho das áreas dos clones em teste, concorreu com a aplicação de um manejo adequado aos experimentos.

Por outro lado, faz-se necessário também destacar alguns pontos positivos alcançados pelo programa nesse período, quais sejam: conhecimento das potencialidades da *H. camargoana* no melhoramento da seringueira; aprimoramento da técnica de polinização controlada; adequação de metodologias apropriadas para condução de viveiro de polinização controlada e experimento de

competição de clones nas condições ecológicas de Manaus; adequação de critérios na seleção precoce da seringueira; conhecimento preliminar das potencialidades de vários clones quando utilizado como paternal; conhecimento das dificuldades de vários clones quando utilizado como paternal; conhecimento das dificuldades de conservar coleções vivas de germoplasma de seringueira e capitalização de informações básicas do comportamento de um número considerável de clones.

5. SUGESTÕES PARA MELHORAR A EFICIÊNCIA DO PROGRAMA

Finalmente, de modo resumido, propõe-se que a pesquisa na área de melhoramento genético, no âmbito da EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, seja orientada no sentido de observar os seguintes pontos:

- . Intensificar a exploração de cruzamentos entre clones primários;
- . Incrementar a formação de novos clones primários, a partir de seleção em grandes populações de plantas, originadas de sementes de seringal nativo, previamente selecionadas em área de alta produção de borracha, ainda não explorada pelo melhoramento;
- . Direcionar a obtenção de segregantes originados de cruzamentos entre clones de reconhecida produção que apresentam média resistência ao *M. ulei* e clones que apresentam produção média e alta resistência, como exemplo: Fx 4098, Fx 985, IAN 6158, IAN 6323, CNS-AM 7665 e CNS-AM 7907 (Junqueira 1985);
- . Aplicar o controle fitossanitário nos viveiros de cruzamentos e não avaliar resistência às doenças, nessa etapa do programa;
- . Que a seleção nos viveiros seja feita com base somente no vigor da planta, produção de borracha, pelo HMM-modificado e aspecto fenotípico da planta;
- . Incluir no organograma para obtenção de clones, a partir de polinização controlada, proposto por Gonçalves *et al.* (1983), uma etapa intermediária de avaliação de clones, entre a seleção de cruzamento e avaliação dos clones em experimentos de pequena escala, conforme Figura 1, formada por um Jardim de Seleção de Clones, objetivando aumentar as

probabilidades de ocorrência de clones superiores nos experimentos de competição de clones em pequena escala. Esse jardim pode ser instalado sob espaçamento de 2,0m entre linhas e 1,5m entre plantas e terá sua vida útil de 3-4 anos, podendo os clones serem utilizados no programa de polinização controlada utilizando-se da técnica de indução do florescimento precoce. Nessa fase os clones serão avaliados através das variáveis: produção de borracha pelo HMM-modificado, vigor, análise da casca, qualidade tecnológica da borracha, resistência a doenças e parâmetros fisiológicos. A desvantagem desse esquema é que atrasará em 4 a 4 anos a recomendação final do clone. Porém, terá a vantagem de reduzir o número de clones em teste nos experimentos de competição de clones, em pequena escala, conseqüentemente reduzindo os custos dispendidos nessa etapa do programa. Além disso permite submeter a teste de avaliação, sob espaçamento recomendado para o plantio comercial, novos clones preliminarmente selecionados em condições altamente adversas.

Que na avaliação dos ortetes, no viveiros de cruzamentos e/ou viveiros de plantas de polinização aberta, seja feita análise da casca para contagem do número de anéis de vasos laticíferos em amostras coletadas em três alturas diferentes no caule, como parâmetro aferidor da hipótese de Xu (1984). As amostras de casca podem ser coletadas a altura do 1º, 3º e 5º lançamentos foliares. Havendo dificuldade na identificação da altura da emissão dos lançamentos, no caule das plantas, sugere-se coletar as amostras respectivamente, nas alturas de 30cm, 60cm e 90cm. Atualmente no CNPSD, está sendo utilizada essa metodologia como um dos critérios na seleção de plantas em viveiros, associada à assertiva de McIndoe (1958) que encontrou clones de seringueira reproduzindo as características dos ortetes quando produzidos a partir de gemas retiradas do caule, até a altura de 90cm do solo. Os ortetes foram decapitados à altura de 1m do solo e os novos clones foram formados a partir de gemas das brotações emitidas. Espera-se com esse procedimento, eliminar as causas de que novos clones produzidos de ortetes excepcionais, não adquiram essas qualidades, além de aprimorar a identificação precoce de ortetes superiores na fase de viveiro.

6. CONCLUSÕES

1. O programa de melhoramento genético, desenvolvido pelo CNPSD no período de 1976/84, contribuiu com um volume considerável de conhecimentos básicos nessa área, incorporando essas informações ao acervo já existente.
2. Os clones originados de progênies, das quais um dos paternos seja a *Hevea camargoana*, não apresentaram crescimento radial do caule satisfatório e nem houve transferência do caráter "porte reduzido", com uma geração de cruzamentos.
3. No período de 1976/84 constatou-se uma melhoria na adaptação da técnica de polinização controlada.
4. Considerou-se baixo o rendimento do programa na produção de "seedlings" e de novos clones, quando comparado ao programa de melhoramento desenvolvido pelo RRIM.
5. Em geral, considerando-se as condições favoráveis da Região, a manifestação das diversas doenças ocorrentes na cultura da seringueira e, apesar de não haver recomendação de clones para o plantio na Região, com base em informações científicas, gerada pelo programa nesse período, este apresentou aspectos positivos que sobrepujaram suas deficiências, referentes à capitalização das experiências adquiridas no manejo e no aumento da coleção de germoplasma de seringueira.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. Trad. de Almiro Bhumenschein e outros. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. 381p.
- BOUHARMONT, J. Fecondation de l'ovule et développement de la graine après croisement et autopolinisation chez *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. Cellule, 62: 119-30, 1962.
- BRASIL. SUDHEVEA. Melhoramento genético da seringueira. In: _____. Plano Nacional da Borracha. Anexo 11. Pesquisa e experimentação com a seringueira. Rio de Janeiro, 1971. p. 15-36.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, Manaus, AM. Polinização controlada. In: _____ . Relatório anual de melhoramento genético da seringueira 1981. Manaus , 1982. p. 5-7.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira, Manaus, AM. Poliploidização da seringueira. In: _____ . Relatório trimestral abril-maio-junho 1976. Manaus, 1976. p.34.
- FERWERDA, F.P. Rubber; *Hevea brasiliensis*(Wild.) Mull. Arg. In: FERWERDA, F.P. & WIT, F., eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Wageningen, H. Veenman & Zonen, 1969. p. 427-58.
- GONÇALVES, P. de S. Collection of *Hevea* materials from Rondonia Territory in Brasil. A preliminary study. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17 (4): 575-82, 1982.
- GONÇALVES, P. de S. Expedição Internacional à Amazônia no Território Federal de Rondônia para coleta de material botânico de seringueira (*Hevea brasiliensis*); relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1981. 60p.
- GONÇALVES, P. de S. Seleção e coleta de seringueira nativas as margens dos rios Mamorê, Guaporê e São Miguel - Território Federal de Rondônia; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1978. 43p.
- GONÇALVES, P. de S. Seleção e coleta de seringueiras nativas da região de Ouro Preto - Território Federal de Rondônia; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1979. 53p.
- GONÇALVES, P. de S.; FERNANDO, D.M. & ROSSETTI, A.G. Interspecific crosses in the genus *Hevea*. A preliminary progeny test of SALB resistant dwarf hybrids. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(5):775-81, 1982.
- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R. de & REBELLO, A.P. "In vitro" pollen germination of *Hevea camargoana*. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(2):287-91, 1982.
- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R. de & ROSSETTI, A.G. Eficiência do minites-te de produção na seleção precoce de plantas de seringueira em relação ao teste Jamaker Morris-Mann. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(8): 1145 - 53, 1982.

- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R. de & SOUZA, R.A. de. Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp) no Brasil e em países asiáticos. Manaus, EMBRAPA-CNPDS, 1983. 69p. (EMBRAPA.CNPDS. Documento, 2).
- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R. de; TRINDADE, D.R.; VALOIS, A.C.C. & VIEGAS, I. de J.M. Comportamento preliminar de alguns clones de seringueira. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(10): 1447-56, 1982.
- GONÇALVES, P. de S. & ROSSETTI, A.G. Resultados preliminares do comportamento de clones de seringueira em Manaus. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(1)99:102, 1982.
- GONÇALVES, P. de S.; ROSSETTI, A.G. & PAIVA, J.R. de. Coeficiente de repetibilidade e eficiência do miniteste de produção na seleção de plantas de seringueira. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(2):233-7, 1982.
- GONÇALVES, P. de S.; ROSSETTI, A.G.; VALOIS, A.C.C. & VIEGAS, I. de J.M. Coeficiente de determinação genotípica e estimação de outros parâmetros de clones de seringueira. Pesq. agropec. bras., Brasília, 18(5)527-32, 1983.
- GONÇALVES, P. de S.; VASCONCELLOS, M.E. da C. & SILVA, E.B. da. Desenvolvimento vegetativo de clones de seringueira. Pesq. agropec. bras., Brasília, 14(4):365-75, 1979.
- GONÇALVES, P. de S.; VASCONCELLOS, M.E.C.; VALOIS, A.C.C. & SILVA, E.B. da. Herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas de algumas características de clones jovens de seringueira. Pesq. agropec. bras., Brasília, 15(2): 129-36, 1980.
- GONÇALVES, P. de S.; VALOIS, A.C.C. & PAIVA, J.R. de. Induction and investigation of polyploidy in IAN 717 rubber tree clone. A preliminary study. Pesq. agropec. bras., Brasília, 18(7):789-96, 1983.
- HO, C.Y. Contributions to improve the effectiveness of breeding, selection and planting recommendations of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Ghent, Faculty of Agricultura Sciences, 1979. 341p. Tese Doutorado - Agronomia.
- JUNQUEIRA, N.T.V. Variabilidade fisiológica de *Microcyclus ulei* (P.Henn.) v. Arx. Viçosa, UFV, 1985, 135p. Tese Doutorado.

- LINS, A.C.R.; SILVA, G.P. da; NICOLAS, D.; ONG, S.R.; MELO, C.C. de & SANTOS, M.R. dos. Report of the Acre collection team in the 1981 joint (IRRDB/BRAZIL) Hevea germoplasm expedition. Manaus EMBRAPA-CNPSe, 1981. 24p.
- LUCKWILL, L.C. The hormone content of the seed in relation to endosperm development and fruit drop in the apple. J. Hort. Sci., 24:32, 1984.
- MARQUES, J.R.B. & GONÇALVES, P. de S. Seleção precoce em plantas de seringueira através do uso do miniteste de produção. (no prelo).
- McINDOE, K.G. The development of clonal rootstocks in *Hevea*. Rubber Res. Inst. Ceylon; Q. Circ., 34(3/4):39-57, 1958.
- MENDES, L.O.T. Poliploidização da seringueira: um novo teste para determinação da capacidade de produção de seringueira jovens. Polimeros, São Paulo, 1 (1):22-30, 1971.
- MORAES, V.H.F. de. Organogênese em meristema apical do caule de seringueira (*Hevea* spp). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SERINGUEIRA, 3., Manaus, 1980. Anais. Brasília, SUDHEVEA, 1980. v.1, p. 554-71.
- MOHD. NOOR, A.G. Selection procedures from hand pollination to large-scale testing. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA, Kuala Lumpur, Malásia. Hevea Breeding Course 1980. Kuala Lumpur, 1981. Capítulo 15, 24p.
- PAIVA, J.R. de. Coleta de material botânico sexuada e assexuada de *H. marajoensis* no município de Joanes (Salvaterra-Pará); relatório de viagem, Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1977a. 5p.
- PAIVA, J.R. de. Coleta de material botânico de *Hevea pauciflora*, relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1977b.
- PAIVA, J.R. de. Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea* sp.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, ESALQ, 1980. 92p. Te se Mestrado.
- PAIVA, J.R. de. I coleta de material sexuado e assexuado nos seringais nativos do Estado de Mato Grosso; relatório. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1981. 26p.

- PAIVA, J.R. de & GONÇALVES, P. de S. Considerações preliminares do desempenho de clones de seringueira em Manaus. Estudo em desenvolvimento. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., Brasília, 1982. Anais. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1983. p. 173-82.
- PAIVA, J.R. de; GONÇALVES, P. de S. & GASPAROTTO, L. Variação genética entre procedências de seringueira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 4., Salvador, 1984. Resumos dos trabalhos apresentados. s.l., SUDHEVEA, 1984. p. 53. E em Pesq. agropec. bras., Brasília, 20(1):97-107, 1985.
- PAIVA, J.R. de; GONÇALVES, P. de S. & REBELLO, A.P. Germinação de pólen "in vitro" de alguns clones de seringueira-resultados preliminares. Pesq. agropec. bras., Brasília, 18(9):1021-9, 1983a.
- PAIVA, J.R. de; GONÇALVES, P. de S. & VALOIS, A.C.C. Avaliação preliminar do comportamento de novos clones de seringueira em Manaus. Pesq. agropec. bras., Brasília, 18(2):147-58, 1983b.
- PIAVA, J.R. de; MIRANDA FILHO, J.B. de; SIQUEIRA, E.R. de & VALOIS, A.C.C. Parâmetros genéticos em seringueira em condições de viveiro. R. bras. genet., Ribeirão Preto, 6(3):505-25, 1983c.
- PAIVA, J.R. de; MIRANDA FILHO, J.B. de; SIQUEIRA, E.R. de. & VALOIS, A.C.C. Predição do ganho genético de alguns caracteres em seringueira em três esquemas de seleção. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(11):1647-53, 1982.
- PAIVA, J.R. de; ROSSETTI, A.G. & GONÇALVES, P. de S. Uso do coeficiente de caminhamento no melhoramento da seringueira. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17 (3):433-40, 1982.
- PIRES, J.M. Euphorbiceae: *Hevea camargoana* s. sp. In: _____. Notas de herbário I. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 1981. p.4-8.
- POLHAMUS, L.G. Plant improvement in *Hevea*. In: _____. Rubber: botany, production, and utilization. London, Leonard Hill Books, 1962. p.77-90.
- ROSS, J.M. Observations on the 1959 Hand Pollination Program at the Rubber Research Institute of Malaya. In: NATURAL RUBBER RESEARCH CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1960. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM, 1961. p.392-408.

- ROSS, J.M. & BROOKSOM, G.W. Progress of breeding investigations with *Hevea brasiliensis* III. Further data on the crosses made in the years 1937 - 1941. J. Rubber Res. Inst. Malaya, 9(3):158-72, 1960.
- SANTOS, M. de M. Relatório da prospecção em seringal nativo de *Hevea benthamiana* na região de Barcelos-AM, relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA - CNPSD, 1982. 21p.
- SHARP, C.C.T. Progress of breeding investigations with *Hevea brasiliensis*. The Philmoor crosses 1928-1931 series. J. Rubber Res. Inst. Malaya, 10: 34-66, 1940.
- SHARP, C.C.T. Progress of breeding investigations with *Hevea brasiliensis*. 2. The crosses made in the years 1937-1941. J. Rubber Res. Inst. Malaya, 13:73-99, 1951
- SILVA, H.M. & PAIVA, J.R. de. Coleta de material botânico de seringueira nos municípios de Borba e Novo Aripuanã; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1976. 5p.
- TAN, H. & SUBRAMANIAM, S. A five-parent diallel cross analysis for certain characters of young *Hevea* seedlings. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1975. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM, 1976. v.2, p.13 - 26.
- TEIXEIRA, L.O.A. Coleta de germoplasma de *Hevea camporum* Ducke; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1984. 16p.
- TEIXEIRA, L.O.A. Seleção e coleta de seringueira (*Hevea brasiliensis* e *Hevea guianensis*) nativas na região de Mutum-Paraná no Estado de Rondônia; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1983. 36p.
- TOWNSEND JUNIOR, C.H.T. Desenvolvimento de clones superiores de *Hevea* do Brasil. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura-DNPV, 1961. 18p.
- VALOIS, A.C.C. Competição de clones de seringueira e predição de parâmetros genéticos. B. téc. Inst. Pesq. Agropec. Amaz. Ocid., Manaus (4):1-9 , 1974.

- VALOIS, A.C.C. Melhoramento genético da seringueira. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1978. 24p. Trabalho apresentado nº 3. Curso de Especialização em Heveicultura; Belém, 1978.
- VALOIS, A.C.C. & PAIVA, J.R. de. Herdabilidade do tamanho de sementes de seringueira (*Hevea* sp). Semente, Brasília, 2(2):3-7, 1976.
- VIÉGAS, I. de J.M. & PAIVA, J.R. de. Seleção e coleta de material nativo de seringais em Tarauacá-Acre; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSe, 1976. 37p.

TABELA 1 - Cruzamentos inter e intraespecíficos realizados no período de 1978/84. Manaus, AM, 1987.

Paternais	Nº de polinizações	% de pega- mento*	Nº de semen- tes obtidas	Nº de semen- tes germiná- das	% de germi- nação*
<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	17.840	4,18	741	475	64,1
<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. benthamiana</i>	15.551	4,90	586	362	61,8
<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. camargoana</i>	5.548	4,26	137	88	64,2
<i>H. brasiliensis</i> x Outras espécies	2.060	0,82	115	63	54,8
<i>H. benthamiana</i> x <i>H. benthamiana</i>	4.993	3,05	38	19	50,0
<i>H. benthamiana</i> x <i>H. brasiliensis</i>	14.364	2,81	383	284	74,1
<i>H. benthamiana</i> x <i>H. camargoana</i>	1.760	4,77	40	21	52,5
<i>H. camargoana</i> x <i>H. brasiliensis</i>	5.628	8,41	704	484	68,7
<i>H. camargoana</i> x <i>H. benthamiana</i>	2.522	14,31	178	101	56,7
<i>H. camargoana</i> x <i>H. camargoana</i>	1.060	7,50	0	0	0
<i>H. camargoana</i> x Outras espécies	1.049	10,43	96	77	80,2
Outras espécies x <i>H. brasiliensis</i>	497	15,06	80	42	52,5
Outras espécies x <i>H. benthamiana</i>	116	21,38	14	14	100,0
Outras espécies x Outras espécies	221	12,38	7	3	42,9
TOTAL	73.209	8,16	3.119	2.033	63,3

* Média de sete anos.

TABELA 2 - Paternais utilizados no programa de melhoramento do CNPSD no período de 1978/84. Manaus, AM, 1987.

Clone Primário	Clone de 1ª geração	Clone de 2ª geração	Clone de 3ª geração
<i>H. camargoana</i>	Fx 25	Sial 842	IAN 6158
<i>H. guianensis</i>	985		6159
PFB 4	3810	IAN 2388	
5	3864	2829	
26	3899	2925	
AC 35	4098	6121	
PUA 9	IAN 717	6323	
CNS AM 7704	873		
7733	6543		
7745	6484		
7906	6492		
7907	7379		
7908	PB 217		
CNS RO 7813	PS 02		
	IAC 207		
	11/78		
	14/78		
	23/78		
	27/78		
	41/78		
	59/79		

TABELA 3 - Tipos de progênies obtidas no período de 1978/84. Manaus, AM, 1987

Paternais	Nº de polinização	% de Pega-mento*	Nº de semen-tes obtidas	Nº de sementes germinadas	% de germinação*
I. <i>H. brasiliensis</i>					
. Entre clones primários	210	9,67	6	1	16,7
. Primeiro retrocruzamento	8217	4,94	424	266	62,7
. Híbrido duplo	5938	2,54	277	212	76,5
. Autofecundação	3663	1,01	21	16	76,2
II. <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. benthamiana</i>					
. Primeiro retrocruzamento	7312	6,15	363	238	65,6
. Segundo retrocruzamento	1318	3,78	17	10	58,8
. Terceiro retrocruzamento	1315	4,68	91	72	79,1
. Híbrido duplo	22726	2,41	509	327	64,2
. Autofecundação	1265	3,42	12	8	66,7
III. <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. camargoana</i>					
. Entre clones primários	3105	8,60	351	271	77,2
. Híbrido intraespecífico de <i>H. brasiliensis</i> cruzado com clone primário de <i>H. camargoana</i> .	8144	6,61	509	312	61,3
IV. <i>H. benthamiana</i> x <i>H. camargoana</i>					
. Híbrido interespecífico cruzado com clone primário de <i>H. camargoana</i> .	4367	9,28	218	122	56,0
TOTAL	67580	5,26	2798	1855	63,4

* Média

TABELA 4 - Número de plantas originadas de polinização controlada e submeridas a teste de seleção no período 1979/85/85, Manaus, AM, 1987.

Tipo de Progenies	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
I- <i>H. brasiliensis</i>							
. Entre clones primários	-	-	-	-	-	1	-
. Primeiro retrocruzamento	1	19	7	34	76	114	9
. Híbrido duplo	-	19	-	-	-	13	167
. Autofecundação	-	-	1	5	-	-	-
II- <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. benthamiana</i>							
. Primeiro retrocruzamento	-	4	-	117	64	-	20
. Segundo retrocruzamento	-	-	10	-	-	1	11
. Terceiro retrocruzamento	-	-	-	15	38	-	21
. Híbrido duplo	-	14	12	65	18	7	10
. Autofecundação	-	-	-	9	-	-	-
III- <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. camargoana</i>							
. Entre clones primários	22	-	4	5	187	42	-
. Híbrido intraespecífico cru zado com clone primário	41	31	4	18	132	31	-
IV- <i>H. benthamiana</i> x <i>H. camargoana</i>							
. Híbrido interespecífico cru zado com clone primário	1	-	5	-	101	12	-
V- Outras espécies							
. <i>H. camargoana</i> x <i>H. pauciflora</i>	-	3	-	-	65	-	-
. <i>H. guianensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	-	21	-	-	51	-	-
. <i>H. guianensis</i> x <i>H. pauciflora</i>	-	-	-	-	2	-	-
IV- Ilegítima	-	-	-	217	1005	405	768
TOTAL	65	111	43	485	1739	626	1006

TABELA 5 - Número de clones originados de polinização controlada obtidos no período de 1980/86. Manaus, AM, 1987.

Tipo de Progenies	1980	1983	1984	1986*
I- <i>H. brasiliensis</i>				
• Entre clones primários	-	-	-	-
• Primeiro retrocruzamento	1	7	1	4
• Híbrido duplo	-	3	-	-
• Autofecundação	.	-	-	-
II- <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. benthamiana</i>				
• Primeiro retrocruzamento	-	1	6	5
• Segundo retrocruzamento	-	-	-	5
• Híbrido duplo	-	-	1	6
• Autofecundação	-	-	-	-
III- <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. camargoana</i>				
• Entre clones primários	2	-	1	-
• Híbrido intraespecífico cruza do com clone primário	8	7	-	2
IV- <i>H. benthamiana</i> x <i>H. camargoana</i>				
• Híbrido interespecífico cruza do com clone primário	-	-	3	-
V- Outras espécies				
<i>H. camargoana</i> x <i>H. pauciflora</i>	-	-	-	2
<i>H. guianensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	-	-	-	7
<i>H. guianensis</i> x <i>H. pauciflora</i>	-	-	-	2
<i>H. pauciflora</i> x <i>H. pauciflora</i>	-	-	-	1
IV- Ilegítimo	1	23	10	45
TOTAL	12	41	22	79

* Seleção praticada nos vieiros de 1982 e 1983

TABELA 6 - Número de plantas (NP), diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP), produção de borracha pelo MTP e HMM-modificado (P₁ e P₂) e circunferência do caule (CC) de progenies originadas de polinização controlada. Manaus, AM, 1987.

TIPO DE PROGEMIE	1º ANO				3º ANO		
	NP	DC (cm)	AP (m)	P ₁ (mg)	NP	CC (cm)	P ₂ (g)
I. <i>H. brasiliensis</i>							
. Entre clones primários	01	3,52	-	-	-	-	-
. Primeiro retrocruzamento	251	1,67	1,68	29,16	29	10,66	1,95
. Híbrido duplo	37	2,19	1,83	10,05	11	11,70	1,26
. Autofecundação	06	1,40	1,60	32,56	05	9,83	-
II. <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. benthamiana</i>							
. Primeiro retrocruzamento	180	1,76	1,77	59,10	38	10,22	0,87
. Segundo retrocruzamento	07	1,79	-	-	-	-	-
. Terceiro retrocruzamento	47	1,88	1,92	45,46	10	12,63	0,98
. Híbrido duplo	117	1,77	1,81	66,28	26	12,64	0,74
. Autofecundação	09	2,08	2,21	106,02	06	9,02	0,27
III. <i>H. brasiliensis</i> x <i>H. camargoana</i>							
. Entre clones primários	260	1,78	1,48	7,39	31	10,82	1,14
. Híbrido intraespecífico de <i>H. brasiliensis</i> cruzado com clone primário de <i>H. camargoana</i> .	257	1,87	1,89	32,54	34	10,80	0,55
IV. <i>H. benthamiana</i> x <i>H. camargoana</i>							
. Híbrido interespecífico cruzado com clone primário de <i>H. camargoana</i> .	113	1,89	1,80	3,07	10	9,96	0,99

FIGURA 1 - Esquema proposto de obtenção de clones a partir de polinização controlada

